



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO DE LAS ENFERMEDADES POSTCOSECHA DE LA PAPAYA (*Carica papaya* L.) VARIEDAD CERA Y SU CONTROL

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A
Ernesto Ortega Ruiz
MEXICO, D. F. 1979



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS 1979

DE N.T. ~~269~~ 269

FECHA _____

PROF. _____



JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: Prof. Natalia Salcedo Olavarrieta.
VOCAL: Prof. Lilia Vierna García.
SECRETARIO: Prof. Gabriel Siade Barquet.
1er. SUPLENTE: Prof. Manuel Wong Chio.
2o. SUPLENTE: Prof. Rosa María Ramírez Gama.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA

Laboratorio de Microbiología y Fitopatología de la
Comisión Nacional de Fruticultura, S.A.R.H.

SUSTENTANTE

Ernesto Ortega Ruiz.

ASESOR DEL TEMA

Dr. Gabriel Siade Barquet.

SUPERVISOR TECNICO

Dr. Robert A. Noon.

A quienes me orientan y apoyan (Mis Padres),

A quienes me apoyan y orientan (hermanos y amigos, pocos pero buenos),

A quienes me acompañaron (compañeros, muchos y de todo),

A quienes me obstruyeron (que también son necesarios),

A los de dos frentes (por lo que enseñan) y

A ti con quien he pluralizado (la una y tu prehistoria la otra).

Agradezco a los profesores Natalia Salcedo Olavarrieta, Lilia Vierna García, Rosa Márfa Ramírez Gama, Gabriel Siade Barquet y Manuel Wong Chio la ayuda proporcionada para la realización de este trabajo y al Doctor Robert A. Noon su colaboración como director del mismo.

El presente trabajo se realizó gracias a las facilidades y apoyo proporcionados por la Comisión Nacional de Fruticultura. Agradezco especialmente al personal del Departamento de Fisiología de Postcosecha por la ayuda recibida.

INDICE GENERAL.

CAPITULOS	Pág.
1. INTRODUCCION.	1
2. MATERIALES Y METODOS	15
3. RESULTADOS Y DISCUSION.	20
4. CONCLUSIONES.	27
5. BIBLIOGRAFIA	29

INDICE DE TABLAS.

		Pág.
Tabla Núm. 1	Zonas productoras de papaya en México	4
Tabla Núm. 2	Enfermedades importantes de la papaya en México.	8
Tabla Núm. 3.	Efecto de los diferentes tratamientos (agua caliente, fungicidas y cera) en el por ciento de incidencia de enfermedades postcosecha de papaya (var. Cera) 9 días después de haber sido aplicados (PRIMER EXPERIMENTO).	22
Tabla Núm. 4	Efecto de los diferentes tratamientos (agua caliente, fungicidas y cera) en el por ciento de incidencia de enfermedades postcosecha de papaya (var. Cera) 9 días después de haber sido aplicados (SEGUNDO EXPERIMENTO).	23
Tabla Núm. 5	Efecto de los diferentes tratamientos (agua caliente, fungicidas y cera) en el por ciento de incidencia de enfermedades postcosecha de papaya (var. Cera) 14 días después de haber sido aplicados (SEGUNDO EXPERIMENTO).	24
Tabla Núm. 6	Efecto de los tratamientos (2-aminobutano y Benomyl 500 ppm agua caliente) en el por ciento de incidencia de enfermedades postcosecha de papaya (var. Cera) 9 días después de haber sido aplicados (TERCER EXPERIMENTO).	26

1. INTRODUCCION

La presente introducción se inicia con una descripción de la planta que produce la papaya y se llega al punto central de este trabajo, que son las enfermedades que afectan a este fruto y los métodos de combate que se han empleado.

1.1 Clasificación Botánica.

El papayo pertenece a la Clase Dicotiledónea ya que su simiente tiene dos cotiledones en su almendra. Sus flores no tienen un cáliz muy aparente, de tal manera que la corola y el resto de la flor queda sin protección, desnudas, cayendo entonces en la Subclase de las Arquiclamídeas; dentro de éstas, pertenece al Grupo de las Dialipétalas por tener la corola con los pétalos completa o parcialmente separados.

Los frutos de las plantas de papaya tienen las semillas unidas a la pared del fruto (ovario) y por ello se le coloca en el Orden Parietales. Forma parte de la Familia de las Caricáceas que incluye cuatro géneros (tres de los cuales se cultivan en América Tropical y uno en Africa), y más de 20 especies. Siendo *Carica papaya* la única que tiene importancia comercial (Olivé, 1952).

1.2 Descripción.

Las características de *C. papaya* son: plantas de tallo simple, delgado, erecto, algo flexible, terminado en una corona de hojas que asemejan a las palmas, hojas con peciolo huecos, cilíndricos cerca del limbo y algo achatados en el punto de unión con el tronco. El limbo de las hojas grandes es palmeado, con lóbulos profun

dos, dentado, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés. Las hojas caen a medida que el árbol crece, dejando una cicatriz en la corteza del mismo que da un aspecto característico.

La planta presenta una gran variedad de formas florales; así la tenemos como andromonoica (flores masculinas y hermafroditas en el mismo árbol), cenomonoica (flores femeninas y hermafroditas en el mismo árbol), siendo en ambos casos una planta polígama (flores perfectas y unisexuales en la misma planta). Además se encuentran plantas netamente hermafroditas, generalmente escasas. Las plantas declinas, esto es, con flores masculinas y femeninas juntas, son muy raras, (Olivé, 1952).

1.3 Origen

No se han encontrado plantas de *Carica papaya* en forma silvestre, pero se señalan el Sur de México y Costa Rica como centros de origen. Los conquistadores llevaron este cultivo a otros países tropicales y subtropicales, permitiendo así su distribución en diferentes regiones del mundo (Purseglove, 1968).

1.4 Ecología del Cultivo.

La papaya crece en latitudes de 32°N y S cerca del ecuador, se pueden obtener buenos cultivos alrededor de 1,500 m. sobre el nivel del mar, aunque no se recomiendan las plantaciones comerciales en altitudes superiores a 1,000 m. La temperatura óptima es la de 25°C, y le son desfavorables los climas calientes secos y las heladas. Se desarrolla mejor en suelos ligeros, ricos en humus

(pH 6-6.5) y con buen drenaje; pero que conserven la humedad que requiere sin riesgos de inundarse; es posible cultivarla en regiones secas si se cuenta con sistema de riego (Purseglove, 1968).

En la Tabla Núm. 1 se presentan los principales estados productores de la República en el año 1970, la superficie cosechada en ellos y el volumen de su producción. Las variedades o tipos que se cultivaron fueron: Solo, Criollo, Papaya Verde, Amarilla o Cera, Mamey, Chichona, de Pájaro y Bluesterm (Anónimo, 1972).

