

Organismos fungosos presentes en las estructuras
reproductivas de la pitaya amarilla

Aida Bibliowicz
Sandra Milena Hernandez

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo

Directora
Celsa García I.A. Ph. D.

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Agronomía
Santafé de Bogotá
1998

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
La Pitaya Amarilla.....	4
Pudrición Basal del Fruto de la Pitaya	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Muestreo en Campo	9
Procedimiento de Laboratorio	10
RESULTADOS	13
Desarrollo de Estructuras Reproductivas.....	13
Desarrollo de la Pudrición Basal del Fruto de la Pitaya en Campo	14
Aislamientos en Laboratorio	18
Descripción de Especies Encontradas.....	29
Género <i>Fusarium</i>	29
Género <i>Cephalosporium</i> Corda.....	38
Género <i>Gliocladium</i> Corda sp.....	40
Género <i>Sclerotinia</i> Micelia sterilia.....	41
Género <i>Nigrospora</i> Zimm.....	42
DISCUSIÓN.....	43
BIBLIOGRAFÍA	46

RESUMEN

La pitaya amarilla se ha considerado desde hace mas de una década como un cultivo promisorio para la exportación en Colombia. Diferentes investigaciones se han planteado con el fin de mejorar su calidad y aumentar su productividad. Los problemas fitosanitarios son los primeros que deben solucionarse pues son los que están directamente involucrados con la calidad del fruto. La pudrición basal del fruto es la enfermedad que se presenta con mayor incidencia en los cultivos, causando pérdidas hasta del 40% de la fruta. Existe muy poca información sobre la etiología y etimología de esta enfermedad, que se presenta en la unión del tallo con el fruto.

Se recogieron muestras de frutos tanto sanos como enfermos durante un período consecutivo de cuatro meses. Los pedúnculos fueron procesados y desinfectados en el laboratorio, y fueron sembrados en agar para recuperar los organismos fungos que se hospedan en ellos. Los hongos fueron aislados en cultivos puros e identificados. La enfermedad se observó en campo mucho tiempo después de haber observado síntomas en el laboratorio. Algunos botones aún sin polinizar ya presentaban síntomas de la enfermedad. Los organismos fungos que mas se presentaron son *Fusarium moniliforme* y *Fusarium oxysporum*. Sin embargo, estos hongos también se encontraron en estructuras vegetativas y en espinas no diferenciadas lo que indica que pueden ser organismos residentes, no necesariamente patógenos.





REVISIÓN DE LITERATURA

La Pitaya Amarilla

La pitaya amarilla forma parte de un grupo de cactáceas que son especies epífitas trepadoras nativas de las selvas de Sur América, América Central y México; a pesar de alguna confusión en cuanto su identificación, esta se ubica en dos géneros: *Hylocereus* y *Selenicereus*. En algunos países de América Central es posible encontrar cactus columnares que producen frutos comúnmente llamados pitayas, perteneciendo a géneros diferentes que los anteriormente mencionados (Mizrahi, et al., 1997).

La pitaya amarilla está reportada con un gran número de nombres científicos sin que exista un consenso en cuanto a cual de ellos es el mas indicado. Algunos de los nombres encontrados son: *Cereus triangularis* Haw; *Acanthocereus pitajaya* (Jacq.) Dugand.; *Acanthocereus colombianus* Britt & Rose (Federación Nacional de Cafeteros, 1986); *Hylocereus triangularis* (L.) Britt & Rose; *Selenicereus megalanthus* (Schum.) Britt & Rose (Mizrahi, et al., 1997); *Hylocereus* sp. Katom (Raveh, et al., 1993).

En Colombia se encuentra en forma silvestre en regiones con una precipitación entre 900 y 2000 mm anuales, una temperatura entre 16 y 24 °C y una altura que va desde los 800 a los 1850 m.s.n.m. (Federación Nacional de Cafeteros, 1986; Martínez, 1987).

La planta adulta puede tener varios metros de altura sobre el suelo y en forma natural se encuentra recostada sobre piedras con líquenes o adherida con sus raíces adventicias en los troncos de árboles frondosos (Martínez, 1987). Posee raíces xerofíticas superficiales. Las raíces secundarias son las encargadas de la absorción

de agua y nutrientes. Los tallos son triangulares y de consistencia succulenta, provistos de aureolas distribuidas en forma equidistante, lugar donde se forman las espinas y se da origen a yemas vegetativas o reproductivas. La flor es tubular, en posición erecta y al abrir orienta su posición hacia el sol. Generalmente nace en la parte superior de la aureola, donde la disponibilidad de luz es mayor. El desarrollo de la flor se presenta en etapas que cubren de 5 a 7 meses, desde la aparición del botón floral hasta el llenado de fruto con cincuenta por ciento de madurez. La flor puede alcanzar una longitud de 40 cm hasta su apertura, después de la cual se torna flácida, dando lugar al llenado del fruto que se encuentra en la base. El fruto, en forma de baya, es de color amarillo con espinas que se caen cuando el fruto alcanza la madurez (Martínez, 1987; Mizrahi, et al., 1997; Vásquez y Vega, 1992).

