

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



82

ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA PILOTO PARA  
LA CONSERVACION DE MANGO EN CONDICIONES  
HIPOBARICAS.

396

**T E S I S   P R O F E S I O N A L**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**I N G E N I E R O   Q U I M I C O**  
P R E S E N T A

JENARO FRANCISCO DE ROSENZWEIG PASQUEL

México, D. F.

1976



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

--- TRJII ---  
AÑO 1976  
FECHA  
PÁGS 145  
②

~~376~~ 376



PRESIDENTE: Prof. Enrique García Galiano

VOCAL: Profra. Ma. Teresa Toral Peñaranda

Jurado asignado origi SECRETARIO: Prof. Agustín López

nalmente según el tema ler. SUPLENTE: Prof. Enrique Bravo Medina

2do. SUPLENTE: Prof. Sergio Trejo Estrada

Sitio donde se desarrolló el tema:

México D. F.

Nombre completo del sustentante:

Jenaro Francisco de  
Rosenzweig Pasquel.

Nombre completo del asesor del tema:

Prof. Enrique García  
Galiano.



A MI ABUELITA, A MIS PADRES Y HERMANOS

A RENATE



U. R. E. D.  
ORDEN DE EXAMEN  
PROFESIONALES  
Y GRADOS

A TODOS LOS NIÑOS DEL MUNDO.

## I N D I C E

### "ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA CONSERVACION DE MANGO EN CONDICIONES HIPOBARICAS"

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I	
<u>ASPECTOS AGRONOMICOS</u>	
A. DESCRIPCION DE LA FRUTA.....	2
1.- Antecedentes .....	2
2.- La Planta del Mango.....	3
3.- Características Físicas de la Fruta.....	6
4.- Tipos de Mango.....	6
5.- Composición química.....	6
6.- Valor nutritivo.....	6
B. CULTIVO DEL MANGO EN LA HUERTA.....	15
1.- Area de cultivo de mango en la República Mexicana.....	17
2.- Calidad del suelo.....	20
3.- Modalidades del cultivo.....	20
4.- Preparación del suelo (terreno).....	21
5.- Plantación.....	21
6.- Fertilización.....	22
7.- Control de plagas y enfermedades.....	23
C. COSECHA DEL MANGO.....	27
1.- Momento de efectuar el corte.....	27
2.- Modo de efectuar el corte.....	28
3.- Acarreo de la fruta cosechada.....	28

## CAPITULO II

### ANALISIS DEL MERCADO DEL MANGO COMO FRUTA FRESCA

	Pág.
A. LA OFERTA.....	30
1.- Características de la oferta.....	30
2.- Volúmen de la oferta.....	30
B. LA DEMANDA.....	31
1.- Características de la demanda.....	31
2.- Volúmen de la demanda.....	32
3.- Distribución geográfica del consumo nacional aparente.....	34
C. PROYECCION DE LA PRODUCCION Y EL CONSUMO NACIONAL APARENTE.....	35
D. PRECIOS.....	35
E. COMERCIALIZACION.....	38
F. ANALISIS DEL MERCADO EXTERIOR.....	40

### CAPITULO III

#### PROCESAMIENTO DEL MANGO FRESCO EN LA PLANTA

A. TRATAMIENTO.....	42
1.- Recepción.....	42
2.- Descarga.....	42
3.- Lavado.....	42
4.- Clasificación.....	43
B. LINEA DE EMPAQUE DEL MANGO FRESCO.....	45
1.- Aplicación de la película protectora....	46
2.- Secado.....	46
3.- Empacado.....	47
4.- Fumigación.....	47
5.- Almacenamiento.....	48

## CAPITULO IV

REFRIGERACION DE ALIMENTOS

A. GENERALIDADES.....	49
B. REFRIGERACION O TEMPERATURAS SUPERIORES A LA CONGELACION.....	50
1.- Causas de la descomposición de los - alimentos.....	50
Procesos puramente físicos.....	50
Procesos químicos y bioquímicos.....	51
Acción de los microorganismos.....	52
2.- Influencia de la temperatura.....	52
3.- Influencia de la humedad relativa de almacenamiento.....	54
4.- Influencia de la circulación del aire....	56
C. METODOS SUPLEMENTARIOS A LA REFRIGERACION....	57

## CAPITULO V

ATMOSFERAS CONTROLADAS EN LA CONSERVACION DE FRUTAS (MANGO)

A. ANTECEDENTES.....	59
B. EL FENOMENO DE LA MADURACION.....	60
C. FRUTOS CLIMATERICOS.....	62
D. GENERACION DE ATMOSFERAS CONTROLADAS.....	66
E. ALMACENAMIENTO HIPOBARICO.....	69

## CAPITULO VI

CALCULOS DE LA INSTALACION

	Pág.
CAPITULO VII	
<u>CONCLUSIONES</u> .....	98
BIBLIOGRAFIA .....	100

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA # 1 .- Distribución mundial del cultivo del mango.....	16
FIGURA # 2 .- Distribución del cultivo actual y potencial de mango en la República Mexicana.....	19
FIGURA # 3 .- Variaciones en la actualidad respiratoria de los frutos climatéricos durante el proceso de maduración.....	64
FIGURA # 4 .- Diferencias en la variación de la intensidad respiratoria entre frutos climatéricos y no- climatéricos .....	65

LISTA DE CUADROS

	Pág.
CUADRO # 1 .- Principales entidades Productoras de mango en México.....	18
CUADRO # 2 .- Estimación del consumo nacional apa- rente y per capita de mango fresco - en México.....	33
CUADRO # 3 .- Comparación de la producción y del - consumo nacional aparente de mango - para uso de mesa en México.....	36
CUADRO # 4 .- Precios, volúmen y épocas de venta - de mango de variedades mejoradas en- México.....	37
CUADRO # 5 .- Cuadro de calidades por peso del man- go.....	44



LISTA DE GRAFICAS.

	Pág.
GRAFICA # 1.- Diagrama de flujo de la instalación....	76
GRAFICA # 2.- Diagrama presión-entalpia para Freon 12 .....	85
GRAFICA # 3.- Diagrama del Humidificador.....	97
GRAFICA # 4.- Tabla Psicrométrica para Pt=100 mm de Hg .....	94
GRAFICA # 5.- Tabla Psicrométrica para Pt = 150 mm de Hg .....	95
GRAFICA # 6.- Tabla Psicrométrica para Pt = 300 mm de Hg .....	96

## INTRODUCCION

Este trabajo tiene por objeto plantear el diseño de un proyecto que podría ser de gran utilidad para los productores de mango fresco en México. Aborda un aspecto científico relativamente reciente como lo es el almacenamiento a baja presión ó hipobárico, también llamado almacenamiento a presión subatmosférica, añada a dos técnicas de preservación de alimentos ya conocidas, esto es, la refrigeración y el manejo de atmósferas controladas.

El presente estudio pretende dar un enfoque práctico de ingeniería para el cálculo del equipo de refrigeración bajo condiciones hipobáricas. Esto incluye los cálculos de las distintas partes de la cámara de refrigeración - el condensador, el evaporador, el compresor, el aislante - así como la construcción de tablas psicrométricas a bajas presiones (100, 150 y 300 mm Hg) para el sistema  $N_2 - CO_2 - O_2/H_2O$ .

Además de las estimaciones prácticas la tesis presenta un marco teórico que abarca los aspectos agronómicos, económicos y de procesamiento e industrialización del mango fresco en México. Posteriormente aborda un capítulo sobre la refrigeración de alimentos y otro sobre la conservación de frutas (mango) en atmósferas controladas.

C A P I T U L O I  
ASPECTOS AGRONOMICOS

A. DESCRIPCION DEL MANGO.

1.- Antecedentes:

El mango probablemente tuvo su origen en el noroeste de la India, en donde fue conocido desde hace más de 4 000 años. El Sanskrit, sagradas escrituras de ese país que datan del año 2 000 A. C., se refiere al mango como de origen antiguo. La importancia del mango en la antigüedad puede apreciarse por el hecho de que en el siglo XVI, Akbar, el gran Moghul de la India - tenía en Bihar un huerto con 100 000 árboles.

El mango se distribuyó ampliamente por todo el sureste - de Asia y el Archipiélago Malayo, entre otros a China, Indochina, Indonesia y Filipinas.

La apertura de rutas marítimas hacia el Lejano Oriente - por los portugueses, y el establecimiento del intercambio comercial extendieron el cultivo del mango en el continente Asiático, le llevaron al sur de Africa y, más tarde en el siglo XVI, a -- las costas de Brasil y a la isla de Barbados. Los españoles lo introdujeron a la costa occidental de México en los siglos XV y XVI mediante el comercio que se estableció con Filipinas. Por -- otra parte el mango se introdujo en Jamaica, Cuba y la costa -- oriental de México a partir de Barbados.

③

Ecológicamente se encuentra disperso por todas aquellas franjas del mundo con clima cálido, húmedo y subhúmedo. Actualmente existen bajo cultivo áreas importantes en la India, Camboya, Tailandia, Indonesia, Filipinas, Australia, Sudáfrica, Estados Unidos, Egipto, Jamaica, Cuba, Brasil, México y otros numerosos países.

⑤

## 2.- La Planta del Mango:

Mangifera Indica L., pertenece a las dicotiledóneas, siendo el miembro más importante de la familia de las Anacardiáceas, la cual consiste de 64 géneros. La mayoría de todas las especies de la familia se caracterizan por los canales de resina y muchas son famosas por su savia irritante y tóxica.

El árbol es de hojas perennes, y llega a alcanzar alturas de 10 a 20 metros y en algunos casos hasta 50. Su forma depende de varios factores, entre ellos el tipo de propagación empleado; el árbol de semilla es erecto y alto, mientras que el injerto es más bajo y de ramificación escasa y abierta.

El sistema radicular presenta un amplio desarrollo: las raíces principales penetran de 6 a 8 metros, mientras que las superficiales se extienden en un radio hasta de 10 metros del tronco. Esta característica le permite resistir hasta cierto punto condiciones bajas de humedad.

El tronco principal es más o menos recto, cilíndrico y de 75 a 100 cms de diámetro; la corteza, de color gris a café,-

tiene grietas longitudinales o surcos reticulados poco profundos, que a veces contienen gotitas de resina. Las normas de crecimiento del árbol dependen de la variedad y de las condiciones ambientales y de atención. En general ocurren de uno a tres ó más períodos al año de desarrollo de nuevos brotes; las hojas jóvenes son primeramente de color violeta rojizo, bronceadas ó verde pálido cambiando más tarde a verde oscuro. Las hojas están alternadas y espaciadas irregularmente a lo largo de las ramas, las cuales tienen una forma oblonga elíptica o lanceolada y son relativamente angostas y largas (30 cm). La vena central y los 15 a 20 pares de venas laterales son muy prominentes; el mayor desarrollo ocurre en las estaciones de primavera y verano, y solamente cierta parte del árbol ó algunas ramas inician nueva actividad en un período determinado.

Las flores se producen de octubre a mayo, sin embargo, en la mayoría de las variedades de mango lo hacen de diciembre a marzo; si en la primera floración no amarran suficientes frutos, se produce una segunda y aún una tercera floración. Las floraciones muy tardías difícilmente amarran frutos.

La inflorescencia es una panícula terminal en forma de pirámide de 40 a 60 cm de largo que está muy ramificada. Las cimas de las flores aparecen en las ramificaciones de segundo y tercer orden, en número que fluctúa ampliamente entre 1000 y 5000 en cada panícula..

En la misma inflorescencia pueden encontrarse flores tan to estaminadas como flores perfectas o hermafroditas, siendo eg tas últimas las que dominan en número en las porciones termina- les de las ramificaciones de la panícula. En términos generales se puede decir sin embargo, que la mayoría de las flores son -- estaminadas mientras que las hermafroditas constituyen una mino ría. Las flores tienen cinco sépalos pubescentes de color verde y cinco pétalos caedizos de color anaranjado, rojo, amarillo y- verde. El disco es grande, de cinco lóbulos, y está situado --- arriba de la base de los pétalos. En las flores estaminadas los estambres son sólo uno o dos (funcionales o fértiles) con uno o más estaminodios. En las flores perfectas el gineceo consta de un ovario conspicuo de una sola celda, un estilo lateral curva do hacia arriba y un estigma terminal pequeño.

El desarrollo fisiológico del fruto se realiza en 16 se- manas a partir de su amarre.

La semilla es aplanada y está constituida en su mayor -- parte por los cotiledones; puede contar con un solo embrión --- (monoembriónico) o bien de dos o cinco embriones (poliembrióni- co).

Las flores del mango se abren de las 8 A.M. hasta el me- diodía. El polen se desprende durante el mediodía y puede perma necer viable hasta 48 horas. Aún cuando sólo un estambre en ca- da flor produce polen fértil, el gran número de flores en la --

panícula proporciona la cantidad suficiente para la polinización. Los estigmas generalmente se encuentran receptivos desde las 18 horas anteriores a la apertura de las flores, y permanecen en ese estado por más de 48 horas después de la apertura.- Las flores están bien adaptadas a la polinización por insectos.

El mango es un frutal tropical y prospera en climas subtropicales, esto es, en climas en que la medida de la temperatura de los meses de enero y julio no caiga abajo de los 15°C. En los trópicos debe explotarse a altitudes sobre el nivel del mar no mayores a los 600 metros, y en los subtrópicos en lugares cercanos al nivel del mar. En general, podría decirse, que prospera en alturas que van de 0 a 1000 metros y en temperaturas medias de 22°C. Es sensible al frío, por lo que no puede tolerar temperaturas de congelación.

### 3.- Características físicas de la Fruta.

El mango es considerado como una de las tres frutas tropicales más importantes del mundo. Su fino sabor y aroma, su atractivo color y valor nutritivo, lo hacen valioso para el consumo. Pertenece a la familia de las anacardiáceas y el género mangífera. Botánicamente es una drupa aplanada, de color exterior amarillo, anaranjado o verde como base; ciertas variedades presenta chapeos de colores que van del rojo claro al morado -- oscuro. La superficie lisa y uniforme es interrumpida por pequeñas glándulas circulares, en ocasiones prominentes, llamadas

lenticelas. En la parte interna del epicarpio existe un estrato de células en las que abundan los canales de resinas, cuya cantidad, en ciertos tipos de mango, acusa un típico sabor a ter-<sup>nc</sup>entina. El mesocarpio está formado por la parte carnosa comestible, la cual es atravesada por las fibras que parten del endocarpio. La cantidad y longitud de la fibra constituye un indicador importante en los trabajos de selección. El endocarpio es grueso y leñoso y está cubierto por una capa de fibra.

De la unión del fruto al pedúnculo gotea la savia acuosa o lechosa en el momento en que se corta el mango; esta savia puede manchar la fruta y al hombre puede causarle una ligera -- irritación en la piel.

#### 4.- Variedades de Mango.

El mango ha estado sometido durante varios siglos a la reproducción sexual en la mayor parte de las zonas productoras del mundo, lo que motivó una gran variabilidad en las características del fruto. Sólo los árboles que provienen de embriones nucleares, característicos de los mangos poliembriónicos, han podido preservar en forma natural las características de -- sus ancestros.

Los intentos de clasificar al mango, realizados muchas veces sin bases técnicas y con influencias localistas, han llevado a la existencia de una gran cantidad de variedades. Solamente en la India se reporta la existencia de aproximadamente -



mil variedades. Se ha observado en varios mercados del mundo que la existencia de muchas variedades complica el mercadeo, por lo que la tendencia reciente implica el cultivo de sólo un limitado número de ellas.