1.5 Composición Química.

La pulpa de la fruta contiene aproximadamente: 88% de agua, 10% de azúcar, 0.5% de proteínas, 0.1% de grasa, 0.1% de ácidos, 0.6% de cenizas y 0.7% de fibra. Es una fuente rica en vitamina A y su latex contiene las enzimas papaína y quimiopapaína, que tienen propiedades proteolíticas (Purseglove, 1968).

1.6 Enfermedades Precosecha y su Combate.

En observaciones hechas en varias plantaciones en Veracruz, se ha considerado que la antracnosis es la enfermedad de mayor incidencia en este frutal y ésta se favorece en suelos alcalinos y húmedos (Trujillo y Obrero 1969; Fraire 1973). Se estima que en este estado las pérdidas anuales ocasionadas por antracnosis en papaya son alrededor del 30 y 40% de la producción total (Fraire, 1973).

El agente causal de esta enfermedad es *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig) Sacc. (estado sexual *Glomerella cingulata* (Stonem.)

Tabla Núm. 1

Zonas productoras de papaya en México

ESTADO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	VOLUMEN DE LA PRODUCCION (ton)
VERACRUZ	4 900	117 300
GUERRERO	1 260	27 090
SAN LUIS POTOSI	340	6 400
JALISCO	235	5 200
COLIMA	200	5 000
OTROS	1 320	21 400
	<u>8 255</u>	<u>182 390</u>

Spauld y Schrenk). Su distribución en México es general (García, 1976). La enfermedad se manifiesta por un manchado de las hojas; los frutos no muestran síntomas de infección antes de la cosecha, aunque la infección tiene lugar en fruta inmadura (Wardlaw y Leonard, 1953; Wardlaw, Leonard y Baker, 1939) y el hongo permanece subcuticularmente hasta la maduración (Simmonds, 1941).

En Hawai se han obtenido buenos resultados en el combate de antracnosis por aspersión de Dithane M-45, Manzate, Captan y Phaltan produciendo todos sobre el 90% de fruta sana comparada con 35.8% del control (Raabe y Holtzmann, 1964). Similarmente en el estado de Veracruz, Fraire (1973), obtuvo buenos resultados en la prevención de esta enfermedad con Benlate, Du-ter y Captan.

La enfermedad producida por el virus de la mancha anular ("ringspot") es también de gran importancia en precosecha, éste se distribuye en todas las zonas productoras del país y se estima que más del 70% de las huertas de Veracruz están contaminadas (Noon, comunicación personal, 1977).

El virus se transmite mecánicamente por el afidio *Myzus persicae* (Conover, 1962; Zettler Purcifull 1968; Bhargava y Khurana, 1970) Smith (1972) reporta también como transmisor a *Aphis gossypii*. El primer síntoma de la enfermedad en plantas infectadas es un ondulamiento o arrugamiento de las hojas entre las venas secundarias o en la parte superior de las hojas terminales. En los puntos marginales y distal de las hojas se presenta una tendencia a desarrollarse y las hojas adquieren una apariencia rugosa. El color generalmente de las hojas afectadas es menos verde de lo normal y el

color verde del área entre las venas no es uniforme, desarrollando manchas por la acentuación de la diferencia en la intensidad de color (Smith 1972). Las frutas muestran manchas anulares desde los estados tempranos de desarrollo; una vez maduras desarrollan pequeñas manchas anulares concéntricas, verdes, sobre su superficie y en ocasiones manchas amarillas que no tienen relación con las anteriores (Jensen, 1949). Además de la disminución en el rendimiento se ha observado que este virus causa una reducción de más de 40% en el contenido de azúcar y un deterioro en la calidad del latex y por consiguiente de la fruta (Khurana, 1970).

Existe otra enfermedad de importancia, que es la producida por *Phytophthora palmivora* Chee, la cual ocasiona la pudrición de la raíz del papayo. Este hongo vive en el suelo y la enfermedad es más frecuente bajo condiciones de mal drenaje (Hunter y Buddenhagen, 1969), aumentando su importancia en el reimplante de los árboles (Walker, 1969). Las plántulas de mayor edad muestran mayor grado de infección y sus raíces pierden más peso que las plántulas jóvenes, aunque estas últimas tienen un mayor porcentaje de mortalidad (Ramírez y Mitchell, 1975). Se considera que el viento y la lluvia son los medios de diseminación del esporangio liberado de las frutas enfermas y que ocasionalmente las especies de la mosca *Drosophila* pueden actuar como vectores (Hunter y Buddenhagen, 1969; Hunter, 1970).

De varios fungicidas probados para combate se han obtenido buenos resultados de Difolatan 4-F, Dithane-45 y Kocide 10 si se aplican semanal o quincenalmente 4 a 7 veces antes de la época de lluvias (Wang y Chien, 1975).

Existen otros microorganismos que causan enfermedades precosecha de papaya, que si bien normalmente no son tan importantes como las tres anteriores, deben ser consideradas fuentes potenciales de pérdidas. Se presenta a continuación una lista (Tabla Núm. 2) de estos agentes etiológicos que incluyen nombre de la enfermedad que causan y la localización de la zona productora en que han sido descritos, (García, 1976).

1.8 Enfermedades Postcosecha.

Como se indicó anteriormente, la enfermedad más común de la papaya es la antracnosis y es en postcosecha donde las frutas manifiestan la sintomatología característica de esta enfermedad. La primera indicación de infección es la aparición de manchas de color café y húmedas, las cuales se desarrollan hasta formar una lesión circular hundida, debido a que la hifa que se establece bajo la cutícula desde precosecha se desarrolla entre las células. La colonización de las células epidérmicas produce la ruptura de la pared externa y la formación de acérvulos. Las lesiones generalmente aparecen cuando se ha alcanzado el punto climatérico (Stanghellini y Aragaki, 1966).

