

6
2 ejem



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**SELECCION Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE
PREENFRIAMIENTO PARA UNA EMPACADORA DE MELON
EN APATZINGAN, MICHOACAN**

DONADO POR D. G. B. - B. C.

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN ALIMENTOS
P R E S E N T A N:
ESTELA SANCHEZ GARCIA
MA. LETICIA MORALES TRUJILLO**

Cuautitlán Izcalli, México

1 9 8 4



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.

I N D I C E

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	3
III. METODOLOGIA	5
IV. PRODUCCION DEL MELON	6
1. Generalidades	6
1.1 Descripción botánica	6
1.2 Condiciones climáticas	6
1.3 Variedades	8
1.4 Características del melón	13
2. Producción mundial	15
2.1 Países productores	15
3. Producción nacional	18
3.1 Producción por entidad federativa	20
3.2 Superficie cultivada	22
3.3 Rendimientos	23
3.4 Valor de la producción	24
3.5 Proyección de la producción nacional	25
3.6 Epocas de cosecha	26
4. Antecedentes de la región	27
V. SISTEMAS DE PREENFRIAMIENTO	33
1. Procedimientos de preenfriamiento actualmente utilizado	33

	Página
2. Descripción de los sistemas de preenfriamiento.	41
3. Análisis de los sistemas de preenfriamiento	63
4. Elección del sistemas de preenfriamiento	70
VI. LOCALIZACION Y TAMAÑO DE PLANTA	73
1. Macrolocalización	73
1.1 Generalidades	73
1.2 Disponibilidad de la materia prima	73
2. Microlocalización	75
2.1 Características	75
2.2 Infraestructura y servicios	77
3. Tamaño	78
3.1 Generalidades	78
3.2 Selección de tamaño	79
VII. ANALISIS TECNICO	80
1. Evaluación de la materia prima	80
1.1 Disponibilidad	80
2. Proceso	80
2.1 Diagrama de bloques	80
2.2 Descripción de proceso	82
VIII. DISEÑO DE LA PLANTA	87
1. Cálculo de equipo de proceso	87
2. Dimensiones de áreas en planta	99

	Página
3. Cálculo de la instalación frigorífica	107
4. Selección de equipo	114
4.1 Equipo básico	114
4.2 Equipo complementario	117
IX. EXPORTACION Y TRANSPORTE DEL MELON	127
1. Mecanismos de operación en el exterior	127
2. Requisitos y procedimientos para la exportación	131
3. Características requeridas para el melón de exportación	135
4. Transporte	137
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
XI. BIBLIOGRAFIA	145
XII. ANEXOS	147

G R A F I C A S

No.		Página
1.	Superficie nacional cosechada de melón	22
2.	Rendimiento de melón por hectárea en México	23
3.	Valor de la producción nacional de melón	24
4.	Producción y proyección de la producción nacional de melón	25

C U A D R O S

1.	Ciclos de producción de las principales variedades de melón en México	12
2.	Clasificación de varias frutas de acuerdo a su comportamiento respiratorio	14
3.	Producción mundial de melón	16
4.	Principales países productores de melón	17
5.	Producción nacional de melón	19
6.	Producción nacional de melón por entidad federativa	21
7.	Estacionalidad de la producción nacional de melón	29
8.	Tiempos de enfriamiento para cantaloupes preenfriados por varios métodos	69
9.	Tipo y especificaciones de empaques de melón	86
10.	Alternativas de transporte marítimo	139

FIGURAS

No.		Página
1.	Patrón respiratorio de frutas	14
2.	Diagrama de proceso actualmente utilizado	40
3.	Sistema de hidrosrefrigeración por aspersión y lluvia	45
4.	Equipo de hidrosrefrigeración mixto	48
5-5'	Tiempos de enfriamiento	49
6.	Diagrama de proceso propuesto	
7.	Nomograma para hidroenfriamiento de cantaloupes	51
8.	Contenedor tipo iglú con sistema de refrigeración	141

M A P A S

1.	Localización del Estado de Michoacán en la República Mexicana	30
2.	Vías de comunicación	32
3.	Zonificación del Estado de Michoacán	74
4.	Población con actividad Agroindustrial	76

I. INTRODUCCION

En México la mayoría de los productos hortofrutícolas en estado fresco presentan un alto porcentaje de mermas desde la cosecha hasta el momento de consumo final debido a diferentes causas entre otras; inadecuado manejo en postcosecha, sistema de conservación utilizado, empaque y transporte, y por lo tanto no se aplican algunas medidas tendientes a reducir las pérdidas durante la comercialización.

El estado de Michoacán es uno de los principales exportadores de frutas y hortalizas localizándose en el Valle de Apatzingán la zona de producción más importante de Melón Cantaloupe que se destina al mercado exterior, el cual debe de cumplir con ciertas reglas en cuanto a grado de maduración, sanidad, medida, color, etc.; las cuales están impuestas por el comprador o instituciones específicas del país importador.

En base a lo anterior, si el productor responde a determinadas exigencias impuestas en el mercado y busca mejorar su producción con una serie de técnicas apropiadas, sus esfuerzos pueden resultar inútiles si el producto está expuesto a una serie de daños (como magullamientos, raspaduras, sobremaduración y marchitamiento) durante su manejo y conservación en postcosecha lo cual sucede con aquellos productos altamente perecederos.

El Melón es un fruto que requiere para su buen desarrollo de climas cálidos, no obstante es conveniente considerar que el metabolismo de estos frutos aumenta gradualmente a medida que aumenta la temperatura ambiental lo cual hace que tengan las características de ser altamente perecederos.

Para preservar lo mejor posible las características cualitativas de los frutos de melón es necesario enfriarlos lo más rápidamente posible.

El preenfriamiento es uno de los métodos que pueden resultar de gran utilidad en el alargamiento de la vida de anaquel así como en la reducción de daños y aunque es un elemento más de costo en el acondicionamiento de los productos para su comercialización, los beneficios que reporta resultan en una reutilización favorable para el productor.

En base a la problemática anterior en el presente trabajo se pretende seleccionar un sistema adecuado de preenfriamiento -- que disminuya las pérdidas que se tienen actualmente con el objetivo de alargar la vida de anaquel del producto y así tener acceso al mercado internacional considerando las diferentes vías de canalización y a la vez poder competir con los principales países productores de melón como son: China, Estados Unidos, España, Irán, Italia y Egipto.

II. ANTECEDENTES

En México los principales estados productores de Melón son: Michoacán, Sinaloa, Tamaulipas, Jalisco, Guerrero, Morelos, Coahuila, Chiapas, Oaxaca y Durango.

El estado de Michoacán es uno de los principales productores de melón Cantaloupe. Dentro del estado, el Valle de Apatzingán es la zona de producción más importante.

En esta zona la cosecha dura de febrero a mayo y alcanza su punto máximo en los meses de marzo y abril.

Existen en la zona dieciocho empacadoras de acuerdo a la información proporcionada por el representante de la Secretaría de Agricultura y Ganadería en la zona; siete de ellas se localizan en Apatzingán, siete en Nueva Italia, dos en Antunez, una en Chilatán y otra en Gabriel Zamora.

Los productores de melón se agruparon formando asociaciones y éstas a su vez formaron parte de la Unión Agrícola Regional José Ma. Morelos.

Esta Unión ha conseguido financiamiento para el cultivo del Melón y la compra de empacadoras para cada una de las asociaciones. Asimismo, las empacadoras de la Unión Agrícola Regional José Ma. Morelos tiene como finalidad acondicionar y seleccionar el Melón variedad Cantaloupe que será distribuido en el mercado nacional y de exportación.

En estas empacadoras actualmente el proceso que se lleva a cabo para conservar el Melón es mediante aplicación de cera únicamente para el Melón de exportación y adición de hielo troceado.

Se ha detectado que el alto porcentaje de mermas se debe principalmente al deficiente manejo del producto, a la falta de investigación sobre el comportamiento fisiológico en postcosecha, y al sistema de preenfriamiento. Dicho sistema utilizado no es el adecuado dado que no se mantiene una temperatura constante en todos los frutos ya que los que están en la parte superior son los que están en contacto directo con el hielo y los de abajo son enfriados por percolación del agua de fusión. Además se tiene que considerar que se requiere que durante el transporte sea necesario eliminar el agua de fusión y hacer cargas sucesivas de hielo troceado.

El mercado exterior representa una oportunidad y un reto para los productores organizados de Melón, por lo cual, frente a necesidades muy concretas reflejadas en las posibilidades de competir con éxito en diversos centros de consumo internacionales, es posible ubicar en su justa dimensión las respuestas al tipo de producto que se debe de exportar y cuales son los procedimientos exigidos por la autoridad respectiva, para llevar a cabo una operación de esta naturaleza.

Se puede afirmar que las exportaciones de los últimos años han contribuido positivamente a una toma de conciencia del fruticultor respecto a los beneficios que aporta la participación organizada en la producción y comercialización de fruta fresca.

III. METODOLOGIA

Para la elaboración de este trabajo se seguirá la siguiente metodología.

- 1) Revisión bibliográfica sobre el Melón como generalidades, producción, sistemas de preenfriamiento utilizados, etc.
- 2) Una investigación de campo con apoyo en una serie de visitas a las empacadoras de la "Unión Agrícola Regional José Ma. Morelos" en Apatzingán, Mich. para recopilar información y conocer la forma en que se maneja el Melón en -- planta para el desarrollo del trabajo.
- 3) Con la información recopilada se procederá a analizar los datos obtenidos a fin de seleccionar y diseñar el sistema adecuado de preenfriamiento para Melón. Asimismo, se procederá a determinar el tamaño de planta, cálculos de equipo, cálculos de planta y se elaborarán los planos respectivos.
- 4) Con lo anterior se diseñará con un enfoque principal al sistema de preenfriamiento una planta tipo empacadora de Melón.

IV. PRODUCCION DEL MELON

1. Generalidades

1.1 Descripción botánica

El Melón (*Cucumis melo* L.) es una planta que pertenece a la familia de las cucurbitáceas al igual que la Sandía, Pepino, Calabaza, Chayote, otras.

Es una planta anual de desarrollo superficial pues únicamente llega a crecer hasta 10 cm. Los tallos son largos pudiendo elevarse cuando encuentra soportes convenientes. Las hojas son de forma y dimensiones variables, su borde es entero o dentado y están provistas al igual que los tallos de pelos abundantes, por lo que resultan ásperas al tacto.

El fruto es de forma esférica mas o menos deprimida y alargada. Su corteza al madurar es de color blanco gris, verde negruzco y amarilla, según la variedad. La superficie puede ser lisa, surcada o rugosa (formando una red).

La pulpa o mesocarpio es comunmente anaranjada, verde cristalina o blanca cuando el fruto está maduro, además es suave y azucarada.

Las numerosas semillas se encuentran agrupadas en el centro del fruto, son oblongas, aplastadas lisas y de color blanco amarillento.

1.2 Condiciones climáticas

Los melones están adaptados a los climas cálidos y

secos, pues requieren una gran cantidad de calor para asegurar el desarrollo y madurez de sus frutos, los cuales son mas aromáticos cuando se producen y maduran en un ambiente seco y cálido.

Temperaturas

La temperatura ideal para la maduración es de 18.3°C consiguiéndose la mayor cantidad de azúcar cuando se sobrepasa aquella cifra, aunque ello va en contra de la pulpa.

Un aspecto de suma importancia es el de evitar que los frutos tengan una alta exposición al sol, pues de otra manera aparecen "manchas blancas" en la cáscara que afectan la pulpa en su sabor y textura.

Humedad

El melón es un cultivo bastante susceptible a las altas humedades ya que éstas favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades. La humedad ambiental ideal oscila entre 55% y 70% siendo ésta última la mas favorable para el desarrollo de la planta, aunque tambien lo es para la propagación de enfermedades.

Plagas y enfermedades

En éste cultivo, el ataque de plagas y enfermedades representa un problema de vital importancia económica debido a que inician su ataque desde el momento de la siembra y continúan hasta la cosecha.

Plagas

a) Escarabajos

Estos causan un daño indirecto a ésta cucurbitácea ya que son vehículos transmisores de la marchitez bacterial.

b) Araña roja

Ataca primeramente a las hojas inferiores y avanza hacia la yema terminal, ocasiona una amarillez de aspecto grisáceo que acaba por desecar las hojas, las cuales casi muertas se desprenden.

Enfermedades

a) Antracnosis

Produce manchas verdes sobre los tallos y hojas, así como la podredumbre de los frutos.

Es de hacerse notar el gran número de géneros y especies de microorganismos que atacan a ésta cucurbitácea después de la cosecha, sin embargo, destacan por su mayor frecuencia las especies *Alternaria Tenuis* N., *Collectotrichum* 1. (antracnosis), *Penicillium*, *Diplodia natalensis* y aproximadamente 17 del género *Fusarium*.

1.3 Variedades

Las variedades que mas se cultivan en México y que se recomiendan por sus características de rendimiento y calidad son.

A) Del grupo denominado "Melón chino", Cantaloupe o - de red que se caracteriza por tener la corteza re-

ticulada.

- a) Sierra Gould
- b) Imperial PMR45
- c) SR-91
- d) Sol de desierto

B) Del grupo denominados "Lisos"

- e) Honey Dew
- f) Crenshaw
- g) Tendral verde rugoso
- h) Tam Dew

a) Sierra Goul.- Su producción es abundante con frutos de forma ovalada y tamaño mas grande que los de -- las variedades PMR45 y SR-91 (14 x 17 cm.), además alcanzan un peso que varía entre 1.300 a 2.500 Kg. Su sabor es ligeramente menos dulce que el de las variedades antes -- anotadas, su red está uniformemente distribuida y las costillas bien marcadas. Su resistencia al transporte también es bastante favorable.

b) Imperial PMR45.- Los frutos son de red abundante y uniforme con costillas marcadas en forma ligeramente ovaladas; el tamaño medio es de 13 cm. de ancho por 15 cm. de largo. El peso de los frutos varía entre 1.250 a 2.250 Kg. La pulpa es firme gruesa, de buen sabor y color anaranjado. La cavidad central es pequeña y cerrada; su maduración es uniforme y presenta resistencia al transporte.

c) SR-91.- Los frutos son de red abundante, uniforme y gruesa, las costillas son mas marcadas que las de la variedad PMR45.

El fruto es ovalado con un peso promedio de 1.300 Kg., la pulpa es color salmón, de muy buen sabor y textura. Esta variedad es menos resistente al transporte que la PMR45 debido a que los frutos se abren con el manejo brusco.

d) Sol del desierto.- Es una variedad de abundante producción y frutos ligeramente mas chicos que los de las variedades PMR 45 y SR-91 (12 x 14 cm.); el peso de los frutos varía entre 1.00 a 1.200 Kg. Los frutos son firmes, resistentes al transporte y de red bien distribuida y uniforme.

La pulpa es de grosor ligeramente inferior a la de los frutos PMR 45 y SR-91, su color es anaranjado y de sabor agradable. La cavidad central es pequeña y cerrada.

e) Honey Dew.- Los frutos son de forma oval con tendencia globular. Su tamaño es grande, de 15 a 20 cm. de longitud. El peso de los frutos fluctúan entre 2.000 a 3.000 Kg., la cáscara es blanca, lisa y dura; la pulpa es verde, jugosa y dulce. Presenta buena resistencia al transporte, soporta el manejo brusco y se puede conservar por mas tiempo que las anteriores.

f) Crenshaw.- Es una variedad de fruto grande, forma aplanada, puntiaguda y mas arrugado en el extremo que en el resto del fruto; la corteza no es reticulada y tiene un color verde oscuro que al madurar se vuelve totalmente de color anaranjado, rosado o amarillo.

La pulpa es de color rojizo o anaranjado pálido, gruesa jugosa y de un sabor diferente a las demás variedades. Su manejo debe ser muy cuidadoso ya que el fruto es muy delicado. El peso promedio de éste fruto es de 4.000-kg.

g) Tendral verde rugoso.- En esta variedad el fruto es muy susceptible a quemaduras causadas por el sol.

Su producción es muy reducida debido a su baja demanda en el mercado nacional, aunque en el exterior y especialmente en Japón se interesan para su comercialización el problema son las dificultades en el transporte.

h) Tam Dew.- Es una variedad con un rendimiento medio de 1.000 cajas por hectárea (40 Kg. por caja); el fruto es de forma oval con tendencia a esférico; su color en el exterior es blanco y la pulpa es verde con buen sabor. Aparentemente no tiene problemas de producción apenas se está estudiando su adaptabilidad.

Cuadro No. 1.

Ciclos de Producción de las Principales Variedades de Melón en México.

<u>V a r i e d a d</u>	<u>Ciclo (en días)</u>		
Sierra Gould	70	-	75
Imperial PMR-45	75	-	80
SR-91	72	-	77
Sol del Desierto	65	-	75
Honey Dew	80	-	90
Crenshaw		110	
Tendral Verde Rugoso		-	
Tam Dew		-	

FUENTE: Novedades Hortícolas No. 7 (4); 1-7, 1962 y Novedades Hortícolas No. 1, Vol. XVIII, 1973.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas --
S. A. G.

1.4 Características del melón

El melón constituye una rica fuente de vitamina A y C necesarias para la nutrición y el desarrollo, cuyo -- comportamiento como catalizadores en cantidades infinitamente pequeñas son esenciales para el normal funcionamiento del del organismo.

Por su composición ejerce una acción reguladora de las actividades digestivas; produce efectos depurativos, refrescantes y alcalinizadores, debiendo formar parte de la dieta diaria.

Uno de los aspectos fisiológicos de gran importancia en la maduración de los melones es su comportamiento respiratorio, el cual según el cuadro No. 1 se encuentra en el grupo de los "no climatéricos".

La característica principal de los frutos de éste grupo, es la de que únicamente pueden madurar en la planta y no después, de ahí que estos frutos tengan un lapso de vida útil muy corto y no mejoren su calidad una vez -- que han sido cosechados.

En la figura No. 1 se presenta gráficamente el comportamiento respiratorio climatérico y no climatérico en aguacates y limones respectivamente, haciéndose notar que el melón sigue una tendencia semejante a la de éstos últimos.

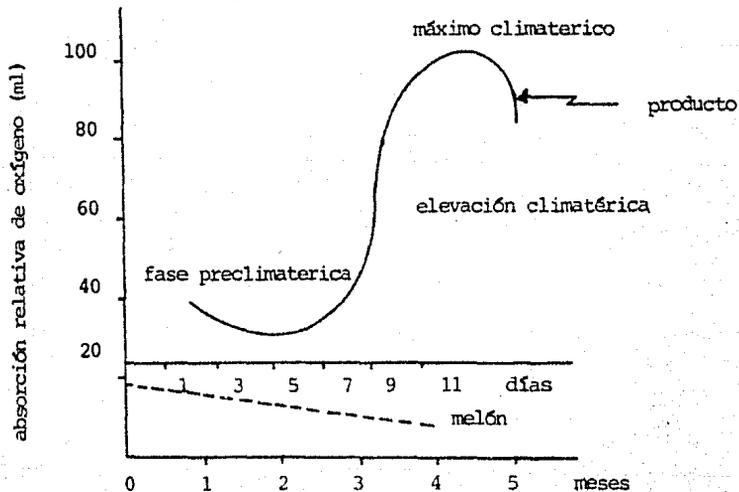
Cuadro No. 2

Clasificación de Varias Frutas de acuerdo a su Comportamiento -- Respiratorio.

Frutas Climatéricas	Frutas NO Climatéricas
Manzanas	Naranjas
Peras	Uvas
Plátanos	Limones
Albaricoques	Piñas
Aguacates	Melones

FUENTE: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas S.A.G.
 Novedades Hortícolas No 1 , Vol. XVIII, 1973.

Figura No. 1 Tendencia Respiratoria de Frutas Climatéricas - Comparadas con No Climatéricas.



2. Producción Mundial

La producción de melón en el mundo ascendió a - - 6,370,000 Tons. en el año de 1979, 283,000 Tons. más que el año inmediato anterior y 1,268,000 Tons. por arriba - del volumen alcanzado en 1969 - 1971.