Entre las clasificaciones más comunes se encuentran aquellas en que las variedades son agrupadas según su origen, ya sea hindú, filipino ó antillano. También se suele agrupar a las variedades según su utilización, esto es, si serán empleadas para la explotación comercial a gran o pequeña escala, o si son deseables por ciertas características como su pequeño fruto o su producción precoz etc... También es común encontrar clasificaciones en las cuales las variedades son agrupadas por su época de cosecha.

Para fines de esta investigación solamente se describirán las principales variedades comerciales actualmente en cultivo en México.

#### Manqo Hađen:

La más antigua de las variedades de Florida (E.U.A.); proviene de un árbol de la variedad "Mulgoba" (originaria de la India). Su explotación comercial data de 1910-1912.

Fruta grande, con dimensiones aproximadas de 14 cm de largo y 650 gr de peso; de forma ovalada, con fondo de color amarillo, chapeo rojizo, con numerosas lenticelas de color blanco. Pulpa jugosa, casi sin fibra y con sabor ligeramente ácido -

de buena calidad.

Epoca de cosecha junio y primera quincena de julio. En México, el mango Haden ocupa junto con el Kent, las mayores superficies dentro de las variedades comerciales.

Mango Kent:

Varietal plantada en Florida en 1932, originada a partir de la variedad "Brooks", que a la vez se originó de la variedad hindú "Sandersha". Su explotación comercial data de 1944.

Fruta grande que llega a los 13 cm o más de longitud con un promedio de 680 gr. de peso; forma ovalada, con fondo de color verde amarillento y chapeo rojo oscuro, numerosas lenticelas pequeñas y amarillas. Pulpa jugosa, sin fibra, rica en dulce y calidad calificada de muy buena a excelente. El hueso representa el 9% del peso total de la fruta.

La época de cosecha es de julio a agosto y en ocasiones hasta los primeros días de septiembre. Es considerado como uno de los mejores mangos tardíos.

Mango Keitt:

Varietal plantada en Florida en 1939, originada de una semilla de la variedad "Mulgoba" (hindú). Se inició su explotación en 1945.

Fruta grande hasta de 12 cm de largo y hasta 680 gr. de peso; forma ovalada. Fondo de color amarillo con chapeo rosa pálido. Lenticelas numerosas pequeñas y de colores amarillo y rojo.

Pulpa jugosa, sin fibra exceptuando la zona cercana al hueso; - rica en sabor y dulce. Su calidad se califica de muy buena y el hueso es pequeño, del 7 al 8.5% del peso total de la fruta.

La época de cosecha es agosto y septiembre. El mango --- Keitt es considerado como el mejor de los mangos tardíos.

Mango Irwin:

Varietal que se originó en 1939, a partir de la variedad "Lippens", la que a su vez deriva de la variedad "Haden". Se explotó comercialmente en 1949.

Fruta de mediano tamaño, de una longitud de hasta 13 cm. pero un peso de hasta 450 gr., y promedio de 350 gr. Su forma es más bien elongada u ovalada angosta, con fondo de color amarillo-anaranjado, con chapeo color rojo brillante y lenticelas-pequeñas y blancas. Pulpa sin fibra, con aroma agradable y muy-buena calidad. El hueso es relativamente pequeño.

Epoca de cosecha junio y julio. Esta variedad se ha venido incrementando en México debido a su magnífica presentación y a que se cosecha en época temprana.

Mango Sensation:

Varietal plantada en 1935 en Florida, de origen desconocido. Su explotación comercial se inició en 1949.

Es una fruta de pequeño a mediano tamaño, de 11 cm. de longitud, con un promedio de peso de 280-350 gr. De forma oval, con fondo de color que varía del amarillo brillante al amarillo

anaranjado; presenta chapeo rojo oscuro, y lenticelas pequeñas y numerosas de color amarillo pálido. Pulpa ligeramente dulce, de un característico aroma suave y con fibras cortas. Calidad calificada como buena. Temporada de cosecha: agosto y septiembre.

Mango Tommy Atkins:

Variedad de relativamente reciente explotación, originada en Florida, de parentesco desconocido aún cuando se estima que deriva de la variedad "Haden". Hasta la fecha no se han descrito sus características oficiales, sin embargo, se trata de una fruta grande, de 450 a 680 gr., de peso, de color superficial que varía del amarillo al rojo. Su temporada de cosecha se presenta entre junio y julio.

Mango Zill:

Se originó a partir de la variedad "Haden" y fue plantado en 1922. Su explotación comercial se inició en 1945.

Fruta de forma ovalada, de tamaño chico, de aproximadamente 11 cm de longitud y con un promedio de peso entre 180 y 270 gr. Fondo de color amarillento con chapeo de color carmesí encendido. Presenta lenticelas abundantes de color amarillo. Su pulpa es jugosa, rica en sabor y dulce y no presenta fibras. Calidad calificada de buena a muy buena. El hueso ocupa aproximadamente el 8% del peso de la fruta total. Época de cosecha muy temprana; en ocasiones tan temprana como el 15 de mayo.

Esta variedad está considerada actualmente como de importancia secundaria.

#### Mango Manila

Este grupo es el de mayor importancia en México ya que la mayoría de las superficies ocupadas con mango producen diversos tipos de Manila (47%), y en el estado de Veracruz, principal productor del país, un 99% del mango existente es manila.

Aún cuando sus características no son uniformes, en general la fruta es de pequeña a mediana, con 9 a 17 cm de longitud y 180 a 550 gr. de peso. Su forma es más bien elongada y su color generalmente amarillo o anaranjado uniforme, si acaso algunas frutas presentan un débil chapeo rosado, lenticelas pequeñas y una resistencia mayor que los mangos monoembrionicos al ataque de la antracnosis. Su pulpa es dulce, de sabor agradable, sin fibra o con muy poca fibra. Epoca de cosecha de abril a agosto.

En el gusto mexicano este mango es uno de los de mayor demanda, sin embargo, la uniformidad de la coloración y la ausencia de chapeos lo hacen menos atractivo para el mercado de exportación.

#### Mango Criollo Mexicano.

En México existe una gran diversidad de mangos que desde su introducción han sido reproducidos por semilla. La importancia comercial de esta fruta es generalmente muy escasa y sola-

mente se basa en preferencias de mercados locales en el interior del país. Existen criollos pertenecientes al grupo de los poliembriónicos o Indochinos y el grupo de los monoembriónicos o de la India.

#### 5.- Composición Química.

III → Un Análisis químico frecuentemente reportado es el -- del mango criollo, que indica lo siguiente:

<u>Cuadro</u> — <u>Composición química</u>	
Agua	81.2 %
Proteína	0.4 %
Grasas	0.32%
Azúcares	13.54%
Carbohidratos	1.46%
Fibra cruda	2.52%
Cenizas	0.54%
<u>Valor alimenticio.</u>	
Calorías	65.96 %
Relación nutritiva	1.39 %
<u>Coefficiente de Digestibilidad</u>	
Proteína	83 %
Grasa	98 %
Carbohidratos	90 %

FUENTE: "Las Frutas de Cuba", Dr. Cárdenas y Dr. Moreno.

Los azúcares se hallan integrados en su mayor parte por-sacarosa contrariamente a lo que sucede en la mayoría de las -- frutas, con excepción de la piña, y otros.

La acidéz de los mangos es poco apreciable por lo cual su PH es muy cercano a 7. La pequeña cantidad de materia resinosa-encontrada en la cáscara no fue significativa, por lo que no fue incluida en el reporte químico. Esta masa resinosa contiene una materia colorante amarilla de la serie xántica, la que ha originado la creencia de la existencia de yodo en el mango. III

6.- Valor Nutritivo.

IV → A continuación se presentarán una serie de datos obtenidos a través del Instituto Nacional de la Nutrición acerca del valor nutritivo del mango.

Código	Valor nutritivo (100 gr. de Pulpa)	
	Mango Promedio	Mango Manila
Calorías	46	44
Proteínas	0.9 gr	0.8 gr
Grasa	0.1 gr	0.09 gr
Hidratos de carbono	11.7 gr	11.1 gr
Calcio	19 mg	12 mg
Fósforo	11 mg	13 mg
Hierro	1.5 mg	0.77 mg
Tiamina	0.06mg	0.11 mg
Rivoflavina	0.08mg	0.06 mg
Niacina	0.6 mg	0.8 mg
Acido Ascórbico	65 mg	76 mg

## B. CULTIVO DEL MANGO EN LA HUERTA.

### 1.- Distribución en el mundo y en México.

En la Figura # 1 se puede apreciar un esquema de la distribución mundial del cultivo del mango.

#### FIGURA # 1.

En Asia el mango se encuentra desde la parte occidental de la India y Pakistán hasta la parte meridional de China, así como en Java y, en general, en todo el Archipiélago Malayo.

En el Medio Oriente se cultiva en Egipto, Israel y en -- parte de Arabia.

En Australia sólo lo encontramos en las zonas cálidas.

En Africa lo encontramos en Madagascar, Kenya y la mayor parte de la costa oriental. Otros productores son el Congo, Senegal, Mali, Ghana, Nigeria, Costa de Marfil y Sudáfrica.

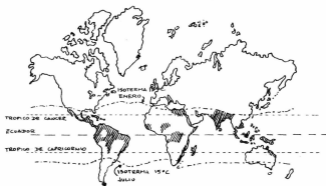
En América del Norte se encuentra en Estados Unidos (Florida y Hawaii) y México.

Todos los países Centroamericanos son productores de --- Mango. En las pequeñas y grandes Antillas tenemos a Cuba, Jamaica, Haití, República Dominicana, Puerto Rico, Barbados y Trinidad.

Las principales áreas de cultivo en Sud América se encuentran en Colombia, Venezuela, Las Guayanas, Brasil, Bolivia, Paraguay, Uruguay y las costas de Ecuador y Perú.



Figura # 1. Distribución mundial del cultivo del mango



Fuente: El Mango en México, Investigaciones Fisiológicas - Serie B, Comisión Nacional de Fruticultura, SAG, México 1974

De acuerdo con las cifras proporcionadas por la FAO para 1972, la producción mundial de este fruto alcanzó la cifra de -- 11 705 000 toneladas, el 95% de las cuales se cosechó en diez -- países: cuatro de Asia, cinco de América Latina y uno de África. El mayor productor es la India con el 70% de la producción total (8 400 000 toneladas), le sigue Brasil que participa con 665 000 toneladas, luego Pakistán y Bangladesh con 660 000 y 480 000 toneladas respectivamente.

México ocupa el quinto lugar con una participación de --- 380 000 toneladas.

El cultivo del mango en México se ha extendido a 26 de -- las 32 entidades federativas, en una superficie aproximada de -- 26 450 hectáreas y una producción de 380 000 toneladas (incluyen do criollos, manila y finos). De acuerdo con estimaciones hasta diciembre de 1974, la superficie plantada de mango de variedades finas (Indostano) en las principales entidades productoras y su posible producción para 1979 se presenta en el cuadro siguiente:

CUADRO # 1.

	Ha (1974)	Rend/ Ton/Ha.	Posible Prod. Ton 1979.
1.- Sinaloa	4 500	8	36 000
2.- Jalisco	4 000	8	32 000
3.- Nayarit	3 200	10	32 000
4.- Colima	1 500	8	15 000
5.- Michoacán	1 500	10	15 000
6.- Tamaulipas	1 200	8	9 600
7.- San Luis Potosí	900	8	7 200
8.- Otros	700	9	6 300
	<hr/> 17 500	de 8 a 10 en promedio	<hr/> 153 100

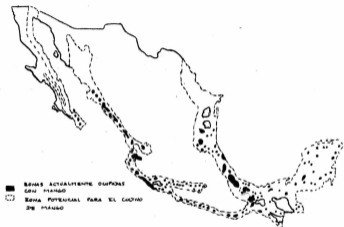
FUENTE: Empaque e industrialización del mango en México

Comisión Nacional de Fruticultura, SAG, México 1975.

La producción de mango manila (principalmente en Veracruz), varía de 60 000 a 80 000 toneladas según las condiciones meteorológicas del año. El valor de la producción anual es de 570 millones de pesos, lo cual sitúa al mango como una de las frutas más importantes producidas en el país.

En la figura # 2 se muestra la distribución gráfica de las zonas de cultivo actual y potencial en la República Mexicana.

FIGURA NO. 2.



## 2.- Calidad del suelo que se requiere:

El mango puede prosperar en una gran diversidad de suelos. La mayor parte de los expertos coinciden en que Los -- suelos aluviales profundos, los limos y los suelos rojos late- ríticos, bien drenados y con abundancia de materia orgánica - son ideales para este cultivo. *de mango;*

La presencia de piedra no se ha encontrado significativamente negativa para el buen desarrollo del árbol. Los suelos muy alcalinos dañan al cultivo y, por otra parte, las plantas jóvenes han demostrado ser muy susceptibles a PH menores de -- 5.5. Se recomienda efectuar la siembra en suelo cuyo PH oscile entre 6 y 8. El manto freático debe estar por debajo de 1.80- a 2.50 metros ya que su sistema radicular es amplio y profundo.

Para cultivar el mango bajo condiciones de temporal, se requiere que caiga una precipitación media anual de 1000 mm -- distribuida en tal forma que permita una época seca de cuatro a cinco meses de duración, en los cuales los promedios mensuales de lluvia no deben exceder de 60 mm. Las lluvias que se pre- sentan durante la floración reducen considerablemente la poli- nización y el amarre del fruto.

## 3.- Modalidades del cultivo:

Se tienen que considerar los siguientes factores pa *se (10/10/67)* ra determinar la modalidad de riego: período de lluvias de la- región, precipitación media anual, características del suelo,-

existencia de fuentes de agua, densidad de la siembra, edad de la planta y proceso vegetativo del árbol.

#### 4.- Preparación del terreno.

La preparación del suelo se inicia seis meses antes -- del establecimiento de la plantación. En tierras que van a ser in troducidas al cultivo, la preparación comienza con las labores de desmonte, pica y destronque. Posteriormente se deben realizar dos o tres pasos de arado profundo (subsuelo, barbecho y cruza) para proceder al rastreo y la nivelación. Estas labores se hacen con el objeto de aerear el suelo, destruir larvas y pupas de plagas -- invernantes y para facilitar y uniformizar la absorción del agua. En tierras ya trabajadas anteriormente, la preparación comienza -- a partir de la roturación y cruza.

#### 5.- Plantación.

El trazo de la plantación se realiza simétricamente -- siguiendo cualquiera de los diseños actualmente en uso (marco real, tres bolillo, quincuncio ó en contorno) de acuerdo a las necesida des del terreno y al cultivo o cultivos que se vayan a intercalar o no. Dependiendo de la densidad de la siembra así como de la va riedad de la misma, se determina si habrá intercalado de otro cul tivo.

Se puede plantar en cualquier época del año siempre y cuan do exista agua y altas temperaturas. Sin embargo, es recomendable llevar a cabo la plantación al inicio del período de lluvias.

Una vez determinados los sitios en los cuales se ubicarán las plantas, se procede a la apertura de cepas u holladuras, que consiste en la excavación de un hoyo de 60 x 60 x 30 cm., en --- promedio, dependiendo del tamaño de la planta y del terreno por plantar. Antes de abrir la cepa se colocan dos estacas auxilia-- res a los lados del lugar que va a ser excavado las cuales deben coincidir con las muescas que forman un instrumento de madera -- llamado escanillón, el cual tiene tres muescas, las laterales -- equidistantes de la central. Al coincidir las estacas auxiliares con las muescas laterales muestran el lugar preciso en que debe-- ir colocada la planta.

#### 6.- Fertilización.

Son tantos los factores y las condiciones ambientales que influyen en la nutrición del mango, que es imposible proporcionar una fórmula de fertilización que pueda ser empleada uni-- formemente.