En Hawai, Hunter y Buddenhagen (1972) describieron varias enfermedades postcosecha. Como la causada por *Botryodiplodia theobromae* Pat. cuyas lesiones son negras y tienen una superficie rugosa, sus picnidias están separadas y embebidas en el tejido. La invasión por *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb. ex Fr.) Ling, que ocurre a través del tejido lesionado y destruye rápidamente la fruta infectada diseminándose a otras frutas. Así como dos de baja incidencia, la

Tabla Núm. 2

Enfermedades Importantes de la Papaya en México

AGENTE CAUSAL	ENFERMEDAD	REPORTADO EN
<i>Asterina caricae</i> Rehm.	Negrilla	Todas las zonas productoras
<i>Cephalothecium</i> sp.	Mancha de la hoja	Veracruz
<i>Cladosporium</i> sp.	Mancha de la hoja y fruto	Veracruz
<i>Cercospora</i> sp.	Mancha de la hoja	Colima
<i>Curvularia</i> sp.	Manchas de la hoja y fruto	Guerrero
<i>Erysiphe cichoracearum</i> D.C.	Cenicilla pulverulenta	Todas las zonas productoras
<i>Fusarium</i> sp.	Pudrición de raíz y tallo	Todas las zonas productoras
<i>Meliola</i> sp.	Fumaginas, negrilla.	Veracruz.
<i>Oidium caricae</i> Noeck.	Cenicilla polvorienta.	Todas las zonas productoras
<i>Rhizoctonia solani</i> Kuahm.	Pudrición de raíz.	Todas las zonas productoras
<i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.	Tizón.	Veracruz
<i>Thielaviopsis paradoxa</i> Hoehn	Mancha de la hoja y tallo	San Luis Potosí.

originada por una especie de *Phomopsis* que se caracteriza por ser peduncular y moderada y la causada por *Fusarium solani* (Mart.) Appel & Wr. que produce lesiones pequeñas de distribución general en la fruta.

Similarmente, en México, García (1976) describió las enfermedades anteriores y otras como la lesión con apariencia de quemadura (Tejido muerto bien delimitado de color pardo) producida por una especie de *Alternaria*, la pudrición del fruto, en el estado de Morelos, causada por una especie del género *Sclerotia* y una enfermedad de origen bacteriano producida por una especie *Xanthomonas*. Además de los patógenos anteriores pueden desarrollar en papayas cosechadas varios saprófitos y patógenos secundarios si la fruta ha sufrido un daño previo, y así Bolkan, Cupertino, Dianese y Takatsu (1976) informan del desarrollo de especies de los géneros *Asperisporium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Penicillium*.

En un trabajo realizado por Hunter y Buddenhagen (1972) en Hawái, observaron que la mosca de la fruta *Dacus dorsalis* Hendel, puede acarrear esporas de *Fusarium*, *Colletotrichum* y *Rhizopus*.

1.9 Control de Pérdidas Postcosecha.

Hemos visto que no es posible separar completamente las enfermedades de precosecha y postcosecha, ya que generalmente ambas tienen su origen directa o indirectamente en la huerta. Y así tenemos que por ello los mejores métodos de cultivo utilizan medios de control en precosecha para prevenir o reducir las infecciones postcosecha. Por ejemplo, la aplicación oportuna de fungicidas así como labores culturales que eviten el establecimiento de los agentes patógenos,

son métodos que se deben emplear en precosecha para disminuir las pérdidas de papaya en postcosecha. Además existen tratamientos de postcosecha que se pueden emplear con el objeto de inhibir el desarrollo de microorganismos, los cuales tienen bases químicas y/o físicas.

Una de las prácticas más comunes para prolongar la vida útil de la papaya es el almacenamiento a temperaturas bajas; Jones (1937) ha demostrado que las papayas duran un mínimo de 12 días si se les coloca entre 0 y 1.5°C. cuando están maduras. En este caso el proceso de maduración es inhibido aparentemente. Jones y Kubota (1940) observaron que no existe un pico climatérico durante el almacenamiento a 4°C. por 4 días. Además, en un artículo posterior Jones (1942) informa que la producción de CO₂ por kg de fruta aumenta con la temperatura, y que la temperatura crítica es ligeramente menor a 10°C. y en ella se presenta una hidrólisis lenta de sacarosa. Si la fruta no está madura, sufre daños por frío a temperaturas de 10°C. y este daño se incrementa con la duración del almacenamiento (El Tomi, Aziz, Abdel-Kader y Abdel-Wahab, 1974). La pérdida de peso de la fruta es mayor en relación directa con el tiempo y temperatura de almacenamiento; las temperaturas altas también aceleran el desarrollo del color externo y por lo tanto un aumento en los carotenoides totales de la fruta (Aziz, El-Nabawy y Zaki, 1975).

El almacenamiento en atmósferas de composición controlada es otra de las técnicas empleadas para el combate de las enfermedades y mejoramiento de la vida de almacenamiento y Akamine (1959) informa que las papayas de la variedad Solo, almacenadas en cámaras

que contienen 10% de CO_2 , por 6 días, a 18.3°C . desarrollan menos pudrición que aquellas almacenadas en aire a concentraciones mayores de CO_2 . De varias atmósferas controladas probadas por Hatton y Reeder (1969), resultó ser la mejor la compuesta por 1% de O_2 + 5% de CO_2 , ya que mantiene la aceptabilidad del mercado por 14 y 21 días.

Una vez fuera de almacenamiento y mantenidas a 21°C ., no se encontró una diferencia significativa entre los diferentes ambientes probados en relación al tiempo que las papayas demoraron en ponerse suaves. En general, las diferencias encontradas en pérdida de peso, color de la piel y total de sólidos solubles de la fruta, no fueron significativas.

Para combatir la antracnosis en papaya se ha usado el tratamiento de la fruta con agua caliente, el cual se basa en la observación hecha de que temperaturas cercanas a 50°C . por aproximadamente 20 min., matan al micelio subcuticular del hongo. Existe el inconveniente de que altas temperaturas dañan a la fruta, pero es posible seleccionar una temperatura que combata la enfermedad pero no afecte la fruta. Este es el tratamiento más ampliamente utilizado en Hawai, donde se han estudiado temperaturas entre 43.3 y 48.8°C ., sumergiendo la fruta durante 20 min., con lo cual obtenemos una remoción de microorganismos externos, así como residuos de biocidas, latex e insectos; no hay efecto sobre el proceso de maduración, ni el aroma, sabor y apariencia de la fruta tratada. No se obtuvieron buenos resultados con 43.3°C . y si se emplea agua a 50°C ., la fruta sufre escaldamiento (Akamine y Arisumi, 1953; Akamine, 1966, 1967, 1975). El tratamiento tiene la desventaja de acelerar la respira-

ción y la aparición del punto climatérico (Akamine, 1967).

