

DIAGNOSTICO DE LAS ENFERMEDADES POSTCOSECHA DE LA PAPAYA EN COSTA RICA. II. CUANTIFICACION Y EPIDEMIOLOGIA DE LAS ENFERMEDADES DEL FRUTO 1/*

José Alfredo Durán*
Dennis Mora**

ABSTRACT

Diagnosis of post-harvest diseases of papaya fruit in Costa Rica. II. Quantification and epidemiology of fruit diseases. Incidence and severity of fungi-borne post-harvest diseases were determined in papaya in the main production areas of Costa Rica; also, some preliminary aspects of their epidemiology were investigated. It was determined that antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) showed the highest incidence and severity in the searched area. Pathogens' importance can be ranged, from high to low, as follows: *Fusarium* sp., *Phomopsis* sp. and *Rhizopus* sp. for the Cañas and Abangares area; *Fusarium* sp., *Botryodiplodia* sp., *Rhizopus* sp. and *Curvularia* sp. for the Paquera area; for Parrita and Quepos the arrangement was: *Phomopsis* sp., *Fusarium* sp., *Botryodiplodia* sp. and *Rhizopus* sp. Correlations between total accumulated rainfall -up to the beginning of fruit formation or to its end- and the incidence and severity of the diagnosed post-harvest diseases were impossible to determine. It was determined that the above diseases showed a high incidence 48 hours after harvest and, on the average, a high severity four days after harvest. *Colletotrichum gloeosporioides* was the first to show symptoms; *Phomopsis* sp., *Botryodiplodia* sp. and *Fusarium* sp. followed. It was found that the highest severity of post-harvest diseases is localized in the fruit portion closer to the stem. Correlations between diseased and yellow portions of the fruit and fruit juice solids were determined. The correlation between fruit juice solids and diseased fruit portion was very low.

INTRODUCCION

Las enfermedades postcosecha son uno de los principales factores causantes de pérdida de fruta de papaya en el mercado de Costa Rica, siendo la antracnosis, causada por *Colletotrichum gloeosporioides*,

la principal enfermedad causante de daños (Arauz, 1981). Diversos estudios indican que existen otros patógenos que también afectan a este frutal en Costa Rica durante la etapa postcosecha, tales como *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp. (Arriola et al., 1976). *Phomopsis* sp. y *Botryodiplodia* sp. (Durán y Mora, 1983a).

En la mayoría de los países productores de papaya, la incidencia de las enfermedades postcosecha siempre ha presentado valores bastante altos cuando no se aplican medidas de combate. Tal es el caso de Brasil en donde el 100% de los frutos presentó lesiones fungosas, en comparación con valores del 25 al 50% en el caso de la fruta tratada con diversos productos fungicidas (Bolkan et al., 1976).

1/ Recibido para publicación el 14 de mayo de 1987.

* Parte de la Tesis de Ingeniero Agrónomo presentada por el primer autor a la Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica.

** Laboratorio de Fitopatología, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

En Hawaii se informa que el 66,7 y el 80,5% de los frutos no asperjados de dos zonas productoras, presentaron problemas patológicos, lo que muestra la alta incidencia de las enfermedades postcosecha en esta región (Hunter y Buddenhagen, 1972).

En Costa Rica no se ha cuantificado la importancia relativa de las enfermedades postcosecha que afectan a la papaya, ni se ha investigado la epidemiología de las mismas, aspectos fundamentales que se deben comprender ampliamente antes de iniciar la investigación tendiente a desarrollar medidas de combate de las mismas.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la incidencia y severidad de las enfermedades fungosas postcosecha del fruto de la papaya en las principales zonas productoras de Costa Rica, así como establecer algunos aspectos de la epidemiología de las mismas.

La descripción de síntomas y las pruebas de patogenicidad de estas enfermedades se presentan en Durán y Mora (1987, 1988).

MATERIALES Y METODOS

Con el fin de cuantificar la importancia de las enfermedades del fruto de la papaya en las principales zonas productoras de Costa Rica, se procedió a evaluar la incidencia y severidad de las mismas, utilizando un total de 78 frutas para la zona de Paquera (Puntarenas), 40 frutas para Cañas (Guanacaste) y 35 frutas para la zona de Parrita (Puntarenas).

Las frutas se cosecharon en el punto de madurez conocido como "tres pintas" y se transportaron hasta el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Costa Rica envueltas en papel y acomodadas en cajas de plástico; se lavaron con agua y jabón y se colocaron en un invernadero a una temperatura aproximada de 25 a 28°C. Las papayas se revisaron diariamente y fueron evaluadas en el momento en que adquirían madurez completa.

La incidencia se midió con base al número de frutos que presentaron síntomas, mientras que para la severidad se utilizó un Índice Promedio de Severidad (IPS), basado en una escala de detección visual que varió de 0 = sin infección, hasta 11 = más del 50% del área afectada, utilizando entre una categoría y otra aumentos constantes del 5% del área afectada.

El Índice Promedio de Severidad para cada enfermedad y zona se calculó con la siguiente fórmula:

$$IPS = \frac{\sum(A \times Vc)}{B}$$

donde:

A = número de papayas/categoría

Vc = valor de la categoría

B = número total de frutos evaluados.

Para el estudio epidemiológico, se obtuvo informes de lluvia de las estaciones meteorológicas de Taboga en Guanacaste, Paquera y Quepos en Puntarenas, y se relacionó estos datos con los de incidencia y severidad obtenidos en cada zona.

Se calculó la cantidad de lluvia caída durante el primer y el último mes de formación del fruto, además de la cantidad de lluvia caída durante todo el período de formación del mismo (4 meses). También, se graficó el comportamiento de la lluvia cada 10 días durante el período de formación del fruto para relacionarlo con la incidencia y severidad de las enfermedades.