El crecimiento absoluto en el periodo 1969-1979 es del orden de 24.8% mostrando una tasa de crecimiento anual de 2.5%.

Destaca en el universo de esta producción el continente Asiático, el cual participa con 2,977,000 Tons., corrrespondiente al 46.74% en 1979.

Le sigue en importancia el continente Europeo, con 1,551,000 Tons. (24.35%) y el Continente Americano con -- 1,298,000 Tons. (20.0%) en el mismo año.

La producción conjunta de estas tres áreas representa el 91.09% del total mundial. También se observa que los promedios con el cada uno participa en años anteriores se han mantenido son grandes variaciones.

Respecto a las cantidades con que participa América del Norte y Central, representan el 78% del total continental y del 16% del total mundial, cifras relativas -- que reflejan la creciente importancia de ésta área geografica como productora del mencionado fruto.

2.1 Países Productores

En el conjunto de países productores de melón ocupa un lugar relevante la República de China, la cual aporta el 21.8%, 21.4% y 22.3% del total mundial correspondiente a los años de 1977, 1978 y 1979, respectivamente.

CUADRO No. 3

PRODUCCION MUNDIAL DE MELON
(1969 - 1979)
(Miles de Toneladas)

CONTINENTE	1969/1971	%	1977	%	1978	%	1979	%
TOTAL MUNDIAL	5,102	100.00	5,828	100.00	6,087	100.00	6,370	100.00
América	1,113	21.81	1,165	20.00	1,331	21.87	1,298	20.37
Norte y Centro	869	17.03	901	15.46	1,059	17.40	1,018	15.98
Sur	244	4.78	264	4.54	272	4.47	280	4.39
Asia	2,236	43.83	2,730	46.84	2,800	46.00	2,977	46.74
Africa	422	8.27	469	8.04	516	8.48	544	8.54
Europa	1,331	26.09	1,464	25.12	1,440	23.65	1,551	24.35

FUENTE: Elaborado por la Subdirección Comercial, CONAFRUT, en base a datos del Anuario Estadístico de Producción, F.A.O., 1979.

NOTA: Se desglosa la producción de América debido a la importancia que tiene en el contexto mundial.

CUADRO No. 4

PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE MELON

(Miles de Toneladas)

P A I S	1969/1970	1977	1978	1979	% 1979
TOTAL MUNDIAL =====	5,102	5,828	6,087	6,370	100.00
Otros	297	455	450	484	7.59
<u>Africa</u>					
Egipto	255	218	266	266	4.18
Marruecos	107	140	143	145	2.28
<u>América</u>					
Argentina	43	56	66	72	1.13
Chile	146	123	130	130	2.04
E.E.U.U.	685	606	738	719	11.29
México	169	249	271	250	3.92
<u>Asia</u>					
Bangladesh	109	105	112	111	1.74
Corea, Rep. de	96	159	152	158	2.48
China	1,069	1,272	1,304	1,420	22.29
Irak	181	107	106	119	1.87
Irán	313	460	460	480	7.54
Japón	272	257	273	290	4.55
Siria	77	201	212	212	3.33
<u>Europa</u>					
España	627	727	677	705	11.07
Francia	157	155	180	211	3.31
Grecia	96	117	121	123	1.93
Italia	286	300	302	351	5.51
Rumanía	117	121	124	124	1.95

FUENTE: Elaborado por la Subdirección Comercial, CONAFRUT, en base al Anuario Estadístico de Producción, F.A.O., 1979.

La participación de este país se ha ampliado en - términos relativamente permitiendo observar las cifras - absolutas incrementos de suma importancia: 116,000 Tons. en 1979 con respecto a 1978 y 32,000 Tons. de aumento en 1978 con relación a 1977.

Corresponde a los Estados Unidos el segundo lugar en la oferta global de este fruto, situación que adquiere mayor significación por constituir este país el principal mercado internacional para el producto originario de México.

Los volúmenes alcanzados en el año de 1979 son de 719,000 Tons. (11.29% del total del mundo), con un incremento absoluto en relación a 1969 de 34,000 Tons. equivalente al 4.9%.

España es el tercer productor mundial de melón en el año analizado y al mismo tiempo es el primero en el -- continente Europeo, le sigue en orden descendiente: Irán Italia, Japón, Egipto y México, el cual con 250,000 Tons. aporta el 3.92%.

3. Producción Nacional

El comportamiento de la oferta nacional durante el lapso 1973-1980 presenta inicialmente una contracción de la producción cuya reanimación manifiesta un crecimiento poco sensible en función de la planeación que han realizado los productores.

Consideramos que los rendimientos por hectáreas en el cultivo de Melón son susceptibles de incrementarse, -- así como las áreas destinadas a este frutal, situación -- que repercutiría en un incremento considerable de la oferta.

CUADRO No. 5

PRODUCCION NACIONAL DE MELON

1973 - 1980

ANO	SUPERFICIE COSECHADA (HAS.)	RENDIMIENTO POR HA. (KG./HA.)	VOLUMEN DE PRODUCCION (TON.)	PRECIO MEDIO RURUAL (PESOS/TON.)	VALOR DE LA PRODUCCION (PESOS)
1973	24,778	10,960	271,589	900.00	244'430,100
1974	18,532	11,665	216,191	1,000.00	216'191.00
1975	14,033	12,462	174,887	1,110.19	194'157,850
1976	15,647	11,974	187,370	1,672.02	313'286,440
1977	17,938	13,211	236,982	2,765.31	655'327,660
1978	26,321	13,459	354,264	2,279.09	807'399,000
1979*	26,538	12,746	338,270	2,702.36	914'127,125
1980*	27,832	13,638	379,587	2,706.42	1'027'322,100

FUENTE: Elaborado por la Subdirección Comercial, CONAFRUT, en base a datos proporcionados por la Dirección General de Economía Agrícola, S.A.R.H.

NOTA: (*) Cifras preliminares.

ta. Sin embargo paralelamente a una decisión de alentar - la producción debe instrumentarse un mecanismo de distribución tanto nacional como exterior que permita una relación funcional entre la oferta y la demanda, con objeto - de no saturar los mercados tradicionales y provocar un -- desplome de precios.

El siguiente cuadro reúne la información referente al comportamiento de la oferta nacional de Melón para el periodo 1973-1980.

3.1 Producción por entidad federativa

En el contexto frutícola nacional del Melón ocupó en 1978 el octavo lugar en el volumen y el noveno lugar - en valor. Las entidades que ocuparon los primeros lugares en la producción nacional de Melón fueron en orden decreciente Michoacán, Sinaloa, Jalisco y Baja California Norte, con una participación de 24, 22, 14 y 9% respectivamente, sumando conjuntamente el 69% del total nacional.

Otros estados importantes en la producción de Melones fueron Coahuila, Durango, Guerrero, Tamaulipas y Morelos cuyo aporte durante 1978 fue del 2, 3, 5, 4 y 2% respectivamente. Considerando que en estos estados el rendimiento promedio por hectárea es de 16.56 toneladas, superior al obtenido por el estado de Michoacán que es el --- principal productor nacional, se estima que en el corto - plazo aumentarán sensiblemente su participación productiva.

El siguiente cuadro presenta objetivamente la participación que tuvieron las diferentes Entidades en la -- producción nacional de Melón durante 1978 en los aspectos relativos a la superficie cosechada, rendimientos, volumen y valor de producción, así como los porcentajes de participación.

CUADRO No. 6

PRODUCCION NACIONAL DE MELON POR ENTIDAD FEDERATIVA

1978

E S T A D O	Superficie Cosechada (Ha.)	Participación (%)	Rendimiento (Ton./Ha.)	Producción (Ton.)	Participación (%)	Precio Medio Rural (Pesos)	Valor de la Producción (Miles de Pesos)
T O T A L	26,321	100.00	13,459	354,264	100.00	2,279	807,399
Baja California Nte.	2,244	8.53	15.000	33,660	9.50	860	28,947
Baja California Sur	47	0.18	9.000	423	0.12	2,000	846
Campeche	20	0.07	4.500	90	0.03	2,700	243
Coahuila	484	1.84	17.785	9,608	2.43	1,950	16,786
Colima	8	0.03	4.875	39	0.01	2,770	108
Chiapas	500	1.90	4.000	2,000	0.57	2,000	4,000
Chihuahua	42	0.16	10.714	450	0.13	3,056	1,375
Durango	449	1.71	22.630	10,161	2.87	1,950	19,814
Guanajuato	181	0.69	10.818	1,958	0.55	2,961	5,798
Guerrero	1,369	5.20	12.184	16,680	4.71	2,790	46,545
Jalisco	4,044	15.36	13.025	52,672	14.87	3,500	184,337
Michoacán	6,673	25.35	12.944	86,378	24.38	2,039	176,165
Morelos	367	1.39	15.000	5,505	1.55	2,803	15,431
Nayarit	1,430	5.43	7.135	10,204	2.88	1,116	11,395
Nuevo León	44	0.17	14.659	645	0.18	1,823	1,176
Oaxaca	1,710	6.50	8.830	15,100	4.26	1,604	24,214
Puebla	800	1.14	11.953	3,586	1.01	2,542	9,116
Querétaro	10	0.04	12.000	120	0.03	4,000	480
Quintana Roo	1	-	12.000	12	-	5,000	60
San Luis Potosí	102	0.39	12.451	1,270	0.36	2,787	3,540
Sinaloa	4,220	16.03	18.418	77,723	21.94	2,370	184,204
Sonora	339	1.29	14.283	4,842	1.37	5,455	26,414
Tlaxasco	21	0.08	9.048	190	0.05	1,950	370
Tamaulipas	1,249	4.75	15.219	19,009	5.37	1,954	37,141
Veracruz	221	0.84	8.145	1,800	0.51	3,100	5,580
Yucatán	246	0.93	4.630	1,139	0.32	2,910	3,314

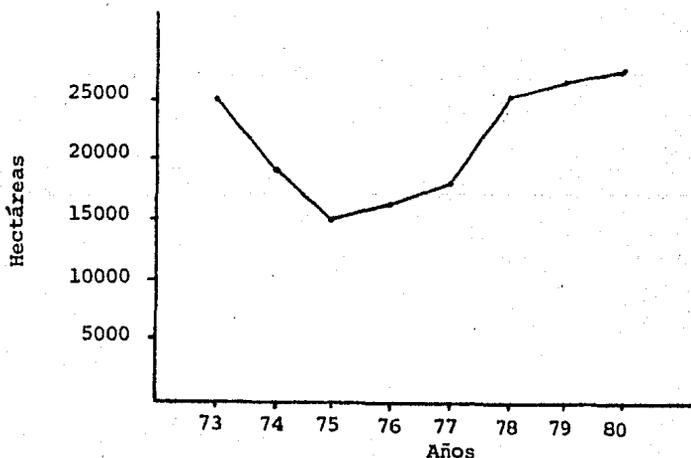
FUENTE: Elaborado por la Subdirección Comercial, CONAFRUT, en base a cifras preliminares de la Dirección General de Economía Agrícola, S.A.R.H.

3.2 Superficie cultivada

El cultivo de Melón en México se localiza en 26 - entidades del país, cubriendo una extensión de 27,832 hec- táreas en 1980. Durante el periodo 1979/1980 la superfi- cie cosechada registró altibajo con un ligero crecimiento anual.

En 1978 la superficie cosechada registró un creci- miento sensible del 46% respecto al año anterior, mostran- do una tendencia creciente en función de la gran demanda de Melón mexicano en los mercados exteriores, como se ob- serva en la siguiente gráfica.

Gráfica No. 1 Superficie Nacional Cosechada de Melón
1973-1980



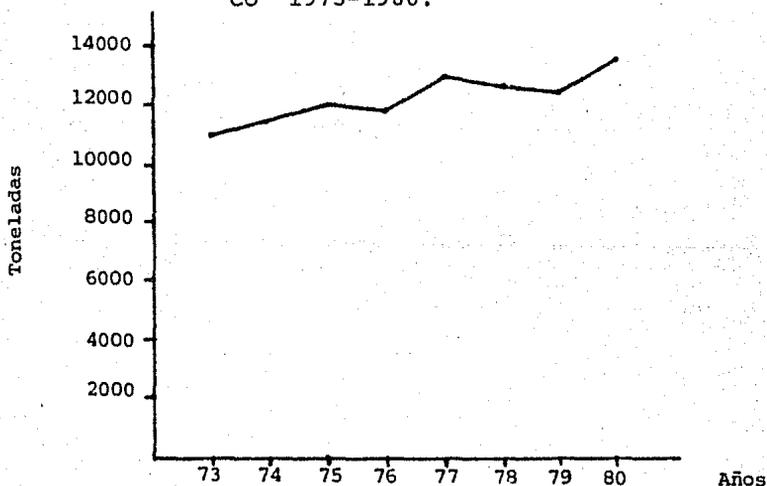
FUENTE: Subdirección comercial, CONAFRUT, con datos de -
la Dirección General de Economía Agrícola, SARH.

3.3 Rendimientos

Los rendimientos por hectárea obtenidos en el cultivo de Melón se condieran de los mas altos dentro de los principales productos frutícolas que se cultivan en el país.

Durante el periodo 1979-1980 los rendimientos en el cultivo de Melón registraron una tendencia creciente, obteniéndose 10.9 toneladas por hectáreas en 1973 y 13.6 toneladas por hectárea durante 1980. El rendimiento mas bajo se registró en 1974 y el mas alto en 1980 oscilando los otros años entre esos niveles. La gráfica siguiente muestra la tendencia registrada durante el periodo mencionado.

Gráfica No. 2 Rendimiento de Melón por Hectárea en México 1973-1980.

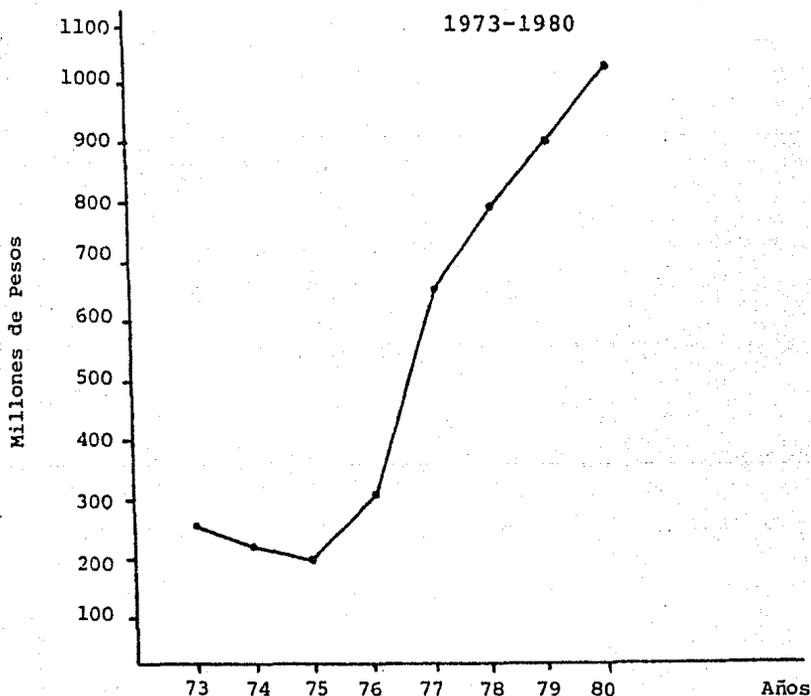


FUENTE: Subdirección Comercial, CONAFRUT.

3.4 Valor de la Producción

El valor de la producción nacional de Melón durante el período 1973-1980 ha registrado una tendencia creciente. En efecto, durante 1973 el valor de la producción fue de 244.4 millones de pesos, incrementándose en 1980 a 1,027.3 millones de pesos, equivalente a un aumento absoluto de 782.9 millones de pesos. La curva ascendente del valor de la producción se observa en la siguiente gráfica.

Gráfica No. 3 Valor de la Producción Nacional de Melón



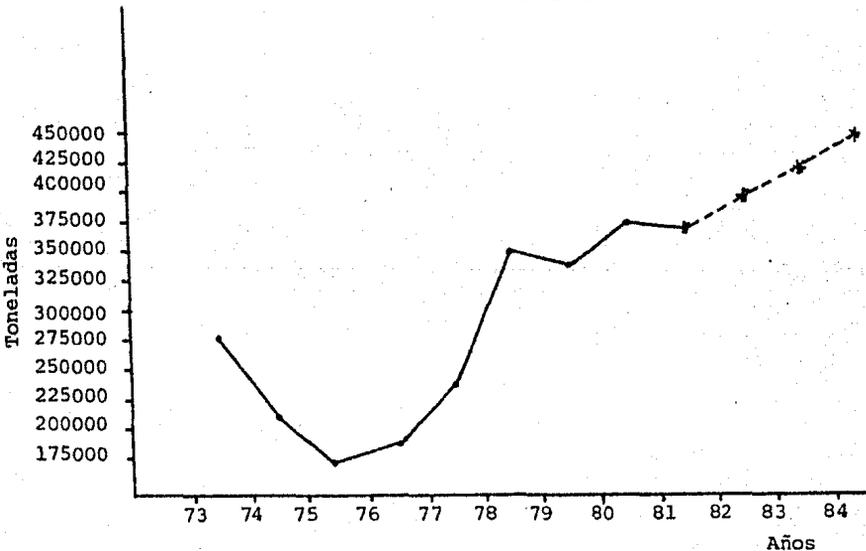
FUENTE: Elaborado por la Subdirección Comercial, CONAFRUT

3.5 Proyección de la Producción Nacional

La producción nacional de Melón fue en 1973 de -- 271,589 toneladas, incrementándose a 379,587 toneladas en 1980, registrando un aumento absoluto de 107,998 toneladas durante el periodo considerado.

En 1973 y 1975 la tendencia fue decreciente, mostrando a partir de ese año una ascendente que solo fue interrupta entre 1978 y 1979 por una variación descendente poco significativa. La proyección de la producción mediante el método de mínimos cuadrados permite estimar una producción de 444,368 toneladas para 1984. La tendencia - de la producción y su proyección se observa objetivamente en la gráfica siguiente.

Gráfica No. 4 Producción y Proyección Nacional de Melón
1973-1984



NOTAS: Proyección en base al método de mínimos cuadrados.

FUENTE: Subdirección Comercial, CONAFRUT.

3.6 Epocas de cosecha

En términos generales la oferta de Melón en México se localiza entre los meses de febrero a agosto. La temporada de cosecha del Melón de exportación se inicia durante la segunda quincena del mes de enero y se prolonga hasta el mes de junio.

En el estado de Michoacán la cosecha principia en febrero y termina en la primera quincena de Julio; en Sinaloa el periodo de cosecha es mas corto, empieza en el mes de mayo y termina en el mes de junio; en Jalisco la temporada se inicia en la segunda quincena del mes de marzo y termina en la segunda quincena del mes de mayo.

En función de que la cosecha se realiza aproximadamente 70 días después de la siembra consideramos de interés mencionar que en México la siembra de Melón se efectúa generalmente en tres periodos clasificados en siembras -- tempranas, intermedias y tardías o también en temporadas de invierno y de primavera-verano.

En el siguiente cuadro consideramos la estacionalidad de siembra y cosecha de Melón en el país en la clasificación del ciclo invierno y el ciclo primavera-verano, por región y estado según estimaciones de los calendarios de siembra y cosecha realizadas por la Unión Nacional de Productores de Hortalizas.

4. Antecedentes de la región

El estado de Michoacán cuenta con una superficie - de 59,864 Km² que representan el 3.1% de la superficie to tal del país.

Sus límites son: al norte los estados de Jalisco, Guanajuato y Querétaro; al sur, el estado de Guerrero y - el Océano Pacífico; al oeste, los estados de Colima y Jalisco así como el Océano Pacífico, al este, los estados - de México y Guerrero.

Políticamente, la entidad se encuentra dividida en 112 municipios. La capital del estado es Morelia ubicada en la parte noreste del mismo.