El desarrollo de compuestos químicos que tienen la propiedad de inhibir el desarrollo de los microorganismos, proporciona otra opción para su represión. Por ejemplo, una formulación carbonatada de 2-aminobutano en solución (2000 ppm) o bien por fumigación de 2 ó 4 horas en atmósferas de 150, 300 y 600 ppm, proporcionó una disminución mínima del 50% en la incidencia de la pudrición peduncular por *Ascochyta caricae* Pat. Este organismo fue el mejor controlado, no así *Botryodiplodia theobromae* Pat. y *Fusarium solani* (Mart) Appel & Wr. que no fueron controlados. Concentraciones altas de 2-aminobutano aumentaron la incidencia de *Colletotrichum gloeosporioides*, lo que sugiere que puede incrementar la susceptibilidad de la fruta a este patógeno (Hunter, Buddenhagen y Kojima, 1969). También se ha probado la inmersión de las frutas en una suspensión acuosa de benzil isotiocinato (BITC), así como la fumigación con este producto, encontrando que una concentración de 50 ml/l. es efectiva para el primer método y 60 ml en un volumen aproximado de 14 l para el segundo. Los tratamientos resultaron inefectivos cuando se aplicaron a fruta madura, lo que sugiere que el BITC desempeña un papel importante en la resistencia natural de las papayas verdes contra los patógenos; para realizar este trabajo Patil, Tang y Hunter (1973) se basaron en la observación hecha por Tang (1971) sobre la relación negativa que existe entre la madurez de la papaya y la cantidad de benzil isotiocinato libre en ella, y el conocimiento de que la fruta, al aumentar su madurez, incrementa su susceptibilidad a los patógenos.

En Brasil, Bolkan, Cupertino, Dianese y Takatsu (1976) emplearon

inmersión de las frutas por 3 min. en una solución de 500 ppm de Benomyl o Thiabendazole con 0.25 ml/l de un agente humectante e informan que ambos tratamientos redujeron las pudriciones en un 80%. Anteriormente Quimio T, Pordesimo y Quimio A. (1975) habían informado que 1000 ppm de Thiabendazole más un agente humectante redujeron las pudriciones causadas por *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium solani*, pero no las causadas por *Rhizopus* y *Phytophthora*.

Otro de los métodos con base física empleados para alargar la vida de almacenamiento, es la irradiación gamma. Akamine y Wong (1966) observaron que con irradiaciones de 100 krad, la superficie de la fruta sufre escaldamiento; 200 krad retardan el desarrollo del color; 400 krad deterioran el aroma y sabor y 500 krad producen la ruptura del tejido. Hilker y Young (1966) encontraron que dosis superiores a 150 krad no tienen efecto significativo sobre el contenido de vitamina C, pero que 100 krad producen la desesterificación de la pectina causando un incremento de ácidos pécticos y la pérdida de firmeza, aumentando este efecto con la dosis. Jiravatana, Cuevas Ruiz y Graham (1970) observaron que los niveles de carotenos totales no se afectan con 100 krad y que existe una inhibición del desarrollo fúngico cuando se irradian las papayas con 25 krad. También se han empleado tratamientos por inmersión en agua caliente (48.8°C. por 20 min.) combinando con irradiación de 75 krad resultando un alargamiento de 9 días en la vida de almacenamiento (Moy et al., 1971).

1.10 Problemas Postcosecha de Papaya en México.

La producción nacional de papaya cubre el consumo interno y la exportación en pequeña cantidad que se efectúa principalmente a los Estados Unidos de Norteamérica. Del volumen total de la producción, el 93% se destina a mercado nacional, siendo el 71% consumido como fruta fresca y el 29% canalizado a la industria. El 7%, de la producción total se destina al mercado exterior, del cual el 90% se exporta como fruta fresca y el 10% restante previa industrialización. La causa de que la exportación haya tenido poco éxito se debe a la diversidad de tamaños de la fruta, a lo inadecuado del empaque y al manejo deficiente (Anónimo, 1976).

Existen varios problemas importantes que afectan la comercialización de papaya en México; entre ellos están la dificultad de transportar satisfactoriamente la fruta a largas distancias y el gran tamaño de las frutas producidas en la mayoría de las plantaciones mexicanas, que aumenta el problema de manejo y con ello la facilidad de daño, que favorece el desarrollo de enfermedades postcosecha.

Los experimentos que se informan en este trabajo se elaboraron con el fin de identificar a los agentes etiológicos de las enfermedades postcosecha de papaya en México y el de establecer un posible método de control de las mismas; con lo cual se logrará una reducción de pérdidas y un mejoramiento en la calidad de la papaya en los mercados nacionales.

2. MATERIALES Y METODOS.

Con el fin de identificar los problemas originados por las enfermedades de la papaya almacenada y probar algunos métodos disponibles para su control, se desarrollaron los tres experimentos de que consta este trabajo y que se describen a continuación.

2.1 Primer Experimento.

Se empleó fruta de la variedad Cera cosechada en Tamuín, San Luis Potosí, el 9 de septiembre de 1977 (se habla de la variedad Cera pero esto es relativo, ya que es difícil mantener la pureza de una variedad en virtud de la naturaleza dioica del cultivo), la cual fue envuelta individualmente en papel periódico y colocada en el camión de transporte en capas sucesivas, apoyada sobre la zona peduncular; el camión se cubre con una lona para proteger a la fruta de la lluvia. Se recibió y seleccionó de acuerdo al grado de coloración amarilla que presentaba (que está en relación directa con el grado de madurez). Se formaron al azar lotes de 12 frutas verdes, 30 rayadas y 2 frutas maduras, para un total de 44.

Los tratamientos que recibieron los diferentes lotes fueron: inmersión en agua fría, 5 min.; inmersión en agua caliente $49 \pm 1^\circ\text{C}$., 5 min.; inmersión en una solución de 1000 ppm de Thiabendazole (TBZ) o Benomyl en agua caliente $49 \pm 1^\circ\text{C}$., 5 min. e inmersión en una solución de 1000 ppm de Benomyl, 5 min. La inmersión de la fruta se realizó en un tanque de lámina que contenía la solución correspondiente, la cual se calentaba, en los casos que se requería,

con una estufa de gas hasta obtener la temperatura de $49 \pm 1^{\circ}\text{C}.$; la fruta se mantenía sumergida empleando una reja de plástico. Una vez tratados los lotes se pusieron a secar en una red y la solución fue desechada. Posteriormente se encerró un lote de cada tratamiento con Candelilla 168. El recubrimiento con la cera se realizó en forma individual; una vez recubierta la fruta, se colocó en una red para su secado. Los lotes tratados, secos y colocados en cajas de plástico se almacenaron en un sótano previamente desinfectado, en el cual se instalaron parrillas eléctricas para mantener la temperatura y charolas con agua para aumentar la humedad relativa (HR); logrando a lo largo de los 9 días de almacenamiento una temperatura de $19 \pm 2^{\circ}\text{C}.$ y $78 \pm 8\%$ de H.R.