Dentro del estudio epidemiológico se procedió a elaborar la curva de desarrollo de las enfermedades diagnosticadas para la zona de Cañas, Guanacaste.

Se utilizó una muestra de 15 frutas que se dejó en incubación bajo condiciones de invernadero. Diariamente y por nueve días, a partir del día de cosecha, se les hizo una determinación de la incidencia (medida como porcentaje de frutos enfermos) y de la severidad (evaluada como IPS), de cada una de las enfermedades.

Otro aspecto analizado en el estudio epidemiológico fue un diagnóstico para determinar los patógenos del fruto de la papaya que pueden sobrevivir en los pecíolos de las hojas secas que permanecen en el campo. Se recogieron del suelo pecíolos senescentes provenientes de diversos papayales de la zona de Cañas, Guanacaste y se trasladaron hasta el laboratorio en donde fueron lavados con agua y jabón para eliminar posibles contaminantes externos. Se realizó una evaluación visual de los diferentes tipos de lesiones presentes en los pecíolos, se rotularon y describieron. Se colocaron en una cámara húmeda durante dos días y luego se realizó el

aislamiento de los hongos asociados a cada síntoma, realizando una desinfección externa del tejido con hipoclorito de sodio al 0,5% durante 3 minutos y utilizando como medio de cultivo PDA. Los platos se sellaron con cinta adhesiva Parafilm-M y se colocaron en una cámara de incubación a una temperatura de 28°C con luz artificial.

Otro aspecto evaluado fue la zona del fruto que presentó mayor cantidad de lesiones y su relación con la colocación del fruto en el árbol. Se evaluó una muestra de 48 frutas provenientes de la zona de Paquera, Puntarenas, y 59 frutas de la zona de Cañas, Guanacaste. Las frutas recibieron el mismo procedimiento descrito para la determinación de la incidencia y la severidad. Una vez que la fruta adquirió maduración completa, se realizó la evaluación, dividiendo la fruta en dos mitades y determinado el área enferma en cada una de ellas, referidas en los resultados como mitad superior (cerca al pedúnculo) y mitad inferior (extremo distal); se calculó el IPS para cada mitad, así como el IPS total.

Finalmente y con el fin de determinar la relación existente entre las características químicas y externas del fruto en la maduración y el desarrollo de las enfermedades, se procedió a correlacionar estadísticamente la severidad con el contenido de sólidos solubles (medidos como grados Brix) y con el grado de maduración externa de la fruta (medida como porcentaje de área amarilla), a través del tiempo.

Se utilizó un total de 50 frutas procedentes de la zona de Cañas, Guanacaste, las cuales se evaluaron durante 6 días consecutivos. Cada fruta se numeró y con la ayuda de un sacabocados desinfectado se les extrajo un cilindro de tejido de la parte central de la fruta, el cual se exprimió; una gota del jugo se colocó en un refractómetro de mano (escala de 0 a 32), para medir el contenido de sólidos solubles, como número de grados Brix de la solución. En el orificio se colocó un algodón humedecido con alcohol para evitar problemas de contaminación con saprófitos. El cilindro del tejido se extrajo de un lugar diferente cada día.

También se cuantificó visualmente el grado de madurez externa de la fruta y se determinó el grado de severidad de las enfermedades, midiendo el porcentaje de área afectada. Por último, se realizó una correlación estadística entre las variables mencionadas.

RESULTADOS

Incidencia y severidad de las enfermedades

En el Cuadro 1 se pueden observar los resultados obtenidos al cuantificar la incidencia y severidad de las enfermedades en cada una de las zonas de estudio. Se puede apreciar que la antracnosis, producida por *Colletotrichum* sp., es la enfermedad más importante en las tres zonas estudiadas (Durán y Mora, 1987), ya que en todos los casos estuvo presente con una incidencia cercana o superior al 90%; es por tanto la enfermedad a la que se le debe prestar más atención en cuanto a medidas de combate. Lo anterior concuerda con la situación determinada en otros países (Bolkan *et al.*, 1976; Brum, 1952; Frossard, 1969; Raabe, y Holtzman, 1964) respecto a la importancia de esta enfermedad.

En la zona de Cañas y Abangares (Cuadro 1) se presentan otras enfermedades que se pueden considerar como menos importantes. Estas son, la pudrición del moho rosado por *Fusarium* sp. y la mancha arrugada por *Phomopsis* sp.

Con relación a la mancha arrugada, los resultados la colocan como la segunda enfermedad de importancia en esta zona, aunque su incidencia fue muy baja (25%) durante la época de estudio. Observaciones personales hacen suponer que en la época de verano la incidencia de esta enfermedad y la de *Fusarium* sp. aumenta, aunque son necesarios estudios periódicos sobre el comportamiento de las enfermedades a lo largo del año, que permitan verificar este planteamiento.

Fusarium sp. como patógeno postcosecha se considera poco importante en esta zona, por ser muy tardío y con baja capacidad de penetración directa. Se presentó con baja incidencia (17,5%). Observaciones personales, en frutos sobremaduros, permiten afirmar que, en estas condiciones, el patógeno es más activo y presenta una mayor incidencia, aunque en la mayoría de los casos se encuentra creciendo como patógeno secundario sobre lesiones de otros hongos. En trabajos previos (Durán y Mora, 1983b) se ha demostrado que este hongo es capaz de atacar tanto flores, como frutos pequeños y en desarrollo provocando necrosis y caída, hasta en un 80% de los mismos, lo que sí es muy importante desde el punto de vista de producción.

Cuadro 1. Incidencia (%) y severidad (IPS)* promedio, de las enfermedades del fruto de la papaya diagnosticadas en cada una de las zonas evaluadas en Costa Rica, 1982.

