

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**

"PRESERVACION DE MANGOS (Manila y Keitt)  
UTILIZANDO EMULSIONES DE CERA  
DE CANDELILLA"

87

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
P R E S E N T A

MARIA PATRICIA DOMINGUEZ ECHEVERRIA

México, D. F.

1974



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  
LAS  
AÑO 1974  
FECHA  
PAG. 116

82



QUIMICA

*PRESIDENTE* ----- *Natalia Salcedo Olavarrieta*  
*VOCAL* ----- *Enrique García Galeano*  
*SECRETARIO* ----- *Gabriel Stade Barquet*

*Sitio donde se desarrolló el tema :* ----- *División de Estudios*  
----- *Superiores de la Facultad de Química, U.N.A.M.*

*Sustentante :* ----- *María Patricia Domínguez Echeverría*

*Asesor del tema :* ----- *Gabriel Stade Barquet*

DÉDICATORIA :

*A Susana y Guillermo, por nuestros  
días felices...*

*A la Abuela, que me es muy simpá-  
tica...*

RECONOCIMIENTOS :

*El presente trabajo fué realizado bajo la dirección del Dr. Gabriel Stade Barquet, a quien expreso mi más profundo agradecimiento - y admiración.*

## I N D I C E

	Págs.
INTRODUCCIÓN	1
MATERIALES Y MÉTODOS	8
a) Selección de la fruta	8
b) Variedades de mango	8
c) Programación del experimento	8
d) Tipos de análisis y descripción	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
a) Tablas y comentarios	20
CONCLUSIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26

" PRESERVACIÓN DE MANGOS (Manila y Keitt) UTILIZANDO  
EMULSIONES DE CERA DE CABELILLA "

- INTRODUCCIÓN -

El mango, *Mangifera indica* L. es una de las frutas de mayor importancia de la fruticultura tropical mexicana.

La mayor parte de las plantas de mango (*Mangifera indica* L.) en la República Mexicana, son de tipo criollo o regional<sup>1</sup>. Existen diversas variedades de mango tales como: Sensation, Haden, Zill, Tommy Atkins, Keitt, Kent, etc., pero el tipo que se ha llamado como predominante es el Manila.

Las principales zonas productoras de mango criollo y Manila las hallamos en el Golfo, aunque ésta no sea en realidad la zona óptima para su desarrollo, ya que frecuentemente se ve azotado por ciclones y vientos huracanados, que propician la pérdida de flores y frutos; también la excesiva humedad de dicha zona propicia enfermedades fungales. Desde el punto de vista ecológico, la zona óptima de cultivo de mango la hallamos a lo largo de la costa occidental del país, es decir, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y algo de Chiapas. En las Huastecas se puede obtener un éxito relativo.

La producción anual de mango se sitúa cerca de las 380,000 toneladas, en un área aproximada de 27,000 hectáreas, de las cuales aproximadamente 22,000 (Ha) son de variedades corrientes (es decir, el mango híbrido) y las restantes 5,000 (Ha) pertenecen a variedades finas (como las variedades enumeradas al principio).

Para una mejor visión de esta situación, veamos el cuadro anexo, el cual nos presenta a la vez, superficie cosechada, producción y valor en diferentes entidades federativas.



SUPERFICIE COSECHADA, PRODUCCIÓN Y VALOR<sup>1</sup>

( Datos de 1970 )

<i>Entidad federativa</i>	<i>Sup. (Ha)</i>	<i>Prod. (ton)</i>	<i>Valor \$</i>	<i>Valor %</i>
<i>Veracruz</i>	15,920	199,250	239,100,000	52.50
<i>Guerrero</i>	1,717	36,057	43,268,000	9.50
<i>Sinaloa</i>	2,359	27,537	33,045,000	7.26
<i>Oaxaca</i>	1,430	24,100	28,920,000	6.35
<i>Chiapas</i>	750	16,000	19,200,000	4.22
<i>Jalisco</i>	702	15,000	18,000,000	3.95
<i>Michoacán</i>	600	11,650	13,980,000	3.07
<i>San Luis Potosí</i>	600	11,000	13,200,000	2.90
<i>Otras entidades</i>	2,650	38,900	46,680,000	10.25
<i>Sumas</i>	26,728	379,494	455,393,000	100.00

De esta producción anual, sólo una pequeña parte es exportada principalmente a Japón y Estados Unidos sin procesamiento alguno, es decir, como fruta natural. Una pequeña parte de mango Manila se enlata para consumo doméstico.

La exportación de mango de variedad Manila a Europa, no ha tenido mucho éxito, ya que su sabor, un poco resinoso, no es del agrado del paladar europeo.

La producción errática del mango impide un aprovechamiento adecuado para establecer su industrialización<sup>2</sup>, es decir, se necesita primero una orientación correcta de la producción, para que-

de la misma forma, se logre su completa industrialización.

Como vimos anteriormente, las zonas húmedas (como la zona del Golfo), propician enfermedades fungales; quizá la más conocida de éstas es la Antracnosis, más no la única, ya que se tiene noticia de otras enfermedades también nocivas. Estos hongos se han aislado y purificado (Srivastava et al., 1964)<sup>3</sup>. Su morfología ha sido estudiada. El método de Granger & Horne's - - (1924)<sup>4</sup> fué usado para probar su patogenicidad.