La hidrografía del estado reviste importancia por sus dos grandes corrientes. La del río Balsas y la del -- río Lerma, en el primero están construidas la presa del In fiernillo, que es una de las mas importantes del país y - la presa José Ma. Morelos conocida como la Villita, ambas diseñadas para generar energía eléctrica.

El distrito de riego mas importante es el de Temas caltepec con alrededor de 90,000 Has. Entre los principa- les cultivos regados se destacan: algodón, caña de azúcar ajonjolif, aguacate, fresa, melón y sandía.

A estos cultivos se les aplican técnicas de labran- za adecuadas, se emplea la mecanización, fertilización y semillas mejoradas.

Los municipios mas importantes donde se destaca la producción agrícola son Apatzingán, Zamora, La Piedad, Yu récuaro, Puruándaro, Uruapan y Tierra Caliente, los cua- les se encuentran en zonas de riego.

Michoacán tiene una gran variedad de climas, en términos generales, los climas predominantes en el estado son bastante apropiados para el desarrollo de las actividades agropecuarias.

En el sureste y suroeste, el clima es cálido subhúmedo, con temperaturas medias anuales de 26°C. En la región centro sur el clima es cálido semiseco, con una temperatura media anual de 27°C.

El noroeste cuenta con un clima semicálido subhúmedo y 20°C de temperatura media anual.

Por su parte, el clima de la porción noroeste es templado subhúmedo, con una media anual de 16°C de temperatura.

En la parte norte del estado, la precipitación media anual es inferior a 800 mm; en la región de Tepalcatepec, oscila entre los 800 y 1,600 mm; en Tierra Caliente hay lluvias escasas entre 500 y 650 mm; en la Sierra Madre del Sur la precipitación varía entre 800 y 1000 mm. anuales; en las porciones boscosas del noreste del estado es de 1000 a 1500 mm y en las mas calientes es de 300 a 1000 mm anuales.

Infraestructura

En el estado de Michoacán abundan los recursos naturales y humanos; sin embargo, la insuficiencia de su infraestructura económica constituye uno de los obstáculos mas serios para alcanzar mayores niveles de progreso y bienestar para su población.

CUADRO No. 7

ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCION NACIONAL DEL MELON

Región/Estado	CICLO Otoño-Invierno					CICLO Primavera-Verano							
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
I. Sonora													
Sinaloa													
II Nayarit													
Jalisco													
Michoacán													
III Guerrero													
Oaxaca													
Chiapas													
IV Chihuahua													
Coahuila (Saltillo)													
Coahuila (La Laguna)													
V Guanajuato													
VI Hidalgo													
Edo. de México													
Morelos													
Puebla													
VII Nuevo León													
Tamaulipas (Cd. Victoria)													
San Luis Potosí													
VIII Veracruz													
Tabasco													
IX Campeche													
Yucatán													
Quintana Roo													

FUENTE: Estimado en base a calendarios de siembra y cosecha de la U.N.P.H.

□ Temporada de siembra

-- Temporada de cosecha.

MAPA I



LOCALIZACION DEL
ESTADO DE MICHOACAN
EN LA REPUBLICA MEXICANA



LAGUNA DE CHAPALA

LAGO DE CHITZO

○ MORELIA

LAGO DE PATZCUARO

PRESA EL INDIENILLO

Comunicaciones y transportes

Las principales vías de comunicación se observan en el mapa No. 2.

Los servicios de correos, telégrafos, télex, radio y teléfonos, complementan la infraestructura michoacana - en materia de comunicaciones.

V. SISTEMAS DE PREENFRIAMIENTO

1. Procedimiento de preenfriamiento actualmente utilizado para el Melón Cantaloupe

Se realizó una visita exploratoria a 3 empacadoras de melón de la Unión Agrícola Regional "José Ma. Morelos" localizadas en Apatzingán, Mich., con el fin de conocer la instalación y el procedimiento actualmente utilizado para el empaque, conservación y transporte del melón Cantaloupe.

De las empacadoras visitadas, la empacadora Apatzingán que se encontraba funcionando se ubica a 1 1/2 Km. de la carretera Apatzingán-Uruapan y ocupa un terreno con una superficie de 2,800 m².

La planta empacadora Apatzingán cuenta con las siguientes áreas:

- Area de proceso

Se encuentra sobre una plataforma de concreto que se eleva aproximadamente 2 m sobre el nivel del suelo con objeto de facilitar las maniobras de carga y descarga de los camiones. El área de proceso y embarque se encuentra techada por una cubierta metálica y está totalmente abierta en sus costados. Los accesos y rampas para los camiones son de terracería.

- Area de almacén

El área de almacén de material de empaque (cajas de madera) se encuentra a la intemperie. Las cajas son preformadas y enviadas desde Durango.

- Area de maniobras

En el área del patio de maniobras se llevan a cabo varias operaciones:

- Recepción de camionetas provenientes de las huertas con el fruto, las cuales conforme llegan se forman bajo un cobertizo y esperan su turno de descarga.
- Adición de hielo troceado como medio de conservación a los camiones una vez que han sido colocadas las cajas en éstos.
- Salida de camiones al lugar de destino.

- Area de Oficinas

Actualmente se encuentra en construcción una área de proceso anexa a la instalada, ya que la existente no tiene la capacidad suficiente cuando se tiene la temporada de máxima producción (mayo-Junio).

Los principales equipos instalados en la planta -- son los siguientes:

- 1 rampa para descarga de camiones con melón a granel.
- 1 rampa para descarga del melón seleccionado para exportación.
- 1 banda transportadora en donde se separa el melón Pachanga y el melón de deshecho.
- 1 banda transportadora para melón nacional

- 1 banda transportadora para melón exportación
- 1 elevador de rodillos
- 1 tina de lavado
- Equipo de encerado que consta de aditamentos como espreas, cepillos y tanque para suministro de la solución de cera.
- Transportador de rodillos en donde se estructuran las cajas preformadas almacenadas en la parte superior de éste.
- Transportador de rodillos que canalizan las cajas para mercado nacional y de exportación.
- 3 prensas clavadoras de cajas
- 2 escarchadoras

El proceso que se lleva a cabo en la empaedora -- Apatzingán es el siguiente:

- a) Diagrama de bloques
Se anexa el diagrama de bloques
- b) Descripción del proceso

Cosecha

La recolección se hace en forma manual y se lleva directamente al vehículo que lo conduce a la empaedora.

Transporte

Una vez cosechado el Melón, se transporta en camio

pick-Up o de redilas a granel a la empacadora.

Dependiendo de la localización de las huertas, el tiempo de transporte varía de 10 a 35 min.

- Recepción

Al llegar el transporte a la empacadora, los vehículos se forman bajo un cobertizo para esperar su turno de descarga.

- Selección por sanidad

La fruta de esta selección se coloca sobre un transportador de banda situado junto a las rampas de descarga, se aparta la fruta muy magullada y con pudriciones constituyendo la fruta de desecho que se utiliza para alimentación de ganado.

También se canaliza la fruta menos deteriorada a lo que se denomina Pachanga y que generalmente se vende a bajos precios.

- Lavado

La fruta seleccionada es descargada a través de un transportador de rodillos a una tina de lavado en donde el fruto es inmerso en agua a temperatura ambiente con el fin de eliminar todas las impurezas del fruto.

Anteriormente se aplicaban fungicidas (hipoclorito de sodio) debido a un problema por contaminación de hongos.

- Selección por destino

Inmediatamente después del lavado se efectúa una selección en la cual se separa el fruto para mercado de exportación y nacional, en este último la selección es menos estricta, es decir se aceptan frutos que no tengan la red bien formada, con defectos en coloración y forma pero libre de daños mecánicos. Se canaliza en una banda el fruto para mercado nacional, el fruto destinado a exportación se le efectúa la siguiente operación antes de canalizarlo en la banda transportadora.

- Encerado

Esta operación únicamente se efectúa al melón de exportación seleccionado anteriormente. Se aplica el tratamiento con cera por medio de unas espreas adaptadas a unos cepillos que impregnan con cera el fruto. Posteriormente se efectúa un secado por medio de una corriente de aire.

- Clasificación por tamaños

Una vez canalizado el fruto en bandas correspondientes para mercado nacional y de exportación, se realiza una clasificación manual con el fin de estandarizar el producto final.

- Empacado

Después de clasificar el fruto, se lleva a cabo el arreglo de los frutos dentro de cajas de madera denominada Jumbo, tanto para mercado nacional como para de exportación. Según el tamaño de los melones, el número de frutos por caja es de 12, 15, 18,

27 y 30 para mercado de exportación y 27, 36, 45 y 64 para consumo nacional.

- Sellado - etiquetado

Posteriormente se colocan las cajas en un transportador de rodillos en donde se van sellando con el número correspondiente de melones y etiqueta que - identifica a la empacadora. Las cajas se pasan a - través de una prensa manual donde se colocan las ta pas y se clavan; finalmente mediante una flejadora se aseguran los extremos de la caja con flejes y - se estiban en el andén de carga de producto empa cado.

- Carga en camiones y

- Adición de hielo troceado (método de preenfriamiento).

El producto empacado se coloca en camiones con capacidad de 530 cajas o en trailers hasta de 980 ca jas distribuyendolas de tal forma que al adicionar el hielo troceado, las cajas en la parte inferior se enfrien mediante el agua de fusión del hielo -- troceado colocado en la parte superior del camión.

La aplicación del hielo se hace mediante una escar chadora hasta una capa de 20 cm de espesor y en -- una relación de 10 Kg de hielo/caja.

Esta operación se lleva a cabo en el patio de ma-- niobras, en donde los camiones una vez cargados -- con hielo se transportan al lugar de destino.

El suministro de hielo lo proporciona una fábrica de hielo ubicada fuera de la empacadora. Sin em--

bargo, la capacidad de ésta no es suficiente en -- los meses de mayor producción por lo que se tiene que proveer de otras fábricas situadas en regiones cercanas a la empacadora.

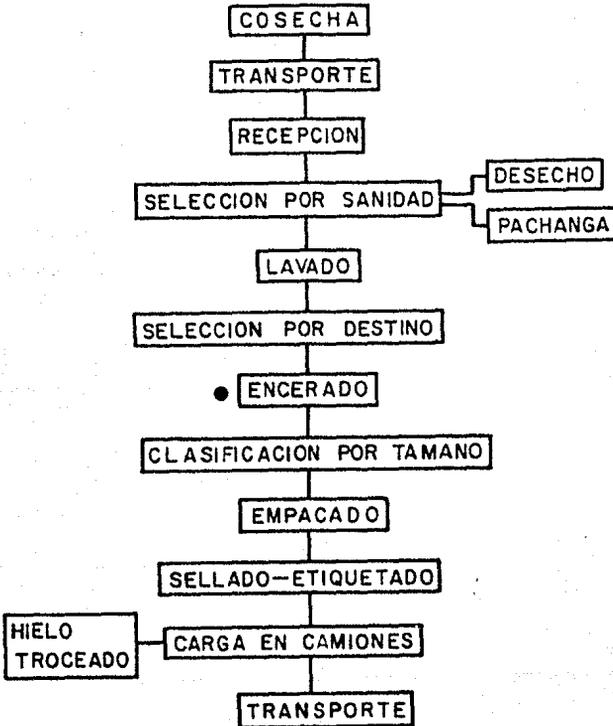
- Transporte

Los camiones o trailers se trasladan a la frontera (Reynosa, Tamps.), en su trayecto se cargan con -- hielo en San Luis Potosí. El tiempo de transporte varía entre 32 y 36 hrs. desde Apatzingán a la --- frontera. Para el caso de la fruta destinada a mer cado nacional, el tipo de transporte mas usado son camiones de redilas o tortón.

El proceso que se lleva a cabo en las otras empa doras es similar a éste.

fig 2

DIAGRAMA DE BLOQUES



2. Descripción de los Sistemas de preenfriamiento

El Melón es una fruta de carácter muy perecedero, de ahí que su comercialización tenga que ser lo mas rápidamente posible. Se estima que la vida útil del melón Cantaloupe expuesto al medio ambiente, es de aproximadamente de 5-6 días contando desde el corte hasta la marchitez y aparición de hongos (es de hacerse notar que el periodo - varía según las condiciones atmosféricas).

En base a lo anterior y teniendo en cuenta que el fruto tarda un determinado tiempo en llegar a los diferentes mercados (principalmente los de exportación) y que -- además requiere de un tiempo para su venta, se hace necesario un método de conservación que permita alargar la vida útil de la fruta sin que ésta sufra grandes mermas en su calidad.

El paso inicial para la conservación de esta fruta es el denominado Preenfriamiento y que consiste en hacer descender lo mas rápidamente posible la temperatura del - fruto, hasta un límite que varía de acuerdo a sus características fisiológicas y bioquímicas.

Es de gran importancia reducir el tiempo entre la cosecha y la extracción del "calor de campo", a fin de -- disminuir la actividad metabólica de la fruta, que implica la pérdida de elementos nutritivos, agua y otros, cuya influencia en la calidad de la fruta es determinante.

En sí, las ventajas de la operación de preenfriamiento es la de retardar los procesos de maduración, disminuir el ataque de microorganismos, evitar la oscilación de temperaturas en las cámaras de conservación o transportes refrigerados y homogenizar la temperatura de la fruta

envasada, a fin de que no haya diferencias en la velocidad de maduración de un mismo envase.

Los sistemas que actualmente se están utilizando a nivel comercial, para el preenfriamiento de frutas y hortalizas son los siguientes:

- a) La hidrorefrigeración
- b) El aire frío en sus diversas modalidades de aplicación:
 - Preenfriamiento en cámaras
 - Preenfriamiento por túnel
 - Preenfriamiento por chorro de aire
 - Preenfriamiento por aire forzado
- c) El enfriamiento mediante vacío
- d) Preenfriamiento con hielo troceado

A continuación se describen los principios y características de cada uno de estos métodos de preenfriamiento.

A) Hidrorefrigeración

La hidrorefrigeración es un método de enfriamiento rápido en el cual las frutas y hortalizas se ponen en contacto con agua fría, considerando que el agua es un excelente material para transferir el calor. Actualmente este método se emplea en diferentes países, para el preenfriamiento de Betabel, Cebolla, Cereza, Chabacano, Melón, Rábano, Zanahoria y otros productos (Smith, 1959).

Ventajas.

- La hidrorefrigeración favorece el enfriamiento durante el tránsito y es bastante importante especialmente en aquellos productos que van a ser embaucados inmediatamente después del empaque.

- El hidrogenfriamiento puede también contribuir en la vida de almacenamiento del producto, ya que puede incrementarla hasta 2 o 3 semanas antes de su venta.

- El gran uso con respecto al tiempo de enfriamiento con relación al aire, se debe a que el coeficiente de intercambio de calor agua-producto, es superior al del aire-producto.

- Con la hidrogenrefrigeración se incrementa el peso del producto, por lo que el peso perdido durante su comercialización es menor que el perdido por productos enfriados mediante otros sistemas.

Desventajas

- En la hidrogenrefrigeración el producto enfriado por agua al exponerse a la temperatura ambiente, presenta un menor tiempo de comercialización debido a que es más fácilmente atacado por microorganismos; sin embargo, el método permite la adición de fungicidas.

Elementos de un Hidrogenrefrigerador

- a) Fuente de frío
- b) Sistema de aislamiento
- c) Fuente de agua
- d) Sistema de contacto agua-producto

a) Fuente de frío.- Dependiendo del tipo de producto, el agua de enfriamiento deberá mantener una temperatura que oscile entre 2 y 10°C, recurriéndose para esto

al empleo del hielo hídrico o bien a una instalación mecánica de refrigeración. En el caso que se esté trabajando con bajos volúmenes y por periodos estacionales cortos, - resulta mas conveniente el uso de hielo hídrico ya que se requiere de una menor inversión inicial, aunque se presenta una alta dispersión de frigorías durante el almacenamiento de hielo; además se tienen problemas para mantener una determinada concentración de sustancias, en el agua - de enfriamiento que con fines específicos se adicionen al agua (fungicidas, detergentes, etc.).

El enfriamiento del agua mediante equipo mecánico de refrigeración, además de no presentar las desventajas del sistema mediante hielo, permite el control preciso de la temperatura y el uso continuo del hidrogenfriador, aunque se requiere de una fuerte inversión inicial.

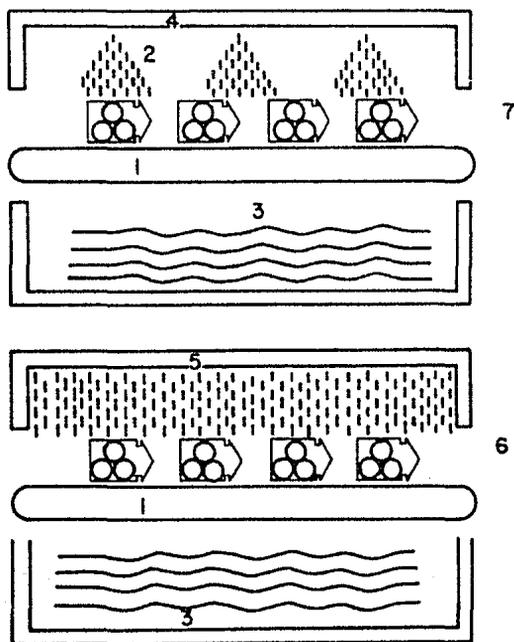
b) Sistema de Aislamiento.- Un aspecto muy importante por considerar en la construcción de un Hidrorefrigerador, es el que esté bien protegido contra las radiaciones caloríficas e infiltraciones de aire.

c) Fuente de agua.- El agua empleada en el enfriamiento una vez usada, puede volverse a utilizar o - bien puede ser cambiada.

El primer sistema evidente resulta mas económico, sin embargo, los residuos del producto y eventuales contaminaciones por hongos y bacterias, conducen a una serie de problemas que hasta la fecha han tenido solución; el empleo de algunos fungicidas puede reducir dicha contaminación.

El segundo sistema además de incrementar los costos por los frecuentes cambios de agua, provoca incrementos en el gasto de energía necesaria para enfriar ésta nuevamente.

fig.3 SIST. DE HIDROREFRIGERACION
POR ASPERSION Y LLUVIA



- | | | | |
|---|-----------------|---|--------------------------|
| 1 | TRANSPORTADOR | 4 | TUBERIA SUPERIOR |
| 2 | ASPERORES | 5 | TANQUE SUPERIOR |
| 3 | TANQUE INFERIOR | 6 | PRODUCTO EN CAJAS "BINS" |
| | CON AGUA FRIA | 7 | CAJAS PALETIZADAS |

d) Sistema de contacto agua-producto.- Existen -- tres sistemas por los cuales el agua de enfriamiento puede ponerse en contacto con el producto.

- Por inmersión
- Por aspersion o lluvia
- Mixto

Inmersión

Con este sistema el producto se sumerge completa-- mente en el agua fría, la cual se mantiene en movimiento mediante el uso de una bomba, con el fin de mantener uni-- forme la temperatura y abreviar el tiempo de enfriamiento.

Mediante este sistema se tiene un mayor intercam-- bio térmico entre el agua y el producto, lo cual hace que su eficiencia, con respecto al de lluvia, sea hasta un -- 40% en lo que se refiere a la velocidad de enfriamiento.

Aspersion o lluvia

En este caso el producto se pone en contacto con - agua aplicada mediante el uso de aspersores, para lo cual se requiere una determinada presión; o bien, mediante la caída de agua por gravedad para lo cual se requiere de -- una serie de orificios en la parte superior del equipo -- (Fig. 3).

El producto se mueve lentamente a través del túnel regulándose dicho movimiento en función del tiempo de en-- friamiento requerido para el producto; y resulta conve-- niente colocar la fuente de enfriamiento cercana a la par-- te final de éste, con el fin de que el producto esté en - contacto con el agua mas fría a la salida.

Mixto

Mediante este sistema el producto es por un lado inmerso en agua y por otro asperjado. En cierto tipo de hidrofriadores con este sistema, el agua además de emplearse para el preenfriamiento sirve para descargar y mover frutos contenidos en cajas Bins, con lo que se evitan los daños -- por magullamientos que frecuentemente se tienen en esta fase; además de que se hace mas rápida y mecánica la operación.

