

Micobiota endofítica asociada al cultivo del mango ‘Haden’ (*Mangifera indica* L.) en el oriente de Venezuela

Endophytic fungi in mango ‘Haden’ (*Mangifera indica* L.) grown at Venezuela eastern

Victoria MORALES RONDÓN ✉ y **Mariela RODRÍGUEZ GONZÁLEZ**.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Zulia. Zona Industrial, Km.7 carretera vía Perijá, Maracaibo, Venezuela. Emails: vmorales@inia.gov.ve y victoriaemr@hotmail.com ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 29/04/2009

Primera revisión recibida: 07/09/2009

Fin de primer arbitraje: 03/08/2009

Aceptado: 18/09/2009

RESUMEN

Se presentan los resultados de la distribución organográfica (ramas, hojas, inflorescencias y frutos) de hongos endófitos en plantas de mango ‘Haden’ en un ciclo de producción. El diagnóstico se realizó en cuatro plantaciones comerciales ubicadas en la región oriental de Venezuela. Los hongos se recuperaron empleando la técnica de la triple esterilización. Todos los hongos identificados son reconocidos fitopatógenos del mango. Las siguientes especies fueron identificadas: *Fusarium decemcellulare*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Pestalotiopsis* sp., *Cladosporium* sp. y *Colletotrichum gloeosporioides*. La distribución de *L. theobromae* y *Cladosporium* sp. fue continua y sistemática, sin registrar variaciones a lo largo del período, detectándose tanto en órganos vegetativos como reproductivos. *F. decemcellulare* y *Pestalotiopsis* sp. fueron recuperados en órganos vegetativos. *C. gloeosporioides* fue aislado de los pedúnculos de las frutas. Conidias de *L. theobromae* y *Cladosporium* sp. fueron detectadas dentro de las anteras junto con los granos de polen. Estos resultados indican que la colonización endofítica por hongos comúnmente patógenos puede representar una importante ruta para el desarrollo de enfermedades relevantes en el cultivo del mango ‘Haden’ como son la muerte regresiva, antracnosis y escoba de brujas ocasionadas por *L. theobromae*, *C. gloeosporioides* y *F. decemcellulare*, respectivamente.

Palabras clave: Hongos endófitos, hongos fitopatógenos, *Mangifera indica*.

ABSTRACT

In this work is presented the distribution on mango ‘Haden’ trees (branches, leaves, flowers and fruits) of endophytic fungi during a production cycle. The diagnosis was made at four mango ‘Haden’ commercial orchards located at eastern region of Venezuela. The fungi were recorded employing triple sterilisation specific method for endophytes fungi. All the isolated fungi are recognized pathogens of mango. The following species were identified *Fusarium decemcellulare*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Pestalotiopsis* sp., *Cladosporium* sp. and *Colletotrichum gloeosporioides*. The distribution of *L. theobromae* and *Cladosporium* sp. was continuous and systematic, without registering variations interphases as much detecting on vegetative as reproductive organs. *F. decemcellulare* and *Pestalotiopsis* sp. were recovered in vegetative organs. *C. gloeosporioides* was isolated in fruits pedicels. *L. theobromae* and *Cladosporium* sp. conidia were even detected within anthers along with the pollen grains. These results it is come off that the endophytic colonization is an important route for the development of diseases in the mango ‘Haden’ as dieback or decline, anthracnose and floral malformation cause by *L. theobromae*, *C. gloeosporioides* y *F. decemcellulare*, respectively.

Key words: fungi, endophytes, phytopathogens, *Mangifera indica*.

INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) ha sido cultivado por más de 4 mil años en la India de donde es originario y desde donde fue introducido al Continente Americano por los europeos (Hoyos, 1994); encontrando condiciones climatológicas adecuadas para su adaptación, a tal grado que con el paso de los años es uno de los componentes

paisajísticos más comunes, sin contar que nuestro continente es el segundo productor del mismo (FAO, 2006).

Si bien no tiene la relevancia económica de las musáceas y los cítricos, el mango representa una fuente de ingresos para un buen número de fruticultores que se dedican a su cultivo pues constituye un medio de obtener divisas en los

mercados nacionales e internacionales (Leal y Avilán, 1997).

En 1951 se inició la introducción de varios cultivares de mango injertado provenientes de Florida (U.S.A), incluyendo plantas del cultivar 'Haden', para conformar la colección de materiales genéticos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP-FONAIAP) en la ciudad de Maracay donde comenzaron a ser evaluados sistemáticamente, sirviendo además como material de propagación. En la década de los '80 se observó la expansión del cultivo del mango en el oriente de Venezuela, prevaleciendo en el ánimo de muchos productores de esta región el establecimiento de plantaciones comerciales con variedades injertadas de las cuales distinguió 'Haden' tanto por sus excelentes cualidades de palatabilidad como por las referencias de su alta productividad. Transcurridos diez años de establecidas las plantaciones, los productores aspiraban cosechar volúmenes importantes de frutos considerando que a esta edad las plantaciones se encontrarían en la fase de plena producción de su ciclo de vida (Avilán *et al.*, 1992); sin embargo, las expectativas de los productores venezolanos de mango 'Haden' se vieron frustradas por los bajos niveles de producción registrados en sus plantaciones los cuales resultaban notablemente inferiores a los 10.000 kg/ha, que es el valor promedio en los principales países productores de la franja tropical (Galán, 1999). Según datos tomados del MAC (1997) y de BOLPRIAVEN (2009) que se presentan en el Cuadro 1, puede observarse como a partir del año 2001 los volúmenes de producción y la superficie cosechada de mango en Venezuela se reducen en casi un 50 %. Estas cifras dan cuenta que si bien los rendimientos se han mantenido constantes aunque bajos, tal caída en los volúmenes de producción ha devenido por reducción en la superficie cosechada, lo que permite inferir que un importante número de plantaciones han podido ser eliminadas o abandonadas por su baja productividad.