Hemos encontrado una clasificación para las posibles enfermedades fungales<sup>5</sup> de los mangos. Dicha clasificación reúne 3 partes, como veremos a continuación :

#### I Pudrición por Aspergillus :

La enfermedad aparece en el pedúnculo (parte basal del mango). Al principio aparece una ligera mancha café. La intensidad de color en el área afectada depende de la variedad de fruta y de la etapa de la enfermedad. La lesión crece de forma regular y al final de la enfermedad el mango está arrugado.

#### Aspergillus niger :

Causa pudrición lateral del mango ó de cualquier otro lugar. Este organismo crece sapofíticamente y parásitamente.

#### II Pudrición por Colletotrichum :

Esta enfermedad, conocida comúnmente como Antracnosis, es la enfermedad más comúnmente observada. La mayoría de los trabajadores de los campos de cultivo han observado este mal en las hojas, varas, etc...

Mc. Rae<sup>6</sup> (1924) en Madrás (India) identificó al organismo causal como una especie de Gloeosporium. Stevens y Pierce<sup>7</sup> y Upal et al<sup>8</sup> (1934) en Bombay (India) lo identificaron como G. raciborskii P Henn. Más tarde, Sattar y Malik<sup>9</sup> lo identificaron como Glomerella conglata (Stonem). Spauld y Schrenk le dieron el nombre de Colletotrichum gloeosporioides.

La enfermedad se presenta como manchas café oscuras circulares en la superficie de las frutas en la primera etapa. Subsecuentemente se van formando grandes manchas, irregulares en forma y de color café más intenso.

### III Botryodiplodia theobromae :

Causa una enfermedad de post-cosecha del mango. La enfermedad causa notable pérdida (en cuanto a número) durante el almacenamiento y transportación, ya que, si esta empieza por desarrollarse en las hojas de los mangos es con estas mismas -- con las que se empaquetan las frutas en las cajas, y, si los mangos no se habían infestado antes, lo harán por contagio de las hojas durante el almacenamiento y transportación.

Esta enfermedad principia en el pedúnculo de los mangos y muy raramente en otras regiones. La fruta aparece como si estuviera remojada alrededor del pedúnculo. Pronto aparece en la parte central del área infectada, una coloración café oscura.

Con el objeto de combatir dichas enfermedades fungales, nació la idea de preservar las frutas, con tratamientos de pre-cosecha y posteriormente fué sustituida por los de post-cosecha.

Paralela a esta idea, estaba la de la comercialización de

las frutas, es decir, acelerar el proceso de maduración para incrementar el mercado; esta idea nació en 1922 y fué Denny quien encontró que aplicando etileno a frutas frescas, se podía iniciar el proceso de maduración, con la aparición subsecuente de una serie de características. Posteriormente, se ha venido demostrando que durante la maduración de una gran cantidad de frutas se produce etileno<sup>10</sup>. Ya en 1963, se conoció que cuando se aplica Ethrel (ácido 2-cloroetil-fosfónico, sintetizado en 1946)<sup>11</sup> a células vegetales, se forma etileno como un producto de descomposición.

En cuanto a los tratamientos de pre-cosecha para preservar las frutas, los tratamientos con fungicidas fueron los más empleados. En 1968, Tandom y Singh<sup>12</sup> y <sup>13</sup> reportaron los resultados que obtuvieron al tratar con fungicidas los árboles de un campo de prueba, con el objeto de disminuir la Antracnosis.

El control con fungicidas fué sólo parcialmente, y de ahí nació la idea de hacer tratamientos de post-cosecha, con lo cual se eliminaba el alto costo de las rociadas con fungicida.

Los tratamientos de post-cosecha que se usaron fueron los de inmersión en fungicidas, aplicación de gas (amoníaco, dióxido de azufre, dióxido de carbono) tratamientos con calor, incluyendo aquí los de agua caliente, que son de interés particular para este trabajo.

Un tratamiento<sup>14</sup> a  $55^{\circ}\text{C} \pm 1$  ( $131^{\circ}\text{F}$ )<sup>15</sup> durante 5 minutos, controla efectivamente la Antracnosis del mango. En experimentos ya probados con este tratamiento, no se observaron daños debidos al calor que pudieran afectar el sabor de las frutas.

En este mismo experimento se probó que el agua caliente bajaba el color de la piel de la fruta, aunque no muy apreciablemente.

El aparato del baño a  $55^{\circ}\text{C} \pm 1$  debe estar perfectamente ajustado para que no haya variaciones de temperatura, incluso entre cada introducción de fruta. El tiempo preciso de inmersión deberá ser de 5 minutos, aunque puede tolerarse hasta  $5\frac{1}{2}$  minutos como máximo.