La caja con el producto se sumerge completamente en un tanque de agua fría e inmediatamente los frutos tienden a flotar, a su vez impulsados por una corriente de agua que los lleva a un transportador donde son asperjados con agua fría; finalmente son cepillados, secados en un túnel con aire frío y empacados en cajas de cartón (Fig. 4).

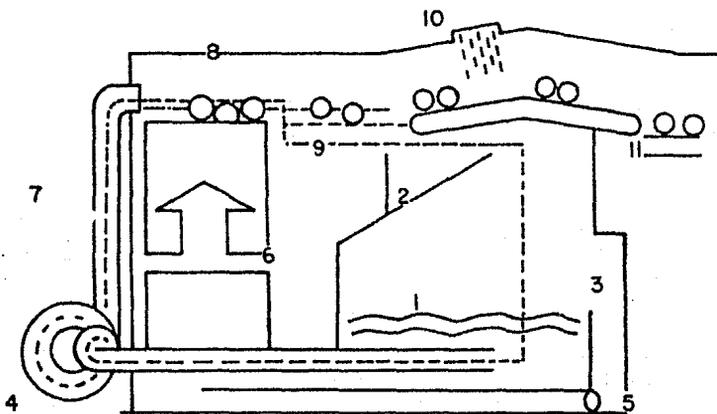
Tiempo de enfriamiento

En general los tiempos de enfriamiento mediante la Hidrorefrigeración son bastante breves en comparación con los otros métodos (Figs. 5 y 5').

Prescindiendo de la influencia que sobre el tiempo de enfriamiento ejerce el flujo de agua, los factores físicos mas importantes que inducen a variaciones en dichos tiempos son los siguientes:

- La diferencia de temperatura entre el producto y el agua al inicio del proceso.
- Tipo y características de los empaques utilizados.

fig.4
EQUIPO DE HIDROREFRIGERACION MIXTO



- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 1: TANQUE DE AGUA | 7: CAJA PRODUCTO |
| 2: MAMPARA | 8: MANZANAS |
| 3: SALIDA EXCESO DE AGUA | 9: FLUJO DE AGUA |
| 4: BOMBA | 10: ASPERSORES |
| 5: DRENAJE | II: TRANSPORTADOR |
| 6: ELEVADOR DE CAJAS | |

Fig.5 Ciclo de prerrefrigeración de Durazno en agua y aire frío. (Guillou, 1960)

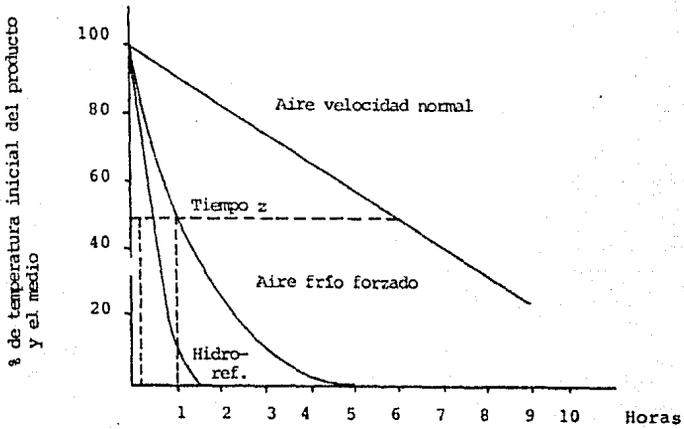
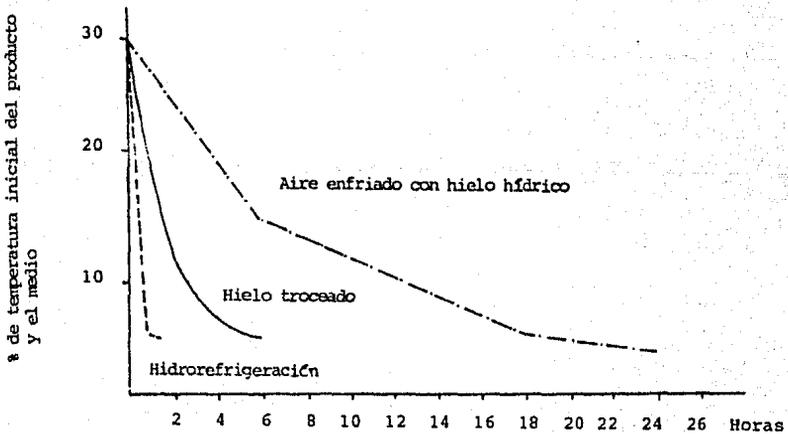


Fig. 5' Ciclo de prerrefrigeración de Durazno en base a diferentes condiciones de enfriamiento



- Tamaño y naturaleza del producto
- Conductividad y difusividad térmica del producto.

El concepto del tiempo medio de enfriamiento ayuda al cálculo que involucra preenfriamiento porque teóricamente es independiente de la temperatura inicial del producto y permanece constante durante el enfriamiento.

Sin embargo, estas condiciones teóricamente válidas no siempre se dan para una rápida remoción de calor - como ocurre con el hidrogenamiento porque la conductividad térmica y la capacidad calorífica del producto influyen en la velocidad de enfriamiento.

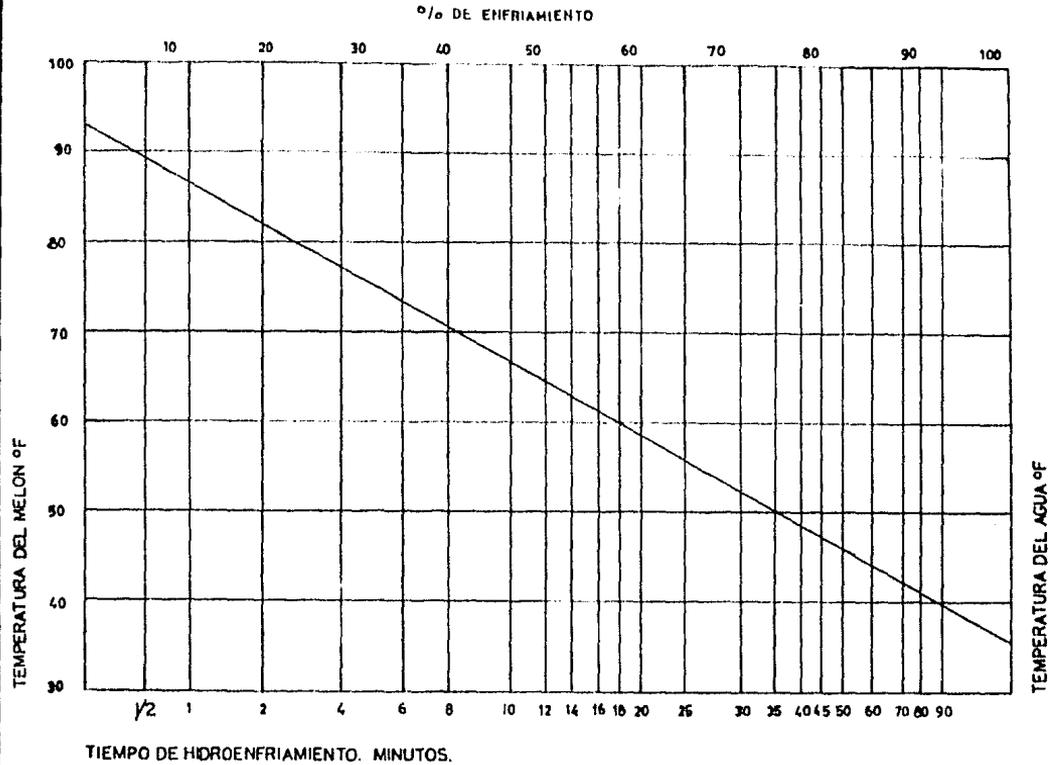
Estas dificultades fueron consideradas por algunos investigadores como Stewart y Coway (1963) quienes desarrollaron nomogramas para calcular los tiempos de enfriamiento de acuerdo con la temperatura inicial del agua - fría y del producto caliente, así como de la temperatura deseada en este último.

Asimismo Derby (1977) reporta un sistema gráfico - para calcular el tiempo total de enfriamiento de productos hortofrutícolas en general y el cual se ha denominado Nomograma Universal.

En específico para melón Cantaloupe también se ha reportado un nomograma para el cálculo de tiempos de enfriamiento (Fig. 7).

En general estos nomogramas permiten una fácil -- predicción de la temperatura del producto con un mínimo -- de cálculos.

FIG. 7 NOMOGRAMA PARA HIDROENFRIAMIENTO DE CANTALOUPE



B) Preenfriamiento mediante aire frío

El preenfriamiento mediante aire frío, en sus diversas modalidades es el sistema mayormente utilizado - - principalmente para productos como manzana, pera, cítricos.

Este sistema de preenfriamiento se ha ido perfeccionando y adaptando a diversas exigencias, siendo el punto más importante la reducción del tiempo de enfriamiento, en base a la velocidad del aire.

La clasificación adoptada varía según los diversos autores; en este caso se utilizará la propuesta por Hall (1964).

- Preenfriamiento en Cámaras

Este término indica el enfriamiento de productos hortofrutícolas en cámaras normales de refrigeración y con circulación convencional de aire a velocidades no mayores de 1 m/s.

En general en este sistema se adoptan de 40 a 60 recirculaciones de aire/hora y la potencia indicada de los ventiladores instalados es de aproximadamente 1 Hp/Tons. de producto/hr. (Monzini, 1970).

En este tipo de cámaras, la capacidad frigorífica aplicada puede alcanzar aproximadamente las 120 frías/m³ y para evitar una excesiva deshidratación del producto, el aire circulante deberá mantener una humedad relativa superior al 85% (dependiendo del tipo de producto).

En general, las cámaras usadas para el preenfriamiento presentan algunas diferencias con respecto a -

las usadas para la conservación, sobretodo en lo que se refiere a la capacidad frigorífica instalada, siendo notablemente superior en las primeras, sin embargo, es común que las cámaras para el preenfriamiento se utilicen también para la conservación, debiéndose para ésto reducir la velocidad o el número de ventiladores en funcionamiento.

La velocidad de enfriamiento para una reducción de temperatura dada, depende de muchos factores; además de la ventilación, las dimensiones de las estibas, las características de los envases y de los productos.

Las limitaciones del preenfriamiento en cámaras de refrigeración, consisten principalmente en los largos tiempos de enfriamiento y el bajo aprovechamiento del espacio refrigerado,

Actualmente éste tipo de cámaras se construyen con grandes dimensiones a fin de obtener una rápida y menos costosa movilización del producto.

Ventajas

- El producto puede ser enfriado y almacenado en el mismo lugar; requiriéndose en consecuencia un menor movimiento del producto.
- La capacidad del sistema de refrigeración es menor que la requerida por los otros métodos de enfriamiento por aire.
- El diseño y operación de las cámaras es simple o poco dificultosa.

Desventajas

- El producto es algunas veces enviado sin la refrigeración adecuada o el envío puede retrasarse.
- La refrigeración es relativamente lenta, particularmente con los tipos de recipientes herméticos.
- El producto sensible al frío puede deteriorarse por el prolongado tiempo de enfriamiento.
- Se necesita mas espacio en el piso para un rendimiento de trabajo dado.
- El uso del mismo espacio para refrigeración y almacenamiento expone al producto almacenado a velocidades de aire altas y temperaturas fluctuantes las cuales pueden causar serias pérdidas de agua del producto.
- El producto en cajas muy cerradas o amontonadas difícil de refrigerar, particularmente los frutos que se descomponen y marchitan a niveles inaceptables antes de que se refrigeren.
- Preenfriamiento en túnel

Es un método alternativo del cuarto refrigerado en donde se utilizan para el enfriamiento túneles de forma rectangular en donde se introduce el producto libre o empacado y la fuente de frío se encuentra situada lateralmente.

El movimiento del aire se puede realizar en forma transversal o longitudinal al túnel, con una velocidad --

que varía de 1-7 m/s; con un coeficiente de recirculación (relación entre el caudal de aire insuflado por los ventiladores m^3/hr y el volumen del túnel en m^3) entre 80 y -- 100.

El enfriamiento se realiza con el empaque abierto, es decir sin tapa y puede realizarse en una sola caja, -- una estiba o varias; para lo cual los espacios entre cajas deberán ser de pocos cm. y las estibas tener espacios muy reducidos a fin de impedir una sensible disminución de la velocidad del aire. Este tipo de túneles y arreglo de las estibas es muy usado en barcos para obtener un enfriamiento mas eficaz y una temperatura mas uniforme.

Ventajas

- La refrigeración por túnel ocupa una menor superficie efectiva de enfriamiento en comparación al enfriamiento en cámaras.
- El preenfriamiento en túnel resulta mas eficaz si el aire es forzado a través de los envases; sin embargo, para ésto requiere que el envase esté provisto de suficientes perforaciones.

Desventajas

- El preenfriamiento en túnel una vez enfriado el producto no debe de permanecer en el túnel, o bien, se puede reducir la velocidad del aire con objeto de evitar pérdidas excesivas de humedad debido a la alta velocidad del mismo.
- El preenfriamiento en túnel requiere de una instalación mas costosa para imprimir una mayor velocidad al aire.

- Preenfriamiento por chorro de aire

Este sistema es una modificación del enfriamiento en cuarto, en donde el aire en cámaras de enfriamiento -- convencionales, se dirige a los puntos de menor resistencia en un empaque abierto.

En este caso la velocidad del aire alcanza los 10 15/ m/s y los mejores resultados se han obtenido dirigiendo el aire de arriba hacia abajo, tanto para una caja simple como un número de éstas estibadas, utilizando boquillas para impulsar el aire desde el techo a un falso piso con suficientes orificios.

Ventajas

- Fácil manejo del producto a enfriar
- En el enfriamiento por chorro de aire en comparación con el enfriamiento por agua, hay menos deterioro de equipo por corrosión

Desventajas

- Este método requiere de un fuerte empleo de energía tanto para el enfriamiento como la ventilación debiendo considerar las pérdidas por fricción y turbulencia del aire en el exterior de los empaques y es necesario que los envases estén abiertos y expuestos directamente al flujo de aire.
- Este sistema es aplicado únicamente cuando se debe enfriar en tiempos breves.

- Preenfriamiento por aire forzado

Este método es actualmente el de mayor rendimiento y rapidez, de entre los sistemas que emplean aire como medio de enfriamiento; en este caso se considera la carga de producto como una parte integral del sistema de circulación del aire.

En este sistema el aire es forzado a pasar a través de las caras laterales de las estibas (las cuales generalmente son muy estrechas) y a través de los empaques (los cuales tienen suficientes perforaciones), de tal manera que en ambos casos se establece una diferencia de presión del aire entre la entrada y salida.

La eficiencia del enfriamiento radica precisamente en que el aire pasa alrededor de toda la fruta empacada y arrastra el calor desde el centro del empaque, por lo que la velocidad de enfriamiento es regulada por el ajuste de un determinado flujo o presión del aire, además de su temperatura.

El aire se envía desde la parte inferior y lateral de la cámara, con una determinada presión a fin de que entre a los empaques y pase a través de todos los frutos. - En general, para que el aire atravesase una capa de cajas, es necesaria una presión estática de aproximadamente 13 mm de agua.

El flujo de aire comunmente usado es de $0.6 \text{ m}^3/\text{min}/\text{Kg}$. de producto, siendo en este caso necesaria una potencia para la ventilación de 1 HP/tonelada de producto; con dicho flujo y potencia se han obtenido en diferentes productos tiempos medios de enfriamiento que varían de 20 a 90 minutos. Es de mencionarse que aunque el grado de enfriamiento puede ser aumentado por incremento en el flujo

de aire, existen las restricciones en el número de aperturas, las cuales pueden provocar altos requerimientos de potencias; de ahí que deban seleccionarse los flujos más adecuados.

La diferencia de presión entre la entrada y salida del aire en los empaques, los tiempos medios de enfriamiento (tiempo Z) y la velocidad del aire, presenta una estrecha relación; observándose en ésta que a menor diferencia de presión, menor flujo de aire, menor velocidad de éste y consecuentemente mayor tiempo de enfriamiento.

El espesor de la capa de producto que tiene que recorrer el flujo de aire, así como el tamaño de éste, juegan un papel importante en las variaciones de la temperatura durante el periodo de enfriamiento. En general las primeras capas de producto tamaño chico se enfrían más rápidamente que las más grandes en tanto que en las últimas capas sucede lo contrario, lo cual resulta evidente por las mayores pérdidas de presión de flujo de aire.

Ventajas

- Se obtiene un rápido enfriamiento con lo que además el producto sufre menor deterioro al estar menor tiempo expuesto a las altas temperaturas ambientales.
- Se obtiene un ahorro de tiempo, debido a que el producto se puede enfriar ya empacado y con un estibamiento en paletas; además de que no hay humedecimiento del empaque.
- En comparación con el enfriamiento en cuarto frío el método por aire frío forzado presenta un ahorro en lo que se refiere a requerimientos de es

pacio, ya que para mantener una determinada presión es necesario un estibamiento estrecho, Lo anterior evidentemente redundaría en un menor costo fijo y capacidad frigorífica.

- El enfriamiento es mas rápido y homogéneo, las pérdidas de agua por transpiración son menores en relación al enfriamiento en cuarto cerrado, en donde la fruta caliente del centro del empaque por la menor humedad de su ambiente pierden agua.

Desventajas

- No es adecuado para productos que exhiben un elevado índice de respiración.
- Se requieren grandes espacios entre estibas y empaques con suficiente espacio abierto para permitir la circulación del aire
- Existen mayores fluctuaciones de temperatura ocasionando heterogeneidad en los gradientes locales y en consecuencia mayor posibilidad de deterioro en la calidad del producto.
- Efecto de secado producido por evaporación del agua desde la superficie del producto de alta humedad.

C) Preenfriamiento mediante vacío

El preenfriamiento mediante vacío se aplica a productos hortofrutícolas, principalmente aquellos con una alta relación superficie/volumen y/o con alta permeabilidad al vapor de agua, mediante la evaporación de una parte del agua del producto expuesto a ciertas condiciones de vacío.

Actualmente el preenfriamiento al vacío se usa principalmente para el enfriamiento rápido de lechugas y otros productos que presentan una alta permeabilidad al vapor de agua tales como: espinacas, hongos comestibles, coles, etc.

Ventajas

- El enfriamiento se realiza rápidamente (15-40 min.) y es bastante uniforme en todas las zonas del producto.
- El enfriamiento se realiza solo en las partes que contienen agua, de ahí que sea posible enfriar los productos empacados y cargados en el medio de transporte sin que se requiera de mayor energía - - para enfriar estos últimos.
- Si el producto está ligeramente húmedo en su superficie al final del enfriamiento ésta se presenta seca, evitándose con ésto el desarrollo de microorganismos.

Desventajas

- De acuerdo con el grado de disminución de la temperatura el producto representa una pérdida de peso que varía de 1.5 a 4.5%; sin embargo, esto puede evitarse humedeciendo antes el producto.

- No todos los productos hortofrutícolas se pueden enfriar por este método, limitándose a productos con un espesor no mayor de 2-3 cm y de estructura anatómica determinada (poca cera natural y -- bastantes poros),

- La instalación es demasiado costosa

- Para el enfriamiento del producto ya empacado es necesario que los materiales de empaque sean -- permeables al vapor de agua.

Fundamentos físicos del enfriamiento al vacío

Literalmente el enfriamiento al vacío se verifica una ebullición del agua principalmente en la superficie - del producto, la cual toma lugar hasta el momento en que la presión del ambiente se reduce hasta el punto de saturación correspondiente a la temperatura del producto (la presión para 0°C es de 4.54 mm Hg.).

El enfriamiento en este caso está dado por el calor latente que el agua requiere para su evaporación, de tal manera que al evaporarse una cantidad de agua el producto reduce su temperatura.