Un estudio de la problemática del cultivo del mango 'Haden' en Venezuela señalan al escaso cuajado de los frutos, la formación de frutos partenocárpicos y severas afecciones fitopatológicas como las principales causas de los bajos rendimientos (Rodríguez y Morales, 2006).

Enfermedades fungosas como agallas o escoba de brujas, antracnosis y decliveo han sido reportadas como las principales afecciones fitopatológicas que

interfieren negativamente en la producción del mango en Venezuela (Avilán *et al.*, 1992; Rondón *et al.*, 1983).

Es conocida la presencia de una micobiota que permanece en los tejidos de sus plantas hospederas sin causarle ningún tipo de enfermedad, esta micobiota está conformada por hongos sistémicos denominados "endófitos" (Saikkonen *et al.*, 1998). Los espacios intercelulares y las conexiones apoplásticas son el principal nicho de estos hongos. Los nutrientes que por los haces vasculares circulan le brindan el alimento necesario para su desarrollo (Allen *et al.*, 1999).

La definición original de los hongos endófitos como aquellos microorganismos no agresivos que viven dentro de los tejidos vegetales se ha ampliado para incluir aquellos microorganismos que en alguna etapa de su ciclo de vida permanecen asintomáticos dentro del hospedero (Petrini, 1986, 1991).

Diversos estudios demuestran que en ciertas ocasiones la condición saprofitica del hongo endófito que habita en especies arbóreas, se trasmuta en efectos negativos cuando su hospedero presenta desórdenes nutricionales o estrés hídrico convirtiéndose en patógenos (Schulz y Boyle, 1999; Schulz *et al.*, 1999). De allí que muchas de las especies de hongos endófitos reportados sean también reconocidos fitopatógenos. ¿Qué factor es

Cuadro 1. Estadísticas de producción del rubro mango en Venezuela (1992-2006).

Año	Volúmenes de Producción (Tm)	Superficie Cosechada (ha)	Rendimientos (kg/ha)
1992	562500	141750	8847
1993	510786	128718	8095
1994	546313	137671	8730
1995	534056	134582	8971
1996	545968	137584	9171
1997	569060	143403	9329
1998	540702	136257	8773
1999	525635	132460	8783
2000	516913	130262	8408
2001	297548	74982	5093
2002	291897	73558	5095
2003	272476	68664	4729
2004	258520	65147	4711
2005	ND	74941	5558
2006	ND	74426	5826

determinante para que un hongo inicie un proceso infectivo o una colonización endofítica ?, es una interesante pregunta tanto para fitopatólogos como fisiólogos vegetales (Zabalgogezcoa, 2008).

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio diagnóstico que permitió la detección e identificación de hongos endófitos en plantas de mango 'Haden' cultivado en cuatro plantaciones comerciales del oriente del país y sus implicaciones fitosanitarias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características agro-ecológicas de la zona de estudio

Esta investigación se realizó en cuatro plantaciones de mango (*Mangifera indica* L.) del cultivar 'Haden' ubicadas entre los estados Monagas y Anzoátegui. Las plantaciones se encontraban en las siguientes unidades de producción: Agrofinca "La Gloria", Agrofinca "Rabanalito" y Agropecuaria "La Lomita" ubicadas en la carretera nacional Urica-Maturín del estado Monagas y Agrofinca "Sharom" ubicada en la carretera nacional Anaco-Ciudad Bolívar del estado Anzoátegui. La edad de las plantas oscilaba entre 6-15 años.

El área de influencia de las unidades de producción en el oriente de Venezuela se encuentra a una altitud promedio de 195 msnm y corresponde a una zona de vida del tipo bosque seco tropical que se caracteriza por presentar 899 mm de precipitación anual, ocurriendo un pico de lluvias durante los meses agosto a septiembre, una evapotranspiración anual de 1.861 mm, lo que conlleva a un déficit hídrico en la región, temperatura promedio anual de 28°C y una humedad relativa del 75 % (Ewel *et al.*, 1976).

Material colectado

La recolección de las muestras se realizó durante un ciclo productivo en las fases de crecimiento vegetativo, floración, fructificación y postcosecha en un período que abarcó los meses desde octubre hasta abril. En cada una de las plantaciones se seleccionaron al azar 12 plantas de apariencia sana. Para los análisis microbiológicos se tomaron muestras de los siguientes órganos: ramas de los últimos flujos de crecimiento y hojas en las fases de prefloración, floración y fructificación, inflorescencias en la fase de floración y frutos hechos

en la fase de fructificación a razón de 3 órganos/punto cardinal/planta/fase.