EFEECTO DEL AGUA CALIENTE EN LA CALIDAD Y VIDA DE LA FRUTA DURANTE EL ALMACENAMIENTO.— Para ver los efectos adversos con el tratamiento de agua caliente (si es que los había) tales como apariencia general, color de la piel, color de la pulpa, dulzura y sabor, se hizo un experimento organoléptico<sup>16</sup>, utilizando para dicho efecto la variedad Chausa (1961). Las frutas fueron tratadas en agua caliente a  $55^{\circ}\text{C} \pm 1$  por 15 minutos y almacenadas de  $9-10^{\circ}\text{C}$  (el 4 de Agosto de 1961). Se sacaron muestras a los 36, 44, 47 y 55 días de almacenamiento. Después de esto se hicieron las correspondientes pruebas organolépticas, de las cuales sacamos en conclusión que a los 47 días de almacenamiento, no había marcadas diferencias en la apariencia general, color de la piel, color de la pulpa, condición de la misma, dulzura y sabor. Todas se acomodaron en "buena" categoría. Después de este período, la dulzura y el sabor se deterioraron considerablemente, la apariencia general, color de la piel y pulpa, todavía estaban "medianamente buenos".

Los estudios sobre tratamientos de agua caliente, los cuales inactivan el micelio latente (en las enfermedades fungales), indican que el tratamiento difiere con las distintas variedades

y tendrá que ser determinado para cada caso en especial (es decir, para cada variedad).

Smoot y Segall (1963) hallaron un tratamiento de 5 minutos a  $54.4-55.8^{\circ}\text{C}$  y un tratamiento de 10 a 15 minutos a  $51.7^{\circ}\text{C}$  para ser efectivos en las variedades de mango Florida. En estos estudios, la exposición de mango de variedad Langra a  $55^{\circ}\text{C}$  por 10 minutos, no fué efectiva para contrarrestar la enfermedad fungal.

Pennock y Maldonado<sup>17</sup> (1962), obtuvieron un control de la enfermedad tratando las frutas a  $51-55^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos.

En todas las variedades: Chausa, Asaujía, Deoband, Patthar, Sukul, Kanchan y Bedhanga, la enfermedad fué controlada perfectamente. Tratando las frutas a  $55^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos, éstas mantenían dulzura, sabor y apariencia general después de 5 semanas de almacenamiento.

Smoot y Segall<sup>18</sup> (1963) hallaron que las frutas eran dañadas por tratamientos de 10 minutos a  $55.8^{\circ}\text{C}$  y a más altas temperaturas.

En el laboratorio utilizamos, para la preservación de los mangos, un tratamiento combinado de agua caliente a  $55^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ <sup>14</sup> y posteriormente emulsión de cera de candelilla<sup>R</sup>.

El presente trabajo está encaminado a investigar los efectos de la aplicación de agua caliente en combinación con una emulsión de cera de candelilla para controlar la maduración en mangos de post-cosecha, de las variedades Manila y Keitt, viendo también la posibilidad de su aplicación a escala comercial.

R= Patente en trámite.

MATERIALES Y MÉTODOS

a) SELECCIÓN DE LA FRUTA.- Antes de principiar los tratamientos, los mangos fueron seleccionados, es decir, se eliminaron aquéllos cuyo aspecto ya no era el de una fruta en buen estado (mangos golpeados, manchados, etc.).

b) VARIETADES DE MANGO.- Se usaron las variedades Manila y Keitt.

El mango Manila fué traído de Chacaltianguis Veracruz, - después de 6 días de cosechado.

El Keitt fué mango traído de Tecomán Colima, con más de 6 días de cosechado.

c) PROGRAMACIÓN DEL EXPERIMENTO.- En los experimentos se hicieron las siguientes variaciones :

TRATAMIENTOS

Var. Manila	Var. Keitt
$T_1$ Testigo (agua caliente a $55^{\circ}C \pm 1$ ).	$Tk$ Testigo (agua caliente a $55^{\circ}C \pm 1$ ).
$T_2$ Agua caliente a $55^{\circ}C \pm 1$ y emulsión al 100 % sin diluir.	$Tk_1$ Agua caliente a $55^{\circ}C \pm 1$ y emulsión diluida - al 70 %.
refrigeración a $15^{\circ}C$ a $20^{\circ}C$	Ambos tratamientos refrigeración a $17^{\circ}C$ .
$T_3$ Agua caliente a $55^{\circ}C \pm 1$ y emulsión diluida al 50%.	
refrigeración a $15^{\circ}C$ a $20^{\circ}C$	

Una vez programados los experimentos, principiámos los tratamientos, es decir, ya seleccionados los mangos, se sometieron a un baño de agua caliente (a  $55^{\circ}\text{C} \pm 1$ ) perfectamente controla - do, durante 5 minutos. Conforme los mangos iban saliendo del ba ño, se colocaron en cajas de madera cuidando de no golpearlos y quedaron listos para el siguiente paso: aplicación de la emulsión.

Aplicación de la emulsión.- La aplicación de la emulsión - fué por inmersión de los mangos en la misma. Después de la apli cación los mangos se colocaron en canastas ( 5 mangos por canas - ta en caso de la variedad Manila y 2 mangos por canasta en el ca so de la variedad Keitt), con su respectiva identificación y se almacenaron en refrigeración durante 5 semanas para el caso de - la variedad Manila y 3 semanas para la variedad Keitt.

d) TIPOS DE ANÁLISIS.- Durante el tiempo que duraron los - mangos en refrigeración, se practicaron análisis cada semana y - se compararon con un análisis inicial testigo. Los análisis fue ron :

1. Azúcares reductores y totales
2. Acidez titulable
3. Acido ascórbico aparente
4. Sólidos solubles totales
5. Contenido de Beta-caroteno
6. pH de la pulpa
7. Contenido de agua de la pulpa.



DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE ANÁLISIS

1. AZÚCARES REDUCTORES Y TOTALES.- Fueron determinados usando el método de Somogyi<sup>19</sup>, en el cual se usa una solución alcalina de sulfato cúprico desarrollado por Somogyi.

Reactivo Somogyi :

Se disuelven aproximadamente 12 g de sal de Rochelle (-tartrato de Na y K), 20 g de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) y 25 g de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) en aproximadamente 500 ml de agua; dentro de esta solución se agregan 6.5 g de sulfato de cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) disueltos en aproximadamente 100 ml de agua y se mantiene con agitación; se añade también solución de 10 g de yoduro de potasio (KI), 0.80 g de yodato de potasio ( $\text{KIO}_3$ ) y 18 g de oxalato de potasio hidratado ( $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) y se diluye a un litro. (Sóloamente el  $\text{KIO}_3$  necesita pesarse exactamente). Deje estar unos días la solución y filtre cualquier traza de precipitado.

PROCEDIMIENTO : consiste en tomar 1.0 ml de las muestras que contienen azúcares, las cuales se obtuvieron de la extracción con Zorhlet de 10 g de pulpa con 300 ml de etanol durante 6 horas. Después que la extracción ha sido completa, se evapora el alcohol en un rotavapor y posteriormente se lava la pera de destilación con agua y se afora a 100 ml en matraz volumétrico, cuidando de eliminar las piedras de ebullición antes del aforo.

A este ml se le agregan 5 ml de reactivo Somogyi; se hace un blanco y un estándar; al blanco se le agregan 5 ml de reactivo Somogyi y al estándar se le agrega 1 ml de solución de lentosa (100 mg/100 ml); los 3 tubos se aforan al siguiente volumen con agua destilada y se ponen en un baño de agua caliente, tapa-

dos con canicas y se agitan bien. Los tubos se enfrían con agua de la llave; se les agrega a cada uno 2 ml de solución de KI al 2.5% y se acidifican con 2 ml de una solución 2N de ácido sulfúrico (para disolver el óxido cuproso y producir yodo en la mezcla de yoduro y yodato de potasio. Cualquier ión cuproso formado es oxidado por el yodo, y el yodo en exceso se titula con una solución de tiosulfato de sodio usando almidón como indicador).

Para determinar los azúcares totales, se toman otras porciones de cada extracción (1.0 ml) y se les agrega HCl. Se deja reposar un día a 25°C para invertir la sacarosa, al otro día se neutraliza con NaOH ó Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, usando fenolftaleína; se afora a un volúmen conveniente y se procede de la misma forma que para azúcares reductores.

- CÁLCULOS -

Fórmula empleada :

$$\frac{D \ L \ F \ 100}{T \ M \ P \ 1000} = \% \text{ como dextrosa}$$

donde :

D= mg de dextrosa tomados de la solución estándar.

L= ml usados en la titulación del blanco- ml usados en la muestra.

F= factor de dilución (100). Porque se diluye a 100 con agua destilada.

T= ml usados en la titulación del blanco- ml usados en la titulación de dextrosa.

M= ml de la muestra usados para titularse.

P= peso de la muestra usado para la extracción.

100= para expresar en %.

1000= para convertir de mg a g.

En el caso de los azúcares totales, el valor obtenido de hacer los cálculos de forma semejante a los obtenidos por la fórmula, debe ser multiplicado por 0.95, o sea, el factor que resulta de tomar en cuenta la estequiometría de la reacción -- que se lleva a cabo en la inversión de sacarosa a glucosa y -- fructosa, en virtud de que se necesita una molécula de agua.

2. ACIDEZ TITULABLE.- Se determinó por titulación de muestras alícuotas del centrifugado que se obtuvo de la mezcla (hecha en licuadora) de 20 g de pulpa con 100 ml de agua destilada durante 30 segundos, usando solución de NaOH 0.1N y fenolftaleína como indicador. Los valores se expresan en g de ácido málico por 100 g de pulpa fresca (este ácido predomina en el mango).

- CÁLCULOS -

Fórmula empleada :

$$\frac{T \ V \ N \ 67 \ 100}{M \ P \ 1000} = \% \text{ como ácido málico}$$

donde :

T= ml de NaOH empleados.

V= Volúmen total de la mezcla.

N= Normalidad de la sosa.

M= ml del centrifugado usados por titulación.

P= peso de la muestra.

67= peso equivalente del ácido málico.

100= para expresar en %.

1000= factor de conversión de mg a g.

NOTA.- Hubo necesidad de centrifugar las muestras de pulpa, ya que la filtración es sumamente lenta y difícil debido a la consistencia espesa de la pulpa.