Una vez transcurrido el tiempo de almacenamiento se evaluó el estado de madurez de cada fruta, así como el grado de infección que presentaba. Las claves empleadas para evaluar el grado de madurez fueron:

- 0.- Fruta verde, 0% de coloración amarilla.
- 1.- Fruta rayada.
- 2.- Fruta madura.
- 3.- Fruta sobremadura (no comerciable).

y para evaluar el grado de infección se utilizó:

- 0.- Fruta sana, sin infección.
- 1.- 5% de área total infectada.
- 2.- 6-15% del área total infectada.
- 3.- 16-30% del área total infectada.
- 4.- 31-50% del área total infectada.
- 5.- 50% del área total infectada.

Cada sintomatología se evaluó individualmente haciendo la diferencia entre ellas en base al color y aspecto de la fructificación. Posteriormente se aislaron los agentes causales de cada sintomato-

logía en medio de gelosa papa glucosa (PDA) (Anónimo, 1968; Hawksworth, 1974). El microorganismo que presentaba fructificación se aisló tomando el micelio directamente de éste y sembrando en la placa PDA, y en el caso en que no hubo fructificación se cortó con un bisturí la zona enferma y se desinfectó con el producto comercial Cloralex, diluido 1:2, en esta solución se introdujo el tejido enfermo por 1 min. después del cual se lavó en 2 ocasiones con agua destilada estéril durante 2 minutos y posteriormente se colocó en la placa de PDA, (Sarasola, 1975):

Las placas se incubaron a 25°C. y los microorganismos que desarrollaron fueron resembrados repetidas veces hasta obtener cultivos no contaminados, posteriormente se obtuvieron cultivos monospóricos para identificación. Se hicieron preparaciones que se tiñeron con azul de algodón (Hawksworth, 1974; Sarasola, 1975) y la identificación del género de los hongos aislados se realizó empleando las claves de Barnett y Hunter (1972).

2.2 Segundo Experimento.

Se efectuó para comprobar los resultados que sobre control se obtuvieron en el primer experimento, analizar el efecto de la cera sobre la maduración y probar una concentración menor de Benomyl (500 ppm).

Nuevamente se empleó fruta de la variedad Cera cosechada en Tamuín, S.L.P., el 18 de octubre de 1977, las condiciones de transporte fueron iguales a las del primer experimento, la fruta se recibió en el laboratorio el día 19; se separó por grado de madurez y se formaron lotes con 16 frutas verdes, 16 de 1 raya y 14 de 2

rayas, (46 frutas en total). Los tratamientos fueron inmersión en una solución de 500 ppm de Benomyl, 5 min.; inmersión en una solución de Benomyl 500 ppm en agua caliente ($49 \pm 1^\circ\text{C}$.), 5 min. e inmersión en una solución de 1000 ppm de Benomyl en agua caliente ($49 \pm 1^\circ\text{C}$.), 5 min. Un lote de cada tratamiento se recubrió con Candelilla 168, otro con Candelilla 170 y un lote sin tratamiento se empleó como control. Se repitieron del primer experimento el método de inmersión, el de secado, el de encerado, el criterio de evaluación y los métodos de aislamiento e identificación. El almacenamiento se realizó en el mismo local bajo las siguientes condiciones: $17 \pm 3^\circ\text{C}$. y $75 \pm 15\%$ H.R. Se realizaron dos evaluaciones, a los 9 y 14 días de almacenamiento.

2.3 Tercer Experimento.

En este último experimento se probó la efectividad del 2-aminobutano como fungicida, para lo cual en un local bien ventilado y a 15°C . de temperatura se acondicionó una "cámara de fumigación" la cual fue diseñada para ocupar un volumen total de 1500 l y construida sobre una base de metal con cinco anaqueles para colocar las frutas, esta base se forró con polietileno dejando dos puertas; una lateral para colocar las frutas y una pequeña central para introducir el fumigante. Se colocaron en los anaqueles las 40 frutas de que constaba cada lote, se selló la puerta con cinta masking, una vez cargada la cámara el volumen fue calculado en 1000 l, se midió en una probeta el volumen de 2-aminobutano calculado y se vertió, dentro de la cámara, en una charola sellando a continuación la puerta central. Los vapores del fumigante se distribuyeron em-

pleando un ventilador que se conectaba después de sellar la puerta y a la vez se iniciaba a contar el tiempo de fumigación. Una vez transcurrido el tiempo establecido se abría la puerta lateral, se secaba la fruta y se ventilaba la cámara para eliminar los restos del fumigante. La fruta se colocaba en un lugar ventilado hasta que se eliminaba la condensación del 2-aminobutano y posteriormente se almacenaron durante 9 días bajo las siguientes condiciones: $18 \pm 1^\circ\text{C}$. y $80 \pm 10\%$ H.R., después de las cuales se evaluaron los diferentes tratamientos.

Los tratamientos probados fueron:

Inmersión en una solución de 500 ppm de Benomyl en agua caliente ($49 \pm 1^\circ\text{C}$.), 5 min.

31 ppm de 2-aminobutano por 2 h.
62 ppm de 2-aminobutano por 2 h.
124 ppm de 2-aminobutano por 2 h.
31 ppm de 2-aminobutano por 4 h.
62 ppm de 2-aminobutano por 4 h.
124 ppm de 2-aminobutano por 4 h.

Se empleó un lote sin tratamiento que al igual que el tratado con Benomyl se utilizó para comparar la efectividad de los tratamientos con 2-aminobutano.

La evaluación y aislamientos se realizaron empleando la misma metodología de los dos experimentos anteriores.

3. RESULTADOS Y DISCUSION.

En la presente sección se resumen los resultados obtenidos en el estudio de las enfermedades postcosecha de la papaya y de la represi3n de 3stas, logrado con los diferentes tratamientos aplicados. Los resultados se presentan en porcentaje debido a la falta de repeticiones de los tratamientos que son necesarios para efectuar el an3lisis estadístico y las conclusiones se hicieron en base a la diferencia obtenida en porcentaje entre los diferentes tratamientos.

3.1 Primer Experimento.

Acorde con la literatura consultada, el microorganismo de mayor incidencia fue *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig) Sacc. el cual produjo una lesi3n hundida, color caf3, con ocasionales puntos naranja y de consistencia blanda. Le siguieron en importancia las especies de *Alternaria* que producen un desarrollo de color gris verde o negro y aspecto aterciopelado, causando un ablandamiento del fruto y las diferentes especies de *Fusarium* que tiene un desarrollo de color blanco y aspecto algodonoso, las cuales tambi3n producen ablandamiento del fruto. Menos importante que las anteriores es la incidencia de Mucorales, los cuales desarrollan si existe una lesi3n previa del fruto.