Análisis microbiológicos

Los aislamientos de hongos endófitos se realizaron a partir de segmentos de los órganos vegetales colectados sin signos evidentes de alguna enfermedad (apariciencia sana). De los entrenudos y yemas de las ramas jóvenes, y pedúnculos de los frutos se cortaban secciones entre 10-20 mm de longitud. De las láminas foliares se cortaban secciones de los ápices, márgenes y centro entre 1-2 cm². De las flores se disectaban los gineceos (ovario, estilo y estigma) y las anteras. De los frutos se cortaban cilindros de 10 mm de diámetro y 4 mm de espesor con sacabocado estéril introducido desde el lomo mayor del fruto. Se procesaron tantos segmentos por planta como fue posible (>3 segmentos/órgano). Estos segmentos de órganos se sometieron al proceso de triple esterilización el cual consiste en sumergir las muestras por 1 minuto en etanol al 95 %, 10 minutos en hipoclorito de sodio al 2,5 % y 30 segundos en etanol al 95 %, seguido de un enjuague con agua esterilizada y un secado sobre papel estéril (Petrini, 1986). Una vez estériles, los segmentos se incubaron en cápsulas de Petri con PDA (Agar-Papa-Dextrosa) y/o AZD (Agar-Zanahoria-Dextrosa) modificado con sulfato de estreptomicina (40 µm/ml) o enmendado con ácido láctico al 25 % para controlar el crecimiento bacteriano; a temperatura ambiente (20-25 °C) con fuente de luz natural.

Para la purificación y mantenimiento de todos los aislamientos, los hongos fueron transferidos a otras cápsulas y tubos con PDA, y replicados cada 3 semanas. Todos estos procesos se realizaron en una cámara de flujo laminar para minimizar el riesgo de contaminación.

Para la observación de estructuras en los cultivos puros se prepararon montajes sobre láminas portaobjetos con una gota de azul de algodón en el centro de la lámina, transfiriendo con aguja de disección estéril porciones de las colonias. También se realizaron observaciones directas de las colonias bajo lupa estereoscópica. Se prepararon monturas tipo Riddel las cuales consistían en inocular con aguja de disección estéril pequeños cubos de agar (aproximadamente 1 cm³) dispuestos sobre láminas portaobjetos, luego estos cubos eran cubiertos con la lámina cubre-objetos y este sistema se colocaba sobre

papel de filtro estéril y humedecido dentro de una cápsula de Petri estéril la cual se cultivaba a temperatura ambiente y en condiciones de luz natural durante un lapso de 10-15 días. Al cabo de este tiempo se descartaba el cubo de agar y se colocaba sobre un nuevo porta-objeto una gota de azul de algodón el cual se cubría con el cubre-objeto separado del cubo; igualmente el porta-objeto separado del cubo era teñido con azul de algodón cubriéndose con un nuevo cubre-objeto (Casas-Rincón, 1994). De esta forma se obtenían dos montajes a partir de un Riddel para realizar las observaciones.

Todas las láminas preparadas se observaron al microscopio de luz (x100, x400 y x1000 con aceite de inmersión), tomándose las respectivas fotografías (microscopio trinocular marca Nikon). Las características de las colonias eran observadas bajo lupa estereoscópica (marca Nikon) a x10 y x50.

La identificación de los hongos se realizó mediante la utilización de claves taxonómicas especializadas (Barnett y Hunter, 1972; Booth, 1971 y 1977; Ellis, 1976; Gantner, 1974; Nelson *et al.*, 1983; Sutton, 1980) y consulta con micólogos especializados.

La ocurrencia de un hongo se registraba como positiva si era detectado en al menos una muestra o segmento de órgano.

Para el análisis estadístico se empleó el programa de computación SAS System. La prueba estadística llevada a cabo para el análisis de estos datos fue Chi-cuadrado (prueba no paramétrica) para analizar la relación entre las variables presencia o ausencia de cada uno de los hongos endófitos detectados por plantación y por órgano (hojas, ramas, flores y frutos) empleando el procedimiento FREQ (SAS, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se presenta en el Cuadro 2, cinco especies de hongos anamórficos (Deuteromycotina: Hyphomycetes y Coelomycetes) fueron recuperados como endófitos a partir de órganos vegetativos y reproductivos: *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., *Fusarium decemcellulare* Brick (W & R, G, B, J), *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Grifford & Maubl., *Pestalotiopsis* sp. Stey., y *Cladosporium* sp. Link.

Estas especies también fueron recuperadas como endófitos en plantaciones de mango 'Haden' establecidas en la Planicie de Maracaibo (Morales y Rodríguez, 2006) e incluso han sido reportadas por otros autores tanto en mango (Johnson *et al.*, 1992) como en otras especies leñosas como roble, ericáceas, haya, pinos y castaño (Collado *et al.*, 1999; Okane *et al.*, 1998; Sahashi *et al.*, 1999; Strobel *et al.*, 1997; Washington *et al.*, 1999). Aún más, han sido reportadas como agentes patógenos causantes de enfermedades en mango (Avilán *et al.*, 1992; Cartagena y Vega, 1992; Johnson *et al.*, 1991; Lim y Khoo, 1985; Mabbett, 1998; Manicom, 1989; Noriega, *et al.*, 1999; Ploetz y Prakash, 1997; Ploetz *et al.*, 1996; Ribiero, 1980; Rondón *et al.*, 1983; Schaffer *et al.*, 1988; Varma *et al.*, 1974).