3. VARIACIÓN DE PESO.- Este análisis se practicó cada tercer día, controlando siempre las mismas canastillas y restando siempre del peso inicial de las mismas, los nuevos pesos; es ta resta se divide entre el peso inicial y se obtiene el % de la variación de peso.

4. ACIDO ASCÓRBICO APARENTE.- Se usó el método del Indo fenol<sup>19</sup> que consiste en titular con una solución estandarizada de 2,6, dicloro-indofenol hasta obtener un color rosa pálido -- que persista cuando menos 5-10 segundos.

Para ésto usamos alícuotas del centrifugado de la mezcla (hecha en licuadora) de 20 g de pulpa en 100 ml de solución extractiva de ácido metafosfórico en acético.

Solución extractiva.- Solución de ácido metafosfórico en acético.- Disuelva con agitación, 15 g de  $HPO_3$  glacial (barritas pulverizadas para facilitar la disolución), en 40 ml de ácido acético y 200 ml de agua destilada; diluya aproximadamente a 500 ml y filtre rápido a través de papel filtro acanalado (el  $HPO_3$  rápidamente cambia a  $HPO_4$ , pero si se guarda en refrigeración, la solución permanece satisfactoria de 7-10 días.

La estandarización se hace pesando lo más exactamente 100 mg de ácido ascórbico U.S.P. de Ref. Std. (previamente puesto en desecador libre de los rayos solares), se disuelven en 100 ml de solución extractiva en un matraz volumétrico; se colocan 10 ml de esta solución estándar en un matraz erlenmeyer y se titu-

lan con la solución preparada de Indofenol. La solución de Indofenol se expresa como mg de ácido ascórbico equivalente a 1-ml de reactivo. A esta expresión se le llama Factor DYE.

- CÁLCULOS -

Fórmula empleada :

$$\frac{I \ V \ 100}{F \ M \ P} = \text{mg de ácido ascórbico en 100 g de pulpa}$$

donde :

- I= ml de Indofenol usados.
- V= Volúmen total de la mezcla.
- F= Factor Dye.
- M= ml del centrifugado usados para la titulación.
- P= Peso de la muestra.
- 100= Para expresar en %.

5. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES.- Para este efecto se usó un refractómetro de mano (del tipo : T/C Hand Refractometer. American Optical Corporation 10431, de 0-50° Brix), que primero se calibra a cero con agua destilada y posteriormente ya se hacen las mediciones, poniendo una gota de pulpa.

6. BETA-CAROTENOS.- Los beta-carotenos se determinaron por el método desarrollado por la Association of Vitamin Chemists<sup>20</sup>:

Se pesan aproximadamente 20 g de pulpa fresca, se pasan a un matraz erlenmeyer (con un poco de acetona para evitar que la pulpa se pegue a las paredes) de 125 ml y se agrega acetona para extraer los carotenoides, se filtra y se guarda el filtrado en otro matraz; el residuo que queda en el papel filtro se pa-

sa a un mortero de vidrio y se muele con un poco de arena purificada, para extraer completamente los carotenoides. La solución resultante de la extracción se pasa a un embudo de separación y se hacen extracciones con porciones de éter de petróleo de 2 a 4 veces, hasta agotar los carotenoides de la capa de acetona, o sea, hasta obtener una capa de éter completamente clara, que se lava con solución de sulfato de sodio al 3 % 3 veces. La extracción con éter se filtra a través de una cantidad suficiente de sulfato de sodio para eliminar la humedad -- completamente, el sulfato de sodio se coloca en un embudo con lana de vidrio, se recoge en una probeta graduada volumétrica y se completa al volumen más próximo con éter de petróleo, de aquí se toma una alícuota para determinar la densidad óptica en un espectrocolorímetro a una longitud de onda de 450 milimicras.

La estimación beta-caroteno se basa en la separación del mismo extracto que contiene los carotenoides totales, por medio de cromatografía en columna<sup>21</sup>, usando como adsorbente una mezcla de 1:3 partes de óxido de magnesio y tierra de diatomáceas. Bajo estas condiciones los materiales pueden ser separados en distintas bandas. El beta caroteno tiene menos afinidad que los demás pigmentos a este adsorbente y es grandemente soluble en éter de petróleo, de tal forma que al pasar el extracto a través de la columna, lo primero que caerá serán los beta-carotenos. Para una mejor separación, se lava la columna con éter de petróleo varias veces hasta que el filtrado pase incoloro, el cual se cfora en probeta graduada al volumen más próximo y se determina la densidad óptica a 450 milimicras.

La concentración de beta-caroteno se determina en microgramos/ml en la solución, teniendo como referencia una curva estándar<sup>22</sup> preparada graficando densidad óptica contra la concentración de una serie de diluciones a partir de una solución estándar de una mezcla de 90% de beta caroteno y 10% de alfa caroteno.

Los cálculos se expresan en microgramos de beta-caroteno - en 100 g de pulpa fresca (mediante los valores de concentración obtenidos en la curva de calibración usando el dato de densidad óptica encontrado para cada muestra en particular, valores, claro está, referidos a la muestra original).