La pitaya se puede propagar por semilla sexual o vegetativamente por estacas. Este último es el método más utilizado, pues disminuye el periodo vegetativo hasta producción. Se recomiendan estacas de aproximadamente 60 cm de longitud para ser enraizadas en un sustrato de arena (Infante y Borrero, 1988).

Las labores de cultivo de mayor importancia son el tutorado y la poda. La elección de la poda depende del sistema de tutorado y la arquitectura de la planta. Se recomienda una poda de formación cuando la planta alcanza dos metros de altura, principalmente para estimular la producción de brotes laterales que se guían sobre el sistema de soporte y conforman el área de producción de frutos (Hernández, 1991). Dado que la planta se caracteriza por el entrecruzamiento numeroso de sus ramas, alcanzando pesos superiores a los 100 kilos cuando alcanza los 3 años de edad y se encuentra en plena producción, en el establecimiento del cultivo comercial debe tenerse en cuenta este hábito de crecimiento frente a los sistemas estructurales de soporte para aumentar su rentabilidad (Escobar, 1987).

Pudrición Basal del Fruto de la Pitaya

La enfermedad pudrición basal del fruto de la pitaya esta ampliamente distribuida en Colombia y es común en casi todos los cultivos de la pitaya, los cuales alcanzan a ser afectados hasta en un 40% (Comité de Validación de Tratamientos Cuarentenarios, 1996).

Según Hurtado (1996), la pudrición basal del fruto es causada por el hongo *Fusarium* sp. y es el factor limitante de mayor importancia para el cultivo.

Las especies de *Fusarium* están ampliamente distribuidas en el suelo y en sustratos orgánicos, causando enfermedades vasculares ^{no froes solo oxysporum} en la mayoría de flores y hortalizas. Se encuentran en suelos cultivables en regiones templadas y tropicales y están dentro de los hongos mas frecuentemente aislados por los fitopatólogos. Los Fusarios están también involucrados en enfermedades de animales y humanos, y mayormente como contaminantes de alimentos almacenados produciendo toxinas. Como muchos de los patógenos del suelo, este genero ha desarrollado abundantes formas de sobrevivencia, entre los cuales se encuentra su rápida capacidad de cambio, tanto morfológico como físico, para adaptarse a nuevos ambientes (Booth, 1971).

En las plantas, *Fusarium* sp. ha sido asociado con muchas enfermedades acompañado de uno o más hongos comunes, pero solo un pequeño porcentaje de las especies listadas en áreas tropicales has sido estudiadas adecuadamente respecto a su patogenicidad. En frutos, las especies de este género son principalmente invasores de heridas y compiten con otros hongos por la colonización de tejido. De las enfermedades causadas por este género en el trópico, *F. oxysporum* y *F. moniliforme* representan el 60% de los agentes causales (Stover, 1981).

Existen tres modos básicos de existencia de *Fusarium* sp. Dos de ellos pueden ser designados en los términos tradicionales de patógenos del suelo y patógenos aéreos. El tercero se incluye para aquellos Fusarios que están comúnmente en el suelo pero tienen mecanismos eficientes para su dispersión aérea. La mayoría de los Fusarios son comúnmente encontrados en o sobre el suelo, donde existen como colonizadores de partes vivas o residuos de plantas. En ausencia de un sustrato adecuado, estos hongos persisten como hifas resistentes en residuos colonizados parasíticamente o saprofiticamente o como propágulos discretos como clamidosporas y conidias resistentes. También pueden ser encontrados en las partes aéreas de las plantas, atribuyéndolo a su dispersión pasiva en la atmósfera, su habilidad para utilizar un amplio rango de sustratos y sobrevivir a condiciones anormales del ambiente. Una vez ahí, puede permanecer inactivo, o dadas las condiciones apropiadas, puede germinar y colonizar el sustrato. Esta colonización puede ser de naturaleza parasítica o saprofitica. Los representantes típicos de estos hongos pueden ser *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. roseum* sección 'Equiseti'. Un número de Fusarios existen normalmente como colonizadores primarios y secundarios de partes aéreas de plantas y raramente se encuentran en el suelo. Estos se conocen como patógenos aéreos, con métodos eficientes de dispersión pasiva como el viento y la lluvia o métodos activos de dispersión como la liberación de ascosporas. Los representantes típicos de estos hongos pueden ser *F. lateritium* y *F. roseum* sección 'Graminearum'. Existe una tercera población que se ha determinado como patógenos del suelo pero que se han adaptado a la dispersión en la atmósfera y son colonizadores comunes de partes aéreas de las plantas. Los representantes típicos de estos hongos son *F. moniliforme* y *F. roseum* sección 'Semitectum' (Burgess, 1981).