En cuanto a tratamientos se observa que los que mejor protecci3n proporcionan son aquellos en que se combinan fungicidas, hidrocalentamiento y encerado; siendo menos efectivos los tratamientos a base de fungicida-hidrocalentamiento y tanto hidrocalentamiento solo como hidrocalentamiento-encerado, resultaron ineficaces para el com-

bate de las enfermedades (Tabla Núm. 3).

En este primer experimento se observó que las frutas recubiertas con cera no maduraban homogéneamente, por lo que en el segundo experimento no se empleó fruta con un desarrollo de color muy avanzado y así determinar si la cera intervenía en este fenómeno.

3.2 Segundo Experimento.

Al igual que en el primer experimento no se contó con repeticiones de los tratamientos, debido al tamaño de la fruta que limitó el número total de frutos para el experimento; nuevamente se comparan los tratamientos en base a los por cientos obtenidos en las dos evaluaciones y se presentan en las Tablas Núm. 4 y 5.

En ambas evaluaciones se confirmó mediante el aislamiento que *Colletotrichum gloeosporioides* es el agente etiológico de la lesión conocida como antracnosis, cuya sintomatología se describió en el primer experimento, además que diferentes especies de *Fusarium* causan la lesión blanca de apariencia algodonosa, así como que especies de *Alternaria* producen el desarrollo aterciopelado de color gris, verde o negro y que aquellos hongos que se desarrollan en fruta dañada son generalmente Mucorales. Nuevamente el hongo de mayor incidencia fue *Colletotrichum gloeosporioides*, pero en esta ocasión las especies de *Fusarium* fueron más frecuentes que las de *Alternaria*. Los Mucorales se presentaron con poca incidencia.

En cuanto a los tratamientos la combinación de Benomyl-hidrocalentamiento-encerado, produjo el mejor combate, dando mejores re-

Tabla Núm. 3.

Efecto de los diferentes tratamientos (agua caliente, fungicidas y cera) en el %^a) de incidencia de enfermedades postcosecha de papaya (var. Cera) 9 días después de haber sido aplicados (Primer Experimento).

TRATAMIENTOS	Almacenamiento a 19 ± 2°C. y 78 ± 8% H.R.				% Frutas Sanas
	% Antracnosis	% <i>Fusarium</i> spp	% <i>Alternaria</i> spp	% Mucorales	
Agua frfa	97.44	71.79	56.41	0.0	2.56
Agua fría Cera 168	95.24	64.29	47.62	0.0	2.38
Benomyl 1000 ppm Cera 168	68.18	20.45	31.82	2.27	25.0
Agua Caliente (49 ± 1°C.)	97.73	45.45	52.27	0.0	2.27
Agua caliente (49 ± 1°C.) Cera 168	100.00	56.82	34.09	0.0	0.0
Agua caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 1000 ppm	70.45	0.0	27.27	0.0	27.27
Agua caliente (49 ± 1°C.) Thiabendazole 1000 ppm	75.0	4.55	43.18	0.0	15.91
Agua caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 1000 ppm Cera 168	45.45	2.27	4.55	0.0	52.27
Agua caliente (49 ± 1°C.) Thiabendazole 1000 ppm Cera 168	58.14	13.95	18.60	0.0	30.23
Agua caliente (49 ± 1°C.) Thiabendazole 1000 ppm Cera 170	59.38	9.38	12.50	0.0	37.50

a) Porcentajes en base a lotes de 44 frutas.

Tabla Núm. 4

Efecto de los diferentes tratamientos (agua caliente, fungicidas y cera) en el %^a) de incidencia de enfermedades postcosecha de papaya (var. Cera) 9 días después de haber sido aplicados (Segundo Experimento).

TRATAMIENTO	Almacenamiento a 17 ± 3°C. y 75 ± 15% H.R.				% Frutas Sanas
	% Antracnosis	% <i>Fusarium</i> spp	% <i>Alternaria</i> spp	% Mucorales	
Testigo	30.43	89.13	6.52	0.0	10.87
Benomyl 500 ppm	60.87	23.91	0.0	4.35	30.43
Agua caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 500 ppm	26.09	2.17	0.0	2.17	71.74
Agua caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 1000 ppm Cera 168	10.87	2.17	0.0	0.0	86.96
Agua caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 500 ppm Cera 168	10.87	2.17	0.0	4.35	89.13
Agua caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 1000 ppm Cera 170	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Agua caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 500 ppm Cera 170	8.70	0.0	0.0	0.0	91.30

a) Porcentajes en base a lotes de 46 frutas.

Tabla Núm. 5

Efecto de los diferentes tratamientos (agua caliente, fungicidas y cera) en el %^{a)} de incidencia de enfermedades postcosecha de papaya (var. Cera) 14 días después de haber sido aplicados (Segundo Experimento).

TRATAMIENTO	Almacenamiento a 17 ± 15% H.R.				% Frutas Sanas
	% Antracnosis	% <i>Fusarium</i> spp	% <i>Alternaria</i> spp	% Mucorales	
Testigo	82.61	97.87	56.52	4.35	0.0
Benomyl 500 ppm	80.43	86.96	58.70	13.04	0.0
Agua Caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 500 ppm	54.35	54.35	54.35	0.0	8.7
Agua caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 1000 ppm Cera 168	26.67	15.56	13.33	2.22	64.44
Agua caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 500 ppm Cera 168	55.56	17.78	6.67	0.0	37.78
Agua caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 1000 ppm Cera 170	28.26	2.17	4.35	2.17	63.03
Agua caliente (49 ± 1°C.) Benomyl 500 ppm Cera 170	41.30	15.56	8.89	8.89	37.78

a) Porcentajes en base a lotes de 46 frutas.

sultados si se emplea una concentración mayor del fungicida y existiendo una ligera diferencia con la formulación de cera empleada (mayor control con Candelilla 170). Los microorganismos fueron menos reprimidos por Benomyl-hidrocalentamiento y aún menos si se emplea solo Benomyl en 500 ppm; estas diferencias fueron mayores a los 14 días de haber sido aplicados.

3.3 Tercer Experimento.

El porcentaje de incidencia de las enfermedades así como de fruta sana para los diferentes tratamientos obtenidos después de 9 días de almacenamiento se presentan en la Tabla Núm. 6.

Independientemente de la efectividad de los tratamientos, *Colletotrichum gloeosporioides* continúa siendo el hongo más común, seguido por las diferentes especies de *Fusarium*, las de *Alternaria* y una vez más, los Mucorales se presentan en forma mínima y generalmente sobre fruta dañada. Se obtuvo el mejor control empleado 124 ml. de 2-aminobutano por un tiempo de 4 h. disminuyendo éste directamente con la duración del tiempo de fumigación y el volumen de fumigante empleado.

No se observó efecto fitotóxico sobre la maduración con ninguna de las concentraciones de 2-aminobutano empleadas.