F. decemcellulare (Figura 1) fue detectado en muestras provenientes de dos plantaciones (Cuadro 2). Su ocurrencia se detectó en un 3,10 % de todas las muestras analizadas. La distribución organográfica de este hongo difirió significativamente ($F=7,062$; $p=0,029^*$) hallándose en muestras de entrenudos y yemas en un 55,79 % y en un 44,21 % en las hojas. *F. decemcellulare* ha sido reconocido como agente causal de una de las más importantes enfermedades en el mango en Venezuela conocida como "agallas" o "escoba de brujas" (Rondón *et al.*, 1983). Sin embargo, en este estudio no se observó tal

Cuadro 2. Hongos endófitos aislados de distintos órganos de plantas de mango 'Haden' cultivado en cuatro plantaciones comerciales del Oriente de Venezuela.

Plantación	Tallo (yemas y entrenudos)	Hojas (láminas foliares)	Flores (gineceos y anteras)	Frutos (pulpa y pedúnculo ¹)
La Gloria	<i>Fusarium decemcellulare</i> <i>Cladosporium</i> sp.	-	-	-
La Lomita	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>L. theobromae</i>	<i>Cladosporium</i> sp.	-
Rabanalito	<i>Lasiodiplodia theobromae</i> <i>Pestalotiopsis</i> sp.	<i>L. theobromae</i>	<i>L. theobromae</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ¹
Sharom	<i>F. decemcellulare</i> <i>Cladosporium</i> sp.	-	<i>Cladosporium</i> sp.	-

enfermedad en ninguna de las plantaciones evaluadas, a diferencia de muchas otras ubicadas en la altiplanicie de Maracaibo donde está severamente presente esta enfermedad (Morales y Rodríguez, 2006). Otras especies del género *Fusarium* han sido identificadas como agentes causales de tal enfermedad. Aislamientos hechos en plantas enfermas han permitido identificar a *F. subglutinans*, *F. moliniforme* y *F. sacchari*, como agentes causales (Ploetz, 1993; Summanwar *et al.*, 1966; Varma *et al.*, 1974). En un estudio realizado en mango cv Keitt se aisló *F. subglutinans* como agente causal de agallas en las panículas (Ploetz, 1993); se concluyó que para el desarrollo de la enfermedad era necesario que la población del hongo en condiciones endofíticas alcanzara un umbral de infestación requerido para el desarrollo de los síntomas. Igualmente, un estudio realizado en plantaciones de mango 'Haden' en México identificó a *F. subglutinans* como agente causal de agallas y con la capacidad de permanecer asintómicamente en las plantas como endófito (Noriega *et al.*, 1999). Los autores de este trabajo indicaron además la obtención de resultados confusos al procurar completar los postulados de Köch,

observando una influencia de las condiciones ambientales y fisiológicas para el desarrollo de la enfermedad después de la inoculación (Noriega *et al.*, 1999).

L. theobromae (Figura 2) fue detectado sólo en 2 plantaciones del oriente del país (Cuadro 2), aislándose en un 2,33 % del total de muestras analizadas. Resultó persistente como endófito tanto en la fase vegetativa como reproductiva de las plantas. En su distribución organográfica se encontraron diferencias altamente significativas ($F=14,83$; $p=0,001***$). Se hizo frecuente con un 52,94 % en las hojas, con un 41,80 % en los entrenudos y yemas; y con una baja frecuencia 5,26 % en los órganos florales. Conidios de esta especie fueron detectados dentro de las anteras junto con los granos de polen (Figura 3), lo que permite inferir una vía adicional de propagación. Esta ocurrencia también se registró en órganos florales de mango 'Haden' cultivado en la Planicie de Maracaibo (Morales y Rodríguez, 2006). Estos resultados ubican a *L. theobromae* como el hongo endófito de más amplia distribución, ubicuidad y frecuencia en las plantaciones de mango 'Haden'

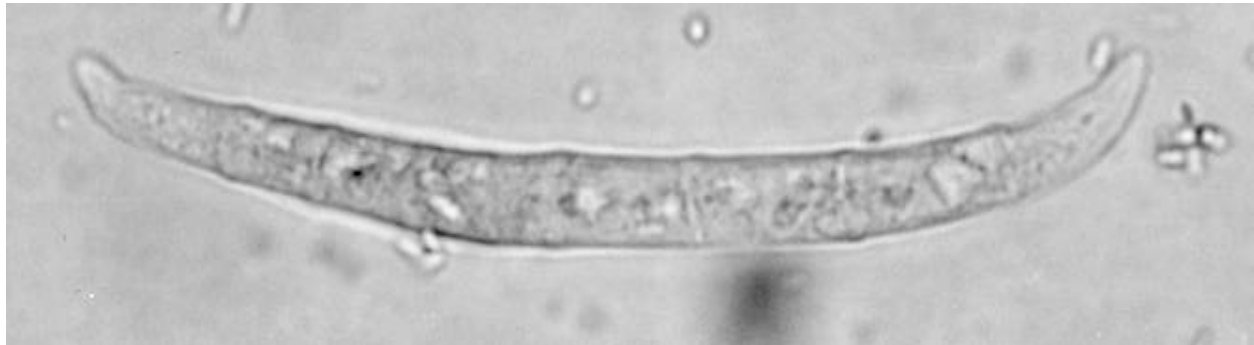


Figura 1. Macroconidia de *Fusarium decemcellulare* aislado de ramas de apariencia sana de mango 'Haden' (x400).