Sistemas de vacío

En general, los sistemas se han clasificado en base a los métodos de evacuación del vapor:

a) Sistema con eyector de vapor

Tiene la característica de contar con un dispositivo (Eyector de vapor), para desalojar los grandes volúmenes de vapor de agua desprendidos por el producto durante

el enfriamiento,

Tiene la ventaja de tener pocas partes en movimiento y no requiere compresor para condensar el vapor de agua. No es portátil como los otros sistemas y por consiguiente, está más adaptado para operaciones a gran escala en sitios estacionarios.

b) Sistema por centrifugación

En este caso se usa una bomba centrífuga de alto volumen, para la extracción del vapor de agua la cual también puede ser adaptada para enfriar el vapor; sin embargo su uso está limitado por algunas dificultades mecánicas -- como es la alta velocidad de rotación que se requiere para producir la baja presión. En este caso el equipo puede ser portátil.

c) Sistemas rotatorio y reciprocante

En ambos casos las bombas de vacío son capaces de producir la baja presión necesaria para el enfriamiento y tienen la ventaja de ser portátiles. Existen bombas positivas para el desalojamiento del vapor, pero son de baja capacidad. Las cámaras o autoclaves que usan bombas rotatorias o reciprocantes emplean sistemas de refrigeración separadas para condensar el vapor desprendido por el producto.

3. Análisis de los Sistemas de Preenfriamiento

De acuerdo a las necesidades y requerimientos de -- conservación aplicables al producto que se va a manejar, - se presenta un análisis de los sistemas de preenfriamiento considerando las ventajas y desventajas que provocan determinados efectos en la calidad del mismo y que requieren -- ciertas exigencias técnico-económicas.

A) Sistemas de preenfriamiento mediante aire frío

El enfriamiento por aire es ampliamente usado y tal sistema puede no tener relativamente problemas si es diseñado y operado adecuadamente.

Si un rápido enfriamiento no es el principal - criterio, el aire puede usarse ventajosamente. Algunas de sus ventajas son: fácil manejo, sanidad, menos deterioro - de equipo por corrosión.

Por otra parte se logra un óptimo enfriamiento cuando el fluido enfriante es circulado a través de la máx-ima área superficial del producto.

En cuanto a los inconvenientes de los sistemas de preenfriamiento con aire frío respecto a otros sistemas, en general se tienen los siguientes:

- El enfriamiento del producto es mas lento
- Se tiene un efecto de secado producido por evaporación de agua desde la superficie del pro-ducto.
- Costos de estibado de los embalajes
- Los productos sensibles pueden deteriorarse por el prolongado tiempo de enfriamiento.

En las modalidades de enfriamiento en túnel, por --chorro de aire, aire forzado; el principal objetivo que se persigue es disminuir los tiempos de enfriamiento, sin embargo cada uno de ellos debe operarse de una manera adecuada y para determinados productos para obtener un eficiente enfriamiento.

Existen varios factores que implican un incremento en el costo de la instalación y alteraciones en el producto si no se tratan de optimizar, entre éstos:

- Espacio refrigerado
- Empaque y estibado
- Fluctuaciones de temperatura que ocasionen un deterioro en la calidad del producto
- Velocidad del aire
- Energía para el funcionamiento de las instalaciones.

En base a lo expuesto se hace necesario el uso de métodos mas rápidos de enfriamiento para mayor protección de la fruta y para facilitar el envío después de la cosecha.

B) Preenfriamiento por vacío

El enfriamiento por vacío es rápido pero requiere una gran superficie de producto en relación a su masa para tener eficiencia, por lo cual su uso está restringido a pocos productos tal como hojas de vegetales, espinacas, fresas, etc. que presentan una alta permeabilidad al vapor de agua.

Debido a que el enfriamiento es por evaporación de agua, este método ocasiona algún marchitamiento y encogimiento.

Aún cuando es un sistema de preenfriamiento rápido, está limitada su aplicación a ciertos productos y además - el equipo de refrigeración es costoso y requiere de vigilancia especializada; para que sea factible económicamente debe haber bastante rendimiento de producción diaria y - - anual del producto refrigerado.

C) Preenfriamiento mediante hielo

El hielo finamente picado y empaquetado dentro de - las cajas con el producto es uno de los métodos mas anti-- guos para refrigerar y debe ser uno de los mas efectivos, pero pruebas de operaciones comerciales han mostrado que - a menudo este método no es eficiente.

Aunque debe haber suficiente hielo en las cajas - - para enfriar el producto, a menudo 3/4 del hielo se derri-- te porque las cajas se exponen a tiempos calurosos.

El almacenamiento abierto y el manejo del hielo an-- tes de empaquetarlo también hace que se derrita el hielo - considerablemente.

La mano de obra para empaquetar, el agua que dete-- riora las cajas, la refrigeración incompleta y el desarro-- llo de alternativas de métodos de refrigeración, han oca-- sionado una disminución en el uso de este sistema de en-- friamiento.

Aún cuando éste es un sistema ampliamente utilizado en México, es necesario debido a las limitaciones menciona-- das, la implementación de un sistema de preenfriamiento rá-- pido y eficiente aplicable al producto que se maneje.

D) Preenfriamiento mediante hielo

Es un método utilizado para realizar la refrigeración de productos tales como: zanahorias, melón y hortalizas, aprovechando el calor latente de fusión del hielo - - 144Btu/lb.).

En general, es una técnica en donde el enfriamiento se realiza durante el transporte, permitiendo mediante el agua de fusión, mantener la turgencia de los tejidos del producto.

Básicamente existen dos modalidades en cuanto a la adición del hielo: el Top-icing y Body-icing. En el primer caso el hielo es mezclado con el producto en el interior del envase, en tanto que en el segundo el hielo es puesto sobre éstos. En ambos casos una vez completa la carga en el vehículo de transporte, se proyecta una cantidad adicional de hielo para rellenar los espacios entre estibas.

Este método es adecuado sólo para productos de baja sensibilidad al frío, produce un excesivo escurrimiento de agua con el consecuente deterioro de la capa térmica y además, el producto es expuesto a un excesivo humedecimiento lo que facilita un mayor ataque de microorganismos (aunque puede controlarse mediante la adición de fungicidas).

Por otro lado, de acuerdo al tiempo y temperaturas en tránsito, resulta necesario realizar adiciones de hielo.

D) Preenfriamiento por Hidrorefrigeración

El gran uso del hidrogenfriamiento es principalmente atribuible a la capacidad del agua para una rápida transferencia de calor desde la superficie del producto al medio enfriante.

Cuando una película de agua se hace fluir bruscamente y uniformemente sobre la superficie de una sustancia caliente, la temperatura en la superficie de la sustancia empieza a igualarse a la del agua.

El preenfriamiento con agua fría es un método rápido y efectivo especialmente atractivo donde la velocidad de manejo es importante, además no existe peligro de deshidratación de frutos.

Por otra parte, un enfriamiento rápido permite un transporte o exportación como consecuencia de enfriar y cargar el producto el día de la cosecha.

En cuanto a los diversos métodos de aplicación, por aspersión se tiene el inconveniente de que se necesita un hidrogenfriador relativamente largo para obtener un tiempo de exposición en el cual se obtenga la temperatura deseada.

En el caso del preenfriamiento por inmersión, el fruto tiene mayor contacto con el agua fría lo cual mejora la transferencia de calor y disminuye el tiempo de enfriamiento.

Con respecto al preenfriamiento mixto, es un método más sofisticado que implica costos adicionales en la instalación y su uso es limitado a algunos productos como manzanas y mazorcas de maíz, aún cuando se hace más rápida y mecánica la operación y se evitan posibles daños por magullamiento.

En estos métodos el agua empleada en el enfriamiento, una vez usada puede recircularse o ser cambiada. En el caso de tener circulación, puede haber cierta acumulación de organismos que deterioren el producto. La adición de --suaves desinfectantes reducirá la contaminación por hongos y bacterias.

Por otro lado, los cambios de agua además de incrementar los costos, provoca incrementos en el gasto de energía necesaria para enfriar el agua nuevamente.

Sin una adecuada hidrorefrigeración antes del embarque, las frutas y hortalizas maduran considerablemente durante el tránsito y como se sabe, con la maduración se --ablanda el producto y se hace sensible a magulladuras y --ataque de microorganismos.

Considerando lo anterior una hidrorefrigeración es realizada efectivamente cuando se logra que el agua a 2°C esté en contacto con la máxima área superficial del producto.

Tomando como base el tiempo de enfriamiento que es uno de los principales parámetros para evaluar la eficiencia del sistema de preenfriamiento, se han realizado pruebas experimentales para Melón cantaloupe con diversos métodos de preenfriamiento. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 8

Tiempos de Enfriamiento para Cantaloupes Preenfriados por Varios
Métodos

Método Enfriamiento	Prueba Núm.	Contenedor	Tiempo Medio Enf. Hr.	Promedio Temp. de Enf. °F	Tiempo Aprox. para Enfriar de 85-55°F Hr.
Carro refri- gerado con circulación aire y adi- ción de hielo	1	Cajas Std.	3	44	6
Aire forzado	2	1/2 cartón	3	44	6
Túnel	3	Caja Std.	1 1/4	44	1 1/2
Hidroenfria- miento	4	-	1/3	34	1/2

FUENTE: Ashrae, 1968 Cap. 24

Como podemos observar con el sistema de Hidrorefrigeración se tienen tiempos de enfriamiento mas bajos con respecto a los - otros sistemas de preenfriamiento.

4. Elección del Sistema de Preenfriamiento

La elección de un sistema de enfriamiento involucra varios factores, incluyendo lo perecedero del producto, medio ambiente, método de empaque, etc.

El enfriamiento puede ser inmediatamente después de la cosecha, antes o después del empaque o durante el almacenamiento o tránsito.

Las decisiones deben de tomarse en base a: si un enfriamiento rápido es necesario para proteger y ayudar en el transporte la temperatura final a que debe ser enfriado el producto, condiciones especiales necesarias durante el enfriamiento (por ejemplo fungicidad, humidificación, atmósferas controladas), costos y características del producto.

Para el Melón de acuerdo a sus características tenemos lo siguiente:

La vida de almacenamiento del fruto expuesto a temperatura ambiente varía desde algunos días hasta 2 o 3 semanas la cual está controlada por una serie de factores entre los que se incluyen: la intensidad respiratoria, las diferentes reacciones de degradación o síntesis de las sustancias componentes del producto, las pérdidas de humedad por efecto de la transpiración, los daños de tipo mecánico o bien los ocasionados por el ataque de microorganismos.

El almacenamiento va a depender del comportamiento fisiológico del producto, principalmente en lo que se refiere al tiempo de exposición a la baja temperatura y al método de enfriamiento; algunos productos son mas perecederos que otros y necesitan ser enfriados a temperaturas mas

bajas; de esta manera frutos como aguacate, mango etc. - - están sujetos a daños por frío cuando se almacenan a temperaturas menores de 10°C, en tanto que Melones, manzanas -- etc. pueden ser enfriados hasta temperaturas de 0°C, sin - que ocurra este tipo de daños.

En el manejo comercial de los productos hortofrutícolas el desprendimiento de calor es el aspecto mas importante en lo que se refiere a la respiración; para mantener la temperatura del producto durante su conservación y - -- transporte, es posible incrementar la vida útil de dicho - producto por un tiempo considerable con un mínimo de cambios en su calidad.

Para el caso del Melón el sistema de preenfriamiento mas usado es la hidrorefrigeración según pruebas experimentales que se han realizado en diferentes Institutos como son el Departamento de Industrias Agrícolas en la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo México, en la que se realizó el estudio "Pruebas de Prerefrigeración en Melón - Cantaloupe" (C. Saucedo Veloz). Así como también el Instituto Experimental Agrícola en Milán Italia con el estudio "Tecnología de Productos Agrícolas" (A. Sozzi), y el Colegio de Agricultura. de la Universidad de California en la que se realizó "El Hidroenfriamiento de productos Hortofrutícolas" (Smith, Fortson, Stewart and Cousey, 1973).

Estos investigadores han reportado en estos artículos resultados en los cuales concluyen que el mejor método de preenfriamiento para el caso del Melón es el hidroenfriamiento.

Como ya hemos visto, los métodos de enfriamiento -- que se aplican en frutas incluyen varias formas de enfriamiento por aire, enfriamiento por vacío, hielo empaquetado

e hidrogenfrimiento. En base al análisis de estos diversos métodos de enfriamiento planteados nos lleva a concluir -- que el sistema más apropiado para la conservación del Melón es el Hidrogenfrimiento por Inmersión.

VI. LOCALIZACION Y TAMAÑO

1. Macrolocalización

1.1 Generalidades

El estado de Michoacán finca su economía primordialmente en la agricultura, pues el 59% de la población económicamente activa subsiste de las actividades del sector -- primario.

Por su agricultura, el Estado se divide principalmente en tres regiones comprendidas por los diferentes distritos de riego. (Mapa No. 3)

La región denominada Ciénega de Chapala o Bajío Michoacano (zona Ciénega), donde se localizan los distritos de riego de Maravatío, Ciénega de Chapala y Zamora. Los -- cultivos con mejor adaptación ecológica en esta región son: hortalizas, trigo, cebada y forrajes.

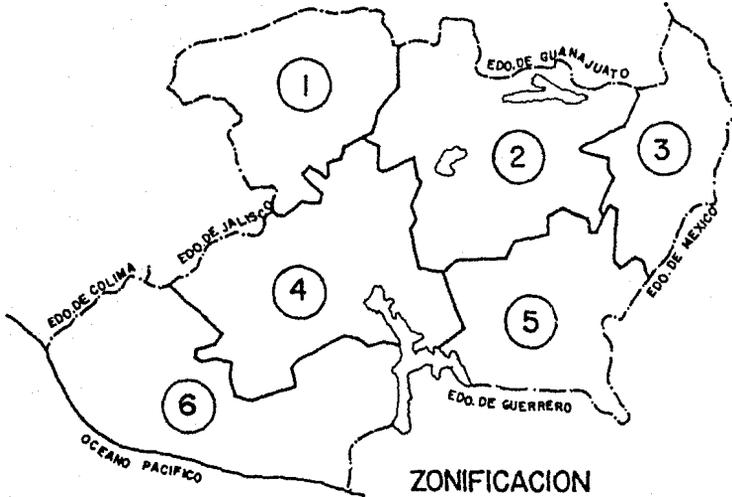
Los distritos de riego de Morelia, Queréndaro y Ciénega de Zacapú (zona centro), componen otra región donde -- se explotan principalmente hortalizas, forrajes y granos.

La región comprendida por los distritos de riego de Tepalcatepec y Tzuramutaro (zona occidente) en la cual se cultiva algodón, ajonjolí, frutales y hortalizas para exportación como melón, sandía, pepino, etc.

1.2 Disponibilidad de la materia prima

Como hemos visto la zona donde es posible ubicar la empacadora es la Occidente ya que es una región en la que se tienen las características fisiográficas óptimas para -- el cultivo de melón y de hecho es la región del Valle de --

MAPA 3



**ZONIFICACION
ESTADO DE
MICHOACAN**

1 CIENEGA

2 CENTRO

3 ORIENTE

4 OCCIDENTE

**5 TIERRA
CALIENTE**

6 COSTA

FUENTE:
DIRECCION GENERAL DE
ECONOMIA AGRICOLA
SARH

Apatzingán la que estadísticamente ocupa el primer lugar - en la producción del melón en la República Mexicana.

Con respecto a lo anterior se asegura el abastecimiento de la materia prima a la empacadora que se ubique - en esta región.

Por otra parte, considerando como factores importantes para la localización de la empacadora los servicios, - medios de transporte, asistencia técnica, etc. observamos que en dicha región se cubren los factores mencionados.

2. Microlocalización

2.1 Características

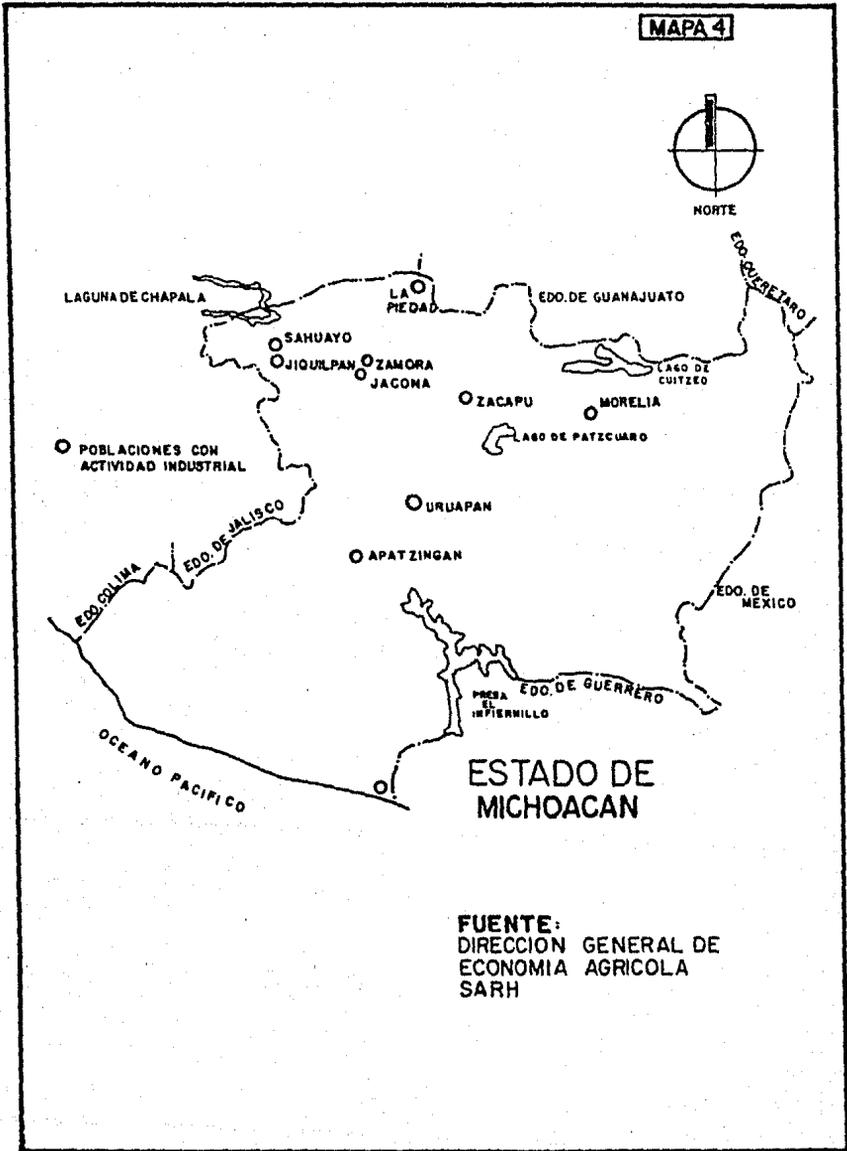
La población a elegir en donde se ubicará la planta, debe satisfacer ciertos requerimientos, entre éstos:

- Características fisiográficas
- Disponibilidad de la materia prima
- Acceso a vías de comunicación
- Servicios
- Mano de obra
- Asistencia técnica

Tomando en cuenta estos factores se eligió la población de Apatzingán, Mich.

Apatzingán es una de las poblaciones con actividad agroindustrial mas importantes en el estado de Michoacán - (Mapa No. 4).

MAPA 4



FUENTE:
DIRECCION GENERAL DE
ECONOMIA AGRICOLA
SARH

Cuenta con una población de 75805⁺ habitantes, más de la mitad de éstos se dedican a actividades relacionadas con la agricultura y en segundo término el comercio.

2.2 Infraestructura y servicios

Apatzingán se encuentra en la zona Occidente de Michoacán. Cuenta con una red de comunicación por carretera y vía férrea que la une con las principales poblaciones -- del estado de Michoacán y otros estados de la República. -- (ver Mapa No. 2).

El único puerto marítimo se localiza en Lázaro Cárdenas ubicado aproximadamente a 350 Km. de Apatzingán.