Tabla Núm. 6

Efectos de los tratamientos (2-aminobutano y Benomyl 500 ppm - agua caliente) en el %^a) de incidencia de enfermedades postcosecha de papaya (var. Cera) 9 días después de haber sido aplicados (Tercer Experimento).

TRATAMIENTO	Almacenamiento 18 ± 1°C. 80 ± 10% H.R.				% Frutas Sanas
	% Antracnosis	% <i>Fusarium</i> spp	% <i>Alternaria</i> spp	% Mucorales	
Testigo	75.0	37.5	17.5	2.5	17.5
Benomyl 500 ppm Agua caliente (49 ± 1°C.)	35.0	0.0	0.0	2.5	62.5
2-aminobutano (31 ppm - 2 h.)	60.0	10.0	0.0	0.0	35.0
2-aminobutano (62 ppm - 2 h.)	67.5	2.5	0.0	2.5	32.5
2-aminobutano (124 ppm - 2 h.)	47.5	5.0	5.0	10.0	47.5
2-aminobutano (31 ppm - 4 h.)	35.0	2.5	0.0	0.0	62.5
2-aminobutano (62 ppm - 4 h.)	40.0	7.5	0.0	0.0	52.5
2-aminobutano (124 ppm - 4 h.)	22.5	0.0	0.0	0.0	77.5

a) Porcentaje en base a lotes de 40 frutas.

4. CONCLUSIONES.

El hongo más importante por su incidencia es *Colletotrichum* sp. suguiéndole en importancia los géneros *Fusarium*, *Aternaria* y en menor grado los Mucorales. Aún cuando se logra disminuir la incidencia de las enfermedades con los tratamientos, los agentes causales guardan el mismo orden de importancia entre ellos.

El hidrocalentamiento si bien inhibe el desarrollo de los microorganismos, al acelerar la maduración origina una mayor susceptibilidad de las frutas a las enfermedades.

La aplicación del fungicida Benomy1 da una pequeña protección que disminuye con el tiempo de almacenamiento.

La combinación fungicida-hidrocalentamiento produce un mayor control que el anterior, el cual disminuye con el tiempo de almacenamiento, posiblemente debido al aceleramiento en la maduración de la fruta por el hidrocalentamiento.

El mejor control se obtiene empleando fungicida-hidrocalentamiento encerado. En este caso es posible que se contrapongan la disminución de la actividad metabólica de la fruta que produce el encerado, al crear condiciones de anaerobiosis y el aceleramiento de la maduración causada por el hidrocalentamiento, de esta forma la acción del fungicida no se ve afectada por la maduración como en el caso anterior.

El grado de control de las enfermedades está en función de la concentración de Benomy1 usada.

La fruta no debe encerarse si no ha iniciado el desarrollo del

color amarillo, ya que la cera afecta de tal forma su metabolismo que la fruta no madura. En fruta madura tampoco es efectivo este tratamiento, ya que ésta se descompone al igual que si no se hubiese encerado.

El empleo de 2-aminobutano como fumigante produjo resultados prometedores, ya que proporciona una protección apreciable, lo que sugiere la necesidad de realizar más estudios en este campo para determinar la concentración y duración óptima de la fumigación, así como el costo de ésta y su rentabilidad.

Son de gran importancia las enfermedades postcosecha de papaya, lo cual muestra la importancia económica que las pérdidas tienen para el país y de aquí la necesidad de aplicar tratamientos para su control

Otras necesidades del país en el estudio de la papaya son el establecimiento de patrones de madurez para la cosecha, ya que ésta se realiza en base a la experiencia del cortador, lo cual en ocasiones origina que se corte fruta verde que no llega a madurar; además la creación de límites de tolerancia de los residuos de fungicidas empleados en el tratamiento postcosecha de esta fruta.

BIBLIOGRAFIA.

- Akamine, E. K (1959)
Effects of carbon dioxide on quality and shelf life of papaya.
Hawaii Agric. Exp. Sta. Tech. Progress Report, 120.
- Akamine, E. K. (1966)
Respiration of fruits of papaya (*Carica papaya* L., var. Solo)
with reference to the effect of quarantine disinfection
treatments.
Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89 : 231-236.
- Akamine, E. K (1967)
History of the hot water treatment of papayas.
Hawaii Fm. Sci., 16 (3) : 4-6.
- Akamine, E. K. (1975)
The hot water treatment of papaws in Hawaii.
Food Technology in Australia, 27 (11) : 482-483.
- Akamine, E. K. and Arisumi, T. (1953)
Control of postharvest storage decay of fruits of papaya
(*Carica papaya* L.) with special reference to the effect
of hot water.
Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 61 : 270-274.
- Akamine, E. K. and Wong, R.T.F. (1966)
Extending the shelf life of papayas with gamma irradiation.
Hawaii Fm Sci., 15 (1) : 4-6.
- Anónimo (1968)
Plant Pathologist's Pocketbook, 267 pp., Kew,
Commonwealth Mycological Institute.
- Anónimo (1972)
La Papaya (Aspectos de su Cultivo y Aprovechamiento),
Serie de Divulgación Folleto Núm. 5 Comisión Nacional
de Fruticultura, México D. F.
- Anónimo (1976)
*Producción y Comercialización de Papaya en el Estado de
Veracruz*, 8 pp.
Informador Comercial Frutícola, Diciembre 15, 1976,
Núm. 124. Comisión Nacional de Fruticultura.

- Aziz, A.B.A., El-Nabowy, S.M. and Zaki, H.A. (1975)
 Effect of different temperatures on the storage of papaya
 fruits and respiratory activity during storage.
Sciential Horticulturæ, 3 (2) : 173-177.
- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. (1972)
Illustrated Genera of Imperfect Fungi, 3rd. Edition, 241 pp.
 Minneapolis, Minnesota, Burgess Publishing Company.
- Bhargava, K.S. and Khurana, S.M.P. (1970)
 Insect transmission of papaya viruses with special reference
 to papaya mosaic virus.
Zbl. Bakt., 124 : 688-696.
- Bolkin, H.A., Cupertino, F.P., Dianese, J.C. and Takatsu, A (1976)
 Fungi associated with pre-and postharves fruit rots of papa-
 ya and their control in Central Brazil.
Pl. Dis. Repr., 60 (7) : 605-609.
- Conover, R. A. (1962)
 Virus Diseases of the papaya in Florida.
Phytopathology, 52 : 6 (resúmen solamente).
- El Tomi, A.L., Aziz, A.B.A., Abdel-Kader, A.S. and Abdel Wahab,
 F.K. (1974)
 The effect of chilling and nonchilling temperatures on the
 quality of papaya fruits.
Egyptian Journal of Horticulture, 1 (2) : 179-185.
- Fraire Mora, R. (1973)
 Evaluación de fungicidas en el combate de antracnosis
Colletotrichum sp. de papaya en Veracruz.
Agricultura Técnica en México 3 (7) : 259-261.
- García Alvarez M. (1976)
Enfermedades de las plantas en la República Mexicana,
 93 pp,
 Limusa, México
- Hatton, T.T. and Reeder, W.F. (1969)
 Controlled atmosphere storage of papayas (1968).
Proc. trop. Region, Am. Soc. Hort. Sci. 13 :
 251-256.