La fertilización que requieran las plantas de mango en un lugar determinado dependerá del tipo de suelo, de la precipita-- ción pluvial presente y su distribución ó del agua de riego dis-- ponible, del cultivo anterior, de los pasados planes de fertili-- zación, de la variedad de mango empleada, del espaciamiento, del tamaño del árbol y de la magnitud de la cosecha anterior. Debido a esta interrelación de factores se debe afinar un criterio de - fertilización mediante el auxilio de un análisis de suelos y/o -

foliares, para adecuarla a las condiciones particulares prevalientes. Sin embargo, se proporcionan ciertas recomendaciones: Para el primer año, aplicar de 114 a 225 gr, dependiendo del tamaño del árbol, de una mezcla de N, P, K (8-2-8) cada seis u ocho semanas. La primera de estas aplicaciones debe hacerse en el momento del trasplante al lugar definitivo. A partir del segundo año se incrementa gradualmente la cantidad en cada aplicación y se amplía el tiempo entre cada aplicación. Para el cuarto a quinto año los árboles deben recibir de 4.5 a 5.5 Kg. de mezcla al año en tres aplicaciones. Si los microelementos no pueden ser agregados en forma efectiva con la mezcla, se deben aplicar en asperciones foliares una ó dos veces al año. El fertilizante deberá esparcirse en un perímetro de 20 a 50 cm del tronco, fuera del área de goteo del arbolito. No deberá agregarse fertilizante durante un período que abarca los meses de octubre hasta febrero para prevenir una sobreestimulación del crecimiento durante los meses de más bajas temperaturas.

#### 7.- Control de plagas y enfermedades.

El mango, en comparación con otros frutales, no es objeto de frecuentes invasiones por parte de plagas y enfermedades, por lo cual sólo se mencionarán las más importantes.

Enfermedades: la mayor parte son causadas por hongos.

##### 7.1.- Antracnósis (*Colletotrichum gloeosporioides* penz).



El hongo crece como saprofitico y esporula en forma abundante en ramas y hojas, y prolifera solamente en presencia de tejido susceptible y un favorable período de humedad. Se inicia con pequeñas manchas café oscuras en las hojas, que se fusionan para formar grandes manchas necróticas las cuales pueden romperse y desintegrarse. Una vez que ocurre la infección los frutos pequeños son los primeros en ser atacados. En los frutos más grandes, las manchas pueden permanecer en forma latente, pero al elevarse la humedad atmosférica crecen. Varios frutos pueden momificarse después de un ataque severo.

7.2.- Sarna o roña (*Elsinoe mangiferae*) Este hongo ataca tejidos jóvenes en crecimiento dando lugar a infecciones en hojas, panículas florales, ramas y frutas. En hojas jóvenes las manchas se presentan circulares o angulares de un centímetro de diámetro, color café, con centros cubiertos de pelusa aterciopelada durante épocas húmedas. Los ataques severos causan distorsiones y partiduras en las láminas de las hojas seguido por caída prematura.

En las hojas adultas las manchas son de mayor tamaño, y de color gris y con bordes angostos de color oscuro. Frecuentemente el centro se cae dejando agujeros irregulares.

En la corteza de los tallos esta enfermedad causa manchas irregulares de color gris. En los frutos jóvenes la infección se presenta de color café grisáceo. Conforme crece la fruta las man

chas aumentan de tamaño y los centros pueden cubrirse con tejido corchoso y con abundantes fisuras. El programa de aspersiones es el mismo que el de la antracnosis.

7.3.- Cenicilla (Oidium SP) Esta enfermedad se conoce -- también con el nombre de Meldew pulverulento, y ataca las panículas de las flores y el follaje. En ataques severos toda la in florescencia se cubre de una capa a manera de polvo blanco del hongo. En las hojas jóvenes puede causar defoliaciones así como en los frutos cercanos al sazónamiento. Esta enfermedad se combate mediante el empleo de aspersiones de azufre finamente molido.

Plagas:

7.4.- Mosca mexicana de la fruta.- Los adultos son moscas de color amarillento con ojos iridiscentes cuya parte anterior del torax es de color café con franjas amarillas. La hembra presenta el aparato ovopositor bastante alargado, característica que la distingue de los machos. Una vez fecundada, la mosca introduce los huevecillos dentro de la fruta, de los cuales nacen pequeñas larvas de color blanco que se alimentan de la pulpa de la fruta construyendo en ella abundantes galerías, las cuales se contaminan con hongos y pudren el fruto. Posteriormente la larva baja del árbol y penetra en el suelo para crisalidarse. La humedad es un factor determinante en el proceso biológico de esta plaga, ya que durante tiempos húmedos dura de 60 a

90 días y se presentan varias generaciones al año.

Esta plaga es especialmente dañina a los frutos de exportación, ya que es requisito indispensable fumigarlas con dibromuro de etileno, en cámaras especialmente construidas para este propósito y bajo vigilancia técnica.

Combate: Esta plaga se puede combatir mediante la quemada de residuos de la cosecha después de haber efectuado la recolección o bien mediante rastreos que tienen como objeto mover la tierra entre hileras y entre plantas. Por otra parte, el control químico debe realizarse mediante el uso de insecticidas granulados en el suelo, con el fin de reducir la emergencia. También se pueden aplicar cebos envenenados al follaje.

7.5.- Papalota (*Hansenia pulverulenta* Guer).- Los adultos son palomillas de 1 a 2.5 cm. (expansión alar) y las ninfas se alimentan succionando la savia de las partes tiernas y del pedúnculo causando el debilitamiento de las penículas y la caída prematura de las flores y los frutos. Además, se desarrollan intensas fumaginas sobre las secreciones melosas de los adultos y las ninfas, las que manchan la fruta y reducen su valor comercial. La época de infestación de ninfas se inicia generalmente en el mes de febrero y aumenta sucesivamente hasta alcanzar su máxima intensidad en el mes de mayo. Esta plaga debe combatirse en cuanto se observen los primeros brotes de ninfas.

Otras plagas como son los pulgones, los acaros y trips -

también atacan frecuentemente al mango, y al alimentarse de la savia de las hojas o partes tiernas pueden transmitir otras enfermedades a la vez que causan enroscamientos, amarillamientos y caída prematura de hojas, flores y frutas.

#### C. COSECHA DEL MANGO.

A continuación se describirán las operaciones que se efectúan desde el momento en que la fruta está madura hasta el mo--mento en que se transporta del campo a la planta procesadora.

##### 1.- Momento de efectuar el corte:

Para llevar a cabo el corte del mango se toman en --cuenta una serie de indicadores como lo son:

**Color:** Cuando empiece a colorear, pintar o virar en la cascara--o piel de la fruta el tono característico del punto de -sazón de cada variedad, se debe proceder al corte. Al --mismo tiempo se debe comprobar el inicio del color ama--rillo en la pulpa, ya que algunas variedades adquieren -el punto de sazón cuando la cáscara está totalmente ver--de.

**Forma:** Se efectúa el corte cuando la fruta tenga la forma carac--terística y natural de cada variedad (tamaño y peso), y--generalmente, cuando los hombros o abultamientos sobre--salgan de la base de la fruta (unión del pedúnculo).

**Otros:** El color de las lenticelas representa otro indicador; --cuando se tornan color café se puede iniciar el corte.

Además de tomar en cuenta los indicadores anteriormente mencionados y de considerar el tiempo característico que transcurre desde el amarre de la floración hasta el punto de corte - de cada una de las variedades y/o regiones, los agrónomos recomiendan efectuar la siguiente operación como un indicador más para el corte; recolectar mangos de diferentes partes de la huerta por cosechar y colocarlos en recipientes con agua; si se hundan con un mínimo el 80 - 85 % de la fruta deberá generalizarse la cosecha en la parte muestreada.

### 2.- Modo de efectuar el corte.

Se coloca una escalerilla de aluminio o madera recargada sobre una rama resistente del árbol. El cortador está dotado de una bolsa de lona sostenida por los hombros. La bolsa no tiene fondo, está doblada por la parte inferior y dicho doblado se sostiene con una cuerda y un gancho o bien con hebillas. Su capacidad recomendada es de 15 a 20 Kg.

El corte se realiza invariablemente con tijeras, dejando de 0.5 a 1.0 cm. de pedúnculo con el objeto de lograr que el látex escurra por el pedúnculo y no por la piel de la fruta.

La fruta debe ser colocada en el suelo procurando colocar el pedúnculo hacia abajo hasta que termine el escurrimiento.

### 3.- Acarreo de la fruta cosechada.

La fruta depositada en el suelo es colocada en carre

tillas para ser transportada a la orilla de la huerta o hasta el punto en que puede penetrar el camión. La fruta es colocada en cajas de campo, que son de madera y tienen una capacidad de 35 Kg, las cuales son llenadas al ras pero nunca sobrellenadas con el fin de evitar que el mango se mallugue. Una vez llenadas las cajas son colocadas en los camiones que las trasladan a la planta procesadora.

Antes de pasar a describir las operaciones que se efectúan dentro de la planta procesadora, operaciones que incluyen la refrigeración de la fruta fresca - tema del presente estudio -, se llevará a cabo un análisis de mercado del mango, en México.

## C A P I T U L O I I

### ANÁLISIS DEL MERCADO DEL MANGO COMO FRUTA FRESCA

#### A. LA OFERTA

La oferta de frutas para el uso de mesa esta dada por la producción nacional restada de la merma, características esta de productos perecederos y de la partida que se destina a la industrialización.

##### 1.- Características de la oferta.

El mango tiene un calendario estacional de abastecimiento en el mercado, determinado básicamente por la estacionalidad que presenta su cosecha. La oferta de mango fresco se presenta de febrero a septiembre, con un abastecimiento máximo en los meses de abril, mayo, junio y julio, período en que la cosecha alcanza su mayor nivel.

##### 2.- Volúmen de la oferta.

El volúmen de la oferta de fruta para consumo de mesa -- está dado por la producción restada de la merma y de la partida destinada a la industria.

Según datos cuantificados por CONAFRUT la merma considerada está determinada por la pérdida que se sufre en la transportación y la pérdida en peso que sufre la fruta por deshidratación durante la transportación.

Para el caso del mango, CONAFRUT estima una merma del --

fruta, la producción actual es tan reducida, que únicamente se encuentra en supermercados y en las tiendas de autoservicio de las grandes ciudades del país.

El consumo del mango se lleva a cabo durante ocho meses al año, observándose la mayor demanda en el trimestre abril-junio, que comprende el lapso de máxima cosecha. La demanda se ha caracterizado por la preferencia hacia la variedad Manila. Por otra parte, la demanda en el exterior ha ido mejorando gradualmente como lo corroboran las ventas realizadas por los productores de Sinaloa y San Luis Potosí a los Estados Unidos y al Japón.

#### 2.- Volúmen de la demanda.

En el cuadro # 2 también se puede apreciar la estimación del volúmen de la demanda de mango bajo la columna de "consumo nacional aparente".

Es importante observar como, aun cuando el consumo nacional aparente tiene un ritmo de crecimiento menor que el crecimiento de la producción, en el caso del mango existe una franca tendencia creciente a una tasa media anual del 2.27% de crecimiento en el consumo per cápita, que seguirá creciendo mientras se siga incrementando la oferta de mango para uso de mesa en los mercados.

De 1960 a 1973 se duplicó el consumo nacional aparente -



CUADRO # 2

COMPARACION DE LA PROYECCION DE LA PRODUCCION Y DEL CONSUMO NACIONAL APARENTE DE MANGO PARA  
USO DE MESA EN MEXICO

Años	P R O D U C C I O N		Consumo Nacional Aparente		( T O N E L A D A S ) Superávit de la Oferta
	Real	Proyectada	Real	Proyectada	
1960	116 495		116 333		162
1961	129 237		129 072		165
1962	139 131		138 636		495
1963	141 039		140 404		635
1964	147 873		147 071		802
1965	177 426		176 918		508
1966	193 540		192 967		573
1967	192 582		191 726		856
1968	199 381		198 648		733
1969	202 202		201 156		1046
1970	226 405		224 685		1720
1971		233 430		232 610	1420
1972		244 080		242 540	1540
1973		254 730		253 070	1660
1974		265 380		263 600	1780
1975		276 030		272 130	1900
1976		286 680		284 660	2020
1977		297 330		295 190	2140
1978		307 980		305 720	2260
1979		318 630		316 250	2380
1980		329 280		326 780	2500

FUENTE: Comision Nacional de Fruticultura.

de mango, al pasar de 116 333 a 254 069 toneladas, lo que en términos relativos significa un crecimiento del 9.1% anual, - o sea casi tres veces el incremento demográfico del país. - Este fenómeno se reflejó en el consumo per capita, que al -- ubicarse en 4.674 Kg por habitante en 1974, experimentó un - aumento del 40,6%.

### 3.- Distribución geográfica del consumo nacional aparente del mango fresco.

Para presentar datos sobre la distribución geográfica del mango se tomó como base la información que captó la Comisión Nacional de Fruticultura, relativa al abastecimiento de frutales que se comercializan en los principales mercados -- del país. Cabe señalar que la información disponible comprende de exclusivamente los registros de abastecimientos efectuados de enero a septiembre de 1974 en los principales mercados -- nacionales.

Se captó un total de 60 977 toneladas de mango, de las cuales el 46.2% (28 312 toneladas) correspondió al mercado de las Merced del Distrito Federal; El 28.8% al mercado de "Abastos" de la Cd. de Guadalajara, Jalisco; el 10% al mercado de "Abastos Estrella" de la Cd. de Monterrey, N.L.; el 3.4 % al - mercado "Alianza" de Torreon, Coah. y el 1.6% restante al -- mercado "Juárez" de la Cd. de Oaxaca, Oax.

C. Proyecciones de la producción y el consumo nacional aparente del mango como fruta para uso de mesa.

En el cuadro # 3 se pueden apreciar las proyecciones de la producción y el consumo nacional aparente.

Observando el cuadro se notará un ritmo creciente en los volúmenes de superávit en la oferta. Una solución podría ser el incremento en los volúmenes de exportación de la fruta para satisfacer dicho superávit.

Por otro lado es interesante observar como al mismo tiempo que se incrementa la población nacional se incrementa el consumo per cápita (Cuadro # 2) , lo cual dará un mayor incremento al consumo nacional aparente. Por un lado el crecimiento medio anual en el superávit es del 5.61% mientras que el consumo per cápita crece a una tasa media anual del 7.06%, por lo que, si se toma en consideración que seguirá el incremento de las exportaciones y el incremento del consumo per cápita de la fruta fresca, se puede pensar en un mercado latente en los años venideros.