Ya que hemos tocado el punto de beta-carotenos, encontramos como dato interesante, que Yamamoto et al<sup>23</sup> y <sup>24</sup> fueron los primeros en aislar carotenos en fruta de mango y, estudios de su actividad óptica y espectro de absorción, concluyeron que eran una mezcla de alfa y beta carotenos. Sadana y Ahmad<sup>25</sup> y <sup>26</sup> estudiaron diferentes variedades y el efecto de la maduración en el contenido de carotenoides en mango. Ramasama et al<sup>27</sup> cristalizaron beta-caroteno de extractos de mango "Badami". Como se puede ver, algunos otros pigmentos presentes en mango permanecieron sin identificar.

Estudios en la distribución de carotenoides en pulpa de mango muestran la presencia de 16 diferentes carotenoides, de los cuales el beta-caroteno está presente en la mayor cantidad - (60 % de los carotenoides totales) comparado con otras frutas<sup>28</sup>.

Se han hecho estudios<sup>29</sup> cualitativos y cuantitativos durante 3 etapas de maduración de mangos, ayudados por cromatografía, espectroscopía y métodos químicos. Se notó un incremento en el contenido de carotenoides a medida que se avanzaba en la natura-

ción.

7. pH DE LA PULPA.- Las determinaciones se hicieron di  
rectamente de la pulpa, en un potenciómetro calibrado con bu -  
ffers entre 3 y 6.

8. CONTENIDO DE AGUA DE LA PULPA.- Para estas determina  
ciones se tomaron 10 g de pulpa y se pusieron en cápsulas pre -  
viamente taradas en estufa de vacío a 70°C durante 18 horas.

Los cálculos se hicieron dividiendo las pérdidas de humedad -  
entre el peso de la muestra húmeda y multiplicando por 100.



## RÉSULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación presentamos 5 tablas, de las cuales las No. 1, 2 y 4 pertenecen a la variedad Manila; las tablas Nos. 3 y 5 representan la variedad Keitt.

La tabla No. 1 muestra los resultados de los almacenamientos a 15°C, la tabla No. 2 a 20°C y la tabla No. 3 a 17°C.

**EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS FRUTAS.**— La composición química de los mangos Manila, resultó diferente a 15°C y a 20°C; los mangos maduraron más rápidamente a 20°C y la mejor preservación de los mismos se logró a 15°C, con el tratamiento T<sub>2</sub> (agua caliente a 55°C ± 1 y emulsión de cera de candelilla al 100 % sin diluir).

En cuanto a la mejor presentación de los mangos, la emulsión al 100 % sin diluir adelgazó la piel de los mismos, cosa que no sucedió en forma tan marcada cuando se aplicó la emulsión diluida al 50 %. Este efecto no se observó en los mangos de variedad Keitt, en los cuales la emulsión estaba diluida al 70 % y cuya piel no es tan delgada como en el caso de la variedad Manila.

En realidad, los resultados obtenidos fueron los esperados ya que, mientras por un lado maduraban normalmente los mangos -- testigos, por otro estaban los tratados, retardando su proceso de maduración, lo cual pudimos verificar en todos los análisis, -- es decir, se obtuvo más contenido de azúcares reductores y totales en testigos que en mangos tratados y dentro de éstos se observó menor contenido en los tratados con emulsión al 100 % sin diluir ( en el caso de mangos Manila).

En cuanto a pH de la pulpa, las diferencias no fueron significantes para el caso de los mangos Manila, se encontró más variación en los mangos Keitt, donde el pH más alto fué el testigo.

Los resultados de ácido ascórbico para variedad Manila, fueron los esperados, es decir, el menor contenido se halló en el testigo (para ambas temperaturas de refrigeración) en cuanto a la variedad Keitt, los resultados fueron los mismos para testigo que para mangos tratados con emulsión diluída al 70%.

En las tablas Nos. 1 y 2, podemos ver que el contenido de beta caroteno aumentó más en los mangos testigos que en los mangos tratados, y dentro de éstos, el menor contenido fué para -- los refrigerados a 15°C y con emulsión al 100 % sin diluir.

Como hemos podido ver, la refrigeración, en combinación con emulsión de cera de candelilla al 100 % sin diluir, nos proporcionó los mejores resultados de preservación, es decir, se retardó la maduración, e incluso el color verde duró más (en relación con los mangos testigos).

- TABLA No. 1 -

Var. Manila

Tratamientos (Composición química)	Análisis inic. (16/Jul/73)	<u>15°C</u>		
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
		( 8/ Agosto/73)		
Azúcares totales %	11.72	17.81	14.7	15.33
Azúcares reductores %	6.0	4.3	3.1	3.33
Acidez titulable (como ácido málico)	2.103	0.18	0.18	0.13
Sólidos solubles tota- les (°BX)	8.5	21.5	20.3	21.0
Beta-caroteno (mcg/100 g)	364.0	677.0	543.0	606.0
Acido ascórbico apa- rente(mg/ 100 g)	28.0	19.25	22.75	21.19
Contenido de agua de la pulpa %	83.78	81.23	79.9	80.04

T<sub>1</sub> - Agua caliente a 55°C (testigo)

T<sub>2</sub> - Tratamiento: agua caliente a 55°C ± 1 y emulsión al 100 % sin diluir.