Patógeno Enfermedad	Criterio de evaluación	Zona		
		Cañas y Abangares	Paquera	Parrita y Quepos
<i>Colletotrichum</i> sp. (Antracnosis)	Incidencia	87,50	89,60	95,65
	Severidad	3,93	4,72	4,55
<i>Fusarium</i> sp. (Moho rosado)	Incidencia	17,50	17,17	12,85
	Severidad	0,20	0,23	0,15
<i>Botryodiplodia</i> sp. (Pudrición negra)	Incidencia	0,00	9,09	2,15
	Severidad	0,00	0,41	0,05
<i>Phomopsis</i> sp. (Mancha arrugada)	Incidencia	25,00	0,00	12,70
	Severidad	0,33	0,00	0,13
<i>Rhizopus</i> sp. (Pudrición suave)	Incidencia	10,00	18,18	2,15
	Severidad	0,33	0,53	0,09
<i>Curvularia</i> sp. (Pudrición seca)	Incidencia	0,00	0,76	0,00
	Severidad	0,00	0,01	0,00
TOTAL	Incidencia	87,50	89,65	95,65
	Severidad	4,78	5,90	4,96

* IPS = Índice promedio de severidad = $(\sum(A \times V_c) / B)$ en donde A, es el número de papayas por categoría; V_c, el valor de la categoría que corresponde a 0 = fruta sana y 11 = máxima severidad; y B, el número total de frutos evaluados.

Con relación a la zona de Paquera (Cuadro 1) fueron otras las enfermedades que se presentaron con baja incidencia. *Fusarium* sp. se presentó en una condición muy similar a la de Cañas y Abangares. La pudrición negra por *Botryodiplodia* sp. tuvo comportamiento muy errático, ya que de tres evaluaciones que se realizaron, en una se presentó con una incidencia y severidad bastante altas, mientras que en las evaluaciones posteriores no se hizo presente. Por su parte la pudrición del moho gris por *Curvularia* sp. se presentó como una mera curiosidad.

Por último, en la zona de Parrita y Quepos (Cuadro 1) fue donde se presentó la incidencia más alta de antracnosis, aunque la severidad estuvo similar a la de las otras zonas. Otras enfermedades presentes fueron las causadas por *Fusarium* sp., *Phomopsis* sp. y *Botryodiplodia* sp., las cuales se presentaron con una incidencia muy baja, por lo que

también se les puede catalogar como enfermedades menos importantes en esta zona.

El caso de la pudrición suave por *Rhizopus* sp. se ha querido analizar por separado, ya que, como lo mencionan Hunter y Buddenhagen (1972), las mayores fuentes de contaminación de este patógeno son los cuartos de almacenamiento. Considerando el hecho de que es un patógeno que penetra por heridas (Bolkan *et al.*, 1976), es importante tener presente, que la posible contaminación del invernadero de investigación pudo haber influenciado los valores de incidencia y severidad obtenidos. Por otra parte hay que considerar también la afirmación de Hunter y Buddenhagen (1972), en el sentido de que los campos de papaya también son fuente de inóculo. Teniendo presente lo anterior se puede observar, en los resultados del Cuadro 1, que en las frutas de las tres zonas, *Rhizopus* sp. tuvo un comportamiento similar, con una incidencia y

Cuadro 2. Precipitación durante el primero y último mes de formación del fruto, precipitación total e incidencia y severidad total de las enfermedades del fruto de la papaya, para las evaluaciones de agosto, octubre y noviembre 1982, en las zonas de Paquera, Cañas y Parrita, Costa Rica.

Zona	Fecha de evaluación	P precipitación (mm) ¹			Severidad ² Total	Incidencia ³ Total
		1er mes formación	4to. mes formación	Total acumulado		
Paquera	14-08-82	89,1	419,7	1472,1	8,27	100,0
	24-10-82	439,5	593,4	1860,2	7,16	91,7
	15-11-82	419,7	265,5	1951,2	2,27	77,3
Cañas	16-08-82	79,1	92,3	775,8	5,30	90,0
	24-10-82	115,5	237,7	784,3	4,25	85,0
Parrita	02-08-82	203,6	265,5	1329,9	4,66	91,3
	08-11-82	306,7	400,0	1620,9	5,25	100,0

1 Estaciones meteorológicas de Paquera, Taboga y Quepos, Instituto Meteorológico Nacional.

2 Severidad = Índice Promedio de Severidad (IPS).

3 Incidencia = % de frutas enfermas.

severidad bastante bajas, siendo en la zona de Paquera donde se encontró mayor efecto de este patógeno.

Con base en lo analizado se puede concluir que el comportamiento de las enfermedades en las tres zonas de estudio es similar. Esta conclusión puede tener implicaciones importantes en etapas posteriores de la investigación en papaya en Costa Rica, cuando se evalúe el efecto de fungicidas para el combate de enfermedades, ya que casi todos los patógenos están presentes en todas las zonas y además, todos tienen un comportamiento, en cuanto a incidencia y severidad, muy similar. Es de esperar que si un producto funciona bien contra las enfermedades del fruto en un lugar, también lo haga en las otras zonas, ya que estaría combatiendo los mismos patógenos y bajo condiciones muy similares de importancia.

Los datos de incidencia y severidad demuestran que en todas las zonas, las enfermedades del fruto son importantes y de hecho evidencian la necesidad de buscar medidas de combate que disminuyan sus efectos.

En resumen, para Costa Rica, el orden de importancia de las enfermedades postcosecha de la pa-

paya es el siguiente: antracnosis (*Colletotrichum* sp.), pudrición negra (*Botryodiplodia* sp.), mancha arrugada (*Phomopsis* sp.), pudrición rosada (*Fusarium* sp.), pudrición suave (*Rhizopus* sp.), y la pudrición del moho gris (*Corynespora* sp.) y la pudrición seca (*Curvularia* sp.) como esporádicas. Esta es una situación muy similar a la de otras áreas productoras como Hawaii (Hunter y Buddenhagen, 1972) o Queensland, Australia (Simmonds, 1937).