D. PRECIOS

Al comparar los precios máximos al mayoreo con los de menudeo se obtienen los márgenes de comercialización. A continuación se presenta un cuadro proporcionado por CONAFRUT en el cual se pueden observar datos sobre precios, volúmenes y --

CUADRO No. 3

## ESTIMACION DEL CONSUMO NACIONAL APARENTE Y PER CAPITA DE MANGO FRESCO.

AÑO	PRODUCCION NACIONAL (TONS)	MERMA (TONS) 3/	PRODUCCION NETA (TONS)	DESTINO (TONS)		IMPORTACION TONELADAS 6/	EXPORTACION	CONSUMO NAL. APARENTE (TONS)	POBLACION NACIONAL MILES 7/	CONSUMO PER-CAPITA (KG.)
				INDUSTRIA LIZACION 4/	CONSUMO FRESCO 5/					
1960	158,282	12,619	145,619	29,124	116,495	-	162	116,333	34,990	3.325
1961	175,594	14,048	161,546	32,309	129,237	-	165	129,072	36,194	3.566
1962	189,037	15,123	173,914	34,783	139,131	-	495	138,636	37,439	3.703
1963	191,629	15,330	176,299	35,260	141,039	-	635	140,404	38,727	3.625
1964	200,914	16,073	184,841	36,968	147,873	-	802	147,071	40,059	3.671
1965	241,069	19,206	221,783	44,357	177,426	-	508	176,918	41,437	4.270
1966	262,962	21,037	241,925	48,385	193,540	-	573	192,967	42,863	4.502
1/ 1967	261,661	20,933	240,728	48,146	192,582	-	856	191,726	44,338	4.324
1/ 1968	270,898	21,672	249,226	49,845	199,381	-	733	198,648	45,863	4.331
1969	274,731	21,978	252,753	50,551	202,202	-	1,046	201,156	47,441	4.240
1970	307,615	24,609	283,006	56,601	226,405	-	1,720	224,685	49,073	4.576
1971	312,742	25,019	287,723	57,545	230,178	-	2,299	227,879	50,778	4.488
1972	400,000	32,000	368,000	73,600	294,400	-	5,970	288,430	52,539	5.490
2/ 1973	350,000	28,000	322,000	64,400	257,600	-	3,531	254,069	54,357*	4.674

## FUENTES:

1/ CONAFRUT.

2/ Datos Preliminares.

3/ Se considera una merma de 8% según CONAFRUT.

4/ De acuerdo con estimación de CONAFRUT representa 20% de la Producción Neta.

5/ De acuerdo con estimación de CONAFRUT representa 80% de la Producción Neta.

6/ Anuario de Comercio Exterior.- IMCE.

7/ La Economía Mexicana en Cifras.- Nacional Financiera, S. A. 1974.

\* Estimación.

épocas de venta de mango a nivel de los principales mercados nacionales.

CUADRO # 4 PRECIOS, VOLUMEN Y EPOCAS DE VENTA DE MANGO - DE VARIETADES MEJORADAS.

Mercado de "La Merced" México, D. F.

Variedad	Precio Rural	Precio Mayoreo	Precio Medio	Precio Menudeo	Volumen Ton.	EpoCa de Venta
	Pesos/Kg.	Pesos/Kg.	Mayoreo Pesos/Kg	Peso		
Haden	2.30	4.30	5.10	6.67	501	1a. de julio a 1a. de Septiembre
	2.59	3.92	4.46	7.06	300	1a. de julio a 1a. de Agosto
Irwin	2.24	3.24	4.55	8.16	643	2a. de Mayo a 2a. de Agosto
	2.79	3.76	4.35	7.06	22	2a. de Junio a 2a. de Julio
Kent	2.05	3.07	4.33	6.81	104	1a. de Julio a 2a. de Agosto
	3.36	5.07	5.92	7.84	1 034	1a. de Mayo a 2a. de Septiembre
Keitt	2.05	3.14	4.15	7.76	606	1a. de Julio a 2a. de Agosto
	3.80	4.74	5.09	8.00	55	2a. de Septiembre a 1a. de Octubre

Mercado de abastos de Guadalajara, Jal. y "Alianza" Torreón, Coah.

Kent	1.16	1.99	3.16	4.30	548	1a. de Agosto a 2a. de Septiembre
	2.17	3.09	4.00	4.46	2 303	1a. de Julio a 2a. de Agosto
Haden	2.39	3.41	4.28	4.80	3 030	2a. de Mayo a 2a. de Agosto
Irwin	2.33	3.35	4.22	4.73	1 959	2a. de Mayo a 2a. de Agosto

FUENTE: Informador Comercial Frutícola. CONAFRUT.

El mayor margen de comercialización se obtiene en el mercado de la Merced de la Cd. de México con 115% en variedad mejoradas y 167.3% en el mango criollo. Por su parte, el menor margen se registra en el mercado La Alianza de Torreón - Coah. con el 29.3% en variedades mejoradas y el 19.5% en el mango criollo.

El mismo reporte afirma que en el proceso de distribución, el precio del mango fresco se incrementa en más de 3 veces, si se relaciona el precio medio rural con el precio me

dio al menudeo en los tres mercados mencionados.

#### E. COMERCIALIZACION DEL MANGO FRESCO.

De acuerdo con las estimaciones de la Comisión Nacional de Fruticultura, alrededor del 80% de la producción de mango -- se destina al consumo fresco, y según estudios realizados por -- la misma Institución, predominan servicios de comercialización-- deficientes en los principales estados productores de mango co-- mo son: Oaxaca, Michoacán, Jalisco, Chiapas y Veracruz, a excep-- ción de Sinaloa.

En el estado de Sinaloa el mango que se destina al consu-- mo interno se selecciona y clasifica atendiendo a su tamaño. Pa-- ra su empaque se utilizan rejas de madera que tienen un peso -- neto de 30 Kg. y cajas de madera y cartón con un peso aproxima-- do de 5 Kg. La fruta se protege con fibra de madera la cual se-- colorea para mejorar su presentación. El mango de Manila y el-- Criollo se venden en la Entidad y en las ciudades de la zona -- Pacífico-Norte. Los principales centros de consumo de las va--- riedades mejoradas son la Cd. de México, Guadalajara, Monterrey, Torreón, Hermosillo y Chihuahua. Cabe señalar que se han reali-- zado exportaciones de mango a los Estados Unidos y el Japón --- con amplias perspectivas para el futuro. En 1971, los producto-- res de mango del estado de Sinaloa exportaron 200 toneladas a -- los estados de California y Arizona del vecino país del Norte.

El mango de exportación se somete a una rigurosa selección y clasificación atendiendo a la variedad, el tamaño y el grado de madurez. La fruta se empaqueta en cajas de madera que contienen 9, 12 y 16 piezas respectivamente con peso promedio de 6.55 Kg. Es un requisito de los compradores norteamericanos que las cajas contengan mango de la misma variedad. Antes de su embarque, el mango se somete a un proceso de fumigación supervisado por técnicos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, quienes expiden una guía de certificación, documento indispensable para que la fruta pueda cruzar la frontera. El transporte se lleva a cabo en "Thermokings" que tienen capacidad para 2000 cajas.

Por otra parte, en el resto de las entidades productoras de mango no se selecciona la fruta y el empaque utilizado son rejas de madera usadas. El total de la producción se destina al mercado interno, principalmente a las siguientes localidades: Cd. de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla, Torreón, Chihuahua, Cd. Juárez, Tampico, y Aguascalientes, así como a otros centros de consumo de menor importancia.

Cabe señalar que el canal de comercialización predominante lo constituyen los compradores rurales habilitados por comerciantes de los principales centros de consumo quienes realizan la compra de la producción "por árbol" con dos o ---

tres meses antes de la cosecha. El comisionista cubre los -- gastos de producción y concentración de la fruta.

#### F. ANALISIS DEL MERCADO EXTERIOR.

El gusto de los consumidores europeos por el mango --- fresco se ha ido incrementando y se estima que su demanda aume- mente en un 10% anualmente, siendo los principales importado- res la Gran Bretaña y Francia, que juntos representan aproxi- madamente el 82% del consumo en Europa Occidental.

Los compradores europeos han mostrado preferencia por- el mango de color amarillento verdoso, aunque también aceptan aquel que tiene coloraciones rojizas, por lo que no se puede se- ñalar que domine en el mercado una variedad en particular. El peso del fruto que actualmente se comercializa en esos países oscila entre 225 y 450 gr.

Los actuales proveedores del mercado europeo, países - del Africa, la India, Israel y Jamaica, empaican su producto - en cajas de cartón bien ventiladas de cinco kilogramos de pe- so cada una, conteniendo de diez a catorce frutas.

Actualmente las exportaciones de México se dirigen a - los Estados Unidos, Canadá, Francia y el Japón, pero se debe- contemplar el mercado europeo.

El crecimiento de las exportaciones mexicanas se con- firma con la información recabada sobre el año 1973, durante- el cual la exportación ascendió a 6 083 toneladas, realizada-



por los productores y comerciantes de mango procedentes de los siguientes estados:

Sinaloa	3 327.4	
Colima	1 100.0	
Veracruz	1 001.0	
San Luis Potosí	560.0	
Tamaulipas	76.0	
Guerrero	10.0	
Nayarit	<u>9.0</u>	
	6 083.4	Toneladas

## C A P I T U L O   I I I

### PROCESO DEL MANGO FRESCO EN LA PLANTA

#### A. TRATAMIENTO GENERAL.

Una vez hecho el análisis de mercado de mango fresco se describirán las operaciones que se realizan en la planta una vez que el mango fue traído de campo.

##### 1.- Recepción.

Cada camión que llega a la planta se pesa completo, anotando en la boleta de recepción la tasa del camión una vez descargado, la procedencia, la variedad, la fecha y el propietario o ejido de procedencia.

En cada camión que entre a la planta se muestrea al azar un 5% de las cajas. Si el personal de control de calidad detecta que en la muestra una cantidad mayor al 25% del mango en las cajas se encuentra dañado o tierno, se revisa toda la carga del camión para seleccionar <sup>la</sup> aquella fruta que se debe destinar a la industrialización.

##### 2.- Descarga.

Una vez pesado y muestreado el camión se conduce al área de descarga en donde se procede a colocar las cajas de mango en la entrada al proceso.

##### 3.- Lavado.

El contenido de las cajas se deposita directamente en

un tanque de lavado de dimensiones de 2.5m x 1.5m por 1 m de profundidad. De dicho tanque emerge una banda transportadora de rodillos de 80 mm de ancho por 3 m de largo en la que se hace una inspección previa eliminando el mango con defectos muy visibles y colocando esta fruta en otra banda que la llevará al despulpador con destino a la industrialización. El último tramo de la banda transportadora es bañado con agua -- por aspersión con objeto de remover partículas no deseables o huevecillos de la mosca de la fruta.

#### 4.- Clasificación.

La banda de lavado alimenta a una clasificación de tamaños la cual separa el mango en cuatro tamaños de acuerdo con el peso del producto. Esta clasificadora consiste en una banda de platos. Cada mango queda colocado individualmente en cada plato y al circular movido por un transportador de cadena - el peso del mango va venciendo el peso que soporta el plato de menor a mayor peso.

La clasificación por peso se efectúa de acuerdo con el siguiente cuadro:

CUADRO # 5

*criollo*

CUADRO DE CALIDADES POR PESO DE MANGO

CALIDADES	%	PESO POR UNIDAD en gr.	No. DE MANGOS POR Kg
Extra	10%	350-400	2.5 - 3
Primera	27%	250-350	3 - 4
Segunda	43%	150-250	4 - 6
Chica	28%	Ménos de 150	Más de 6
Desecho	2%		

FUENTE: CONAPRUT.

Esta clasificación mecánica lleva a la fruta a cuatro colectores situados en posición lateral a la banda.

De esta clasificación salen tres líneas de producción de acuerdo con el siguiente criterio:

El mango Manila de calidad extra se destina al empaque de la fruta fresca con destino a la exportación. La calidad primera de éste mango seguirá el mismo proceso, pero con destino al mercado nacional. (Las clases segunda y chica del mango manila se destina al proceso de elaboración de rebanadas de mango en almibar y de néctares.) Los mangos tipo Haden, Keitt, Kent e Irwin de calidad extra se destinan a la exportación.

El mango de las variedades criollo y mulgoba (Kent, -- Irwin, Haden, Keitt) de las clases primera y segunda se destinan al proceso de empaque de fruta fresca para el mercado-

nacional. (La clase denominada "Chica" de este mango se utiliza para la producción de néctares de mango.)

#### B. LINEA DE EMPACADO DE MANGO FRESCO.

##### 1.- Tratamiento térmico.

Personas colocadas al final de la banda clasificadora, es decir, en cada uno de los cuatro colectores de clasificación, dan una inspección para comprobar que el mango seleccionado pertenece realmente a esa clasificación, y redistribuye aquel que haya sido mal clasificado. Posteriormente se coloca cada categoría de mangos en distintas ollas de acero inoxidable, tipo canasta con perforaciones para facilitar el escurrimiento de agua. En estas ollas únicamente se colocan los mangos con destino a empacado en fresco, es decir, solamente la clase extra y primera en el caso del mango Manila y la extra, primera y segunda en el caso del mango criollo y de las variedades mulgoba.

Una vez que los mangos están colocados en las ollas, éstas se sumergen en un tanque que contiene agua a una temperatura de  $54^{\circ}\text{C}$  ( $+1^{\circ}\text{C}$ ) por espacio de cinco minutos. Este tratamiento térmico tiene por objeto evitar el ataque por antracnosis y otros daños producidos por hongos.

En el caso de que el mango presente una falta de coloración se aplica un regulador de maduración como el Ethrel (ácido 2 cloroetilfosfórico) en el mismo tanque de tratamiento

térmico, sustancia que propicia la formación de color superficial e incrementa el contenido de carotenoides en el mango. La concentración recomendada es de 500 partes por millón (p.p.m.).

### 2.- Aplicación de película protectora.

Cumplidos los cinco minutos del tratamiento térmico se coloca el contenido de las ollas en otro tanque el cual contiene agua a 60°C y está dividido en cuatro secciones, correspondiendo cada una a una calidad. CADA SECCION alimenta a la banda de rodillos que lleva al producto a un aplicador de una emulsión de "flavor-seal" (Tag) en forma de aspersión con una concentración de 5% de sólidos. Al pasar por el aplicador de cera, los rodillos se convierten en rodillos de cerdas que logran una aplicación más uniforme y brillante. El transportador de rodillos tiene cuatro canales divididos, en los cuales circulará el mango ya clasificado de las clases extra, primera y segunda.

La aplicación de dicha película protectora tiene como finalidad disminuir la pérdida de humedad del producto, impartir brillo, establecer una barrera contra las contaminaciones microbianas y retardar la respiración.

### 3.- SECADO.

El mango sigue por el mismo transportador de rodillos pasando por un tunel de aire que puede ser frío, ya que el man

go aun viene caliente del tanque alimentador del aplicador de cara, pudiendose evaporar el agua en dos minutos. En este punto se disminuye la velocidad del transportador con objeto de que el producto no recorra una distancia muy grande antes de secarse.

#### 4.- EMPACADO.

A ambos lados de la banda transportadora que viene del secado están colocadas personas entrenadas para empacar el mango ya clasificado.

El mango Manila y los mangos de la variedad mulgoba (Kent, Keitt, Irwin, Haden..) de calidad extra con destino a exportación se empacan en cajas de madera de las siguientes dimensiones: 40 cm de largo, por 36 cm de ancho por 11 cm de alto, y con una capacidad para 5-6 kg. El mango debe ser colocado en una sola capa sobre un material blando como fibra de madera. En cada caja se colocan de 14 a 16 mangos.

El mango Manila de calidad "primera" y el mango de las variedades criollo y mulgoba con destino al mercado nacional se empacan en cajas de madera con las siguientes dimensiones: 51 cm de largo por 31 cm de ancho por 30 cm de alto y con capacidad para 25 a 28 Kg.

El mango debe ser colocado sobre fibra de madera.

#### 5.- FUMIGACION

La fruta que se destina al mercado de exportación exige

la fumigación que consiste en someter las cajas de mango empacadas a la acción del fumigante (Dibromuro de Etileno) que elimina huevecillos y larvas de la mosca mexicana de la fruta.

La aplicación se efectúa en una cámara sellada, dotada de ventiladores con objeto de garantizar la circulación eficiente del fumigante. Las cajas deben acomodarse de forma tal que exista una buena circulación de aire. El tratamiento es muy breve.