- Hawksworth, D.L. (1974)
Mycologist's Handbook, 231., Kew
 Commonwealth Mycological Institute.
- Hilker, D.M. and Young, R.L. (1966)
 The effect of ionizing radiation on some nutritional and
 biochemical properties of papaya.
Hawaii Fm Sci., 15 (1) : 9.
- Hunter, J.E. (1970)
 Dissemination of *Phytophthora palmivora* sporangia from
 papaya fruits.
Phytopathology, 60 : 1534 (resúmen solamente).
- Hunter, J.E. and Buddenhagen, I.W. (1969)
 Field biology and control of *Phytophthora parasitica* on
 papaya (*Carica papaya*) in Hawaii.
Ann. appl. Biol., 63 : 53-60.
- Hunter, J.E. and Buddenhagen, I.W. (1972)
 Incidence, epidemiology and control of fruit diseases of
 papaya in Hawaii.
Trop. Agric. (Trinidad), 49 (1) : 61-71.
- Hunter, J.E., Buddenhagen, I.W. and Kojima, E.S. (1969)
 Efficacy of fungicides, hot water and gamma-irradiation
 for control of postharvest fruit rots of papaya.
Pl. Dis. Repr 53 (4) : 279-284.
- Jensen, D.D. (1949)
 Papaya virus disease with special reference to papaya
 ringspot.
Phytopathology, 39 191-211.
- Jiravatana, V., Cuevas-Ruiz, J. and Graham, H.D. (1970)
 Extension of storage life of papaya grown in Puerto Rico
 by gamma radiation treatments.
J. Agric. Univ. P.R., 54 : 314-319.
- Jones, W.W. (1937)
 Papaya storage.
Hawaii Agr. Exp. Sta. Ann. Rept. 1937, pp. 28-30.
- Jones, W.W. (1942)
 Respiration and chemical changes of the papaya fruit in
 relation to temperature.

- Jones, W.W. and Kubota, H. (1940)
Some chemical and respirational changes in the papaya fruit during ripening, and the effects of cold storage on these changes.
Plant Physiology, 15 : 711-717.
- Khurana, S.M.P. (1970)
Effect of virus diseases on the latex and sugar contents of papaya fruits.
J. Hort. Sci., 45 : 295-297.
- Moy, J.H., Akamine, E.K., Brewbaker, J.E., Buddenhagen, I.W., Ross, E., Spielmann, H., Upadhaya, M.D., Wenkam, N, Helber, D, Dollar, A.M. Hanaoka, M. and McClish, G.A. (1971).
Dosimetry tolerance and shelf-life extension related to disinfestation of tropical fruits by gamma irradiation.
Disinfestation of fruits by irradiation.
Vienna, Australia, International Atomic Energy Agency No. STI/PUB/299, 43-57.
- Olivé, R.Á. (1952)
Observaciones sobre el cultivo y mejoramiento de la fruta bomba.
La Habana Cuba. Estación Experimental Agronómica Boletín Núm. 67, 159 pp.
- Patil, S.S., Tang, C.S. and Hunter, J.E. (1973)
Effect of benzil isothiocyanate treatment on the development of postharvest rots in papayas.
Pl. Dis. Repr. 57 (1) : 86-89.
- Purseglove, J.W. (1968)
Tropical Crops: Dicotyledons, 719 pp.
London, Longman Group Ltd.
- Quimio, T.H., Pordesimo, A.N. and Quimio, A.J. (1975)
Control of papaya fruit rots by postharvest dip in thiabendazole.
Philippine Agriculturist, 59 : 7-11.
- Raabe, R.D. and Holtzmann, O.V. (1964)
Studies on the control of papaya anthracnose.
Hawaii Fm Sci., 13 (4) : 1-21.

- Ramírez, B.N. and Mitchell, D.J. (1975)
 Relationship of density of clamydospores and zoospores of
Phytophthora palmivora in soil to infection of papaya
Phytopathology, 65 (7) : 780-785.
- Sarasola, A. (Editor) (1975)
Fitopatología, IV Fisiogénicas, Prácticas en Fitopatología,
 Buenos Aires, Editorial Hemisferia Sur y Centro.
- Simmonds, J.H. (1941)
 Latent infection in tropical fruits discussed in relation to
 the part played by species of *Gloeosporium* and *Colletotri-*
chum.
Proc. Roy. Soc. Queensland, 52 : 92-120.
- Smith, K.M. (1972)
 A *Textbook of Plant Virus Diseases*, 684 pp., London,
 Longman Group Ltd.
- Stanghellini, M.E. and Aragaki, M. (1966)
 Relation of periderm formation and callose deposition to
 anthracnose resistance in papaya fruit.
Phytopathology, 56 : 444-450.
- Tang, C.S. (1971)
 Benzyl isothiocyanate of papaya fruit.
Phytochemistry, 10 : 117-211.
- Trujillo, E.E. y Obrero, F.P. (1969)
 Anthracnose of papaya leaves caused by *Colletotrichum*
gloeosporioides.
Pl. Dis. Repr. 53 : 323-325.
- Walker, J.C. (1969)
Plant Pathology, 3rd. Edition, 819 pp., New York,
 St. Louis, San Francisco, Toronto, London,
 Sydney, McGraw-Hill.
- Wang, C.C. and Chien, H.S. (1975)
 Studies on the infection and control of *Phytophthora*
palmivora of papaw fruits.
Taiwan Agriculture Quarterly, 11 (1) : 109-116.

- Wardlaw, C.W. and Leonard, E.R. (1935)
The Storage and physiology of tropical fruits.
Trop. Agric. (Trinidad), 12 : 313-319.
- Wardlaw, C.W., Leonard, E.R. and Baker, R.E.D. (1934)
Observations on the storage of various fruits and
vegetables.
Trop. Agric. (Trinidad), 11 : 230-231.
- Zettler F.W., Purcifull, D.E. and Edwardson, J.R. (1968)
Some properties and classification of papaya mosaic
virus and papaya ringspot virus.
Phytopathology, 58 : 554 (resúmen solamente).