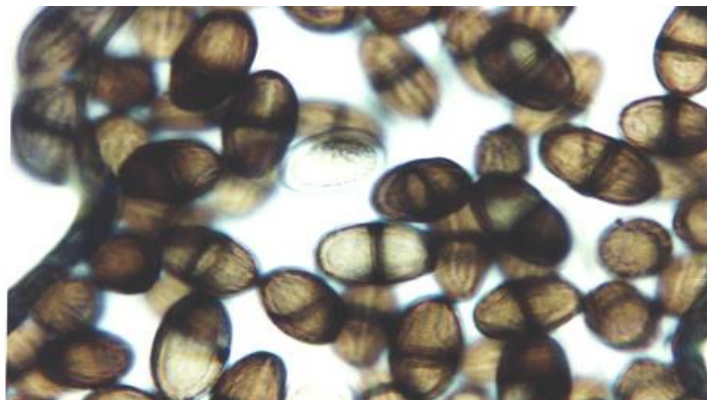


Figura 2. Conidias de *Lasiodiplodia theobromae* aislado de hojas de apariencia sana de mango 'Haden' (x400).

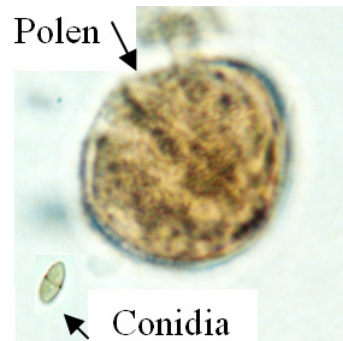


Figura 3. Conidia de *Lasiodiplodia theobromae* ocurriendo en anteras de flores de mango 'Haden' junto con granos de polen (x400).

del país (Morales, 2002). *L. theobromae* ha sido señalada como el agente causal de la enfermedad denominada “muerte regresiva” o “decline” en mango en diversos países productores como Puerto Rico (Alvarez y López, 1971), El Salvador (Acuña y White, 1977) y Malasia (Mabbett, 1998). En Florida se reporta la misma asociación entre esta enfermedad y *L. theobromae* aunque no exclusiva sino en compañía de otros hongos (Ploetz *et al.*, 1996). Ploetz y Prakash (1997) reportaron la imposibilidad de reproducir los síntomas en condiciones de inoculación artificial, por lo que se asume que este hongo se mantiene como endófito e intensifica su ataque cuando las plantas están en estado de debilidad. En la India también reconocen la trascendencia de la colonización endofítica de este hongo en el posterior desarrollo de enfermedades postcosecha en los frutos de mango (Mascarenhas *et al.*, 1995). En este estudio no se observaron síntomas de “muerte regresiva” en ninguna de las plantaciones evaluadas.

C. gloeosporioides (Figura 4) fue aislado en un 4,26 % de las muestras estudiadas, provenientes de una sola de las fincas evaluadas (Cuadro 2). Se encontraron diferencias significativas en su distribución organográfica ($F=7,493$; $p=0,024^*$). El mismo fue detectado como endófito solo en los pedúnculos de algunos frutos ya hechos y sin síntomas de “antracnosis”. Esta enfermedad del mango cuyo agente causal es *C. gloeosporioides*, constituye una de las más importantes a nivel mundial debido a que afecta severamente tanto órganos vegetativos como reproductivos y ocasiona importantes pérdidas postcosecha al causar pudrición en los frutos (Avilán *et al.*, 1992; Litz, 1997; Mabbett, 1998; Galán, 1999); de allí que su control tanto pre como post-cosecha amerite especial atención.

Pestalotiopsis sp. (Figura 5) fue aislado como endófito en un 0,39 % de todas las muestras analizadas, siendo detectado sólo en una de las fincas evaluadas (Cuadro 2). En cuanto a su distribución organográfica se encontraron diferencias altamente significativas ($F=11,214$; $p=0,004^{**}$) debido a que se aisló únicamente de los entrenudos y yemas de las ramas. Este género ha sido reportado como agente causal de manchas grises en hojas y puntas de ramas en mango y merey, aunque esta enfermedad no se considera de relevancia (Mabbett, 1998). Ha sido aislado como endófito a partir de hojas, puntas de ramas, inflorescencias y pedicelos en plantas de mango (Johnson *et al.*, 1992). Igualmente se ha encontrado como endófito en plantaciones de pino, donde produce un compuesto anticancerígeno del tipo taxol (Strobel *et al.*, 1997).

Cladosporium sp. (Figura 6) fue detectado en tres de las plantaciones evaluadas en el oriente del país (Cuadro 2). Su ocurrencia se determinó en un 3,10 % del total de muestras analizadas, de las cuales



Figura 5. Conidias de *Pestalotiopsis* sp. aislado de ramas de apariencia sana de mango ‘Haden’ (x400).