Debido a la amplia gama de especies con hábitos parasíticos y saprofiticos y al amplio rango de hospedantes, generalmente no es posible saber si aislamientos de *Fusarium* sp. de tejido enfermo de plantas son patógenos causales, invasores secundarios o simplemente saprófitos superficiales (Waller y Brayford, 1990).

En la pitaya, *Fusarium sp.* podría ser de tipo epifítico en partes aéreas de la planta y necesitar una herida en los tejidos para poder penetrar. El rompimiento inicial de los tejidos puede corresponder a la herida que naturalmente se forma en el tallo en la base de la flor y del fruto debido al engrosamiento de los tejidos vasculares (Mahecha y Torres, 1990).



MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo en Campo

Entre mayo y agosto de 1997 se realizaron 12 muestreos semanales en un cultivo comercial de pitaya en la finca Expoabracol Ltda. ubicada en el km seis de la vía Arbelaez - Pasca, en la vereda Guavio Bajo, Municipio de Fusagasugá (Cundinamarca), con una altura de 1500 m.s.n.m. y una pluviosidad de 900 mm anuales.

La finca consta de 40 ha dedicadas a la explotación comercial de la pitaya amarilla. Está dividida en siete secciones y cada sección consta de un número determinado de lotes. El sistema de tutorado consiste en pérgolas, formando un sistema de espaldera doble, cuyos soportes son postes de cemento entrelazados con alambre.

Dentro de la finca se seleccionaron 3 lotes distribuidos al azar por toda la finca con una diferencia de 50 m de altura entre ellos y se les dio el nombre de sitios:

Sitio 1: Santa Isabel, Lote 2.

Sitio 2: San Luis, Lote 1.

Sitio 3: La Selva, Lote 7.

Se muestrearon aleatoriamente cinco plantas por sitio. Se señaló la pérgola y la sección de la pérgola donde se ubicaría la planta como unidad de muestreo. Se tomaron dos muestras por planta. Las muestras se tomaron realizando cortes transversales en la base del fruto con tijeras de podar. Las muestras incluían parte del tallo, haces vasculares (pedúnculo) y el botón o fruto dependiendo del estado fenológico (Figura 1). Una vez realizados los cortes se procedió a sellar las heridas

con pintura. Estas muestras fueron empacadas en bolsas de plástico identificadas con el número de sitio, planta, muestra.

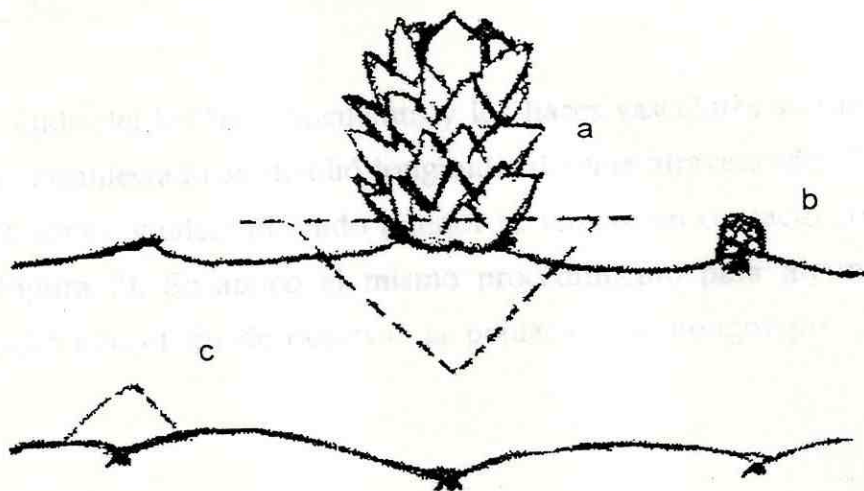


Figura 1. Corte realizado en campo para la toma de muestras de estructuras reproductivas de pitaya, en la finca Expoabracol, Cundinamarca. a. ovario fecundado. b. botón floral. c. espina no diferenciada

Una vez terminado este procedimiento las muestras fueron transportadas en neveras de icopor con hielo al laboratorio.

Procedimiento de Laboratorio

Tratando de conservar las muestras el menor tiempo posible en la nevera se procedió a hacer el análisis correspondiente de las muestras. Se realizó una descripción detallada de las características de cada muestra como: presencia de enfermedad y longitud o diámetro del botón.