#### 6.- ALMACENAMIENTO.

Una vez terminado el proceso en la planta, el mango se carga en camiones con destino al mercado. Si el mango se desea almacenar por un breve lapso de tiempo, deberá ser colocado en el antesala del cuarto frigorífero a una temperatura de  $13^{\circ}\text{C}$  y a una humedad relativa de 85%. La temperatura debe mantenerse bajo estricto control, ya que el empleo de temperaturas inferiores ocasiona decoloración y escaldaduras, además de una maduración dispareja.



## C A P I T U L O   I V

### REFRIGERACION DE ALIMENTOS

#### A. GENERALIDADES.

Uno de los objetivos principales de la industria alimenticia consiste en aumentar el tiempo de conservación de los alimentos mediante tratamientos adecuados y permitir así la planificación del suministro de los mismos. Para conservar utilizables los alimentos se han desarrollado muchas técnicas, algunas de las cuales datan de hace muchos siglos. Sin embargo, su aplicación a escala industrial comenzó hacia finales del siglo XVIII con Nicolás Appert al introducir el procedimiento de conservación en latas por esterilización al calor y exclusión de aire. Paralelamente se desarrollaron otros métodos como el salado, el ahumado, la conservación en vinagre, en azúcar y la aplicación de diversos productos químicos.

También era sabido que el frío prolongaba considerablemente la conservación de los alimentos, utilizándose el frío natural en bodegas subterráneas. Las bajas temperaturas pudieron utilizarse a escala industrial después de la invención de las máquinas frigoríferas en la primera mitad del siglo XIX. La conservación de alimentos en fresco fue una de las primeras aplicaciones del frío artificial. Pronto se reconoció que las temperaturas por encima de 0°C sólo garantizaban-

una limitada prolongación de la duración de productos alimenticios, por lo que se pasó al uso de la congelación con miras al comercio mundial.

A diferencia de otros procedimientos, la conservación por medio del frío es el único método capaz de conseguir que el sabor natural, el olor y el aspecto de los productos apenas se diferencien de los del género fresco.

La acción del frío puede recibir una ayuda esencial de otras influencias, en ciertas condiciones, pudiendo ser la -- baja temperatura el medio principal o el secundario. En muchos casos el frío es lo fundamental y se usan otros medios secundarios tales como la utilización de ozono, el almacenaje en gas, los rayos ultravioleta y distintas clases de radiaciones cuyo empleo empieza a difundirse actualmente.

#### B. REFRIGERACION A TEMPERATURAS SUPERIORES A LA DE CONGELACION.

##### 1.- Causas de la descomposición de los alimentos:

Durante el almacenamiento se producen modificaciones de los alimentos que disminuyen su valor y conducen finalmente a su descomposición. Se pueden distinguir distintos procesos que mencionaremos a continuación:

Procesos puramente físicos:...

Como proceso principal se puede mencionar la evaporación de agua, que es un componente importante en la mayor par

*Perdida peso = variación de electrones*

te de los alimentos rápidamente alterables. La evaporación del agua tiene como consecuencia no sólo una pérdida de peso con el consiguiente perjuicio económico, sino que produce también la desecación y contracción de la superficie junto con coloraciones que perjudican el aspecto de los géneros, disminuyendo su valor comercial. Con la desecación progresiva los géneros se tornan pajizos y fibrosos. Muchas veces se altera también el aroma ya que con el agua se volatilizan los componentes aromáticos que condicionan el sabor y olor específicos.

#### Procesos químicos y bioquímicos:

En la conservación de alimentos animales y vegetales -- se producen complicados procesos químicos que implican la intervención de fermentos (enzimas). Las primeras fases de tales procesos pueden incluso aumentar la palatabilidad pues, por -- ejemplo, la carne de animales recientemente sacrificados es tenaz y poco sabrosa. Al desaparecer la rigidez durante el período de maduración, se desarrolla el sabor que debe ser mantenido todo el tiempo que sea posible. Los frutos se cosechan muchas veces antes de su completa maduración; al madurar durante el almacenamiento generalmente se completa la formación de --- azucar, ácidos y componentes del aroma.

El almacenamiento prolongado inicia en carnes y pescados la lenta descomposición de los albuminoides, proceso que se denomina autólisis y que lleva finalmente a la descomposi--

ción del producto. Los frutos expelen sus valiosos componentes alimenticios y aromáticos, presentándose en muchos casos fenómenos patológicos. Debido a la influencia del oxígeno - del aire se producen oxidaciones de los alimentos que contienen grasas, lo que da lugar a decoloraciones y aparición de sabor rancio. Las modificaciones deseables (maduración) se enmascaran con el tiempo con las perjudiciales.

#### Acción de los microorganismos:

Otra causa adicional de la descomposición de los alimentos durante el almacenamiento son los microorganismos, es to es, las bacterias y los hongos, incluidas las levaduras.- Las frutas son atacadas preferentemente por mohos, mientras que las carnes, los pescados y los huevos son deteriorados - por bacterias.

#### 2.- INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA.

Los procesos discutidos anteriormente dependen en gran parte de la temperatura, y se hacen más y más lentos a medida que disminuye la misma. La evaporación del agua y la pérdida de peso ligada a ella disminuyen con el descenso de la presión de vapor, la cual a su vez baja mas cuanto mas baja sea la temperatura. A 30°C es de 31.8 mm y a 0°C de solo 4.6 mm.- Del mismo modo disminuye la presión de vapor de los componentes aromáticos volátiles.

De los estudios cinéticos de las reacciones químicas -

se conoce que la velocidad de reacción de todos los procesos disminuye rápidamente con la temperatura. Los coeficientes de temperatura de procesos sucesivos no son todos exactamente iguales sin embargo, en promedio se puede aceptar que por cada  $10^{\circ}\text{C}$  que disminuya la temperatura la velocidad de un -- proceso es dos a tres veces menor. Dado que en la mayoría de los casos estas reacciones significan disminuciones del va-- lor de los alimentos, se tiene que la duración se duplica o triplica por cada  $10^{\circ}\text{C}$  de disminución en la temperatura. Si se toma 2.5 como valor medio, se puede esperar que la mayor-- parte de los alimentos pueden conservarse a  $0^{\circ}\text{C}$  durante un tiempo superior en quince veces al que es posible mantener-- los a  $30^{\circ}\text{C}$ . En el caso de algunos alimentos el coeficiente de temperatura de los procesos químicos aumenta fuertemente en las proximidades del punto de congelación; así, los pescados pueden conservarse a  $0^{\circ}\text{C}$  durante un tiempo mucho más largo que a  $+1^{\circ}\text{C}$ , y a  $-1^{\circ}\text{C}$  durante más tiempo que a  $0^{\circ}\text{C}$ . En algunos frutos los coeficientes de temperatura de las reacciones superpuestas son tan diferentes entre sí que al aproxi-- marse a  $0^{\circ}\text{C}$  se presentan alteraciones fisiológicas en el sigtema que pueden conducir a la aparición de las denominadas enfermedades de conservación en frío. Un ejemplo inocuo --- de esta clase es la aparición de sabor dulce en las papas - almacenadas a temperaturas inferiores a  $4^{\circ}\text{C}$ . A menudo los-

perjuicios son de naturaleza más seria.

Por lo que se refiere al crecimiento de los microorganismos a diferentes temperaturas, se sabe que las distintas especies prefieren ciertos intervalos de temperatura favorables. Si se prescinde de las especies termofilas, cuya multiplicación cesa ya a 45°C, la zona más favorable para las criofilas queda entre 15 y 20°C, y para las mesofilas entre 30 y 35°C. Las especies mesofilas dejan de multiplicarse por debajo de 10°C, mientras que esto tiene lugar para las criofilas por debajo de -7°C.

Debe destacarse sin embargo, que muchos microorganismos no mueren ni a temperaturas más bajas utilizadas practicamente para la conservación en frío, por lo que comienzan de nuevo a multiplicarse en cuanto los alimentos vuelven a alcanzar temperaturas superiores.

### 3.- INFLUENCIA DE LA HUMEDAD RELATIVA DE ALMACENAMIENTO.

Junto con la temperatura, la humedad relativa ejerce una fuerte influencia sobre la conservación de alimentos almacenados en frío. La pérdida de peso por evaporación disminuye con humedad relativa creciente del aire en el almacén, siendo proporcional a la diferencia entre las presiones parciales de vapor de agua en el aire y en la superficie del género almacenado. Se entiende por humedad relativa,  $\beta$ , la relación entre

la presión parcial de vapor de agua y su presión de saturación a temperatura dada. Las pérdidas de peso pueden reducirse esencialmente si se envuelven los géneros.

Por otra parte, humedades relativas elevadas favorecen la multiplicación de microorganismos, especialmente a temperaturas altas de almacenamiento. Así, por ejemplo, las bacterias se reproducen lentamente a  $\phi = 75\%$ , pero las pérdidas de peso son indebidamente altas; por el contrario, para  $\phi = 90\%$  se tienen muy pequeñas pérdidas de peso, pero la multiplicación de las bacterias sólo puede mantenerse dentro de un límite soportable si se disminuye la temperatura de almacenamiento hasta los  $0^{\circ}\text{C}$ .

En general, la humedad relativa puede ser tanto más elevada cuanto más baja es la temperatura. En cámaras de congelación, el contenido de vapor de agua del aire y en la superficie de los géneros es muy pequeño, por lo que también las diferencias entre las presiones parciales toman valores muy bajos. Las pérdidas de peso por unidad de tiempo se mantienen, por lo tanto, pequeñas si bien, debe contarse frecuentemente con largos períodos de almacenamiento.

Una cierta desecación de la superficie, que empeora el aspecto de los géneros, resulta sin embargo, muy eficaz para reducir la multiplicación de microorganismos. Tal desecación

disminuye mucho el valor comercial de algunos géneros, ya que, por ejemplo, se exige que el pescado conserve su brillo y su mucosidad superficial y que los frutos no presenten una superficie rugosa.

La humedad relativa carece prácticamente de influencia sobre el transcurso de las reacciones químicas y el metabolismo de los alimentos.

#### 4.- INFLUENCIA DE LA CIRCULACION DE AIRE.

También el movimiento del aire ejerce influencia sobre la calidad y conservación en la refrigeración, congelación y almacenamiento. Por lo que se refiere a las pérdidas de peso, la evaporación del agua tiene lugar más rápidamente con circulación de aire. Para el transporte de materia son válidas las mismas leyes que para el transporte del calor, por lo que en los procesos de refrigeración y congelación la mayor pérdida de sustancia por unidad de tiempo—con circulación de aire—que da suficientemente compensada por un corto tiempo de refrigeración o congelación. Es inútil por lo tanto, el empleo de altas velocidades de circulación de aire.

La circulación de aire impide la subida de la humedad a la superficie de los géneros y coadyuva a la más rápida formación de una superficie desecada que ofrece condiciones más desfavorables a la multiplicación de las bacterias. Por esto, se prefiere la circulación de aire en el almacenaje de carne-



fresca por encima de 0°C, y se aceptan las grandes pérdidas de peso diarias en este almacenaje de corta duración (por ejemplo, en mataderos). También se hace uso de la circulación de aire en cámaras frigoríficas para frutas y verduras para permitir una distribución de temperaturas más homogénea que con aire en reposo.

### C. METODOS SUPLEMENTARIOS.

Además del amplio uso que se hace del frío, existen distintos métodos suplementarios en la conservación de alimentos. Estos métodos se utilizan generalmente en combinación con la refrigeración.

Son muchas las condiciones que debe cumplir un método suplementario para introducirse en la práctica. Naturalmente, el procedimiento no debe tener ninguna influencia desfavorable sobre el género, debe ser inocuo desde el punto de vista sanitario, y sencillo, eficaz y barato en su aplicación, es decir, su empleo debe estar económicamente justificado. Por lo demás, no importa en absoluto si el método es de aplicación continua, si se utiliza de vez en cuando el almacenamiento en frío ó si se emplea solamente en una ocasión y durante un período corto de tiempo, como por ejemplo, antes de comenzar con el almacenaje.

En el estado actual de desarrollo se pueden tomar en con

sideración los siguientes métodos suplementarios:

- Modificación de la composición de la atmósfera del almacén: Almacenaje en atmósferas de gas, como nitrógeno (exclusión del oxígeno) y dióxido de carbono (disminución del contenido en oxígeno y acción específica del propio gas);  
Utilización de vacío (exclusión del oxígeno)
- Utilización de agentes químicos (la mayor parte bactericidas) Ozono (eliminación de gérmenes en el aire y en la superficie del género); Hielo bactericida (eliminación de gérmenes en la superficie del género); Antioxidantes (para grasas y aceites);  
Envoltorios bactericidas (difenilo);  
Agentes antigerminantes (para legumbres)
- Empleo de radiaciones ionizantes  
Rayos ultravioletas (eliminación de gérmenes en el --- aire y en la superficie del género);  
Rayos X (eliminación de gérmenes en la superficie del género); Rayos Gamma (de acción más fuerte que los anteriores dependiendo de su energía);  
Rayos Beta (eliminación de gérmenes de capas cercanas a la superficie del género);

## C A P I T U L O V

### ATMOSFERAS CONTROLADAS EN LA CONSERVACION DE FRUTAS (MANGO)

#### A. ANTECEDENTES

A principios del siglo XIX botánicos y fisiólogos empezaron a tomar interés en los efectos de la composición de la atmósfera en la maduración de frutas.

Las primeras experiencias en atmósferas controladas en manzanas datan de 1860, pero no fue sino hasta 1927 en que se efectuaron experimentos en forma sistemática por los ingleses F. Kidd y C. West.

El concepto original es atribuido al Profesor de la Escuela de Farmacia en Montpellier, Francia, Dr. Jacques Etienne Berand. Berand observó que la fruta en un ambiente al que se le disminuía el oxígeno retenía su apariencia original, pero perdía su habilidad para madurar si se mantenía durante largo tiempo. Mangin (1896) observó que al enriquecer aire con bioxido de carbono y disminuir el oxígeno, modificaba la actividad respiratoria de varias frutas.

En Inglaterra la primera cámara de atmósfera controlada fue erigida en 1928. En América el primer grupo inició las investigaciones en el mismo año, siguiendo los trabajos de Kidd y West. La primera prueba comercial fue realizada en 1933.

Originalmente se empleo el término de almacenamiento ga-

seoso, siendo después reemplazado por almacenamiento en atmósfera controlada, o almacenamiento AC (CA en inglés, que significa Controlled Atmosphere).

En un principio los trabajos se centraron en la esperanza de que el almacenamiento AC fuera un sustituto del almacenamiento refrigerado. Las primeras experiencias fueron sin refrigeración sin embargo, pronto se consideró que la refrigeración sería un complemento necesario.

Las condiciones óptimas de temperatura y concentraciones de bioxido de carbono y oxígeno, deben ser establecidas para cada variedad bajo las condiciones prevaecientes de clima y cultivo. Esto es caro en términos de equipo y tiempo, pero no existen atajos.

#### B. EL FENOMENO DE LA MADURACION

La maduración de los frutos comprende todos aquellos procesos que tienen lugar desde que se inicia el cambio de color hasta que alcanzan todas las características que los hacen aptos para su consumo. En este proceso aquellas sustancias acumuladas durante el desarrollo se transforman de manera lenta y progresiva hasta que el fruto alcanza las condiciones de aroma y jugosidad que permiten calificarlo como maduro. Estos fenómenos prosiguen hasta que se llega a la disgregación natural del fruto (sobremaduración) o bien hasta que se producen desarre-

glos funcionales (fisiopatías) que provocan la muerte de los tejidos y su fácil descomposición.

En la maduración ocurren una serie de transformaciones que dan origen a cambios de sabor, consistencia, color, aroma. Predominan las reacciones de hidrólisis en que grandes moléculas (almidones, pectinas, etc...) se descomponen en pequeñas unidades.