Relación de las enfermedades con la precipitación

En el Cuadro 2, y en las Figuras 1 y 2, se puede observar que no se logró establecer ninguna relación consistente entre la incidencia y severidad de las enfermedades para cada una de las tres zonas de estudio, con los factores de precipitación analizados: lluvia al inicio de la formación del fruto, lluvia al final de la formación del fruto, lluvia total acumulada y distribución de las mismas durante la etapa de formación del fruto.

Situaciones similares se han presentado en otros países, como en Hawaii, según Hunter y Buddenhagen (1972). Estos autores indican que durante

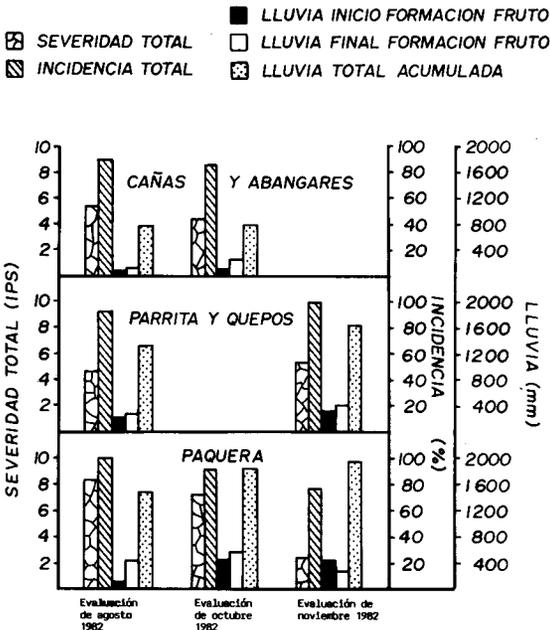


Fig. 1. Precipitación durante el primero y último mes de formación del fruto, precipitación total e incidencia y severidad total de las enfermedades del fruto de la papaya, para las evaluaciones de agosto, octubre y noviembre de 1982, en las zonas de Paquera, Cañas y Parrita, Costa Rica.

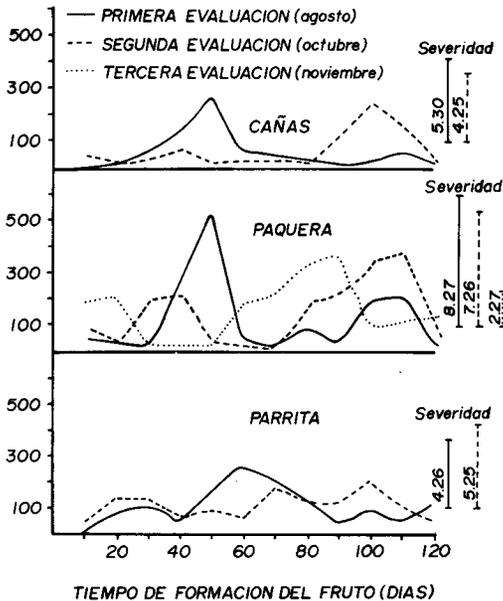


Fig. 2. Relación entre el comportamiento de la precipitación cada 10 días durante el período de formación del fruto, las diferentes épocas de evaluación para las zonas de Cañas, Paquera y Parrita, y la severidad promedio obtenida para cada evaluación.

ciertas épocas se encontraron altas cantidades de ascósporas de *Glomerella* sp., que también son capaces de causar la antracnosis.

En trabajos realizados por los autores se ha podido constatar la presencia de *Glomerella* sp. tanto en infecciones del fruto, como en los pecíolos presentes en los campos de papaya. Esta situación podría explicar la inconsistencia de los datos con la lluvia, ya que como se mencionó, la antracnosis es la enfermedad principal en todas las zonas evaluadas y la que más influencia tuvo sobre los datos totales de incidencia y severidad, por lo tanto, al ser capaz este patógeno de diseminarse por lluvia durante su estado conidial y por viento durante su estado perfecto, no es posible establecer relaciones directas y consistentes entre la incidencia y severidad de las enfermedades y la precipitación.

Otra posible explicación a este comportamiento poco definido es el hecho de que la estación meteorológica de donde se tomaron los datos de precipitación, en dos de las zonas bajo estudio, se encuentra a cierta distancia de la zona de producción: por ejemplo, para Parrita fue necesario utilizar los datos de la estación de Quepos por ser la más cercana.

Curva de manifestación de las enfermedades

En el Cuadro 3 se puede apreciar la medición diaria de la incidencia y severidad de todas las enfermedades del fruto de la papaya para la zona de Cañas (Guanacaste); en la Figura 3 se pueden apreciar gráficamente los datos de severidad.

Tal como se ha manifestado antes, la antracnosis, producida por *Colletotrichum* sp., fue la enfermedad más importante y la que causó mayor proporción de daño; además, fue la que manifestó síntomas primero.

Phomopsis sp. y *Botryodiplodia* sp. fueron patógenos que se presentaron más tardíamente. A partir del quinto día (Figura 3) la severidad de estas enfermedades casi no aumentó, probablemente porque la competencia con la antracnosis, mucho más agresiva que éstas, les impidió un mayor desarrollo. *Fusarium* sp. fue el patógeno más tardío en aparecer.

En lo referente a la severidad total (Figura 3), las frutas pueden soportar hasta cuatro días con una calidad fitosanitaria aceptable, antes de la manifestación explosiva de las enfermedades. Posiblemente

Cuadro 3. Evaluación de la incidencia y severidad* de las enfermedades del fruto de la papaya, durante 9 días consecutivos en una muestra de 15 frutos procedentes de la zona de Cañas, Guanacaste. Enero, 1983.