Posteriormente se hizo un corte triangular de las estructuras seleccionadas y se procedió a desinfectar el corte, eliminando la parte superior del botón y dejando la parte más cercana al pedúnculo. La desinfección se realizó con una inmersión en solución de alcohol al 70% durante cinco minutos y posteriormente hipoclorito de

sodio al 10% durante un minuto. La desinfección buscaba que no crecieran microorganismos que se encontraban en la superficie del tejido. Luego se efectuaron subcortes, y se procedió a sembrar en medios de cultivo, papa, dextrosa y agar (PDA).

Como el tejido del botón es succulento y los haces vasculares son muy gruesos, el pedúnculo desinfectado se dividió longitudinalmente atravesando el tejido interior en dos secciones iguales. El tejido interior se sembró en contacto con el medio de cultivo (Figura 2). Se aplicó el mismo procedimiento para algunas espinas no diferenciadas con el fin de observar la población de hongos presentes de forma natural.

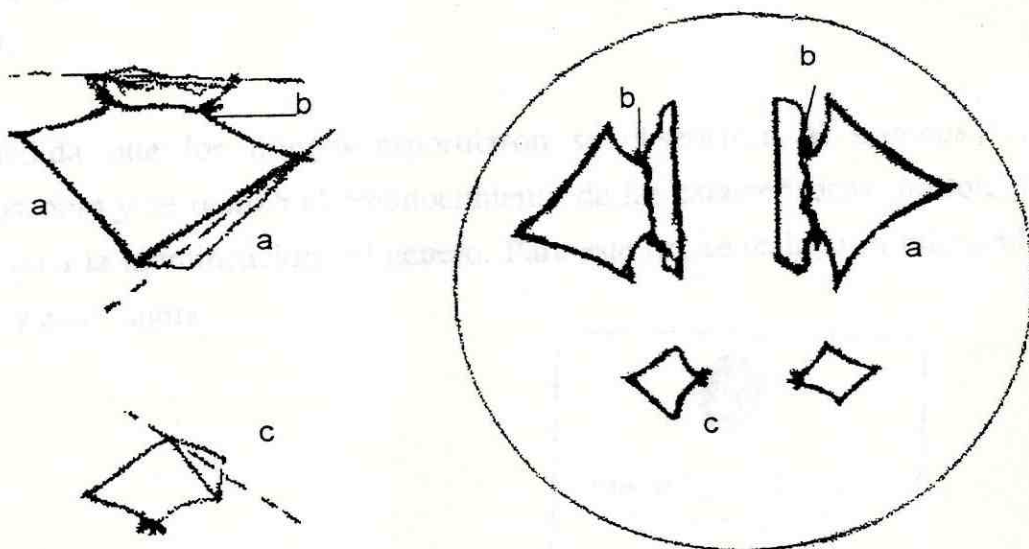


Figura 2. Diagrama de cortes realizados y siembra en agar de estructuras reproductivas de pitaya para el aislamiento de hongos en el laboratorio. a. pedúnculos. b. esquinas del pedúnculo. c. espinas no diferenciadas de la penca

Las cajas se sellaron con papel cristal (película extensible de PVC) y se realizaron observaciones día de por medio para anotar cambios en el tejido, crecimientos en el medio de cultivo y punto del tejido donde se inició el crecimiento de hongos. Los lugares de origen de los crecimientos se clasificaron como pedúnculos, esquinas y

espinas (Figura 2). Posteriormente se aislaron todos los organismos fungosos diferentes dentro de las muestras en cultivos puros. Para evitar contaminación bacteriana de los aislamientos puros, el medio PDA fue adicionado con ácido láctico.

Los cultivos puros se conservaron a temperatura ambiente durante el tiempo que se realizó el estudio. Se realizaron observaciones en estereoscopio y microscopio en busca de estructuras que permitieran su identificación. En caso de ausencia de estas, las cajas se sometieron a diferentes tratamientos para inducir esporulación. Se sometieron a luz negra (cercana a UV) por periodos de nueve horas alternada con luz blanca. También se mantuvieron expuestas a luz blanca por largos periodos de tiempo. Se realizaron siembras en agar - agua ya que es un medio nutritivo pobre que puede forzar al hongo a producir estructuras reproductivas (Forero y Jaramillo, 1997).

A medida que los hongos esporularon se observaron al estereoscopio y al microscopio y se realizó el reconocimiento de las características morfológicas que condujo a la identificación del género. Para este fin, se realizaron microcultivos en PDA y agar - agua.