El desarrollo de todo el conjunto de reacciones que determinan la maduración así como el mantenimiento de la actividad celular necesitan un suministro de energía y la obtienen mediante la respiración. Las frutas en su metabolismo absorben oxígeno y desprenden bióxido de carbono y vapor de agua a través de la degradación de hidratos de carbono y ácidos orgánicos.

En estos procesos de respiración se origina calor durante la refrigeración y el almacenaje que debe eliminarse continuamente.

La degradación respiratoria de la glucosa procede a través de la siguiente reacción:  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$  desprendiendo 3500 Kcal por Kg de  $CO_2$  generado.

La razón existente entre el bióxido de carbono producido y el oxígeno consumido se denomina coeficiente respiratorio.

El bióxido de carbono puede ejercer en el metabolismo de muchas frutas y verduras un efecto que es benéfico desde

el punto de vista de retención de la calidad comestible. Para obtener esto no se deben exceder ciertos límites de concentración y duración de exposición.]

Los límites mencionados anteriormente se determinan en forma experimental, ya que no existen trabajos previos y varía de acuerdo con cada especie y variedad de mango.]

Los primeros signos de daño son malos sabores, que son seguidos por decoloración y rompimiento de los tejidos.

Mucho del valor del tratamiento con bióxido de carbono es atribuido al retardamiento de la descomposición por hongos (Antracnósis). Esto se debe en parte a una influencia directa sobre los hongos y en parte a una influencia sobre las condiciones fisiológicas de los tejidos huésped. Brown, en 1922, encontró que la disminución del crecimiento de hongos era debido más a las bajas temperaturas que a la concentración de bióxido de carbono usada en la práctica.

### (8) C. FRUTOS CLIMATERICOS

[La intensidad respiratoria, o sea la velocidad con que se producen los intercambios (consumo de oxígeno y emisión de bióxido de carbono) varía durante la maduración, es decir, no sigue un ritmo regular.]

En algunos frutos, como tomates, uvas, melones, fresas, limones etc. la intensidad disminuye progresivamente durante to

do el período hasta llegar a anularse con la muerte del fruto.

En otros, en cambio, sigue un ciclo característico: la intensidad respiratoria disminuye hasta llegar a un valor mínimo, para subir rápidamente hasta un máximo y después disminuir paulatinamente hasta anularse. (2)

En la figura # 2 se muestran las variaciones en la actividad respiratoria durante el proceso de maduración de los frutos climatéricos, como el mango.

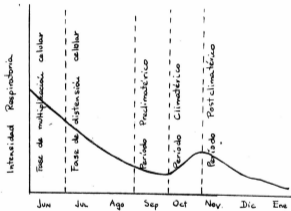
A los frutos que se comportan de esta manera se les llama frutos climatéricos; en ellos las reacciones de maduración son más complejas. Pertenecen a este grupo la mayoría de los frutos que son objetos de larga conservación: mangos, peras, manzanas, plátanos, etc... Climatérico proviene del griego --- "Klisater", que quiere decir "escalón".

Se conoce como período preclimatérico al comprendido desde la cosecha al mínimo respiratorio o mínimo climatérico; período climatérico o subida climatérica al que está comprendido entre el mínimo y el máximo (máximo climatérico); y el período postclimatérico al período de descenso respiratorio que se produce después del máximo.

En la figura # 3 se muestra la diferencia en la variación de la intensidad respiratoria entre frutos climatéricos y no climatéricos.

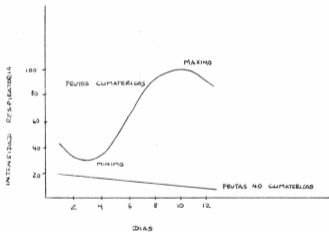
FIGURA # 3

2



Fuente: Tecnología de Alimentos  
Mayo-Junio 1972, México Pág. 126





FUENTE : TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
MAYO - JUNIO 1972, MEXICO, PÁG 126

Los frutos emiten diversos productos volátiles, estos son principalmente sustancias aromáticas y etileno.

La acción del etileno fue descubierta por Denny en 1922, quien observó que la aplicación de esta sustancia orgánica aceleraba el proceso de maduración de la mayoría de las frutas. - Se utiliza esta propiedad para la maduración artificial. Se -- considera que su intervención es de tipo hormonal y no sólo interviene en el proceso de maduración sino que puede acelerar - otros procesos fisiológicos de las plantas, como por ejemplo, la floración.

"El tratamiento de mango con 100 ppm de etileno durante 48 horas a 25° C acortó considerablemente el período comprendido entre el corte y la aparición de la coloración (de ocho a diez días versus de diez a quince días), así como provocó una coloración uniforme de la fruta. " (2)

Hay varias sustancias que tienen una acción parecida a la del etileno, como son el acetileno, el propileno, el butileno y el monóxido de carbono.

#### D. ATMOSFERA CONTROLADA

Si se mantienen las frutas con un cierto nivel alto bioxido de carbono y bajo de oxígeno, se consiguen frenar las funciones metabólicas de la maduración, mientras que la situación opuesta acelera la maduración.

2) El aire atmosférico contiene 78.03% de nitrógeno, 20.99% de oxígeno y 0.03 % de bióxido de carbono, el resto lo constituyen los llamados gases nobles. En la atmósfera controlada se modifica la composición adaptando los porcentajes de bioxido de carbono y oxígeno a las necesidades de conservación adecuada a cada paso. Se considera que no deben superarse los límites de 2% mínimo para el oxígeno y 10% para el bioxido de carbono. Las fórmulas recomendadas son, en general, de 2 % de oxígeno y de 3 a 5 % de bióxido de carbono. (3) V p. 60

Las principales ventajas son las siguientes: el fruto se mantiene en condiciones de presentación y sabor muchos mejores durante un lapso de tiempo más largo. Las pérdidas de peso por deshidratación también son menores, tanto por la reducción en la actividad respiratoria como por el hecho de que se trabaja con humedades relativas mucho más altas. Los riesgos de daño -- por el frío desaparecen casi completamente, pues se mantienen en general temperaturas alrededor de 10°C. Se eliminan fenómenos de sobremaduración.

"Para las variedades de mango Haden y Keitt, cosechas en la etapa verde de maduración se demostró que la temperatura óptima para aumentar la duración del período comprendido entre el corte y el cambio de color y el ablandamiento de la fruta -- oscilaba entre 12° y 14°C. El almacenamiento por más de cinco -- días a temperaturas de 6°, 8° ó 10°C origina daño en la fruta,

disminuyendo considerablemente su vida de anaquel a un lapso de 10 a 12 días (después de 15 a 17 días del corte). La mejor opción consiste en el almacenamiento a una temperatura de  $14^{\circ}\text{C}$ , - que le da a la fruta una vida de anaquel de 14 a 16 días (después de 24 a 26 días de la cosecha). \* (4)

A) Existen dos maneras de establecer en el interior de una cámara de atmósfera controlada las condiciones requeridas.

- 1) se puede aprovechar la actividad respiratoria de los mismos frutos (atmósfera controlada biológica), o bien
- 2) se puede prescindir de esta actividad, es decir, utilizar un método artificial (atmósfera controlada abiológica)

El primer método no es muy conveniente ya que es necesario esperar a que transcurra un lapso de tiempo para que el género almacenado transforme el  $\text{O}_2$  atmosférico en  $\text{CO}_2$ , con la consiguiente maduración de la fruta.

El método artificial o abiológico tiene dos variantes, - que son:

- a.- sistema de purga por nitrógeno
- b.- generador de atmosfera inerte (quemador catalítico de gas propano)

Para el objetivo de este trabajo resulta fuera de alcance el uso de cualquiera de estos dos sistemas, ya que su costo

de instalación resultaría demasiado elevado, y el volúmen de la planta que se propone es muy reducido. Por esta razón, la mejor opción para generar una atmósfera controlada consiste en utilizar cilindros de oxígeno, bióxido de carbono y nitrógeno.

#### E. ALMACENAMIENTO HIPOBARICO O A PRESION SUBATMOSFERICA

1) La vida de las frutas almacenadas puede ser prolongada - en forma considerable si se disminuye la presión del aire que les rodea; esta técnica se conoce con el nombre de almacenamiento hipobárico.

2) Esta reciente invención, surgida en la década de los sesentas en la Universidad de Michigan, Estados Unidos, presenta las siguientes ventajas: una eliminación continua de etileno en la atmósfera del almacén, una disminución de la presión parcial del oxígeno así como del calor de respiración del género con -- la consiguiente disminución del metabolismo de la fruta.

3) Estudios de almacenamiento hipobárico y refrigeración -- realizados con frutas y verduras demuestran que la vida de almacenamiento puede ser incrementada hasta en un 400%. \*

Presión mantenida mm de Hg	No. de frutas	Días transcurridos has- ta el 50% de maduración de frutos.	
		Presión atmosférica	Presión reducida
	Jitomate ✓ (Homestead No. 2)		
125	40	11	45
	Aguacate (Pollock)		
200	10	6	12
	Mango (Haden) *		
200	10	3	8
150	10	4	17
	Lima ( Persa )		
150	60	10	56

---

FUENTE: Burg., Burg E., "Fruit Storage at Subatmospheric Pressures", Science 153, 1946 Pág. 314

## C A P I T U L O V I

### CALCULOS DE INSTALACION

Descripción y funcionamiento de la planta:

La planta fue diseñada con el objeto de instalarse en el interior de un laboratorio, a una temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ . Las dimensiones interiores de la cámara de refrigeración son: 10 pies -- de longitud por 8 pies de ancho por 7 pies de altura. Las paredes y el techo de la cámara consisten, tanto en el exterior como en el interior, de lámina tipo Zintro con un espesor de  $1/16$  de pulgada.

El aislante escogido consiste en lana mineral ya que este material soporta, una vez empacado, el trabajo de soldadura de las láminas.

El espesor óptimo de este material aislante es de 5 pulgadas.

El piso de la cámara consta de tres capas: una inferior de concreto, una intermedia de aislante y una superior de aplanado de concreto.

En el interior de la cámara se colocarán a lo largo de -- las dos paredes laterales y la pared del fondo tres repisas continuas, sobre las cuales se instalarán los recipientes de almacenamiento de las frutas. El generador de atmósfera inerte, la bomba de vacío, el registrador de temperatura y el equipo de refri-

geración estarán situados en el exterior de la cámara.

El equipo de refrigeración estará constituido por un <sup>refrigerador</sup> ~~compresor~~, un condensador, una válvula de expansión isocentálpica y un evaporador. Este equipo funcionará de acuerdo a un ciclo simple. Los cálculos referentes al equipo de refrigeración se presentan más adelante.

La planta cuenta con el siguiente equipo para realizar el experimento: (Ver Gráfica # 1)

-Generador de atmósfera controlada.- Para efectos de un trabajo de laboratorio a nivel experimental se ha comprobado -- que la fuente de atmósfera controlada más adecuada consiste en un arreglo de cilindros de oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono. Cada uno de estos tanques está unido a una válvula reguladora de flujo y más adelante a un rotámetro, el cual permite una medición del flujo volumétrico de gas. Las tres tuberías provenientes de los rotámetros se unen en un mezclador de laberinto, con el objeto de proporcionar una mezcla gaseosa homogénea, la cual desemboca a la tubería de conexión misma donde están localizadas las válvulas reguladoras de flujo.

-Válvulas reguladoras de flujo.- El flujo de mezcla gaseosa a través del aparato se administra mediante válvula reguladora de flujo de tipo aguja de ajuste fino. Estas válvulas -- (dos por cada recipiente de almacenamiento) se encuentran localizadas a la entrada y salidas del recipiente. El gasto de mez-



cla y el vacío deseado (100 mm de Hg para el primer recipiente, 150 mm de Hg para el segundo y 300 mm de Hg para el tercer recipiente) se ajusta mediante el uso combinado de las dos válvulas.

-Humidificador.- A la entrada de cada uno de los recipientes de almacenamiento se encuentra instalado un humidificador. La mezcla gaseosa de entrada se burbujea en agua, saturándose en unión de un fungicida volátil ( secbutilamina ), hasta un porcentaje de saturación del 90 %. Este arreglo se hace con el fin de proteger a las frutas del experimento de la deshidratación y la proliferación de hongos. El porcentaje de saturación de la mezcla se determina efectuando las lecturas de temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo respectivamente, utilizando la gráfica adecuada (cartas psicrométricas).

-Recipiente de almacenamiento.- El material óptimo para estos recipientes es vidrio, ya que las frutas deben ser observadas y chequeadas a diario. El volumen aproximado de cada recipiente es de 40 litros. En el interior de cada uno de estos recipientes está colocado un sensor de temperatura.

-Bomba de vacío:

Presión mínima de operación de la bomba: 100 mm Hg

Volumen a evacuar: 2 ft<sup>3</sup>

Tiempo de evacuación: 100 minutos

Haciendo uso del nomograma se obtiene el siguiente valor para la velocidad de evacuación:  $.4 \text{ ft}^3/\text{min}$

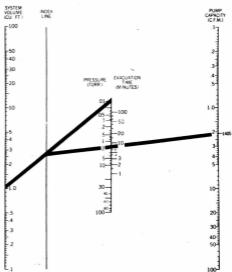
Características de la bomba seleccionada:

Desplazamiento volumétrico:  $.9 \text{ ft}^3/\text{min}$

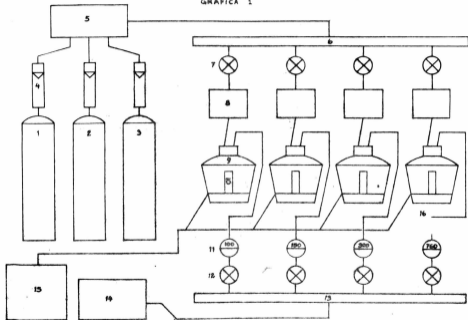
Velocidad rotacional: 580 RPM

Número de etapas: 2

## NOMOGRAMA PARA EL CALCULO DE LA BOMBA DE VACIO



GRAFICA 1



## GRAFICA # 1

- 1 Tanque de gas nitrógeno
- 2 Tanque de gas bióxido de carbono
- 3 Tanque de gas oxígeno
- 4 Rotámetro
- 5 Mezclador
- 6 Tubería de conección
- 7 Válvula reguladora de flujo
- 8 Humidificador
- 9 Recipiente de almacenamiento
- 10 Medidor de temperatura
- 11 Vacuómetro
- 12 Válvula reguladora de flujo
- 13 Tubería de conección
- 14 Bomba de vacío
- 15 Registro de temperatura
- 16 Venteo atmosférico

## CALCULOS DEL EQUIPO DE REFRIGERACION

## EFFECTO DE TRANSMISION DE CALOR.

Temperatura exterior = 25°C = 77°F

Temperatura mínima interior = 0°C = 32°F

## PISO DE LA CAMARA:

Aplanado de concreto	}	3"	$K_{\text{aplanado concreto}} = .44$	$\text{BTU/HR-FT}^2$	$^{\circ}\text{F/FT}$
Aislante	}	4"	$K_{\text{aislante}} = .0225$	$\text{BTU/HR-FT}^2$	$^{\circ}\text{F/FT}$
Concreto	}	4"	$K_{\text{concreto}} = .44$	$\text{BTU/HR-FT}^2$	$^{\circ}\text{F/FT}$

## RESISTENCIAS:

$$\left. \begin{aligned}
 R_{AC} &= \frac{3/12}{.44 \times 1} = .568 \frac{\text{HR } ^{\circ}\text{F}}{\text{BTU}} \\
 R_A &= \frac{4/12}{.0225 \times 1} = 14.81 \frac{\text{HR } ^{\circ}\text{F}}{\text{BTU}} \\
 R_C &= \frac{4/12}{.44 \times 1} = .7575 \frac{\text{HR } ^{\circ}\text{F}}{\text{BTU}}
 \end{aligned} \right\} R_t = 16.135 \frac{\text{HR } ^{\circ}\text{F}}{\text{BTU}}$$