La población de Apatzingán cuenta con servicios de agua potable, obras de aguas negras, servicio telefónico, telégrafo, correos y radio, los cuales están en expansión.

Respecto a las obras hidráulicas Apatzingán se encuentra cercana a uno de los distritos de riego mas importantes controlados por la SARH, el Cupatitzio-Tepalcatepec que beneficia una superficie de 86,864 Has.

Por otra parte la principal y mas cercana presa de almacenamiento y generación de energía eléctrica es la presa el Infiernillo.

Se encuentran funcionando en Apatzingán centros de capacitación y asesoría técnica dependientes de la SARH -- para los diferentes productos agrícolas que se cultivan en la región.

Respecto al área disponible necesaria para la instalación de la empacadora se encuentra el complejo industrial

Bellavista, el cual dispone de terreno para la instalación de dicha empacadora.

Tamaño

3.1 Generalidades

Al mencionar tamaño de planta nos referimos a la capacidad de producción en un período de tiempo.

La capacidad de la empacadora va a depender directamente del volúmen de melón producido en la región que abastecerá dicha empacadora. Entre los factores que determinan el tamaño de la planta son:

- Disponibilidad de la materia prima
- Tecnología de producción
- Disponibilidad de recursos económicos
- Requerimientos del mercado

Las necesidades de producción están planteadas en base a la demanda que existe en el mercado nacional y principalmente el mercado exterior.

La producción de melón en el valle de Apatzingán Michoacán, principia en febrero y termina en la primera quincena de julio, durante este período se tendrá una producción de 105 Tons./día para abastecimiento a la empacadora de las cuales 3% de esta producción es la fruta denominada "Pachanga" el 2% se destina al producto de desecho, el 30% se distribuye al mercado nacional y el 65% restante se envía al mercado exterior.

El 95% requerido en el mercado nacional y de exportación corresponde a una cantidad de 14,000 Ton./año. La planta trabajará 143 días al año (27 días por mes), por lo cual se tendrá una producción de 100 Tons./diarias. -- Los meses de trabajo serán; Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio y la primera quincena de julio, este es el período donde se va a tener mayor comercialización.

La empacadora se constituirá para una producción - de 150 Ton./día.

3.2 Selección de tamaño

Una vez obtenida la capacidad de producción, se establece el tamaño en base a :

- Obra civil
- Patio de maniobras, área de empaque, área de recepción, área de proceso.
- Andenes, pasillos, oficinas, etc.

Las áreas pueden observarse en los anexos.

VII. ANALISIS TECNICO

1. Evaluación de la materia prima

En el momento de cosecha en melones Cantaloupes, el principal índice de madurez empleado es el desprendimiento del fruto exactamente en su punto de unión con la gufa, -- factor que ha sido relacionado con algunos cambios físicos como la textura, forma de la red y el color de la cáscara, además de algunos cambios químicos como la cantidad de sólidos en solución ($^{\circ}\text{Bx}$), la gravedad específica, el total de sólidos y los azúcares totales.

La variedad de melón con la que se va a trabajar es la PMR-45 ya que según sus características mencionadas, es la óptima y además es la que se produce en el Valle de - - Apatzingán.

Otro aspecto importante es que esta variedad presenta una resistencia adecuada al transporte.

1.1 Disponibilidad de la materia prima

La población donde se ubicará la planta empacadora, Apatzingán, Mich., se localiza en la región de mayor producción de melón Cantaloupe con lo cual se asegura el abastecimiento de éste durante la época de cosecha.

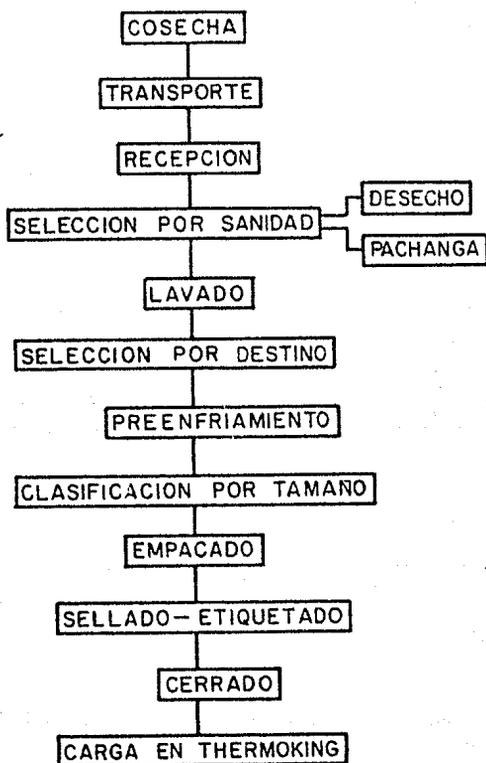
2. Proceso

2.1 Diagrama de bloques

(Se anexa en la siguiente hoja)

fig. 6

DIAGRAMA DE BLOQUES



2.2 Descripción del proceso

- Cosecha

En la zona productora de melón en Apatzingán, la recolección se hace en forma manual y lo depositan en un vehículo que lo conducirá a la empacadora; generalmente cuando una huerta está en plena producción, la recolección de los melones se hace diariamente, dando uno o dos cortes -- (uno por la mañana y otro por la tarde) evitándose con --- Ésto una maduración rápida de los frutos por efecto de las altas temperaturas del día.

- Transporte

Una vez cosechado el fruto, se carga en camiones -- Pick - Up a granel para llevarlo a la empacadora.

- Recepción

En la empacadora se cuenta con una serie de rampas donde va a ser descargado el melón.

- Selección por sanidad

En esta selección se separan todos aquellos frutos que presentan una madurez avanzada, daños mecánicos, tamaños muy chico, manchas, magullados, daños por plagas o enfermedades.

La fruta de selección se coloca en un transportador separando la fruta demasiado magullada, con pudriciones, - muy dañada por plagas, etc. y que en general no tiene oportunidad de venta la cual se destina a alimentación de ganado; la fruta menos dañada denominada "Pachanga" que comun-

mente se vende sin empacar a comerciantes locales y a bajos precios. El melón Pachanga eliminado en la selección por sanidad es llevado al área situada a un lado de las rampas de recibo.

- Lavado

Una vez hecha la selección por sanidad, sale de la banda transportadora hacia unos rodillos adaptados con cepillos en donde se lava el fruto por aspersión y se frota con los cepillos para eliminar el polvo e impurezas que traiga del campo el fruto.

- Preenfriamiento

El paso inicial para la conservación de ésta fruta es esta operación y consiste en hacer descender lo mas rápidamente posible la temperatura del fruto de 10°C.

- Selección por destino

Esta selección tiene por objeto, el colocar separadamente la fruta que presente el mismo estado de madurez, de tal manera que cuando se llenen las cajas se tenga fruta homogénea y que su tiempo de conservación sea el mismo.

Por otro lado, puesto que se tienen dos principales mercados (exportación y nacional), en esta selección es donde se separan los frutos requeridos según el destino, tomando como base otros factores:

Selección de fruta de exportación.- es aquella que presenta una madurez media, libre de daños mecánicos, plagas o enfermedades, sin manchas, uniforme en su color y forma y red bien formada (para Cantaloupes).

Selección de fruta para mercado nacional.- En esta selección no hay normas de calidad por lo que es menos rigurosa la selección; se aceptan frutos que no tengan red bien formada, completamente maduro, con ligeros defectos en coloración y forma, aunque si debe estar libre de daños mecánicos o causados por plagas y enfermedades.

- Clasificación por tamaño

Esta operación consiste en la separación de los frutos de acuerdo a su peso y número de frutos que caben en una caja de madera; la operación se realiza en forma manual.

- Empacado

La operación se refiere al acomodo de los frutos dentro de los recipientes de empaque (cajas de madera), buscando un arreglo conveniente a fin de evitar daños mecánicos durante su manejo. Las especificaciones y tipos de empaque comunmente usados en melón Cantaloupe se presentan en el cuadro No.9

- Sellado y etiquetado

Una vez empacada la fruta, se colocan en un transportador de rodillos en donde se coloca la etiqueta que identifica a la empacadora.

- Cerrado

Posteriormente las cajas se pasan a través de una prensa (generalmente manual) donde se colocan las tapas de las cajas y se estiban en el andén de carga del producto.

- Carga en camiones

Finalmente el producto se acomoda en camiones para mercado nacional y el Melón de exportación se transporta en thermo Kings al lugar de destino.

CUADRO No. 9

Tipo y Especificaciones de Empaques de Melón

Tipo de empaque	No. de frutas/caja
<hr/>	
Para Cantaloupes	
Jumbo	12
Jumbo	15
Jumbo 2/3	27
Jumbo 2/3	36

FUENTE: Investigación directa en la Unión Regional de Productores de Melón. José María Morelos, Apatzingán, Mich.

El envase de madera tipo "Jumbo" se emplea tanto para --
mercado nacional como de exportación

$$\text{Area} = 4\pi r^2 \quad \text{volumen} = 4/3\pi r^3 \quad \rho = m/v$$

$$\text{Area} = 4\pi (0.065)^2 = 0.053 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 4/3\pi (0.065)^3 = 1.150 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\rho = 2/1.15 \times 10^{-3} = 1738.6 \text{ Kg/m}^3$$

b) Datos de canastillas

$$\text{No. melones/canastilla} = 3 \times 3 \times 2 = 18$$

$$\text{Dimensiones:} \quad l = 3 \times 0.13 + 0.03 = 0.42 \text{ m}$$

$$a = 3 \times 0.13 + 0.03 + 0.42 \text{ m}$$

$$h = 2 \times 0.15 + 0.02 = 0.32 \text{ m}$$

$$V_c = l \times a \times h$$

$$V_c = 0.42 \times 0.32 = 0.05644 \text{ m}^3$$

$$\rho = 125.1 \text{ Kg/m}^3 \quad (16)$$

$$m = V$$

$$m = 125.1 \times 0.05644 = 7.0 \text{ Kg.}$$

$$\text{Peso de melones/canastilla} = 2 \text{ kg} \times 18 = 36 \text{ kg.}$$

$$\text{Peso de canastilla} = \frac{7}{43} \text{ kg.}$$

La capacidad del hidrofriador se determina para -
30 min. de trabajo considerando también el tiempo de en-
friamiento del fruto calculado con nomograma para hidrofriamiento de Cantaloupes (Fig. 7). que es de 35 min.

El tiempo de enfriamiento de 35 min. se encontró -- para una temperatura inicial del melón de 35°C y temperatura del agua de 10°C.

Capacidad de Hidroenfriador = 3 ton/30 min + 25% (%seguridad)

Capacidad de Hidroenfriador = 4 ton/30 min

Número de melones en hidroenfriador:

4,000 kg/2kg = 2,000 melones

Area ocupada por melones:

$2,000 \times 0.0530 \text{ m}^2 = 106.0 \text{ m}^2$

Dimensiones del hidroenfriador: Se dimensiona en base a la capacidad del hidroenfriador y al tiempo de enfriamiento.

l = 26.5 m

a = 4.0 m

Area = 106 m²

Velocidad en hidrogenfriador con 35 min. de tiempo de enfriamiento:

$$v = d/t$$

$$v = 26.5 / 35 = 0.757 \text{ m/min.}$$

Número de canastillas en Hidrogenfriador:

$$4,000\text{Kg} / 43\text{Kg} / \text{canastilla} = 100 \text{ canastillas}$$

Largo de canastilla + espacio entre canastillas:

$$0.42 \text{ m} + 0.11 \text{ m} = 0.53 \text{ m}$$

Número de canastillas colocadas a lo largo del Hidrogenfriador:

$$26.5 \text{ m} / 0.53 \text{ m} = 50 \text{ canastillas}$$

Las canastillas se transportarán mediante rieles colocados en la parte superior del Hidrogenfriador. Se instalarán dos rieles ubicados longitudinalmente; uno para melón de exportación y otro para melón nacional.

Altura de Hidrogenfriador:

$$V_c = (100 \times 7) / 125.1 = 5.59 \text{ m}^3$$

$$V_m = 4,000 / 1,738.67 = 2.3 \text{ m}^3$$

$$V_t = 5.59 + 2.3 = 7.89 \text{ m}^3$$

Altura desplazada:

$$V_t = l \times a \times h$$

$$h = V_t / l \times a$$

$$h = 7.89 / 26.5 \times 4 = 0.075 \text{ m}$$

Para determinar altura del hidroeñfriador:

Espacio entre canastillas y superficie (largo soportes)	0.15 m
Altura de canastilla	0.32 m
Altura despalaza de agua	0.075 m
+ Espacio entre canastilla y fondo del hidroeñfriador	0.445 m
Total:	0.99 m

Altura de hidroeñfriador = $0.99 + 10\% = 1.10$ m

- + Se determina en base a una altura de hidroeñfriador en relación con la altura de la banda transportadora a la entrada del hidroeñfriador, (como espacio complementario).

Aislamiento del Hidroeñfriador:

El aislamiento es de poliestireno en planchas con un espesor de 4 pulg. para aislar el fondo del tanque y costados (14).

Lámina galvanizada acanalada del No. 22 para cubrir el aislamiento (14).

1.2 Lavadora

Lavadora de rodillos adaptados con cepillos con un sistema de aspersión.

Capacidad de la planta 6 ton/hr.

Capacidad de la lavadora se considera 30 min de trabajo:
3 ton/30 min.

Distancia de banda transportadora a lavadora: 26 m

La distancia de la banda se calculó de acuerdo a capacidad máxima en recepción.

Velocidad entrada de melones a lavadora:

$$v = 26/30 = 0.866 \text{ m/min}$$

Area de banda transportadora:

Se calculó de acuerdo al tamaño de los melones y área ocupada.

$$26 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} = 20.8 \text{ m}^2$$

Número de melones en banda transportadora:

$$20.8 \text{ m}^2 / 0.530 \text{ m}^2 = 392 \text{ melones}$$

$$392 \text{ melones} \times 2 \text{ Kg} = 784 \text{ Kg.}$$

Tiempo de residencia de melones en banda:

$$784 \text{ Kg} / 3,000 \text{ Kg} / 30 \text{ min} = 7.84 \text{ min.}$$

Longitud de la lavadora:

$$v = d/t \quad d = vt \quad d = 0.866 \text{ m/min} \times 7.84 \text{ min} = 6.8 \text{ m.}$$

Area ocupada por la lavadora:

$$\text{Area} = 6.8 \times 0.8 = 5.44 \text{ m}^2 \quad (\text{área de lavadora})$$

Lavadora:

$$\text{Dimensiones: } l = 3.6 \text{ m} \quad ; \quad a = 1.5 \text{ m}$$

Descripción:

Lavadora de rodillos adaptados con cepillos con un sistema de aspersión para realizar el lavado del fruto.

Los rodillos están colocados transversalmente a la lavadora teniendo un giro hacia la derecha y un mecanismo de transmisión por medio de cadenas situadas en la parte lateral de la lavadora.

En la parte inferior de la lavadora se tiene un recolector cónico del agua de lavado con filtros adaptados.

El agua recolectada una vez filtrada se recircula al depósito de agua (cisterna).

Dimensiones de rodillos:

$$d = 0.12 \text{ m}$$

$$l = 1.5 \text{ m}$$

No. de rodillos ; $3.60 \text{ m} / 0.12 \text{ m} = 30$ rodillos en lavadora.

Número de melones colocados transversalmente en la lavadora:

$$1.5 \text{ m} / 0.15 \text{ m} = 10 \text{ melones}$$

Número de melones colocados longitudinalmente en la lavadora:

$$3.6 \text{ m} / 0.15 \text{ m} = 24 \text{ melones.}$$

Número de melones colocados en la lavadora:

$$10 \times 24 = 240 \text{ melones}$$

Tiempo de residencia en la lavadora:

$$v = d/t \quad v = 0.866 \text{ m/min} \quad ; \quad d = 3.6 \text{ m}$$

$$t = 3.6 \text{ m} / 0.866 \text{ m} / \text{min} = 4.15 \text{ min}$$

Gasto de agua para lavar el fruto:

Se realizó experimentalmente lavando el melón, midiendo -- flujo y tiempo de lavado y se tomó un dato promedio.

Dato experimental: 3 lt/min/melón

$$240 \text{ melones} \times 3 \text{ lt/min} = 720 \text{ lt/min}$$

Tiempo de residencia = 4.15 min

$$W = 720 / 4.15 = 173 \text{ lt/min}$$

Red de tubería y selección de bomba

a) Línea de succión

Selección de diámetro de tubería.

$$Q = 45 \text{ GPM}$$

$$D = 2 \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$d_i = 0.2057 \text{ ft}$$

$$v = 3.02 \text{ ft/seg.}$$

$$\begin{array}{l} \mu \text{ H}_2\text{O} \quad \text{a } 30^\circ\text{C} = 1.85 \text{ cp} = 1.24 \times 10^{-3} \text{ lb/ft seg.} \\ \mu \text{ H}_2\text{O} \quad \text{a } 30^\circ\text{C} = 62.11 \text{ lb/ft}^3 \end{array}$$

$$Re = d_i v \rho / \mu$$

$$Re = \frac{(0.2057) (3.02) (62.11)}{1.24 \times 10^{-3}} = 3.1 \times 10^4$$

$$E/D \text{ a } 2 \frac{1}{2} \text{ in} = 0.00067$$

$$f' = 0 \text{ (E/D, Re)}$$

$$f' = 0.036$$

Longitud equivalente en succión:

Accesorios	L/D
1 codo 90°	30
1 valv. check	135
1 valv. compuerta	13



$$K = 0.5$$

$$27$$

$$205 \times di = 205 (0.2057) = 42.17 \text{ ft}$$

Longitud de tubería en succión = 4.26 ft

$$Le = 42.17 + 4.26 = 46.43 \text{ ft}$$

Cálculo de pérdidas de presión por fricción:

$$H_{fs} = f' v^2 Le / 2gc \text{ di} \quad ; \quad gc = 32.2 \text{ lb ft/lb}_f \text{ Seg}^2$$

$$H_{fs} = \frac{(0.036) (3.02)^2 (46.43)}{2 (32.2) (0.2057)} = 1.15 \text{ lb ft/lb}_m$$

$$(1.15 \times 62.11) / 144 = 0.49635 \text{ lb}_f / \text{in}^2$$

$$2.31 \times 0.49635 = 1.14 \text{ ft de agua}$$

$$H_{fs} \text{ succión} = 1.14 \text{ ft de agua}$$

b) Línea de descarga:

Selección de diámetro de tubería

$$Q = 45 \text{ GPM}$$

$$D = 2 \text{ in}$$

$$d_i = 0.1722 \text{ ft}$$

$$v = 4.3 \text{ ft/seg}$$

$$Re = \frac{(0.1722)(4.3)(62.00)}{1.24 \times 10^{-3}} = 3.7 \times 10^4$$

$$E/D \text{ a } 2 \text{ in} = 0.00085$$

$$f' = 0.0245$$

Longitud equivalente en la descarga:

Accesorios	L/D
3 codos 90°	(30 x 9) = 90
1 valv. check	135
1 valv. compuerta	13

$$K = 1 \quad 52$$

$$K = 0.175 \quad \frac{6.5}{296.5} (0.1722) = 50.97 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Longitud de tubería en descarga} &= 0.9\text{m} + 5.5\text{m} + 1.3\text{m} + 3.6\text{m} \\ &= 11.3\text{m} = 37 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$L_e = 50.97 + 37 = 87.97 \text{ ft}$$

Cálculo de pérdidas de presión por fricción:

$$H_{fs} = \frac{(0.0245)(4.3)^2(87.97)}{2(32.2)(0.1722)} = 3.59 \text{ lb}_f \text{ ft/lbm}$$

$$(3.59 \times 62.11)/144 = 1.5499 \text{ lb}_f/\text{pulg.}^2$$

$$2.31 \times 1.5499 = 3.58 \text{ ft de agua}$$

$$H_{fs} \text{ descarga} = 3.58 \text{ ft de agua}$$

c) Línea de descarga en la lavadora.

$$Q = 45 \text{ GPM}$$

$$D = 1. \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$d_i = 0.1342 \text{ ft}$$

$$v = 7.09 \text{ ft/seg.}$$

$$Re = \frac{(0.1342)(7.09)(62.11)}{1.24 \times 10^3} = 4.7 \times 10^4$$

$$E/D \text{ a } 1 \frac{1}{2} \text{ in} = 0.00145$$

$$f' = 0 \quad (E/D, Re)$$

$$f' = 0.02662$$

Longitud equivalente de descarga en la alvadora.