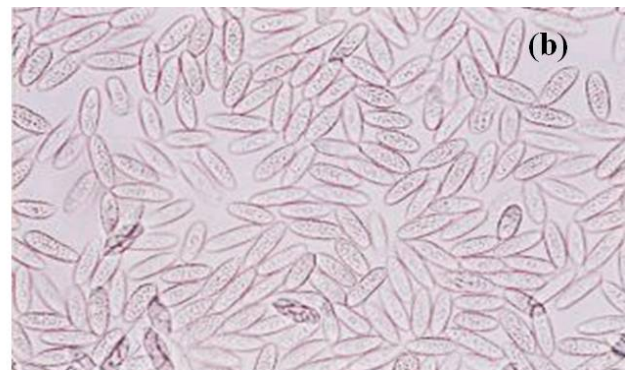
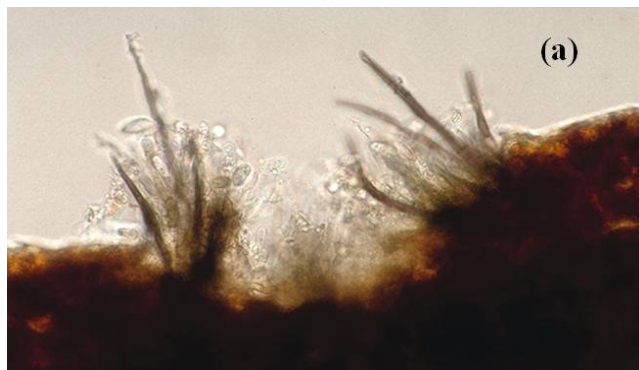


Figura 4(a,b). Acérvulos (a) y Conidias (b) de *Colletotrichum gloeosporioides* aislado de pedúnculos de mango ‘Haden’ (x400).

58,93 % correspondieron a órganos florales (gineceos y anteras) y 41,07 % a entrenudos y yemas; obteniéndose así diferencias significativas en esta distribución organográfica ($F=7,07$; $p=0,029^*$). Fue el único hongo que prevaleció consistentemente en la fase reproductiva. Al igual que *L. theobromae*, conidios de este hongo fueron detectados dentro de las anteras junto con los granos de polen (Figura 7). *Cladosporium* spp. no han sido reportadas hasta el presente como patógenos importantes del mango, sino mas bien como oportunistas. De hecho, es conocida su presencia cosmopolita en distintos órganos de las plantas superiores y materiales de origen vegetal tanto como parásito como saprobio (Barnett y Hunter, 1972) siendo reconocido como un importante contaminante de ambientes y medios de cultivo. No obstante, la especie *C. cladosporioides* ya ha sido reportada como endófito de mango en Australia



Figura 6. Macro y microconidias de *Cladosporium* sp. Aislado de flores de mango 'Haden' (x400).

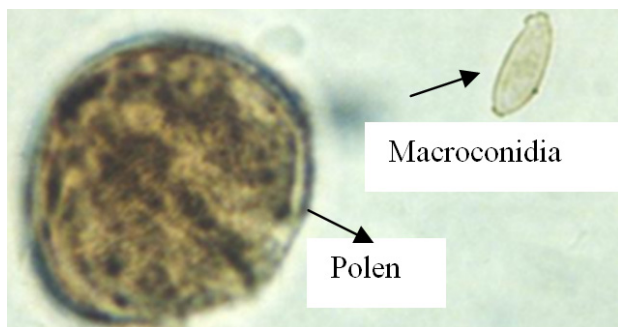


Figura 7. Macroconidia (m.c) de *Cladosporium* sp. ocurriendo en anteras de flores de mango 'Haden' junto con granos de polen (g.p) (x1000).

(Johnson *et al.*, 1992), lo cual soporta su identificación como tal.

Las observaciones antes expuestas indican la ocurrencia de hongos en condición endofítica; así como una distribución organográfica que sigue un patrón de colonización sistemático y continuo, debido a que los hongos recuperados no son aislados de algún órgano en particular (excepto *Pestalotiopsis* sp.). Observaciones de este tipo se han registrado para algunas especies caducifolias donde se ha hallado un patrón de distribución espacial extendido de su micobiota endófito (Sahashi *et al.*, 1999).

El conocimiento de la fenología del cultivo es muy importante para el diagnóstico debido a que la susceptibilidad del cultivo al daño causado por patógenos puede variar de acuerdo con su estado de desarrollo. Durante el desarrollo vegetativo, la mayor parte de la energía de la planta se dirige al follaje. En este período, el daño por hongos patógenos al área foliar no es tan crítico, porque la planta tiene tolerancia a la pérdida de hojas y capacidad para renovarlas recuperando así el tejido fotosintético perdido. Sin embargo, infecciones que arriben a la etapa reproductiva pueden devenir en enfermedades, debido a que la energía de la planta está dirigida hacia la floración y fructificación, y su sistema de defensa está disminuido pudiéndose originar así más riesgos de pérdidas en la producción (Ploetz y Prakash, 1997). De allí la importancia de monitorear estos procesos a lo largo de una escala de tiempo considerable, pues representan una clave para la comprensión de las pautas ecofisiológicas en la interacción huésped-hospedero, y para determinar la fase crítica en la que los huéspedes dejan de ser endófitos para convertirse en patógenos.