Días después de la cosecha	Severidad (IPS) Patógeno						Incidencia Patógeno						
	<i>Colletotrichum</i>	<i>Phomopsis</i>	<i>Botryodiplodia</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Fusarium</i>	TOTAL	<i>Colletotrichum</i>	<i>Phomopsis</i>	<i>Botryodiplodia</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Fusarium</i>	TOTAL	%
0**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0,0
1	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	3	0	0	0	0	3	20,0
2	0,20	0,07	0,07	0,00	0,00	0,34	3	1	1	0	0	4	26,7
3	0,27	0,13	0,13	0,00	0,00	0,53	4	1	1	0	0	6	40,0
4	0,35	0,47	0,20	0,13	0,00	1,07	6	3	2	1	0	11	73,3
5	0,53	0,60	0,33	0,27	0,47	2,20	8	5	3	1	2	12	80,0
6	0,87	0,65	0,39	0,43	0,53	3,15	9	5	3	1	3	13	86,7
7	1,20	0,67	0,53	0,67	0,60	3,74	11	5	4	1	5	13	86,7
8	1,47	0,67	0,73	0,67	0,60	4,14	11	5	4	1	5	13	86,7

* Incidencia = número de frutos enfermos.
Severidad = índice promedio de severidad (IPS).

** corresponde al día de cosecha.

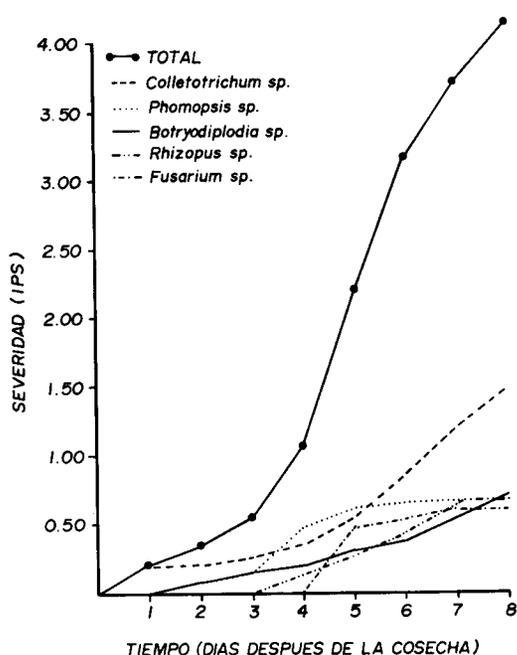


Fig. 3. Desarrollo de cada una de las enfermedades postcosecha, en una muestra de 15 frutos de papaya, procedentes de la zona de Cañas, Guanacaste, Costa Rica. Enero, 1983. Datos expresados como IPS.

en este momento, el deterioro de las condiciones del fruto (Civetta *et al.*, 1965), promueve un rápido desarrollo de los patógenos.

En la Figura 4 se representa la incidencia total de las enfermedades a través del tiempo. A partir de las 48 horas después de la cosecha, la incidencia de las enfermedades en el fruto aumenta rápidamente, debido, posiblemente, a que en este momento finaliza el período de incubación de los patógenos.

Se concluye que los patógenos del fruto de la papaya presentan una curva de manifestación de lesiones de tipo sigmoideo, lo que indica que conforme transcurre el tiempo, la manifestación de nuevas lesiones sigue un crecimiento logarítmico; esta situación es fácilmente explicable puesto que conforme la fruta madura, los cambios físicos y químicos que sufre, favorecen que las lesiones latentes se desarrollen y se manifiesten (Pantástico, 1979).

Por otro lado, desde el punto de vista epidemiológico y con relación a la producción y diseminación del inóculo, estas enfermedades se consideran como de ciclo simple, ya que por ser el fruto de la papaya tan perecedero, no da tiempo a que las enfermedades produzcan ciclos secundarios; además, las enfermedades generalmente se manifiestan hasta que el fruto comienza a madurar, por lo que la posi-

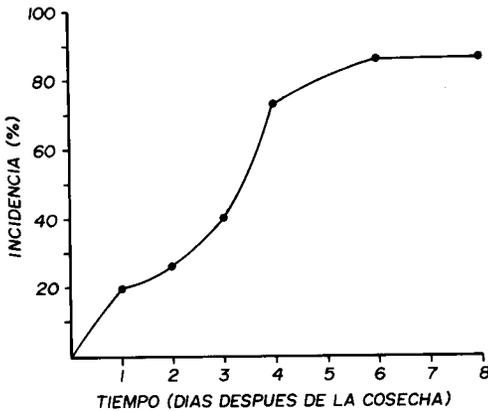


Fig. 4. Incidencia total de las enfermedades, en una muestra de 15 frutos de papaya, procedentes de la zona de Cañas, Guanacaste, Costa Rica. Enero, 1983. Datos expresados como porcentaje de frutos enfermos.

bilidad de que una lesión produzca esporas y cause nuevas infecciones en ese fruto es muy baja o casi nula.

Bajo las condiciones actuales de mercadeo de la fruta en Costa Rica, en las cuales el factor severidad es el que interviene en la comercialización (ya que el consumidor acepta fruta con baja proporción de infecciones desarrolladas), el lapso de tiempo de que dispone el comercializador para la venta es de cuatro días posteriores al momento de cosecha, lo cual explica, en parte, el hecho de que en Costa Rica las pérdidas postcosecha no son tan altas como podría esperarse, según los datos tan altos de incidencia que se obtuvieron en este ensayo.

Sin embargo, en el momento en que la incidencia sea el factor más importante en la comercialización (dado que se dieran cambios en los gustos de los consumidores), el período de dos días posteriores a la cosecha se podría catalogar como el "punto crítico fitosanitario" para la comercialización (Figura 4).