T<sub>3</sub> - Tratamiento: agua caliente a 55°C ± 1 y emulsión di-  
luida al 50 %.

- TABLA No. 2 -

Var. Manila

20°C

Tratamientos (Composición Química)	Análisis inic. ( 16/Jul/73)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
		( 8/ Agosto/ 73)		
Azúcares totales ‰	11.72	19.2	19.0	23.1
Azúcares reductores ‰	6.0	4.96	4.7	3.20
Acidez titulable (como ácido málico)	2.103	0.24	0.24	0.18
pH de la pulpa	3.0	5.31	4.89	5.11
Sólidos solubles totales (°BX)	8.5	22.0	21.0	21.9
Beta-caroteno (mcg/100 g)	364.0	663.0	594.0	627.0
Ácido ascórbico aparente (mg/ 100 g)	28.0	18.20	23.17	20.5
Contenido de agua de la pulpa ‰	83.78	82.26	82.0	83.4

T<sub>1</sub> - Testigo (agua caliente a 55°C ± 1)

T<sub>2</sub> - Tratamiento; agua caliente a 55°C-±1 y emulsión al 100 ‰ sin diluir.

T<sub>3</sub> - Tratamiento: agua caliente a 55°C-±1 y emulsión al 50 ‰ diluida.

- TABLA No. 3 -

Var. Keitt

17°C

Tratamientos (Composición química)	Análisis inic. (5/Oct/73)	Th <sub>1</sub>	Th <sub>2</sub>
		( 26 / Oct. /73)	
Azúcares totales %	8.22	16.32	15.43
Azúcares reductores %	1.7	4.92	4.68
Acidez titulable (como ácido málico)	0.67	0.44	0.33
Sólidos solubles totales (°BX)	14.5	18.5	16.0
Beta-caroteno (mcg/ 100 g)	48.0	----- <sup>+</sup>	----- <sup>+</sup>
Ácido ascórbico aparente (mg/100 g)	30.5	21.0	21.0
Contenido de agua de la pulpa %	81.89	75.5	73.2
pH de la pulpa	3.6	3.95	4.05

Th<sub>1</sub> - Testigo (agua caliente a 55°C ± 1)

Th<sub>2</sub> - Tratamiento: agua caliente a 55°C ± 1 y emulsión diluida al 70 %.

+ no pudieron llevarse a cabo estos análisis porque no se consiguió tierra de diatomeas.

- TABLA No. 4 -

PORCIENTO EN PÉRDIDAS DE PESO EN MANGOS MANILA :			
			<u>15° C</u>
Días después de almacenamiento	Testigo ( $T_1$ )	Emulsión 100 % ( $T_2$ )	Emulsión 50 % ( $T_3$ )
2	5.88	2.37	3.27
4	7.87	2.97	4.18
6	9.90	3.58	5.10
8	12.43	4.30	6.25
10	15.07	4.96	7.37
12	17.13	5.57	8.91
14	9.21	6.59	9.06
			<u>20° C</u>
2	7.82	2.66	5.88
4	10.40	3.37	4.82
6	13.95	3.21	5.83
8	17.15	4.71	6.98
10	9.19	5.41	8.11
12	22.41	5.95	8.56
14	9.29	2.41	9.09

- TABLA No. 5 -

PORCIENTO EN PÉRDIDAS DE PESO EN MANGOS KEITT : 17°C

Días después de almacenamiento	Testigo (Tk <sub>1</sub> )	Emulsión 70% (Tk <sub>2</sub> )
2	1.24	0.53
4	2.55	1.20
6	4.83	2.90
8	5.67	3.02
10	6.65	3.94
12	8.43	4.53

- CONCLUSIONES -

La influencia de los tratamientos con agua caliente en combinación con una emulsión de cera de candelilla, resultó positiva, como pudimos constatar a través de los análisis practicados para ambas variedades (Manila y Keitt), es decir, hubo marcadas diferencias entre mangos testigos y mangos tratados.

El agua caliente logró su propósito : impedir la Antracnosis y otras enfermedades fungales y al mismo tiempo incrementó la presentación comercial de los mangos, debido a que les impartió brillantex (aún antes de ser tratados con la emulsión).

Los resultados obtenidos de pruebas organolépticas, demuestran que dichos tratamientos no alteran apreciablemente el olor ni el sabor de las frutas, los cuales se muestran más consistentes en las frutas tratadas (Se observó también, que los mangos testigos fueron los primeros en perder su sabor, al iniciarse los procesos de fermentación).

De las observaciones anteriores, podemos concluir que la preservación de los mangos de variedades Manila y Keitt, usando tratamientos combinados de agua caliente a  $55^{\circ}\text{C} \pm 1$  y emulsión de cera de candelilla (en la proporción adecuada) fué apreciablemente positiva y sería además, un método de grandes perspectivas para el mercado y su procesamiento.

Estos resultados pertenecen a un experimento preliminar y es recomendable realizar experimentos posteriores a mayor escala, tratando los frutos a lo sumo 2 días después de haber sido cosechados, para lo cual, es conveniente trasladarse a los sitios de cultivo.