CONCLUSIONES

- La colonización endofítica puede considerarse como una importante ruta para el desarrollo de enfermedades fungosas en el mango 'Haden', debido a que los principales hongos fitopatógenos asociados a este frutal pueden ocurrir como endófitos y prevalecer asintóticamente.
- *L. theobromae* y *Cladosporium* sp. ocurrieron como los principales hongos endófitos en términos de distribución organográfica, prevalencia y frecuencia en las plantaciones estudiadas en el oriente de Venezuela.

- La presencia de *F. decemcellulare* como endófito indica que deberán mantenerse importantes controles sanitarios y excelentes condiciones de riego y fertilización para evitar la aparición de “escoba de brujas” en las plantaciones del oriente del país considerando que esta especie es el agente causal de esta severa enfermedad.
- La ocurrencia de los principales hongos fitopatógenos del mango ‘Haden’ como endófitos en ramas jóvenes y yemas de plantas asintomáticas, imponen la necesidad de verificar la sanidad de estos órganos en los programas de injertación en los viveros, debido a que se podría favorecer la propagación de nuevas plantas potencialmente enfermas.
- La presencia de hongos endófitos en órganos jóvenes de plantas de mango ‘Haden’, pueden entorpecer el desarrollo de actividades de propagación *in vitro* en los cuales se emplean medios de cultivo que favorecen el crecimiento de la micobiota endófito.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a los especialistas Teresa Iturriaga de la Universidad “Simón Bolívar” y a Franklin Escalona de la Universidad del Zulia por su contribución en la identificación de los hongos aislados en esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Acuña, H. y B. White. 1977. La muerte regresiva del mango (*Mangifera indica* L.) en El Salvador. Proceedings of the American Society of Horticulture Sciences, Tropical Region 21: 15-16.
- Allen, E.; A. Eom, Z. Maynard, L. Mejía and R. Gallery. 1999. Sustainable cocoa the fungal community component. A contributed integrated pest management paper. Smithsonian Tropical Research Institute (Panamá).
- Alvarez, L. and J. López. 1971. Gummosis, dieback and fruit rot disease of mango (*Mangifera indica* L.) caused by *Botryodiplodia theobromae* in Puerto Rico. J. Agric. Univ. of Puerto Rico 55: 435-450.
- Avilán, L.; F. Leal y D. Bautista. 1992. Manual de fruticultura. 2da. edición. Editorial América, Caracas, Venezuela.
- Barnett, H. and B. Hunter. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publishing Company, USA. 241p.
- Bolsa de Productos e Insumos Agropecuarios de Venezuela C. A. (BOLPRIAVEN). 2009. Bolsa de Productos e Insumos Agropecuarios de Venezuela S.A.C.A. Base de datos agroalimentaria. www.bolpriaven.com. Última visita 20/01/2009.
- Booth, C. 1971. The genus *Fusarium*. CAB, England.
- Booth, C. 1977. *Fusarium*: laboratory guide to the identification of major species. CAB, England.
- Cartagena, J. y D. Vega. 1992. Manejo fitosanitario de enfermedades y plagas del mango. Boletín de Sanidad Vegetal 05. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Casas-Rincón, G. 1994. Micología General. Ediciones de la Universidad Central de Venezuela (UCV), Caracas.
- Collado, J.; G. Platas, I. González and F. Peláez. 1999. Geographical and seasonal influences on the distribution of fungal endophytes in *Quercus ilex*. New Phytol., 144: 525-532.
- Ellis, M. B. 1976. More dematiaceous hyphomycetes. CAB, England.
- Ewel, J.; A. Madríz y J. Tosi. 1976. Zonas de vidas de Venezuela. 2da. ed. Ministerio de Agricultura y Cría MAC, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. p. 265.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2006. Statistical Production Yearbook 2005-2006. Food and Agriculture Organization of United Nations (ONU). Roma. www.fao.org. Última visita 20/01/2009.
- Galán-Saúco, V. 1999. El cultivo del mango. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Gantner, A. 1974. The natural classification of the fungi. Straus & Cramer, Germany.