Fuentes de inóculo en peciolos

La evaluación realizada en los peciolos de papaya, permitió determinar la presencia de algunos patógenos descritos como causantes de lesiones en el fruto; a continuación se describen los síntomas que causan en los peciolos.

Colletotrichum sp. Este patógeno provoca en los peciolos de papaya, lesiones de forma rom-

boidal, de aproximadamente 1,5 cm de largo por 0,5 cm de ancho; desarrolla anillos concéntricos formados por estructuras de color café oscuro a manera de puntos; entre los anillos de estructuras quedan espacios de color blanco amarillento. Las estructuras son de color más oscuro y más grandes al centro de la lesión y se van tornando más claras y pequeñas conforme se acercan al borde. El corte de estas estructuras demostró, en la mayoría de los casos, que se trataba de acérvulos de *Colletotrichum* sp., aunque en algunos casos correspondieron a peritecios de *Glomerella* sp. (Figura 5).

Corynespora sp. Las lesiones de las que se aisló a *Corynespora* sp. se caracterizan por tener una forma que va de romboidal a ovalada, presentando un tamaño aproximado de 1 cm de largo por 0,5 cm de ancho. El centro de la lesión es de color blanco y está rodeado por un anillo de color café oscuro. Conforme se aleja del centro el color de la lesión va cambiando a café claro. La zona central de color blanco está levantada sobre el resto de la lesión.

Curvularia sp. Desarrolla lesiones de forma ojival, redondeadas a lo ancho y muy alargadas y puntiagudas en los extremos. Su tamaño aproximado es de 3 cm de largo por 1 cm de ancho. Su color es gris y hay presencia de anillos concéntricos de color gris oscuro; al centro de la lesión se presenta un punto de color casi negro. La forma de la lesión es muy característica y el borde es muy definido (Figura 6).

Fusarium sp. Aunque este patógeno no se aisló de ninguna lesión en particular, su micelio creció y se desarrolló sobre los peciolos en cámara húmeda, lo que denota su presencia, aunque cabe aclarar que su desarrollo fue tardío, ya que hasta que los peciolos tuvieron 4 ó 5 días de estar en cámara húmeda, se desarrolló el micelio del patógeno.

Penicillium sp. Este hongo fue aislado de lesiones de forma ovalada, de tamaño pequeño, cerca de 4 mm de largo por 2 mm de ancho y con un color café oscuro en toda la lesión.

El aislamiento de los patógenos del fruto de la papaya a partir de peciolos, ya ha sido realizado anteriormente en otros países como Hawái (Hunter y Buddenhagen, 1972) y Australia (Simmonds, 1937), en donde se ha demostrado que todos los hongos que causan pudriciones en el fruto de la papaya en esos países, permanecen en los peciolos de una estación a otra.

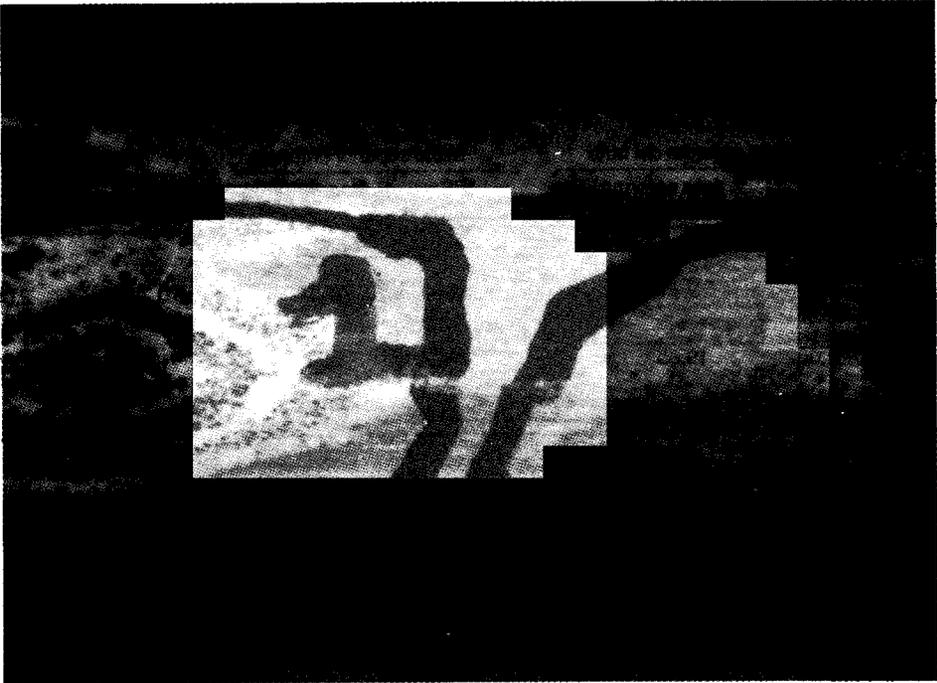


Fig. 5. Estructuras reproductivas de *Colletotrichum* sp. en pecíolos de papaya.



Fig. 6. Lesión característica de *Curvularia* sp. en pecíolos de papaya.

Cuadro 4. Índice Promedio de Severidad (IPS) y porcentaje de área enferma total, para la mitad superior e inferior del fruto, en una muestra de 44 frutos de papaya procedentes de Cañas, Guanacaste y 59 frutos de Paquera, Puntarenas. 1982.

Zona	Area total enferma del fruto		Mitad superior enferma		Mitad inferior enferma	
	IPS	% área enferma	IPS	% área enferma	IPS	% área enferma
Paquera	2,27	9,61	1,86	7,52	0,70	2,09
Cañas	4,08	19,65	2,83	12,58	1,76	7,07

A pesar de tratarse de patógenos postcosecha, su sobrevivencia en el campo en los residuos de cosecha, reviste fundamental importancia como fuente primaria de inóculo a las infecciones del fruto, especialmente en el caso de *Colletotrichum* sp., ya que los pecíolos son muy resistentes a la descomposición y permiten la sobrevivencia de los patógenos por un período de tiempo bastante considerable.