Accesorios	L/D
"T"	15(60)
	<u>900</u>
	900 (0.1342) = 120.78

$$\text{Longitud de tubería en lavadora: } 1.5 \times 15 = 22.5 \text{ m} + 73.7 \text{ ft}$$

$$L_e = 120.78 + 73.7 = 194.48 \text{ ft}$$

Cálculo de pérdidas de presión por fricción:

$$H_{fs} = \frac{(0.0262)(7.09)^2(194.48)}{2(32.2)(0.1342)} = 29.6 \text{ lb}_f \text{ ft/lbm}$$

$$(29.6 \times 62.11)/144 = 12.78 \text{ lb}_f/\text{in}^2 \times 2.31 = 29.5 \text{ ft de agua}$$

Hfs descarga lavadora = 29.5 ft de agua

Selección de diámetro de orificio de aspersores con una tubería de 1 1/2 in diámetro

$$S = 0.00211 \text{ ft}^2 \times 73.77 \text{ ft} = \frac{0.1556}{150} = 0.00103 \approx 1/4 \text{ in}$$

$$P_1 V_1 + g/gc Z_1 + (V_1)^2/2gc - W_f = P_2 V_2 + g/gc Z_2 + (V_2)^2/2gc = H_{fs}$$

$$W_f = V (P_2 - P_1) + g/gc (Z_2 - Z_1) + 1/2gc (V_2^2 - V_1^2) + \xi H_{fs}$$

$$P_2 = 1/2 \text{ Kg/cm}^2 = 7.10 \text{ lb/in}^2$$

$$P = (7.10 - 0) = 7.10 \text{ lb/in}^2 \times 2.31 = 16.4 \text{ ft de agua}$$

$$Z = (Z_2 - Z_1) = (8.18 + 3.27) = 11.5 \text{ ft}$$

$$(V_2^2 - V_1^2)/2gc = (7.09)^2 - (3.02)^2/2gc = 0.6389 \text{ ft a cond. estandar}$$

Hfs = Hfs succ. + Hfs descarga + Hfs descarga en lavadora

$$H_{fs} = 1.4 + 3.58 + 29.5 = 34.48 \text{ ft de agua}$$

$$W_f = 16.4 + 11.5 + 0.6389 + 34.48 = 63.01 \text{ ft}$$

$$\text{BHP} = \frac{QH \text{ sg}}{3960 \eta} ; \text{BHP} = \frac{45 \times 63 \times 1}{3960 \times 70} = 1.0$$

$$\text{BHP} = 1.0 \text{ Hp}$$

Dimensiones del patio de maniobras

$$\begin{aligned}
 l &= (a \times N) + d + e \\
 l &= (3.438 \times 5) + 6.81 + 6 \\
 l &= 30 \text{ m} \\
 a &= l + e \\
 a &= 12.192 + 12.808 \\
 a &= 25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2.2 Andén de descarga

El transporte del fruto de las huertas a la planta empacadora se hará con camionetas Pick Up con una capacidad de 1.5 ton.

Dimensiones:	a = 2.0 m
	l = 5.62 m
	h = 0.75 m

El número de camionetas que transportarán el fruto durante el día es el siguiente:

$$C / c = 105 \text{ (incluyendo deshecho y pachanga) } / 1.5$$

$$C / c = 70 \text{ camionetas por día } = N$$

$$N / t = 70 / 16 = 5 \text{ camionetas por hora}$$

Las camionetas subirán a una plataforma de descarga y descargarán el fruto por la parte lateral de la camioneta en las rampas de recibo.

Dimensiones de la plataforma de descarga y patio de maniobras para camionetas:

$$l = a + e$$

$$l = (2 + 0.5) + 12.5$$

$$l = 15 \text{ m}$$

$$a = (1 \times N) + d$$

$$a = (5.62 \times 3) + 3.14 = 20 \text{ m}$$

$$a = 20 + 12 \text{ (pendientes de subida y bajada de camionetas)}$$

$$a = 32 + e = 32 + 25$$

$$a = 57 \text{ m}$$

2.3 Almacén de cajas de madera

Para el empaque del fruto se ocuparán cajas tipo -- Jumbo de madera con una capacidad promedio de 40 kg.

Dimensiones de la caja:

l	$=$	0.55 m
a	$=$	0.33 m
h	$=$	0.33 m

Se recibirán cajas de madera preformada cada 15 días (12 días hábiles). Por lo tanto en base a una producción máxima de 5,000 cajas diarias se recibirán 60,000 cajas preformadas.

Altura del almacén:

Suponiendo que la altura de la caja preformada sea de 4 cm con un acomodo de 100 cajas preformadas, por fila.

$$h = 0.05 \times 100 = 5 \text{ m}$$

$$f = E_p f / E_p C \text{ preformadas}$$

$$f = 60,000 / 100 = 600 \text{ filas}$$

Acomodo de filas en el almacén

$$l = 0.55 + 0.05 \text{ (espacio)} = 0.60 \text{ m}$$

$$a = 0.33 + 0.05 \text{ (espacio)} = 0.38 \text{ m}$$

$$A = 0.60 \times 0.38 = 0.228 \text{ m}^2$$

$$A = 0.228 \times 600 = 136.8 \text{ m}^2 + 12 \text{ m}^2 \text{ (pasillo)}$$

$$A = 148.8 \text{ m}^2$$

Distribución de filas en almacén

$$l = f \times a = 15 \times 0.38 = 5.7$$

$$a = 2f \times l = 2(20) \times 0.60 = 24 \text{ m}$$

$$A = l \times a$$

$$A = 5.7 \times 24 = 136.8 \text{ m}^2 + 12 \text{ m}^2 \text{ (pasillo)}$$

$$A = 148.8 \text{ m}^2$$

Dimensiones del almacén de cajas de madera:

$$l = 12 \text{ m}$$

$$a = 2(5.7) + 1 = 12.5 \text{ m}$$

2.4 Anden de expedición

El anden de expedición se dimensionará para una producción máxima de 5,000 cajas diarias.

Dimensiones de caja de madera:

$$l = 0.55 \text{ m}$$

$$a = 0.33 \text{ m}$$

$$h = 0.33 \text{ m}$$

$$A = 0.55 \times 0.33 = 0.1815 \text{ m}^2$$

Número de cajas por hora:

$$n / t = 5,000 \times 16 = 313 \text{ cajas/h}$$

Número de cajas por carga de Thermoking

$$n/t \times T_c = 313 \times 3.2 = 1,002 \text{ cajas/Thermoking}$$

$$A = 1,002 \times 0.1815 = 182 \text{ m}^2$$

Dimensiones del anden de expedición

$$l = 24 \text{ m}$$

$$a = 6 \text{ m}$$

2.5 Area para melón pachanga y desecho

Tomando en cuenta que se tendrán 5.25 ton/día entre melón de desecho y pachanga:

$$5.25 / 16 = 0.327 \text{ ton/h}$$

$$0.327 / 1.5 = 1 \text{ camioneta/hr.}$$

Dimensiones de área de deshecho y pachanga:

$$l = 1 + e$$

$$l = 5.62 + 9.38 = 15 \text{ m}$$

$$a = (a \times N) + d + e$$

$$a = (2 \times 1) + 2 + 6 = 10 \text{ m}$$

2.6 Area de proceso

Recepción:

Dimensiones de rampas de recibo:

$$l = 3 \text{ m (con una pendiente de 6\%)}$$

$$a = 15\text{m} + 30\% = 20\text{m}$$

La rampa tendrá divisiones por medio de canaletas de cada 4 m de distancia teniendo por lo tanto 5 rampas.

Selección por sanidad

Banda transportadora sanitaria:

$$l = 20 + 4 = 24 \text{ m}$$

$$a = 0.8 \text{ m}$$

Transportador de rodillos:

$$l = 2 \text{ m}$$

$$a = 1.5 \text{ m}$$

Lavado**Lavadora por aspersion:** $l = 3.6 \text{ m}$ $a = 1.5 \text{ m}$ **Selección por destino****Banda transportadora melón nacional:** $l = 4 \text{ m}$ $a = 0.8 \text{ m}$ **Banda transportadora melón exportación:** $l = 14 \text{ m}$ $a = 0.8 \text{ m}$ **Preenfriamiento****Hidroenfriador:** $l = 26.5 \text{ m}$ $a = 4.0 \text{ m}$ **Empaque****Transportador de rodillos:** $l = 4 \text{ m}$ $a = 0.8 \text{ m}$ **2.7 Area de empaque****Dimensiones:** $l = 12.5 \text{ m}$ $a = 10.0 \text{ m}$

2.8 Sala de máquinas

Dimensiones: 1 = 10.0 m 1 = 8 m

2.9 Taller

Dimensiones: 1 = 2.5 m a = 8 m

2.10 Oficinas

Dimensiones: 1 = 6 m a = 6 m

2.11 Servicios sanitarios

Dimensiones: 1 = 6 m a = 6 m

2.12 Caseta de vigilancia

Dimensiones: 1 = 3.5 m a = 2.5 m

Las áreas se observan en el anexo 1 (planta única)

3. Cálculo de la instalación frigorífica

3.1 Capacidad de planta

Los meses de trabajo al año son 5 1/2, 143 días laborales, 2 turnos (16 hrs.)

Volúmen a manejar para una producción máxima de --
5,000 cajas diarias:

$$\begin{aligned} \text{Cajas: } m \times P &= 12 \times 1.5 = 21 \text{ kg} \\ C &= 5,000 \times 21 = 105,000 \text{ kg} \\ C &= 105 \text{ ton/día} \end{aligned}$$

- a) Pachanga 3 % = 3.15 ton/día
- b) Deshecho 2 % = 2.1 ton/día

$$105 = (3.15 + 2.1) = 100 \text{ ton/día}$$

El cálculo de la instalación frigorífica se hará -
para una capacidad de 100 ton/día.

La cantidad de calor que debe eliminarse (Q_0) del sistema de preenfriamiento (Hidroenfriador) es de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Q_0 = m C_p \Delta T$$

$$Q_0 = 10,000 \times 0.91 \times (34 - 10)$$

$$Q_0 = 2,184,000 \text{ kcal/día}$$

Como factor de seguridad se agrega un 10%

$$Q_0 = 2,184,000 + 10\% = 2,402,400 \text{ kcal/día}$$

Capacidad media por día = 100,100 kcal

Por turno: 50 ton

$$Q_0 = 50,000 \times 0.91 \times (34-10)$$

$$Q_0 = 1,092,000 \text{ kcal}$$

$$Q_0 = 1,092,000 + 10\% = 1'201,200 \text{ kcal}$$

Capacidad media por turno = 150,150 kcal

Para el enfriamiento del fruto mediante agua fría - se utilizará un sistema de refrigeración mecánica con acumulador de hielo (banco de hielo).

Cantidad de hielo a acumular (calor a extraer):

$$A = (\text{Cap. } \bar{x}/\text{turno} - \text{Cap. } \bar{x}/\text{día}) \times t$$

$$A = (150 \text{ } 150 - 100 \text{ } 100) \times 16 = 800 \text{ } 800 \text{ kcal}$$

$$A' = A / C_f$$

$$A' = 800 \text{ } 800 / 80 = 10 \text{ } 010 \text{ kg. hielo}$$

Capacidad promedio a sostener:

$$100 \text{ } 100 \text{ kcal} / 3024 = 34 \text{ T.R.}$$

$$C = 34 \text{ T.R.}$$

El equipo de refrigeración tendrá una capacidad de 34 T.R. operando a = 5°C en succión y 35 °C en descarga - con refrigerante amoníaco, y el acumulador de hielo será suficiente para acumular 10 ton. de hielo.

3.2 Cálculo de la potencia frigorífica del condensador.

a) Datos

$$\begin{array}{ll}
 T_c = 35 \text{ }^\circ\text{C} & P = 13.765 \text{ kg/cm}^2 \\
 & h_l = 139.65 \text{ kcal/kg} \\
 T_e = -5 \text{ }^\circ\text{C} & P_o = 3.481 \text{ kg/cm}^2 \\
 & h_v = 400.14 \text{ kcal/kg} \\
 T_d = 90 \text{ }^\circ\text{C} & h_{vsc} = 445.0 \text{ kcal/kg} \\
 & v_i = 0.35 \text{ m}^3/\text{kg}
 \end{array}$$

$$Q_o = 34 \text{ T.R.} = 100 \text{ } 100 \text{ kcal}$$

Para determinar el tamaño del condensador:

$$Q_c = Q_o + AT$$

$$AT = G \times A \tau = G \times (h_{vsc} - h_v) / \mu_i$$

$$G = Q_o / q_o$$

$$q_o = h_v - h_l$$

$$q_o = (400.14 - 139.65) = 260.49 \text{ kcal/kg}$$

$$G = 100 \text{ } 100 / 260.49 = 384.2 \text{ kg/h}$$

Cálculo de μ_i :

$$\text{R.C.} = P / P_o$$

$$\text{R.C.} = 13.765 / 3.481 = 3.95 \quad E = 0.04$$

$$V + G \times v_i$$

$$V = 384.2 \times 0.35 = 134.47 \text{ m}^3/\text{h}$$

Del diagrama de Linge:

$$N_i/N_v = 1.15 \quad N_s = 0.84 \quad 1 - N_t = 0.14$$

$$N_v = 0.84 - 0.14 = 0.7$$

$$N_i/N_v = 1.15 \quad N_i = 1.15 N_v \quad N_i = 1.15 (0.70)$$

$$N_i = 0.805$$

$$AT = G \times (h_{vsc} - h_v) /$$

$$(h_{vsc} - h_v) = (445.0 - 200.14) = 44.86 \text{ Kcal/Kg}$$

$$AT = 384.2 \times (44.86/0.805)$$

$$AT = 21,410 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_c = 100,100 + 21,410$$

$$Q_c = 121,410 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_c = 121,410 / 3024 = 40 \text{ T.R.}$$

Se seleccionará un condensador evaporativo para una capacidad de 40 T.R.

3.3 Cálculo de serpentín en el acumulador de hielo.

$$H_t = \pi/4(D^2 - d^2) \times \rho_{\text{hielo}}$$

Usando tubería de 1 1/4 pulg. y 2 1/2 pulg. de espesor de hielo:

$$D = (2 \frac{1}{2} \times 2) + 1 \frac{1}{4}$$

$$D = 6.25$$

$$D = 0.15875 \text{ m}$$

$$d = 1.66 \text{ pulg} \quad \dots\dots\dots \text{pág. B-16 Crane}$$

$$d = 0.04216 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{hielo}} = 897.03 \text{ kg/m}^3$$

$$H_t = \pi/4 (0.15875)^2 - (0.04216)^2 \times 897.03$$

$$H_t = 16.5 \text{ kg. hielo por metro de tubería}$$

3.4 Longitud necesaria de tubería

$$L = A' / H_t$$

$$L = 10 \ 010 / 16.5$$

$$L = 606 \text{ m}$$

3.5 Separador de partículas Cálculo de la 1/2 sección.

$$F = \frac{Q_0}{h \times \rho_{\text{NH}_3}}$$

$$Q_0 = 100 \text{ 100}$$

$$h = (h_v - h_l)$$

$$h = (400.14 - 139.65) = 260.49 \text{ kcal/kg}$$

$$\rho_{\text{NH}_3} \text{ a } -5 \text{ }^\circ\text{C} = 2.88 \text{ kg/m}^3$$

$$F = 100 \text{ 100} / (260.49 \times 2.88)$$

$$F = 133.4 \text{ m}^3/\text{h} = 0.03706 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S = F / v_{\text{gas}}$$

$$S = 0.03706 / 0.3$$

$$S = 0.1235 \text{ m}^2$$

$$S = \pi D^2 / 4$$

$$D' = \sqrt{4a S / \pi} = \sqrt{4 (0.1235) / 3.1416}$$

$$D' = 0.3966 \text{ m}$$

3.6 Cálculo de la bomba al hidrogenfriador

Capacidad promedio durante operación;

$$150\ 150\ \text{kcal} + 20\% = 180\ 180\ \text{kcal/h}$$

El agua no debe calentarse arriba de 3 °C (considerando 2.5 °C en Hidroenfriador + 0.5 °C en tuberías las cuales deben estar bien aisladas).

$$3\ \text{°C en agua} = 3\ \text{kcal/kg}$$

$$W = 180\ 180 / 3$$

$$W = 60\ 060\ \text{kg agua/h}$$

$$\rho\ \text{agua} = 998.4\ \text{kg/m}^3$$

$$F = 270\ \text{gpm}$$

..... pág. 3 - 7 Crane

$$v\ \text{agua} = 5.33\ \text{ft/s}$$

$$H = 26\ \text{ft} = 8.0\ \text{m}$$

$$\text{Bhp} = \frac{F\ H\ \text{sg}}{3960\ x\ \eta}$$

$$\eta = 50\%$$

$$\text{Bhp} = (270\ x\ 26\ x\ 1) / 3960\ x\ 0.50$$

$$\text{Bhp} = 3.5\ \text{Hp}$$

Selección de equipo

4.1 Equipo básico

Compresores

Capacidad: 34 T.R

$T_c = 35 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_e = - 5 \text{ }^\circ\text{C}$

De catálogo "Refrigeración industrial", corresponde a un compresor modelo NW-6A de 6 pistones de 95 mm de diámetro por 76 mm de carrera con válvulas en la succión y en la descarga, filtro en la succión, juego de válvulas By-pass, válvula de seguridad, volante ranurado de 406 mm de diámetro de paso con 6 ranuras tipo C.

Se seleccionan dos compresores del mismo modelo -- considerando posibles fallas en uno.

Separador de Aceite

Separador automático de aceite de 304 mm. de diámetro por 914.4 mm de longitud, construido con tubería Tamsa sin costura de especificación ASTM-A53 grado B, en 9.53 mm de espesor y tapas cóncavas construidas con placa de espesor y tapas cóncavas construidas con placa de especificación ASTM-A285 grado C en 9.52 mm de espesor con entradas y salidas de 38 mm de diámetro.

Condensador

La selección del modelo de condensador evaporativo se hace en función del volumen de aire requerido:

$$V_c = \frac{Q_c}{60 \text{ min} \times 8.33 \text{ lb/gal} \times \Delta T' \times 1}$$

$$Q_c = 121\,410 \text{ kcal/h} = 30\,595\,220 \text{ btu/h}$$

$$T' = (35 - 25) = 10 \text{ }^\circ\text{C} = 50 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$V_c = 30\,595\,220 / (60 \times 8.33 \times 50 \times 1)$$

$$V_c = 1\,224 \text{ gpm} = 9819 \text{ ft}^3/\text{min}$$

De catálogo "Refrigeración Industrial", se selecciona un condensador evaporativo modelo DFC 295A con serpiente para extraer el recalentamiento del gas de descarga del compresor, trabajando en Apatzingán, Mich., a una temperatura de bulbo húmedo de 25 °C y una temperatura de condensación de 35 °C.

El condensador estará equipado con ventiladores tipo centrífugo (2) de 457.2 mm. de diámetro para manejar 12 00 ft³/min. de aire (9818.0 ft³/min), éstos a su vez irán acoplados por medio de flecha, poleas y bandas a un motor eléctrico de 5 Hp. En la parte inferior irá equipado con una moto bomba de 3/4 Hp, 220 volts y 1 800 rpm para el manejo de 80 gpm de agua.

Sistema de alta presión.

Recipiente para amoníaco con una capacidad nominal de 41/56 T.R. de 406.4 mm de diámetro por 3.04 m de longitud constuido con tubería de especificación ASTM-A53 grado

B. en 9.52 mm de espesor y tapas cóncavas construidas con placa de especificación ASTM - A 285 grado C en 9.52 mm de espesor.