- Hoyos, J. 1994. Frutales en Venezuela. Fundación La Salle, Caracas, Venezuela.
- Johnson, G.; A. Cooke, A. Mead and I. Wells. 1991. Stem end rot of mango in Australia: causes and control. *Acta Hort.*, 219: 288-295.
- Johnson, G.; A. Mead, A. Cooke and J. Dean. 1992. Mango stem end rot pathogens - Fruit infection by endophytic colonisation of the inflorescence and pedicel. *Annals Appl. Bio.* 120: 225-234.
- Leal, F. y L. Avilán. 1997. Situación de la fruticultura en Venezuela: un análisis. *Rev. Fac. Agron. UCV (Venezuela)*, 23 (1):1-30.
- Lim, T. and K. Khoo. 1985. Disease and disorders of mango in Malasya. Tropical Press, Kuala Lumpur (Malasya).
- Litz, R. 1997. The mango. CAB International, USA.
- Mabbett, T. 1998. Plagas y enfermedades del mango. *Agricultura de las Américas*, Mayo/Junio: 8-13.
- Manicom, B. 1989. Blossom malformation of mango. *S. Afr. Mango Grower's Assoc. Year Book*, 10: 11-12.
- Mascarenhas, P.; A. Behere, A. Sharma and S. Padwal-Desai. 1995. Post-harvest spoilage of mango (*Mangifera indica*) by *Botryodiplodia theobromae*. *Mycol. Res.*, 100 (1): 27-30.
- Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). 1997. Anuario Estadístico Agropecuario años 1961-1997, Tomos del 1 al 36. Caracas, Venezuela.
- Morales, V. 2002. Distribución y prevalencia de hongos endófitos y patógenos en mango 'Haden' cultivado a diferentes niveles nutricionales. Tesis de Maestría. Postgrado de Fruticultura, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. 72p.
- Morales, V. y M. Rodríguez. 2006. Hongos endofitos en plantaciones de mango 'Haden' de la Planicie de Maracaibo, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 23 (3): 273-284.
- Nelson, P.; T. Toussoun and W. Marasas. 1983. *Fusarium* species: an illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Press, USA.
- Noriega, D.; D. Téliz, G. Mora, J. Rodríguez, E. Zavaleta, G. Otero and C. Campbell. 1999. Epidemiology of mango malformation in Guerrero, México, with traditional and integrated management. *Plant Disease* 83 (3): 223-228.
- Okane, I.; A. Nakagiri and T. Ito. 1998. Endophytic fungi in leaves of ericaceous plants. *Can. J. Bot.*, 76: 657-663.
- Petrini, O. 1986. Taxonomy of endophytic fungi of aerial plant tissues. p. 175-187. In: N. Fokkema y J. Van den Heuvel (Eds.). *Microbiology of the Phyllosphere*. Cambridge, University Press, UK.
- Petrini, O. 1991. Fungal endophytes of tree leaves. p. 179-197. In: J.H.Andrews y S.S. Hirano (Eds.). *Microbial ecology of leaves*. Springer Verlag, New York.
- Ploetz, R. 1993. Distribution and Prevalence of *Fusarium subglutinans* in mango trees affected by malformation. *Can. J. Bot.* 72:7-9.
- Ploetz, R.; D. Benscher, A. Vazquez, A. Colls, J. Nagel and B. Schaffer. 1996. A re-evaluation of mango decline in Florida. *Plant Disease* 80: 664-668.
- Ploetz, R. and O. Prakash. 1997. Foliar, floral and soilborne diseases, p. 54-85. In: Litz, R (Ed). *The Mango*. CAB International, USA.
- Ribiero, I. 1980. Seca de mangueira. Agentes causais e estudio da molesta. In: Resúmenes del I Simpósio Brasileiro sobre a cultura de mangueira. Sociedad Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, Brasil.
- Rodríguez, M y V. Morales. 2006. Nutrición del mango 'Haden' (*Mangifera indica* L) en Venezuela. Resúmenes de las Conferencias del IX Congreso Venezolano de Fruticultura (Jesús Aular Ed.). pp. 48-56. Barquisimeto, 24-27/10/2006.
- Rondón, A.; R. Solórzano y M. Materan. 1983. Agallas o escobas de bruja en mango (*Mangifera indica* L) en Venezuela. *Agron. Trop. (Venezuela)*, 33(1-6): 163-176.
- Sahashi, N.; T. Kubono, Y. Miyasawa and S. Ito. 1999. Temporal variations in isolation frequency of endophytic fungi of Japanese beech. *Can. J. Bot.*, 77: 197-202.

- Saikkonen, K.; S. H. Faeth, M. L. Helander and T. J. Sullivan. 1998. Fungal endophytes: a continuum of interactions with host plants. *Annual Rev. Ecol. Syst.* 29:319-343.
- SAS Institute. 2000. SAS user's guide: statistics. Version 8.11. Statistics American Society, Inc. USA.
- Schaffer, B.; K. Larson, G. Snyder and Ch. Sanchez. 1988. Identification of mineral deficiencies associated with mango decline by DRIS. *Hort Science* 23 (3): 617-619.
- Schulz, B. and C. Boyle. 1999. Influence of colonization of the apoplast by endophytic fungi on the nutrient status of the plant host. *In: The apoplast of higher plants: compartment for storage, transport and reactions.* Institute of Microbiology, Technical University of Braunschweig (Alemania).
- Schulz, B.; A. Römmert, U. Dammann, H. Aust and D. Strack. 1999. The endophyte-host interaction: a balanced antagonism?. *Mycol. Res.* 103 (10): 1275-1283.
- Strobel, G.; W. Hess, J. Li, E. Ford, J. Sears, R. Sidhu and B. Summerell. 1997. *Pestalotiopsis guepinii*, a taxol-producing endophyte of the Wollemi Pine (*Wollemia nobilis*). *Aust. J. Bot.*, 45: 1073-1082.
- Summanwar, A.; S. Raychaudhuri and S. Phatak. 1966. Association of the fungus *Fusarium moniliforme* Sheld. with the malformation in mango (*Mangifera indica* L). *Indian Phytopathol.*, 19: 227-228.
- Sutton, B. C. 1980. *The coelomycetes: fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata.* CAB, England.
- Varma, A.; V. Lele, S. Raychaudhuri, A. Ram and A. Sang. 1974. Mango malformation: a fungal disease. *Phytopathology*, 79: 254-257.
- Washington, W.; S. Steward and V. Hood. 1999. *Phomopsis castanea* a seed-borne endophytic in Chesnut trees. *Aust. J. Bot.*, 47: 77-84.
- Zabalgogezcoa, I. 2008. Review. Fungal endophytes and their interaction with plant pathogens. *Spanish J. Agric. Research.*, 6: 138-146.