RESULTADOS

Desarrollo de Estructuras Reproductivas

El inicio de la brotación de botones florales se dio en la segunda semana de abril de 1997 en todos los lotes. La duración promedio del botón fue de 63 días y la formación y llenado del fruto de 49 días. El crecimiento promedio del fruto fue de 0.16 cm por día. Durante el muestro los frutos alcanzaron una longitud promedio de 9.17 cm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Crecimiento longitudinal de las estructuras reproductivas de pitaya en la finca Expoabracol, Cundinamarca

Fecha de Muestreo	Días*	Longitud Botón Floral (cm)** (max - min)	Longitud del Fruto (cm)** (max - min)
Mayo 2 / 97	21	1.32 (0.6 - 2)	
Mayo 16 / 97	35	3.76 (2.5 - 7)	
Mayo 23 / 97	42	7.13 (2.5 - 14)	
Junio 6 / 97	56		3.37 (2 - 5)
Junio 13 / 97	63	Polinización	3.97 (3 - 6)
Junio 20 / 97	70		4.43 (2.5 - 6)
Junio 27 / 97	77		5.77 (3.5 - 8)
Julio 4 / 97	84		7.81 (5 - 11)
Julio 11 / 97	91		9.71 (6 - 11)
Julio 18 / 97	98		8.33 (5 - 12)
Julio 26 / 97	105		8.77 (7 - 11)
Agosto 1 / 97	112		9.17 (7 - 12.5)

*Días después del inicio del botón floral.

**Promedio de tres sitios, cinco repeticiones por sitio.

Al inicio se midió la longitud del botón floral hasta que esta alcanzó 14 cm en algunos casos. Posteriormente, y por facilidad de medición, en las evaluaciones de los días 56 y 63, se midió la longitud del ovario (3.37 cm y 3.97 cm respectivamente). La polinización se dio aproximadamente en estas fechas, a partir de las cuales se midió la longitud del fruto. La medición de la longitud de los frutos

se hizo hasta que estos alcanzaron su longitud máxima aunque no habían alcanzado madurez.

Desarrollo de la Pudrición Basal del Fruto de la Pitaya en Campo

Con las observaciones realizadas en campo, se determinó la evolución de la sintomatología de la pudrición basal del fruto, anotando los cambios presentados por las estructuras afectadas. Es importante anotar que aunque en algunos frutos no se observaron síntomas externos, al hacer cortes en el laboratorio, estos tenían una coloración interna de color pardo claro a oscuro en los haces vasculares de la base del fruto. Los síntomas internos de infección se presentaron en el cultivo una vez los botones alcanzaron un tamaño tal, que rompieron el tejido de la penca (3.3 cm de longitud). Por lo tanto, se presentaron heridas naturales que pueden haber permitido el ingreso de patógenos.

La enfermedad que se observó en el exterior del fruto, mostró inicialmente una clorosis suave con oxidación en el pedúnculo. Posteriormente, la clorosis se intensificó alrededor del punto de infección y se presentó una maduración precoz del fruto. Sin embargo, algunos frutos mantuvieron su coloración verde aún con pudrición. Posteriormente, se generó una necrosis (pudrición blanda) en la base del fruto y en el tallo. Finalmente hubo abscisión del fruto y momificación del tejido enfermo (Figuras 3, 4, 5 y 6).

Los primeros síntomas de pudrición externa se observaron en el botón floral a los 56 días (Junio 6 de 1997) después del inicio de su formación; esta fue simultánea en los tres sitios. El desarrollo de la enfermedad fue lento y solo en los tres últimos muestreos se pudo observar claramente la sintomatología descrita. La incidencia máxima de frutos con pudrición a los 98 días fue de 49.35 por ciento.

En las siguientes fechas de evaluación, la enfermedad no avanzó e incluso disminuyó (Cuadro 2). En el análisis estadístico realizado no se encontraron diferencias significativas tanto en los sitios como en las fechas.

Cuadro 2. Incidencia en campo de la enfermedad pudrición basal del fruto de la pitaya expresada como porcentaje de frutos afectados en la finca Expoabracol, Cundinamarca.

Fecha (1997)	Sitio	% Frutos Afectados	Promedio Sitio
Julio-18	1	49.35	39.10
	2	31.79	
	3	36.14	
Julio-26	1	26.84	32.11
	2	39.05	
	3	30.43	
Agosto-1	1	30.42	35.88
	2	49.21	
	3	28.02	

En el laboratorio se observaron síntomas internos de pudrición basal en muestras que exteriormente eran asintomáticas. Por lo tanto, a partir de los 56 días después del inicio del botón floral se determinó el porcentaje de frutos enfermos con síntomas internos. En promedio la incidencia se incrementó con el tiempo, aunque en las últimas dos fechas esta bajó con respecto a la fecha anterior (Figura 7). El sitio dos presentó la mayor incidencia llegando a valores del 60% de los frutos muestreados con síntomas de la enfermedad. El sitio uno fue el que presentó una menor incidencia.