PERDIDAS DE CALOR POR FT<sup>2</sup> DE PISO:

$$Q = \frac{\Delta t}{R} = \frac{(77-32) ^{\circ}\text{F}}{16.135 \frac{\text{HR } ^{\circ}\text{F}}{\text{BTU}}} = 2.78 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$$

AREA DEL PISO:  $A = 8' \times 10' = 80 \text{ FT}^2$ 

$$A = 4.5 \times 2 = 9 \text{ m}^2 = 9.8 \times 10^4 \text{ ft}^2$$

## PERDIDAS DE CALOR A TRAVES DEL PISO:

$$Q = 80 \text{ FT}^2 \times 2.78 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} = 223.11 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$$



PAREDES DE LA CAMARA:



$$K_{\text{lamina}} = 25 \text{ BTU/HR-FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F/FT}$$

$$K_{\text{aislante}} = 0.0225 \text{ BTU/HR-FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F/FT}$$

RESISTENCIAS:

$$R_L = \frac{.0625/12}{25 \times 1} = 2.08 \times 10^{-4} \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}$$

$$R_A = \frac{5/12}{.0225 \times 1} = 18.518 \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}$$

$$R_L = \frac{.0625/12}{25 \times 1} = 2.08 \times 10^{-4} \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}$$

$$R_T = 18.518 \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}$$

PERDIDAS DE CALOR POR  $\text{FT}^2$  DE PARED:

$$Q = \frac{\Delta t}{R} = \frac{(77-32) ^\circ\text{F}}{18.518 \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}} = 2.43 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$$

AREA DE LAS PAREDES:  $A = (7' \times 8' \times 2' + 7' \times 10' \times 2') - \frac{71'}{12} \times \frac{32'}{12}$

$$A = 236.23 \text{ FT}^2$$

PERDIDAS DE CALOR A TRAVES DE LAS PAREDES:

$$Q = 236.23 \text{ FT}^2 \times 2.43 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} = 574.03 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$$

PUERTA DE LA CAMARA.

$$K_{\text{lamina}} = 25 \text{ BTU/HR-FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F/FT}$$

$$K_{\text{aislante}} = 0.0225 \text{ BTU/HR-FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F/FT}$$



RESISTENCIAS:

$$2 R_L = \frac{.125/12}{25 \times 1} = 8.32 \times 10^{-4} \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}$$

$$R_a = \frac{3/12}{0.0225 \times 1} = 11.111 \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}$$

$$R_T = 11.115 \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}$$

PERDIDAS DE CALOR POR  $\text{FT}^2$  DE PUERTA:

$$Q = \frac{\Delta t}{R} = \frac{(77-32) ^\circ\text{F}}{11.115 \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}} = 4.04 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$$

2 PERDIDAS DE CALOR A TRAVES DE LA PUERTA:

$$Q = \frac{71}{12} \times \frac{32}{12} \text{ FT}^2 \times 4.04 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} = 63.74 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$$

1) TECHO DE LA CAMARA:

Lamina	}	1/8"	K <sub>Lamina</sub> = 25 BTU/HR-FT <sup>2</sup> °F/FT
Aislante	}	5"	K <sub>aislante</sub> = .0225 BUT/HR-FT °F/FT
Lamina	}	1/8"	

RESISTENCIAS:

$$2R_L = \frac{2 \times .125/12}{25 \times 1} = 8.3 \times 10^{-4} \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}$$

$$R_A = \frac{5/12}{.0225 \times 1} = 18.5 \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}$$

$$R_t = 18.51 \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}$$

PERDIDAS DE CALOR POR  $\text{FT}^2$  DE TECHO:

$$Q = \frac{\Delta t}{R} = \frac{(77-32) ^\circ\text{F}}{18.51 \frac{\text{HR } ^\circ\text{F}}{\text{BTU}}} = 2.43 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$$

AREA DEL TECHO:  $A = 8' \times 10' = 80 \text{ FT}^2$

$$A = 9m^2 = 96.8846ft^2$$



PERDIDAS DE CALOR A TRAVES DEL TECHO: 194.4  $\frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$

PERDIDAS TOTALES DE CALOR POR TRANSMISION AL EXTERIOR-  
/24 Hrs.

$$Q_{te} = 1055.28 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} \times \frac{24 \text{ HR}}{1 \text{ Dia}} = \underline{\underline{25326.7 \frac{\text{BTU}}{\text{DIA}}}}$$

EFFECTO DE CALOR DEL GENERO

Peso promedio por mango ~ 300 gr.

Número aproximado de mangos por recipiente de almacenaje ~ (25-30)

Número de recipientes de almacenaje: 36

Capacidad máxima de almacenaje: .300 x 30 x 36 = 324 kg.

$$324 \text{ kg.} \times \frac{1 \text{ LB}}{.454 \text{ Kg.}} = 715 \text{ LB de mango}$$

$C_p$  mango = .008 (% H<sub>2</sub>O en la fruta) + .20

$$C_p \text{ mango} = .008 (81.2) + .2 = .8496 \frac{\text{BTU}}{\text{LB } ^\circ\text{F}}$$

Tiempo de enfriamiento = 24 Hrs.

$$Q = m C_p \Delta t = \frac{715 \times .8496 \times (77-32)}{24} = 1136.8 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$$

$$\text{Calor del género: } 1136.8 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} \times \frac{24 \text{ HR}}{1 \text{ DIA}} = \underline{\underline{27283.2 \frac{\text{BTU}}{\text{DIA}}}}$$

EFFECTO DEL CALOR POR ENFRIAMIENTO DE AIRE Y VENTILACION.

$C_p$  = Calor específico del aire seco = .24 BTU/LB

$t_e$  = Temperatura exterior = 77 °F

$W$  = Peso del vapor saturado = 0.02005 LB/LB de aire - seco.

$h_{v1}$  = Entalpia de evaporación A  $t_e$  = 1093.9 BTU/LB

$\phi$  = Humedad relativa del aire exterior = 70%

$h_e$  = Entalpia del aire exterior = BTU/LB

$$h_e = C_p t_e + W h_{v1} \phi = (0.24)(77) + (0.02005)(1093.9)(.7)$$

$$h_e = 33.83 \text{ BTU/LB}$$

$t_i$  = Temperatura mínima en el interior de la cámara = 32°F

$h_{v2}$  = Entalpia de evaporación A  $t_i$  = 1073.6 BTU/LB

$h_i$  = Entalpia del aire interior

$$h_i = C_p t_i + W h_{v2} \phi = (0.24)(32) + (0.003771)(1073.6)(1)$$

$$h_i = 11.73 \text{ BTU/LB}$$

Calculando el volumen humedo  $V_e$  (FT<sup>3</sup>/LB) para estas -- condiciones:

$$V_e = 13.52 + (13.95 - 13.52)(.7) = 13.821 \text{ FT}^3/\text{LB} \quad (1)$$

DIMENSIONES INTERIORES DE LA CAMARA: 7' x 8' x 10'

Volumen de aire en la cámara: 800 FT<sup>3</sup>

Cambio promedio de aire por 24 Hrs. (para cuarto de -

(1) Este valor de 13.821 FT<sup>3</sup>/LB fue obtenido mediante la tabla III-2 del capítulo III del libro Fundamentos de --- Aire Acondicionado y Refrigeración; Eduardo Hernández - Goribar, Editorial Limusa Wiley, primera Edición; primera reimpresión.

almacenamiento con temperatura superior a los 32°F) debido a-  
abertura de puertas y filtración:

$$\text{Cambio de aire/24 Hrs.} = 20 \quad (2)v$$

$$\text{Masa de aire por enfriar} = \frac{800 \times 20}{13.821} = 1157.65 \quad \frac{\text{LB AIRE}}{24 \text{ Hrs.}}$$

Ganancia de calor debido a cambios de aire:

$$Q = 1157.65 (33.83 - 11.73) = 25584 \quad \frac{\text{BTU}}{24 \text{ HR}}$$


---

#### EFFECTOS VARIOS

P) Alumbrado: suponiendo el uso de 4 focos de 60 watts ca-  
da uno, durante 8 horas diarias:

$$1 \text{ watt-hr} = 3.42 \text{ BTU/HR para focos de 60 watts}$$

$$\text{Calor disipado } Q = 4 \times 60 \text{ watts} \times 8 \text{ hrs.} \times 3.42 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} =$$

$$6566 \quad \frac{\text{BTU}}{\text{DIA}}$$


---

#### E) PERSONAS:

Suponiendo el trabajo de una persona en el interior de  
la cámara durante un promedio de 5 hrs. diarias:

$$\text{Pérdida de calor originada por una persona} = 750 \quad \frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$$

$$\text{Calor disipado } Q = 5 \text{ hr.} \times 750 \quad \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} = 3750 \quad \frac{\text{BTU}}{\text{DIA}}$$


---

(2)v El factor de 20 para el cambio de aire/24 hrs. se obtie-  
ne de la tabla IX-15 del mismo libro.

Datos Inv. - NETA

(F) Accesorios e imprevistos = 15% total = 11230 BTU/DIA

Transmisión a través.....	25326.72	BTU/DIA	A
DE LA CAMARA			
Carga del genero.....	27283.2	BTU/DIA	B
Ventilación.....	25584.5	BTU/DIA	C
Alumbrado.....	6566	BTU/DIA	D
Investigador.....	3750	BTU/DIA	E
Accesorios e imprevistos.....	11230	BTU/DIA	F
T O T A L	99740	BTU/DIA	

TONELADAS DE REFRIGERACION  $\frac{99740}{288000} = .3463 = .4$

Para pequeñas capacidades de refrigeración se aconseja en la literatura, utilizar una unidad de refrigeración por com presión de una sola etapa.

El refrigerante más adecuado para una temperatura arriba de 32°F es el Freon-12 (Dicloro, Difluoro metano).

DATOS DEL PROCESO:

Capacidad: .4 toneladas de refrigeración

Temperatura de agua de refrigeración: 80°F.

Temperatura en el evaporador: 30°F ✓

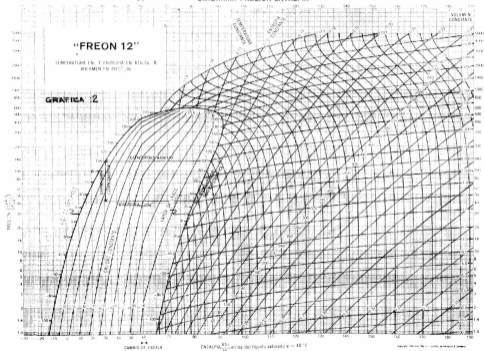
Temperatura en el condensador: 100°F

✓ Presión en el evaporador: 43.5 LB/IN<sup>2</sup> = 2.96 atm = P<sub>0</sub>

## "FREON 12"

TEMPERATURA EN ° F Y PRESION EN ATOSFERAS  
 VOLUMEN EN PIES CUADROS

## GRAFICA 2



Presión en el condensador:  $131.5 \text{ LB/IN}^2 = 8.95 \text{ atm} = P$

Rendimiento de compresión isoentropica: .75

Rendimiento volumétrico: .81

Utilizando el diagrama de Molieré para Freon-12:

Entalpia a la salida del evaporador  $H_{se} = 82.7 \text{ BTU/LB}$

Entalpia a la entrada del evaporador  $H_{ee} = 31.5 \text{ BTU/LB}$

Calor absorbido en el evaporador:  $H_{se} - H_{ee} = 51.2 \text{ BTU/LB}$

$$0.4 \times 200 \frac{\text{BTU}}{\text{MIN}} \times \frac{60 \text{ Min}}{1 \text{ HR}} \times \frac{1 \text{ LB}}{51.2 \text{ BTU}} = 93.75 \frac{\text{LB}}{\text{HR}} \text{ de F-12}$$

Cantidad de freon que circula = 93.75 LB/HR

Entalpia después de compresión isoentropica:  $H_{dc} = 91 \text{ BTU/LB}$

Entalpia antes de compresión isoentropica:  $H_{ac} = 82.7 \text{ BTU/LB}$

TRABAJO REQUERIDO PARA LA COMPRESION ISOENTROPICA:

$$H_{dc} - H_{ac} = 91 - 82.7 = 8.3 \text{ BTU/LB}$$

POTENCIA REQUERIDA:

$$93.75 \frac{\text{LB}}{\text{HR}} \times 8.3 \frac{\text{BTU}}{\text{LB}} \times \frac{1 \text{ Kw-Hr}}{3412.76 \text{ BTU}} = .228 \text{ Kw}$$

$$.228 \text{ Kw} \times \frac{1000 \text{ watts}}{1 \text{ Kw}} \times \frac{1 \text{ Hp}}{735 \text{ watts}} = \underline{\underline{.3102 \text{ Hp}}}$$

Entalpia a la descarga del compresor:  $H_{dc} = 91 \text{ BTU/LB}$

Entalpia a la entrada de la válvula expansora isoentropica:  $H_{ev} = 31 \text{ BTU/LB}$

Calor extraído por el condensador:

$$H_{dc} - H_{ev} = 91 - 31 = 60 \text{ BTU/LB}$$

$$60 \frac{\text{BTU}}{\text{LB}} \times 93.75 \frac{\text{LB}}{\text{HR}} = 5625 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} \text{ extraídos}$$

AGUA DE ENFRIAMIENTO REQUERIDA:

Temperatura de entrada: 80 °F

Temperatura de salida: 100 °F

Cp Agua: 1 BTU/LB °F

Calor extraído: 5625 BTU/HR

$$W \times C_p \times (T_s - T_e) = Q_c$$

$$20 W = 5625$$

$$W = 281.25 \text{ LB H}_2\text{O/HR}$$

COEFICIENTES DE EFICACIA:

$$\text{Para el ciclo Carnot } e = \frac{T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} = \frac{492}{560-492} = 7.23$$

$$\text{Para el ciclo de compresión teórica } E = \frac{H_{se} - H_{ee}}{H_{dc} - H_{ac}}$$

$$E = \frac{51.2}{8.3} = 6.16$$

$$\text{Para el ciclo real } e = \frac{H_{se} - H_{ee}}{(H_{de} - H_{ac})/E} = \frac{51.2}{8.3/.75} = 4.62$$

DESPLAZAMIENTO VOLUMETRICO:

Volúmen específico de vapor en la línea de succión:

$$V_E = .95 \text{ FT}^3/\text{LB}$$

$$\text{Volumen de succión} = 93.75 \frac{\text{LB}}{\text{HR}} \times .95 \frac{\text{FT}^3}{\text{LB}} \times \frac{1 \text{ HR}}{60 \text{ MIN.}}$$

Volumen de succión = 1.484 FT<sup>3</sup>/MIN.

Rendimiento volumétrico = .81

Desplazamiento volumétrico del compresor = 1.832  $\frac{\text{FT}^3}{\text{MIN}}$



SISTEMA  $N_2-CO_2-H_2O$ 

CALCULOS TABLA PSICROMETRICA P = 100 mm Hg.