Se debe recalcar también, que los productores no utilizan ninguna práctica que tienda a eliminar estos residuos, acción que no parece tan complicada ni costosa, ya que consistiría en recoger estos residuos periódicamente y quemarlos; esta simple práctica lograría reducir la fuente de inóculo inicial y por ende la incidencia y severidad de las enfermedades en el fruto.

De esta manera, el uso permanente de un mismo lote para la siembra de papaya, sin la eliminación de los pecíolos, provoca un aumento paulatino del inóculo de campo.

Zona del fruto con mayor infección

Los resultados obtenidos se pueden observar en el Cuadro 4. Tanto para la zona de Cañas y Abangares, como para la zona de Paquera, el índice promedio de severidad de las enfermedades, fue mayor en el área superior del fruto que en el área inferior. La mayor cantidad de lesiones en el fruto, se localizan en la mitad superior del mismo (cercana al pedúnculo). Esto se puede explicar analizando la colocación de los frutos en el árbol; estos se desarrollan de manera aglomerada, y los extremos infe-

riores de los frutos, cubren las áreas cercanas al pedúnculo de las frutas que se desarrollan más abajo, lo que puede inducir un microclima en la zona del pedúnculo, de mayor humedad y temperatura, que permite mayor germinación y penetración de esporas. La mitad inferior al contrario, tiende a ser la zona más expuesta y por tanto la más aireada, condición que desfavorece la infección fungosa.

También hay que considerar que la zona del pedúnculo tiende a ser hundida, lo cual permite que el agua de lluvia se acumule y favorezca la infección.

Estos resultados deben tomarse en cuenta cuando se realicen investigaciones sobre combate químico de las enfermedades del fruto, ya que plantean la necesidad de que la aplicación se concentre en la mitad superior del fruto. La elección del equipo de aplicación será fundamental ya que el uso de bombas de espalda de poca presión, posiblemente no sean efectivas para cubrirlo adecuadamente, en especial si se considera la altura que por lo general desarrollan estos árboles y el acomodo tan apretado de los frutos, que interfiere con la cobertura de la aplicación.

Relación entre sólidos solubles, maduración del fruto y severidad de las enfermedades

Los resultados promedio de la evaluación de estas variables se muestran en el Cuadro 5. Se obtuvo una correlación de 82,16% para las variables de área amarilla contra área enferma y de 72,35% para las variables de área amarilla contra sólidos solubles.

Cuadro 5. Variación en el contenido de sólidos solubles (grados Brix), área enferma (IPS) y área amarilla (%), evaluados durante 6 días consecutivos, en frutos procedentes de la zona de Cañas, Guanacaste, 1983.

Día	Sólidos solubles (grados Brix)						Area enferma (IPS)**						Area amarilla (%)					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Primera* evaluación	8,00	8,17	8,01	8,62	7,57	7,44	0,06	0,22	0,67	0,94	1,06	2,00	6,44	9,67	18,61	28,94	32,17	76,94
Segunda evaluación	8,38	7,72	8,74	8,57	8,21	8,16	0,21	0,32	0,37	0,74	1,53	2,53	6,15	16,58	29,37	43,68	70,79	82,37
Promedio total	8,19	7,95	8,38	8,60	7,89	7,80	0,14	0,27	0,52	0,84	1,30	2,27	6,30	13,14	23,99	36,31	51,48	79,66

* Primera evaluación: promedio de 18 frutas.
 Segunda evaluación: promedio de 19 frutas.

** IPS = Índice promedio de severidad.

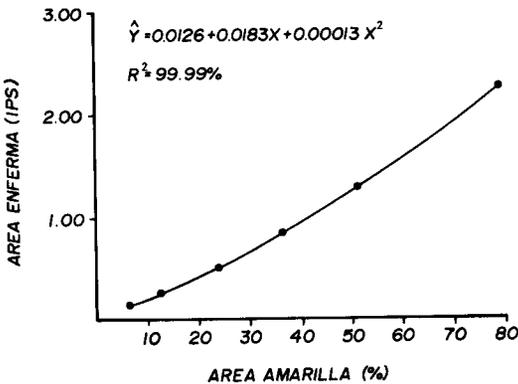


Fig. 7. Comportamiento del Índice Promedio de Severidad de las enfermedades del fruto de la papaya, en función del área amarilla de la fruta.

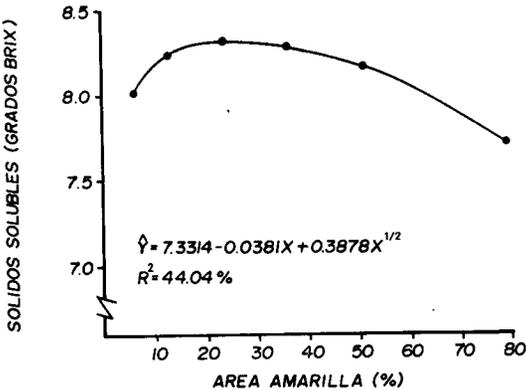


Fig. 8. Comportamiento del contenido de sólidos solubles del fruto de la papaya, en función del área amarilla de la fruta.

La Figura 7 muestra que conforme aumenta el área amarilla, también aumenta el área enferma; esta relación es comprensible ya que al aumentar el área amarilla se da también un aumento en el proceso de maduración, induciendo cambios físicos y químicos que estimulan el desarrollo de las enfermedades.