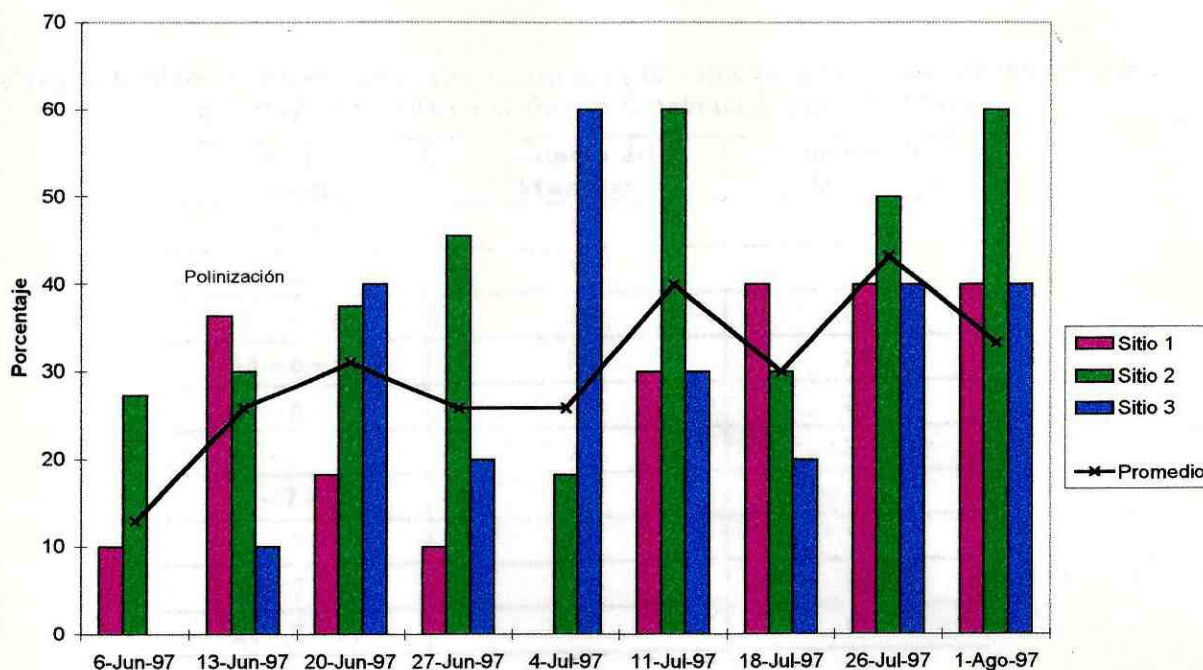


Figura 7. Porcentaje de frutos con coloración parda interna de haces vasculares en la finca Expoabracol, Cundinamarca

Aislamientos en Laboratorio

Se analizaron 365 muestras de estructuras reproductivas de pitaya, de las cuales se obtuvieron 152 aislamientos puros después del procesamiento en el laboratorio. (Cuadro 3). Solo se hicieron aislamientos a partir del séptimo muestreo porque las primeras fechas se utilizaron para ajustar metodología.

De todos los cultivos puros aislados de las muestras se determinaron cinco géneros en total: *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Nigrospora* y *Sclerotinia*. Dentro del género *Fusarium* se determinaron cinco especies: *F. chlamydosporum*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. roseum* y *F. equiseti*. Para confirmar la clasificación de estos hongos, es necesario enviar los aislamientos a un experto.

Cuadro 3. Número de aislamientos de hongos presentes en las estructuras reproductivas de pitaya amarilla en la finca Expoabracol, Cundinamarca

Fecha de Muestreo	Número de Muestras	Número de Aislamientos
16 - 5 - 97	47	
23 - 5 - 97	30	
6 - 6 - 97	39	17
13 - 6 - 97	33	16
20 - 6 - 97	32	20
27 - 6 - 97	33	22
4 - 7 - 97	31	9
11 - 7 - 97	30	15
18 - 7 - 97	30	10
26 - 7 - 97	30	17
1 - 8 - 97	30	26
Total	365	152

Fusarium moniliforme fue el hongo que presentó la mayor frecuencia con un 30.10% y se presentó en todas las fechas en que se realizaron aislamientos. *Fusarium oxysporum* también se presentó en todas las fechas con una frecuencia de 23.68%. Los aislamientos restantes no se presentaron en todas las fechas por lo que su frecuencia de aparición es menor (Cuadro 4, Figura 8).

Cephalosporium presentó un porcentaje de 12.18% dentro de los aislamientos realizados durante ocho fechas de muestreo. Lo sigue *Gliocladium* con 7.78% apareciendo en cuatro fechas y *F. roseum* con 5.19% de los aislamientos en siete fechas de aislamiento. *Sclerotinia* representó el 2.37% de los aislamientos. Los géneros restantes representan menos del 1% de los aislamientos. Aunque no se identificó el 17.25% de los aislamientos debido a que se perdieron por contaminación por ácaros, se realizaron observaciones del lugar donde provenían.