T °F	Pa m m Hg	P <sub>t</sub> Pa m m Hg	Y <sub>s</sub> $\left[ \frac{\text{Moles H}_2\text{O}}{\text{Moles Mezcla}} \right]$
32	4.584	95.416	.0480
40	6.290	93.71	.06712
50	9.203	90.797	.10 135
60	13.244	86.756	.1526
70	18.768	81.232	.2310
80	26.210	73.79	.3551

$$Y'_s = Y_s \frac{18}{30} \left[ \frac{\text{LB H}_2\text{O}}{\text{LB MEZCLA}} \right] .90 Y'_s \left[ \frac{\text{LB H}_2\text{O}}{\text{LB MS}} \right]$$

.0289	.0260
.0405	.0324
.0612	.0551
.0921	.0829
.1395	.1255
.2144	.1929

$$.80 Y'_s \left[ \frac{\text{LB H}_2\text{O}}{\text{LB MS}} \right]$$

.02312
.0324
.0489
.06368
.1116
.1715

ECUACION DE LA LINEA DE SATURACION ADIABATICA:

$$Ch, (T_{sa} - T_1) = 2 sa (Y_1 - Y_{sa})$$

CALOR LATENTE DE VAPORIZACION ADIABATICA:  $sa = 1921$  --

$$\left[ \frac{\text{BTU}}{\text{LB-MOL}} \right] \text{ CALOR ESPECIFICO DEL VAPOR DE AGUA : } C_p \text{ H}_2\text{O} = \text{---}$$

$$.45 \frac{\text{BTU}}{\text{LB } ^\circ\text{F}} \quad T = 32^\circ\text{F}$$

$$Y = .0460 \quad Ch_1 = .046 \times 45 \times 18 + .24 \times 29.8 = 7.54 \frac{\text{BTU DE MEZCLA}}{\text{LB AIRE } ^\circ\text{F}}$$

$$Y = .04 \quad Ch_2 = .04 \times 8.1 + 7.152 = 7.475$$

$$Y = .03 \quad Ch_3 = .03 \times 8.1 + 7.152 = 7.395 \quad "$$

$$Y = .02 \quad Ch_4 = .02 \times 8.1 + 7.152 = 7.3.4 \quad "$$

$$X/Ch_1 = 19121/7.54 = 2536$$

$$X/Ch_2 = 19121/7.475 = 2558$$

$$X/Ch_3 = 19121/7.395 = 2586$$

$$X/Ch_4 = 19121/7.3.4 = 2614$$

$$T_{sa} = 32^\circ\text{F} \quad Y_{sa} = .0480 \frac{\text{Mol H}_2\text{O}}{\text{Mol Mezcla}} \quad Y'_{sa} = .0480 \times \frac{\text{LB}}{29.8} =$$

$$.0289 \frac{\text{LB H}_2\text{O}}{\text{LB Mezcla}}$$

$$Y_1 \frac{\text{Mol H}_2\text{O}}{\text{Mol M}} (Y_{sa} - Y_1) \frac{\text{Mol H}_2\text{O}}{\text{Mol M}} \quad /Ch (Y_{sa} - Y_1)$$

$$Y_1 \frac{\text{LB H}_2\text{O}}{\text{LB M}} \quad T_1 \text{ } ^\circ\text{F}$$

.04	.008	20.46	.0241	52.46
-----	------	-------	-------	-------

.03	.018	46.55	.0181	78.55
-----	------	-------	-------	-------

.02	.028	73.2	.01208	105.2
-----	------	------	--------	-------

LAS LINEAS DE TEMPERATURA DE SATURACION ADIABATICA PARA OTRAS TEMPERATURAS SON PARALELAS A LA ANTERIORMENTE CALCULADA.

(VER GRAFICA ANEXA).

## CALCULOS TABLA PSICROMETRICA

$$P_t = 150 \text{ mm Hg.}$$

T°F	Pa mm Hg	$P_t - P_a$ mm Hg	$Y_s$ $\frac{\text{Moles H}_2\text{O}}{\text{Moles Mezcla}}$
32	4.584	145.416	.0315
40	6.290	143.71	.0437
50	9.203	140.8	.0653
60	13.244	136.75	.0968
70	18.768	131.23	.1430
80	26.210	123.8	.211

$$Y'_s = Y_s \frac{\text{LB}}{30} \frac{\text{LB H}_2\text{O}}{\text{LB Mezcla}} \quad .90 Y'_2 \frac{\text{LB H}_2\text{O}}{\text{LB Mezcla}}$$

.0195	.0175
.0271	.0243
.0405	.0364
.060	.054
.0887	.0798
.131	.1179

$$.80 Y'_2 \frac{\text{LB H}_2\text{O}}{\text{LB Mezcla}}$$

.0156
.0216
.0324
.048
.071
.1048

$$T = 32^\circ\text{C}$$

$$Y = .0315 \quad \text{Ch}_1 = .0315 \times .45 \times 18 + .24 \times 29.8 = 7.40 \quad \frac{\text{BTU DE MEZCLA}}{\text{LB AIRE } ^\circ\text{F}}$$

$$Y = .03 \quad \text{Ch}_2 = .03 \times 8.1 + 7.152 = 7.39 \quad "$$

$$Y = .02 \quad \text{Ch}_3 = .02 \times 8.1 + 7.132 = 7.31 \quad "$$

$$Y = 0. \quad \text{Ch}_4 = .01 \times 8.1 + 7.152 = 7.23 \quad "$$

$$L/\text{Ch}_1 = 19121/7.40 = 2584$$

$$L/\text{Ch}_2 = 19121/7.39 = 2587.4$$

$$L/\text{Ch}_3 = 19121/7.31 = 2615.7$$

$$L/\text{Ch}_4 = 19121/7.23 = 2644.6$$

$$T_{sa} = 32^{\circ}\text{F} \quad Y_{sa} = .0315 \quad \frac{\text{Mol } \text{H}_2\text{O}}{\text{Mol Mezcla}}$$

$$Y'_{sa} = .0315 \times \frac{18}{29.84} = .019 \frac{\text{LB } \text{H}_2\text{O}}{\text{LB Mezcla}}$$

$Y \frac{\text{Mol } \text{H}_2\text{O}}{\text{Mol M}}$	$(Y_{sa} - Y_1) \frac{\text{Mol } \text{H}_2\text{O}}{\text{Mol M}}$	$L/\text{Ch}(Y_{sa} - Y_1)$	$Y_1 \frac{\text{LB } \text{H}_2\text{O}}{\text{LB M}}$	$T_1^{\circ}\text{F}$
.03	.0015	3.88	.0181	35.88
.02	.0115	30.08	.012	62.08
.01	.0215	56.85	.006	88.85

CALCULOS TABLA PSICROMETRICA  $P_t = 300 \text{ mm Hg}$

$T^{\circ}\text{F}$	$P_a \text{ mm Hg}$	$P_t - P_a \text{ mm Hg}$	$Y_s \frac{\text{moles } \text{H}_2\text{O}}{\text{moles Mezcla}}$
32	4.584	295.41	.0155
40	6.290	293.71	.0214
50	9.203	290.8	.316
60	13.244	286.75	.0462
70	18.768	281.23	.9667
80	26.210	273.8	.0957

$$Y'_s = Y_s \frac{18}{30} \frac{\text{LB } \text{H}_2\text{O}}{\text{LB Mezcla}} \quad .90 Y'_s \frac{\text{LB } \text{H}_2\text{O}}{\text{LB Mezcla}}$$

.0093	.0084
.0128	.0115
.0190	.0171
.0277	.0249
.0400	.0360
.0571	.0514

$$.80 Y'_s \frac{\text{LB } \text{H}_2\text{O}}{\text{LB Mezcla}}$$

.0074
.0102
.0152
.0222
.0320
.0457

$T = 32^\circ\text{F}$

$$Y = .0155 \quad \text{Ch}_1 = .0155 \times .45 \times 18 + .24 \times 29.8 = 7.277 \quad \frac{\text{BTU M}}{\text{LB AIRE } ^\circ\text{F}}$$

$$Y = .015 \quad \text{Ch}_2 = .015 \times 8.1 + 7.152 = 7.273 \quad "$$

$$Y = .01 \quad \text{Ch}_3 = .01 \times 8.1 + 7.152 = 7.233 \quad "$$

$$Y = .005 \quad \text{Ch}_4 = .005 \times 8.1 + 7.152 = 7.192 \quad "$$

$$L/\text{Ch}_1 = 19121/7.277 = 2627.6$$

$$L/\text{Ch}_2 = 19121/7.273 = 2629$$

$$L/\text{Ch}_3 = 19121/7.233 = 2643.5$$

$$L/\text{Ch}_4 = 19121/7.192 = 2658$$

$Y_{sa} = 32^\circ\text{F} \quad Y_{sa} = .0155 \quad \begin{array}{l} \text{Mol H}_2\text{O} \\ \text{Mol Mezcla} \end{array}$

$$Y'_{sa} = .0155 \times \frac{18}{36} = .0093 \quad \begin{array}{l} \text{LB H}_2\text{O} \\ \text{LB Mezcla} \end{array}$$

$Y$	$\frac{\text{Mol H}_2\text{O}}{\text{Mol Mezcla}}$	$(Y_{sa} - Y_1)$	$\frac{\text{Mol}}{\text{Mol}}$	$L/\text{Ch}(Y_{sa} - Y_1)$	$Y_1 \frac{\text{LB H}_2\text{O}}{\text{LB M}}$
.015		.0005		1.314	.0090
.01		.0055		14.54	.006
.005		.0105		27.90	.003

$T_1 \text{ } ^\circ\text{F}$

33.31

46.54

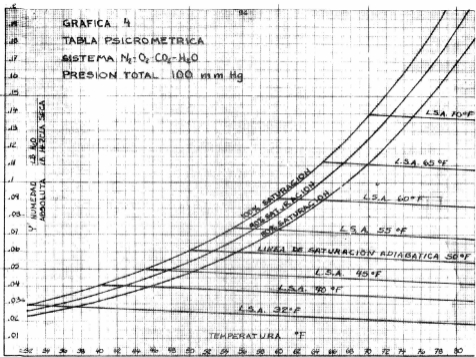
59.90

GRAFICA 4

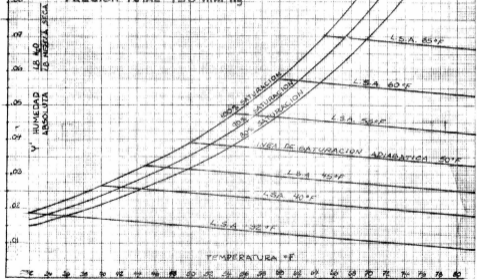
TABLA PSICROMETRICA

SISTEMA  $N_2-O_2-CO_2-H_2O$

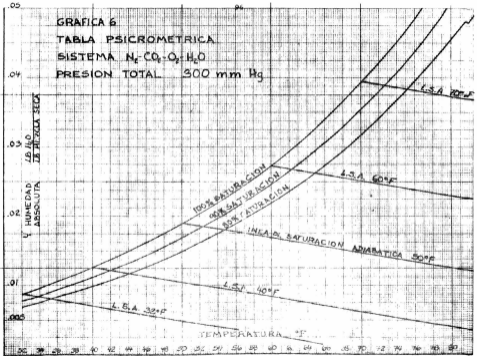
PRESION TOTAL 100 mm Hg



**GRAFICA 5**  
**TABLA PSICROMETRICA**  
**SISTEMA N<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O**  
**PRESION TOTAL 150 mm Hg**

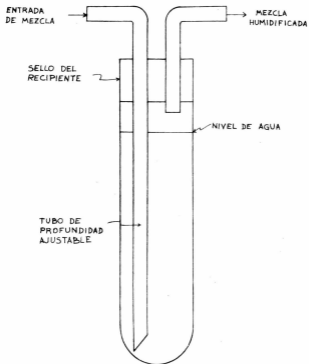


**GRAFICA 6**  
**TABLA PSICROMETRICA**  
**SISTEMA  $N_2-CO_2-O_2-H_2O$**   
**PRESION TOTAL 300 mm Hg**





## DIAGRAMA DEL HUMIDIFICADOR GRAFICA 3



### CONCLUSIONES

Del trabajo anteriormente expuesto se pueden derivar las siguientes conclusiones:

- La eficacia del almacenamiento hipobárico sólo puede ser probada una vez realizado el experimento propuesto.
- Del actual estudio no es posible deducir ningún tipo de costo, ya que el equipo utilizado corresponde al de una planta piloto a nivel de laboratorio.
- En caso de resultados afirmativos y prometedores, debe realizarse un profundo estudio de mercado con objeto de determinar la relación existente entre el costo de almacenamiento y el precio de venta de mango (en temporada y fuera de temporada).
- La planta debe rediseñarse para efectos de escalamiento, debido a que el equipo industrial tiene características diferentes al utilizado en el laboratorio.
- El objetivo de esta tesis es el de hacer una valiosa sugerencia para los productores de mango fresco en la República Mexicana.
- Debe tomarse en consideración que puede haber otras formas y variantes para efectuar el anteproyecto y llevar a cabo el experimento.

- El presente estudio pretende dar un enfoque práctico - de ingeniería para el cálculo del equipo de refrigeración y tablas psicrométricas, bajo condiciones hipobáricas.
- Resultaría conveniente complementar este trabajo con - estudios de bioquímica y fisiología del género almacenado.

## B I B L I O G R A F I A

- Apelbaum A., "Hypobaric Storage of fruits, vegetables and flowers", en ' Research Summaries 1971-1973', Division of fruits and vegetables, University of Jerusalem, (1974)
- Burg S.P., and Burg E. A., " Ethylene action and the ripening of fruits", Science 148, 1190, (1965)
- Burg S.P., and Burg E.A., "Fruit storage at subatmospheric pressure", Science 153, 314, (1966)
- Comisión Nacional de Fruticultura, SAG, "El mango en México", Serie de Investigaciones Fisiológicas 3, (1974)
- Comisión Nacional de Fruticultura, SAG, "Patrones de respiración y maduración en el ciclo de vida del fruto del mango", Serie de Investigaciones Fisiológicas 5, (1974)
- Dahl O., Gallardo Y., "La utilización del espacio en plantas congeladoras", en ' Tecnología de Alimentos ', Año 6, -- Num. 2., Marzo- Abril, ( 1971)
- Desrosier N.W., " Conservación de Alimentos ", Compañía Editorial Continental S. A., México, (1971)
- Fuchs Y., Zauberman G., Schiffmann-Nadel M., Yanko U., and Hom-

- sky S., "Experiments to increase the Keeping quality of mango fruit", en' Research Summaries 1971-1973', Division of Fruit and Vegetables, University of Jerusalem -- (1974)
- Hernández Goribar E., " Fundamentos de Aire Condicionado y Refrigeración", ED. Limusa, México (1975)
- Kern D.Q., "Process heat transfer", McGraw-Hill Kogakusha Ltd., Japan (1974)
- Perry Robert H., Chilton Cecil H., "Chemical Engineers' Handbook", McGraw-Hill Kogadusha Ltd., (1975)
- Pflug I.J. and Gurewitz D., "Externally generated atmospheres - for controlled atmosphere storage ", en' Storage of Fruit and Vegetables'. Institute International DU FROID, (1973)
- Química Hércules, "TAG, Un nuevo producto para preservar frutas", Boletín HQ-108, Productos Químicos para la Industria, (1976)
- Toledo R., Steinberg M. P. and Nelson A.I., "Heat of respiration of fresh produce as affected by controlled atmosphere ", J. Food Sci. 34, 261-264, (1969)
- Treybal R. E., "Mass Transfer Operations", McGraw-Hill Kogakusha Ltd., Japan (1973)

- Vives Escuder José, " Instalaciones Frigaríferas", Ed. Reverté S.A., México, (1956)
- Wu M. T., and Salunkhe D.K., "Fungistatic Effects of subatmospheric pressure", *Experientia* 28 , 866, (1972)
- Wu M. T., and Salunkhe D.K., "Subatmospheric pressure storage - of fruit and vegetables ", *Utah Science* 33, (1) : 29, - (1972)