Con relación al comportamiento del contenido de sólidos solubles con respecto al porcentaje de área amarilla (Figura 8) conforme la fruta empieza a madurar, ocurre un aumento en el contenido de sólidos solubles hasta que la fruta adquiere aproximadamente un 25% de su área amarilla, para luego descender bruscamente, de modo que a mayor porcentaje de área amarilla, menor contenido de sólidos solubles. Civetta *et al.* (1965), también encontraron un comportamiento similar del contenido de sólidos solubles.

El análisis anterior permite considerar el momento en que la fruta adquiere el 25% de área amarilla (aproximadamente al segundo día), como el posible punto crítico de desarrollo de las enfermedades, ya que, aunque la Figura 7 muestra una línea casi recta entre área enferma y área amarilla, la Figura 8 demuestra que a partir del punto de madurez mencionado, el contenido de sólidos solubles disminuye drásticamente, relacionado posiblemente con el aumento en la severidad de las enfermedades. Además, como se había analizado en la Figura 4, la incidencia de las enfermedades aumenta violentamente a partir del segundo día.

A pesar de lo anterior, se debe considerar que este estudio es tan solo preliminar y que es necesari-

rio realizar nuevas investigaciones que permitan definir claramente este punto crítico con base en el porcentaje de área amarilla, lo que permitiría en el futuro, dado que aparentemente existe una estrecha relación entre esta variable y el aumento diario de la incidencia de frutos enfermos (Cuadro 5, Figuras 4, 7 y 8) establecer el punto de corte ideal, para que la fruta soporte un embarque prolongado, sin que su calidad se vea alterada por efecto de las enfermedades.

RESUMEN

Se determinó la incidencia y severidad de las enfermedades postcosecha de origen fungoso de la papaya, en las principales zonas productoras de Costa Rica; también se investigaron algunos aspectos preliminares de su epidemiología.

Se determinó que en las zonas bajo estudio la enfermedad que presenta la mayor incidencia y severidad es la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*). Para la zona de Cañas y Abangares los otros patógenos se pueden ordenar de mayor a menor importancia de la siguiente manera *Fusarium* sp., *Phomopsis* sp. y *Rhizopus* sp.; para Paquera: *Fusarium* sp., *Botryodiplodia* sp. *Rhizopus* sp. y *Curvularia* sp.; en la zona de Parrita y Quepos el orden de los patógenos es el siguiente: *Phomopsis* sp., *Fusarium* sp., *Botryodiplodia* sp. y *Rhizopus* sp.

No fue posible establecer correlaciones entre la precipitación total acumulada, al inicio o al final de la formación de fruto y la incidencia o la severidad de las enfermedades postcosecha diagnosticadas.

Se determinó que las enfermedades presentan una alta incidencia después de 48 horas de la cosecha y una severidad importante después de 4 días de la cosecha. *Colletotrichum gloeosporioides* fue el primer patógeno en manifestar los síntomas, seguido en su orden por *Phomopsis* sp., *Botryodiplodia* sp. y *Fusarium* sp.

Se estableció que la zona del fruto cercana al pedúnculo es la que presenta mayor severidad de las enfermedades postcosecha, en relación con la zona distal del mismo.

Por último se logró establecer correlaciones entre el área enferma del fruto y el área amarilla (82%) y el contenido de sólidos solubles del fruto (72%). La correlación entre el contenido de sólidos solubles y el área enferma del fruto fue muy baja.

LITERATURA CITADA

- ARAUZ, L.F. 1981. Evaluación preliminar de los problemas postcosecha en seis frutos tropicales de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. p. 44-63.
- ARRIOLA, M.C. de, MENCHU, J.F.; ROLZ, C. 1976. Caracterización, manejo y almacenamiento de papaya. Costa Rica, Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, Informe Técnico ICAITI. p. 76-105.
- BOLKAN, H.A. *et al.* 1976. Fungi associated with pre and post harvest fruit rots of papaya and their control in Central Brazil. *Plant Disease Report* 60(7): 605-609.
- BRUM, J. 1952. Sur quelques parasites responsables des anthracnoses de la papaye. *Fruits d'Outre Mer* 8(6): 271-272.
- CIVETTA, A.; GAITAN, F.; MULLER, C.J. 1965. Algunos cambios físicos y químicos de la papaya durante su almacenamiento y maduración. *Tecnología* 7(37): 33-45.
- DURAN, J.A.; MORA, D. 1983a. Diagnóstico preliminar de algunas enfermedades postcosecha de la papaya en Cañas, Guanacaste, Costa Rica. *Fitopatología (ALF)* 18(1-2):4.
- DURAN, J.A.; MORA, D. 1983b. Etiología de la momificación de las flores y frutos de la papaya en Guanacaste, Costa Rica. *Fitopatología (ALF)* 18(1-2): 4-5.
- DURAN, J.A.; MORA, D. 1987. Variabilidad en la sintomatología de la antracnosis (*Colletotrichum* sp.) en papaya durante el período postcosecha en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 11(2): 155-161.
- DURAN, J.A.; MORA, D. 1988. Diagnóstico de las enfermedades postcosecha de la papaya en Costa Rica. I. Pruebas de patogenicidad. *Agronomía Costarricense* 12(1):
- FROSSARD, P. 1969. Maladies des fruits. *Fruits d'Outre Mer* 24(11): 473-482.
- HUNTER, J.E.; BUDDENHAGEN, I.W. 1972. Incidence, epidemiology and control of fruit diseases of papaya in Hawaii. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 49(1): 61-71.
- PANTASTICO, E.B. 1979. Fisiología de la post recolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. 1 ed. español. Trad. por A. Ambrosio. México, Continental. p. 18, 86, 87.
- RAABE, R.D.; HOLTZMAN, O.V. 1964. Studies on the control of papaya anthracnose. *Hawaii Farma Sc.* 13(4): 12.
- SIMMONDS, J.H. 1937. Diseases of the papaw. *Queensland Agriculture Journal* 48: 544-552.