Cuadro 4. Porcentaje de hongos encontrados en estructuras reproductivas de pitaya amarilla en la finca Expoabracol, Cundinamarca

Especie	Fecha de muestreo									
	6-06-97	13-06-97	20-06-97	27-06-97	4-07-97	11-07-97	18-07-97	26-07-97	1-08-97	
<i>F. moniliiforme</i>	12.9	34.2	35.7	35.7	39.8	38.6	42.9	9.3	26.0	
<i>F. oxysporum</i>	28.5	4.0	17.9	10.0	32.7	54.2	18.7	24.1	25.2	
<i>F. roseum</i>	1.7	13.2	4.8	0	0	2.4	23.1	3.4	3.3	
<i>F. equiseti</i>	0	0	2.4	0	0	0	0	0	0	
<i>F. chlamydosporum</i>	0	6.6	0	0	0	0	0	2.3	0	
<i>Cephalosporium</i>	16.4	5.3	14.3	3.9	0	2.4	4.4	54.0	12.2	
<i>Gliocladium</i>	30.2	7.9	19.0	9.3	0	0	0	0	0	
<i>Sclerotinia</i>	0	0	0	0	21.4	0	0	0	0	
<i>Nigrospora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	
Sin identificar	10.3	29.0	6.0	41.1	6.1	2.4	11.0	6.9	30.1	

Cuando las muestras se sembraron en agar, se realizaron observaciones del punto donde se iniciaba el crecimiento de los hongos. Los lugares de origen se clasificaron como: esquina, cuando provenían de la aureola que dio origen al botón floral, y pedúnculo, cuando provenían del tejido que une al botón con la penca (Figura 1). El 54% de los aislamientos se obtuvieron del pedúnculo y el 46% de la esquina.

Inicialmente, la mayoría de los aislamientos se obtuvieron del pedúnculo (Figura 9). Posteriormente, el origen de los aislamientos cambió a ser principalmente de la esquina del pedúnculo. *F. oxysporum*, *F. roseum* y *Sclerotinia* crecieron en su mayoría a partir de la esquina (Figura 10). El género *Nigrospora* se originó en igual proporción a partir de la esquina y del pedúnculo. Las cinco especies restantes se originaron en su mayoría a partir del pedúnculo. El 100% de los aislamientos de *F. equiseti* crecieron a partir del pedúnculo.

A lo largo del muestreo, se sembraron en PDA, tejido de 19 pencas y de 38 espigas. Esto se hizo con el objetivo de comparar los organismos que crecieran de estos tejidos vegetativos con los organismos que se aislaron en estructuras reproductivas de pitaya.

Se encontraron las mismas especies en estructuras reproductivas que en estructuras vegetativas de pencas. *Fusarium moniliforme* fue el hongo más frecuentemente aislado, seguido por *Gliocladium* (Cuadro 5).

Cuadro 5. Frecuencia de aislamientos en pencas (estructuras vegetativas) de pitaya amarilla en la finca Expoabracol, Cundinamarca

Aislamientos	Porcentaje
<i>F. moniliforme</i>	31.58
<i>F. oxysporum</i>	10.53
<i>Cephalosporium</i>	10.53
<i>Gliocladium</i>	26.31
Sin identificar	21.05

Fusarium moniliforme Sheldon

Fue el hongo que se aisló el mayor número de veces, representando el 30.1% de los aislamientos encontrados en las estructuras reproductivas de pitaya. Los aislamientos se obtuvieron en su mayoría del pedúnculo (52.1%); sin embargo, se presentó un comportamiento variable en el tiempo en cuanto a su origen (Figura 25). Para su determinación se tomaron en cuenta las siguientes características: Las microconidias fueron abundantes, de una sola célula en forma ovoide. Se formaron en cadenas sobre monofialides. Presentó macroconidias (difíciles de observar). Su apariencia fue semejante a una hoz, aunque más lineal. Su célula basal presentó un alargamiento achatado, en algunos casos semejante a la forma de pie. Las paredes de las macroconidias fueron delgadas. Los conidioforos se encontraron tanto en monofialides ramificadas y no ramificadas. No presentó clamidosporas. En PDA la colonia fue semejante a *F. oxysporum*. Su micelio aéreo creció rápidamente y presentó una coloración rosada o salmón (Booth, 1977). La parte inferior de la colonia fué de color de blanco.

Según la literatura, la especie es cosmopolita y se ha reportado como toxigénica. Presenta varios sinónimos como son: *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg; *F. fujikutoi* Nirenberg; y *F. moniliforme* Sheldon emend. Snyder & Hans. pro parte. Su estado perfecto es *Gibberella fujikuoii* (Sawada) Wollenw (Nelson, et al., 1983). En Colombia se encuentra causando pudrición de la flecha de *Elais guineensis* Jack (Pardo-Cardona, 1995).

Fusarium oxysporum Schlecht. Emend. Snyder & Hans.