## - BIBLIOGRAFÍA -

- 1.- El Mango. Serie de Divulgación.- Folleto No. 1.- Serie de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, Comisión Nacional de Fruticultura, México, 1971.
- 2.- Subramanyam H., Morthy N.V.N., Lakshmi Narayana S & Shantha Krishna Murthy, 1969.- Studies on harvesting, transport and storage of mangoes, International Symposium on Mango And Mango Culture Tech. Commu. of ISHS. - Acta Horticulturae No. 24; p. 260-64, Marzo, 1972.
- 3.- Srivastava, M.P., Tandon, R.N., Bilgrami, K.S. and Ghosh, A.K.- Studies on fungal diseases of some tropical fruits, I A List of the fungi isolated from fruits and fruit trees. Phytopath., Z. 50 (3): 250-261, 1964.
- 4.- Granger, K. and Horne, A.S.- A method of inoculating the apples. Ann. Bot., 38: 212-215, 1924.
- 5.- Das Gupta, S.N., and Zachariach, A.T.- Studies in the diseases of Mangifera indica L., J. Indian Bot. Soc., 24: 101-118, 1945.
- 6.- Mc. Rae, W., Rept. Bot.Sci. Adv. India, 1922-23, 31-35, 1924.
- 7.- Stevens, F.L., and Pierce, A.S. Ind. J. Agri. Sci., 3: 912-916, 1933.
- 8.- Uppal. B.N., Patel, M.K., and Komat, M.N.- Fungal Diseases of Mango. Dept., Agri. Bombay Bull., 176, 1934.
- 9.- Sattar and Malik.- Some studies on anthracnose of man\_

- go caused by Glomerella cingulata (Stonem) S. and V.S., (Colletotrichum gloeosporioides Penz.) in the Punjab. Ind. J. Agri., Sci. 9: 511-521, 1939.
- 10.- Luis Fernando Sarmiento López.- "Control de la Maduración de Mangos en Post-cosecha, con Tratamientos de Agua Caliente, Tag y Ácido 2 Cloroetil-fosfónico.- Tests, Culiacán Sinaloa, México, 1973.
- 11.- Amchem products, Inc. Technical Service Data Sheet No. H-96, 1969.
- 12.- Tandon, I.N., and B.B. Singh.- Control of mango anthracnose by fungicides.- Indian Phytopath. 21 (2): 1967.
- 13.- Tandon, I.N., and B.B. Singh.- Control of Mango anthracnose by hot water treatment.- Present address of the authors are Plant Pathologist to Govt., U.P., Kanpur, & Assistant Plant Protection Officer, Faizabad, respectively. 1969.
- 14.- Hot water as a commercial control of mango anthracnose. Reprinted from the 1964 Proceedings (Volume 8) of the Caribbean Region, American Society for Horticultural Science.
- 15.- Lange's.- Handbook of Chemistry.- Revised tenth edition, Mc. Graw/Hill.
- 16.- Lang, J.K., and F.R. Roberts.- Hot dip treatment for the control of Green mould in oranges. Agri. Gaz., N.S.W., 65: 394-395, 1954.
- 17.- Pennock, W., and G. Maldonado.- Hot water treatment as

- reduce anthracnose decay. *J. Agri. Univ. P.R.* 46 (4) - 272-283, 1962.
- 18.- Smoot, J. and R.H. Segall.- Hot water as a post-harvest control of mango anthracnose. *Pt. Dis. Repr.* 47 (8) - 739-742, 1963.
- 19.- A.O.A.C.- Official and tentative methods of analysis.- Washington D.C., U.S.A., Ed. 11, 1970.
- 20.- Methods of Vitamin Assay, The Association of Vitamin Chemists, Inc., 3a. Ed., p. 97, 1966.
- 21.- F.B. Jungalwala & H.R. Cama.- Carotenoids in Mango -- (Mangifera indica) Fruit.- Department of Biochemistry, Indian Institute of Science, Bangalore 12.- Manuscript received, 27 July, 1962.
- 22.- Studies on the carotenoids.- B.N. Badle and F.P. Zscheille.- *J. Biol. Chem.*, 21: 144, 1942.
- 23.- Yamamoto, R., Asima, Y & Goma, T.- Carotenoids in mango.- *Sci. Pap. Inst. Phys. chem. Res., Tokyo*, 19: 122 1932.
- 24.- Yamamoto, H.Y., Chichester, C.O., & Nakayama, T.O.M., Carotenoids in mango.- *Analyt. chem.*, 33: 1792, 1961.
- 25.- Sadana, J.C., & Ahmad, B.- Carotenoids in 3 stages of ripening of mango.- *Indian J., med. Res.*, 34: 69, 1946.
- 26.- Sadana, J.C., & Ahmad, B.- Carotenoids in 3 stages of ripening of mango.- *Indian J. med. Res.*, 37: 193, - 1949.
- 27.- Ramasarma, G.B., Rao, T.D., & Hakim, D.N.- "Badami - mango" -- *J. Biochem.* 40: 657, 1946.

- 28.- Goodwin.- *The comparative Biochemistry of the carotenoids.*- (Chapman & Hall Ltd. London) 1952.
- 29.- Goodwin.- *Carotenoids.*- *Biochem.J.*, 62: 346, 1956.