Representó el 23.68% de los aislamientos encontrados en las estructuras reproductivas de pitaya. El 52.4% de los aislamientos se obtuvieron de la esquina. Inicialmente los aislamientos provenían del pedúnculo, pero a partir de la quinta fecha de muestreo se observó que los aislamientos comenzaron a crecer en su mayoría de la esquina (Figura 26). Para su determinación se tomaron en cuenta las siguientes características: Las microconidias fueron abundantes generalmente de

DISCUSIÓN

Durante el muestreo, no se determinaron organismos diferentes a hongos, puesto que otros organismos (bacterias) se presentaron únicamente cuando el grado de pudrición en las muestras era avanzado y ya se presentaba una pudrición blanda severa. En los estados iniciales de la sintomatología de pudrición solo se observaba el crecimiento de organismos fungosos lo que llevo a pensar que los organismos que aparecieron posteriormente eran el resultado de la descomposición del fruto.

Una sintomatología clara, en el campo no se observó sino hasta Julio 18, 98 días después de iniciada la formación del botón floral y cuando los frutos tenían un promedio de 8.33 cm de longitud. Sin embargo, la decoloración interna de los tejidos se observo desde el día 56 cuando el botón floral ya había sobrepasado los 7 cm de longitud. El rompimiento de los tejidos en el tallo se da desde el momento que se inicia la diferenciación visual de yema vegetativa a yema reproductiva. Si el momento de la infección es cuando se da este rompimiento, la infección permanecería en forma quiescente por aproximadamente siete semanas antes de que se observan síntomas internos. Por otro lado los síntomas externos solo se observan en el campo después de seis semanas de presentarse los síntomas internos.

Aún cuando los números indican que la mayoría de los aislamientos iniciaron su crecimiento a partir del pedúnculo, estos datos pueden estar sesgados porque el pedúnculo tiene un área mayor de lo que se designó como esquina. Sin embargo, se consideró que los posibles patógenos fueron los que se encontraron en el pedúnculo, ya que la esquina, por su estructura anatómica, presenta una mayor dificultad para la desinfección y mayor número de organismos residentes.

Se observó que a medida que pasó el tiempo aumentó la frecuencia de aislamientos provenientes de la espina. Existe la suposición de que estos crecimientos se deben al

incremento de la producción de azúcares almacenables en el fruto y, por lo tanto, al aprovechamiento de estos azúcares por parte de organismos saprófitos.

Los únicos dos hongos que se encontraron en todas las fechas fueron *F. moniliforme* y *F. oxysporum*, además de presentar las frecuencias de aparición más altas respectivamente.

F. oxysporum ha sido aislado del aire, aunque no está bien adaptado a la dispersión aérea y pertenece al grupo de patógenos del suelo. Su presencia en la atmósfera puede ser atribuida a suelo o residuos orgánicos levantados por el viento y no se conocen reportes de su asociación con enfermedades localizadas en partes aéreas de plantas (Burgess, 1981).

Sclerotinia es también un patógeno del suelo causando pudriciones en raíces y bases del tallo. Por lo tanto, no es posible explicar la presencia de este hongo en estructuras aéreas de la pitaya.

F. moniliforme, por el contrario, es comúnmente encontrado como colonizador primario y secundario en partes aéreas de las plantas. Está bien adaptado para la dispersión en la atmósfera en climas tanto secos como húmedos formando macroconidias en esporodoquios y cadenas de microconidias en masas polvosas secas (Burgess, 1981). Por lo tanto, considerando que representa el mayor número de aislamientos y su frecuencia tanto en el pedúnculo como en la esquina es alta, se podría pensar que este hongo puede pasar de residente a patógeno en un momento dado.

El hecho de que la mayoría de los aislamientos de *F. oxysporum* crecieron a partir de la esquina, podría deberse a que la parte externa de los tejidos sembrados en el agar no tuviera una desinfección completa. Esto significa que *F. oxysporum* podría estar principalmente como residente externo de la planta. Por el contrario la

mayoría de los aislamientos de *F. moniliforme* crecieron a partir del pedúnculo, es decir a partir de los haces vasculares. Entonces *F. moniliforme*, podría considerarse como el organismo con mayor posibilidad para ser el agente causal de la pudrición basal del fruto de la pitaya. Esto, sin embargo, tendría que comprobarse con pruebas de patogenicidad.

Se observó que se aislaron los mismos organismos de estructuras reproductivas como de estructuras vegetativa, lo que nos indica que estos organismos son residentes naturales de la planta de pitaya y pueden ser colonizadores secundarios después de la infección de un patógeno primario o posterior a la formación de una herida. El momento en que los organismos encontrados pueden pasar de residentes a patógenos, coincide con el momento de ruptura de los tejidos del pedúnculo para el engrosamiento del botón floral.