Acumulador de hielo - Banco de hielo

Se selecciona en base a la capacidad (Kg. de hielo a acumular) calculada anteriormente.

A' = 10 010 Kg de hielo = 22 068 lb de hielo

De catálogo "Refrigeración Industrial" se selecciona el modelo 4A el cual tiene las siguientes dimensiones:

Dimensiones aprox. del banco:

largo	=	6.81 m
ancho	=	2.05 m
alto	=	1.83 m

4.2 Equipo complementario

Compresores

Sistema para el enfriamiento de aceite, base de -- fierro estructural para recibir el motor eléctrico y rieles tensores, juego de manómetros para la presión de descarga, presión de succión y presión de lubricación.

Interruptor automático para trabajar el compresor al 100%, 66% o 33% de su capacidad de acuerdo a las necesidades, interruptor de seguridad para protección por alta presión, interruptor de seguridad para protección por baja presión e interruptor de seguridad para protección por falla en la presión de lubricación.

El compresor anteriormente mencionado trabajando a una velocidad de 1 00 rpm necesitará de 41.1 bhp para su correcta operación.

Motor eléctrico de inducción marca IEM a prueba de goteo con armazón de 326 T de embobinado tipo jaula de ardilla con capacidad de 50 hp, en 220 volts. 4 polos y - - 1 800 rpm.

Arrancador magnético a voltaje reducido marca Cutler Hammer, modelo A400FG5B con capacidad de 50 hp, en 220 volts, no reversible, trifásico, con reelevador de sobrecarga, tipo térmico de aleación fusible y juego de elementos términos número H.

Interruptor termomagnético marca Cutler Hammer tipo industrial modelo LB 3 200 con capacidad de 200 ampers

Polea de 222.7 mm de diámetro de paso con 6 ranuras tipo C con buje intercambiable y barreno de 53.98 mm de diámetro y cuñero de 12.70 mm por 6.35 mm.

Juego de 6 bandas igualadas marca Gates tipo C-112

Separador de Aceite

Válvula flotadora marca Phillips modelo 270, sin coraza para el regreso automático de aceite al carter del compresor.

Válvula de paso de 6.35 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para revisar el funcionamiento de la válvula flotadora - marca Phillips modelo 270-A.

Válvula de paso de 12.70 mm. de diámetro, tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para la línea de retorno de aceite al carter del compresor.

Válvula de paso de 19.05 mm de diámetro, tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable, para la purga de aceite.

Válvula check de 38 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, y vástago para abrir manualmente -- para la salida de gas amoniaco del separador de aceite.

Válvula de paso de 38 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para dar servicio a la válvula check.

Sistema de condensación

Válvula de paso de 38.10 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para la entrada de gas amoniaco al condensador.

Válvula de paso de 12.70 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco con doble asiento intercambiable para la purga de aire.

Arrancador magnético combinado marca Cutler Hammer, modelo A40CG5B con capacidad de 5 hp. en 220 volts, no reversible, trifásico con reelevador de sobrecarga, tipo térmico de aleación fusible e interruptor termomagnético con capacidad de 50 amperes, para el control del motor de los ventiladores.

Arrancador magnético combinado marca Cutler Hammer, modelo A40BG5B con capacidad de 1 1/2 hp, en 220 volts, no reversible, trifásico con relevador de sobrecarga, tipo térmico de aleación fusible e interruptor termomagnético con capacidad de 15 amperes, para el control de la bomba de agua.

Válvula de paso de 38.10 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para la salida del refrigerante condensado del condensador al recipiente de alta presión.

Sistema de alta presión

El recipiente de líquido llevará las siguientes conexiones:

Cople de 38.10 mm de diámetro para la entrada de refrigerante condensado, cople de 12.70 mm de diámetro -- para la instalación de una válvula de seguridad, cople de 19.05 mm de diámetro para la purga de aceite, juego de coples de 12.70 mm de diámetro para la instalación del cristal de nivel y guarda protector, cople de 12.70 mm de diámetro para la purga de aire y niple de 19.05 mm de diámetro para la salida de refrigerante del sistema.

Válvula de paso de 38.10 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para la entrada de refrigerante condensado al recipiente de alta presión.

Válvula de seguridad marca Henry especial para amoniaco, calibrada a 17.60 kg/cm^2 , con entrada de 12.70 mm de diámetro y salida de 19.05 mm de diámetro.

Válvula de 12.70 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para dar servicio a la válvula de seguridad.

Válvula de 19.05 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para la purga de aceite.

Juego de válvulas de nivel de 12.70 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con cristal de nivel y guarda protector.

Válvula de 12.70 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para la purga de aire.

Válvula de 19.05 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para la salida de refrigerante del sistema.

Válvula de 12.70 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para cargar refrigerante al sistema.

Válvulas para la línea de líquido.

Válvula solenoide marca Refrirating Specialties con filtro tipo S 7A-ST, con orificio de 19.05 mm de diámetro y conexiones de 19.05 mm de diámetro para el control de la alimentación de refrigerante al evaporador (banco de hielo).

Válvulas de 19.05 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para dar servicio a la válvula solenoide.

Válvulas y controles para el banco de hielo.

Válvula flotadora marca Phillips, tipo 301-J con capacidad de 39 a 66 T.R. con mirilla y vidrio anticongelante para la observación del nivel del refrigerante líquido, con conexiones de entrada de 19.05 mm de diámetro y salida de 19.05 mm de diámetro y conexiones igualadoras de 25.4 mm de diámetro.

Válvulas de paso de 19.05 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para la entrada y salida de refrigerante a la válvula flotadora marca Phillips.

Válvulas de paso de 25.4 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable, para las líneas igualadoras de la válvula flotadora marca Phillips.

Válvula de expansión manual de 12.70 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con ajuste diferencial interno, para la alimentación de refrigerante al banco de hielo.

Válvula de paso de 19.05 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco con doble asiento intercambiable para la purga de aceite.

Válvula de seguridad marca Henry, especial para amoniaco, calibrada a 8.78 kg/cm^2 con entrada de 12.70 mm de diámetro y salida de 19.05 mm de diámetro.

Válvula de paso de 12.70 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco, con doble asiento intercambiable para dar servicio a la válvula de seguridad.

Válvula reguladora de presión marca Refrigerating Specialties con filtro tipo A4AS-ST con conexión de 38.10 mm de diámetro y vástago para abrir manualmente.

Manómetro especial para amoniaco para baja presión con carátula de 89.90 mm de diámetro y conexión inferior de 6.35 mm de diámetro y tornillo de ajuste.

Válvula de paso de 6.35 mm de diámetro tipo roscar, especial para amoniaco con doble asiento intercambiable para dar servicio al manómetro.

Válvulas de paso de 38.10 mm de diámetro tipo ros-car, especial para amoniaco con doble asiento intercambiable para dar servicio a la válvula reguladora de presión.

El tanque (banco de hielo) es construido con lámina negra de especificación ASTM-A283 grado C de 6.35 mm - de espesor.

En su exterior irá debidamente reforzado tanto a - lo largo como a lo alto con canal de 101.6 mm tipo ligero y en el interior con tirantes de redondo de 19.05 de diámetro.

Tanto en el fondo como los costados y cabeceras -- del tanque irán debidamente aisladas con placas de polies tileno expandido en un espesor total de 101.6 mm colocando placas de 50.80 mm de espesor en forma intercalada, así - como su debida barrera de vapor, y posteriormente se le - dará un terminado recubriendo tanto las cabeceras como -- los costados con lámina negra del número 16 que irá debida mente esmaltada y remachada a los refuerzos transversales del tanque.

En la parte superior llevará tapas construidas con doble espesor de 22.22 mm y papel techado intermedio así como juego de jaladeras y tornillos de bronce.

Agitador con propela de bronce de 355.60 mm de diá metro, acoplado por flecha, polea y bandas a un motor eléc trico de inducción marca IEM, totalmente cerrado, con ar mazón 182ST y capacidad de 3 hp, 220/440 volts, 4 polos y 1 800 rpm.

Arrancador magnético combinado marca Cutler Hammer, modelo A40BG5B con capacidad de 3 hp, 220 volts, no rever sible, trifásico, con relevador de sobrecarga, tipo térmi

co de aleación fusible e interruptor termomagnético con capacidad de 20 ampers para el control del motor del agitador.

En una de las cabeceras del tanque irá instalado - un separador de partículas de 406.4 mm de diámetro por -- 2.43 m de longitud, construido con placa de especificación ASTM-A285 grado C, en 9.52 mm de espesor y tapas concavas construidas con placa de especificación ASTM-A285 C - en 9.52 mm de espesor.

Nomenclatura

l	=	longitud	(m)
a	=	ancho	(m)
h	=	altura	(m)
m	=	masa o peso del melón	(kg)
V	=	volumen	(m ³)
A	=	área	(m ²)
ρ	=	densidad	(kg/m ³)
v	=	velocidad	(m/min)
Vc	=	volumen de canastillas	(m ³)
Vm	=	volumen de melones	(m ³)
Vt	=	volumen total	(m ³)
d	=	diámetro	(m) (in)
Q	=	flujo volumétrico	(lt/min) GPM)
D	=	diámetro de tubería	(in)
di	=	diámetro interno de tubería	(ft)
v'	=	velocidad	(ft/s)
μ	=	viscosidad	(lb/ft s)
E/D	=	factor de rugosidad	
f'	=	factor de fricción	
C	=	capacidad de planta	(ton/día)
t	=	tiempo de trabajo	= 16 hrs.
c	=	capacidad de transporte	(ton/m.t)
N	=	número de transportes	
e	=	espacio para maniobras	(m)
f	=	fila	
Ep	=	empaquete preformado	
n	=	número de cajas/día	
Tc	=	tiempo de carga de Thermoking	(h)
Qo	=	potencia frigorífica	(kcal/h)
Cp	=	calor específico	(kcal/kg °C)
T	=	Temp. inicial - Temp. final	(°C)
Ah	=	hielo a acumular (calor a extraer)	(kcal)

- A' = cantidad de hielo a acumular (kg)
 C_f = calor de fusión del hielo (kcal/kg)
 T_c = temperatura de condensación ($^{\circ}\text{C}$)
 T_e = temperatura de evaporación ($^{\circ}\text{C}$)
 T_d = temperatura de descarga ($^{\circ}\text{C}$)
 P = presión de condensación (kg/cm^2)
 P_o = presión de evaporación (kg/cm^2)
 h = entalpia (kcal/kg)
 h_l h_v h_{vsc} = entalpia de líquido, vapor y vapor sobrecalentado
 (kcal/kg)
 v_i = volumen específico de refrigerante (m^3/kg)
 A = equivalente trabajo compresión (kcal/kg)
 G = caudal en peso de refrigerante (kg/h)
 AT = $G \times A$ (kcal/h)
 q_o = producción frigorífica específica (kcal/kg)
 i = N_i = rendimiento indicado
 Q_c = potencia frigorífica de condensador (kcal/h)
 H_t = kg de hielo por metro de tubería
 L = longitud de tubería (m)
 F = razón de flujo (m^3/h)
 S = área (m^2)
 W = gasto de agua (kg/h)
 H = cabeza de la bomba (ft)
 Re = No de Reynolds (adimensional)
 μ = viscosidad (lb/ft seg.)
 Le = longitud equivalente (ft)

IX. EXPORTACION Y TRANSPORTE DEL MELON

1. Mecanismos de operación en el mercado exterior

Estados Unidos

La exportación de Melón hacia este país está sujeta a revisión de las autoridades del Departamento de Agricultura y de la Administración de Alimentos y Drogas.

En la primera institución checan que el producto se encuentre en buen estado y libre de insectos y plagas; en la segunda se lleva a cabo un análisis de laboratorio a una muestra representativa, para determinar que la fruta no esté adulterada, ni contenga guanos o productos químicos dañinos.

Una vez que la mercancía ha sido aprobada proseguirá sin problema hasta su lugar de destino, en caso contrario será fumigada o devuelta.

Normas de calidad

Son establecidas a través de grados, los que se proporcionan dependiendo del tamaño, forma, color, defectos y textura del Melón.

Empaque

Los melones son exportados generalmente en rejas de madera, siendo las mas utilizadas de 90 libras y 45 libras la cantidad de fruta por caja depende del tamaño de la misma, como se señala con anterioridad.

Además, requisito importante lo constituye el hecho de que en cada empaque se encuentre impresa una etiqueta - en idioma inglés que señale:

- Nombre del producto y país de origen
- Nombre y dirección de la empresa productora
- Nombre de la compañía importadora y dirección
- Peso neto de la caja

Canales de comercialización

Para entrar a estos canales en algunas ocasiones el productor vende su mercancía a los importadores-distribuidores, de los cuales la gran mayoría, para el área occidental de este país, se encuentra el Nogales, Arizona.

También los importadores acostumbran financiar cosechas o comprarlas, a través de un agente o broker.

En este centro de consumo la distribución se dá básicamente por:

- El mercado de mayoreo al detallista o consumidor final, con o sin la intervención de agentes.
- Directamente del importador a las cadenas de supermercados y al consumidor.

Estacionalidad de la compra de importación

California, Arizona y Texas son los mayores productores de Melón en Estados Unidos, en una oferta local integrada con otras 21 actividades que, con la oferta de México permiten al consumidor encontrar fruta en el mercado durante todo el año.

La variedad Cantaloupe, según datos de "The Paker - Produce Availability and Merchandising Guide", se encuentra entre los meses de febrero-julio y noviembre-diciembre.

Las importaciones de Melón procedente de México alcanzan su mayor movimiento en el mes de mayo.

República Federal Alemana

Este país no produce Melón, por lo cual la oferta se integra con importaciones.

Empaque

El empaque utilizado es la caja de madera con peso neto de 6 Kg. o cajas de 10 a 12 Kg. netos, el peso de todo fruto fluctuará entre 850 g. y 1,000 g.

Distribución

La importación se realiza a través de agentes e importadores que distribuyen el producto entre los mayoristas, siendo la variedad Cantaloupe la de mayor demanda.

Las posibilidades de comercialización de esta fruta procedente de México están entre los meses de febrero a marzo, es decir en invierno, cuando no hay producción en Europa.

Japón

Contribuyen a la integración de la oferta local las importaciones procedentes de Estados Unidos, México y Nueva Zelanda.

Empaque

El Melón debe ser empacado en cajas de cartón, de - preferencia con divisiones, cuyo contenido sea de 5-16 pie- zas, con un peso aproximado de 30-35 libras, según lo espe- cifique el importador; el etiquetado y rotulado deben in- -cluir: nombre del producto, país de origen, domicilio -- del proveedor, peso neto, bruto y preservativos utilizados.

Distribución

Los importadores llevan a cabo la introducción del fruto y la distribución se realiza a través de mayoristas que se encargan de surtir a los detallistas, restaurantes y hoteles.

Debido a las características perecederas del fruto, la revisión aduanera de la documentación del embarque, se trata de agilizar con el fin de liberar el envío en un pla- zo mínimo, situación que interesa de manera especial a los comerciantes involucrados en la operación.

Estacionalidad de las compras de importación

La penetración del producto mexicano a este centro de consumo es reciente, siendo la variedad Cantaloupe la - más solicitada por la población consumidora.

El período comprendido entre los meses de enero y - junio resulta favorable para la exportación de México, de- bido a la mayor demanda propiciada por el decrecimiento de los envíos de Estados Unidos.

Reino Unido

El tipo de melón preferido es el denominado "Honey Dew", otras clases de melón como el Cantaloupe también tienen buena aceptación.

La fruta deberá llegar a los mercados del país en condiciones que permitan su distribución al público en la mejor forma y presentación posible, calculándose que puede transcurrir hasta 10 días desde el momento de su arribo antes de que empiece a deteriorarse.

Los empaques deberán rotularse con la siguiente información: País de origen, peso bruto, descripción del contenido, instrucciones de enfriamiento.

El tipo de empaque acostumbrado para el mercado británico es en cajas de cartón con separaciones para cada melón, con un peso aproximado de 10 Kgs. (10 a 12 melones por caja).

Las cajas deberán tener aberturas para ventilación.

2. Requisitos y procedimientos para la Exportación

- Especificaciones técnicas y normativas para la exportación.

En términos generales los melones deben ser cortados en su punto sazón de modo que maduren adecuadamente -- una vez cortados.

Los factores que permiten determinar la madurez son los relativos al sabor y calor de la pulpa y al contenido de sólidos solubles. Asimismo, cuando los melones se encuentran en su punto sazón en la pequeña concavidad que -- presentan donde está insertado el pedúnculo al fruto aparecen pequeñas grietas radiales y el fruto se puede separar fácilmente del pedúnculo.

Los envases deben reunir la calidad y resistencia - que garanticen el estibado y la transportación al lugar de comercialización.

Los envases deben reunir las condiciones de ventilación y resistencia a la humedad y temperaturas relativas, - que garanticen una adecuada conservación de los melones y su manejo.

Mercado y/o etiquetado

Cada envase debe llevar en el exterior, con caracteres legibles e indelebles, la información siguiente:

Indenticiación

- a) Marca y/o identificación simbólica del producto.
- b) Nombre y dirección del emparador, distribuidor y/o exportador.

Naturaleza del producto.

- a) Nombre del producto
- b) Variedad

Origen del producto

- a) Zona de producción local o regional
- b) Indicar fecha y lugar de envasado

Características comerciales

- a) Indicar las condiciones de conservación del -- producto.
- b) Peso en kilogramos
- c) Peso bruto en kilogramos
- d) Número de piezas por envase

Todos estos datos deberán figurar en un lugar adecuado para que el consumidor final pueda distinguirlos con facilidad, el idioma a usarse debe ser el del país importador.

Uniformidad en apariencia

Firmeza

El grado de firmeza indicado por el estado de maduración del Melón puede variar según la variedad, tamaño, - textura de la cáscara, cavidad donde se encuentran las semillas, etc. Después de que los melones han alcanzado un - estado de madurez el cual asegurará el transporte y manejo, podrán ser descritos dentro de uno de los cinco grados de firmeza que son: Duro, firme, maduro y firme, blando y mar chito.

Duro: significa que el melón no cede cuando se apriete entre los dedos sobre el diámetro ecuatorial, e indica que la fruta ha alcanzado la completa madurez.

Firme: el melón cede ligeramente cuando se aprieta entre los dedos, sobre el diámetro ecuatorial.

Maduro y firme: el melón cede moderadamente cuando se le oprime sobre el diámetro ecuatorial y sobre la parte opuesta al pedúnculo y éste cede ligeramente pero no está floja. Los melones en este estado de madurez se encuentran en su punto para consumirse.

Blando: significa que el melón cede rápidamente - - cuando se le hace una Ligera presión sobre el diámetro - - ecuatorial, cuando los melones se encuentran en este estado de madurez serán considerados como seriamente dañados.

Marchito: significa que el melón es blando y marchito. Cuando los melones se encuentran en este estado de maduración indican la presencia de enfermedades y serán considerados como seriamente dañados.

Tamaño

La uniformidad en el tamaño es un factor muy importante que afecta la calidad y apariencia del empaque.

Se utilizan los siguientes términos para describir el tamaño de los melones en las cajas individuales.

Uniformes: El tamaño de los frutos deberá ser uniforme y serán considerados dentro de este término cuando no exista variación aparente en el tamaño de los melones.

Medianamente uniformes: es el empaque con melones - de tamaño regular, es decir existen solo ligeras variaciones de tamaño.

3. Características mínimas que deben presentar los melones para exportación.

Deben ser:

Cortados en su punto sazón, de modo que maduren adecuadamente una vez cortados.

El melón alcanza su punto sazón, cuando la pigmentación de la cáscara toma un color amarillo del reticulado - en el Cantaloupe, de acuerdo con el criterio propio de la variedad y el área donde se producen. El contenido de cada envase debe ser uniforme en tamaño.

Características de calidad

Grado de madurez o punto sazón

Este se debe verificar antes del corte y de ser posible en el mismo lugar de la producción (huerta).

Requisitos de madurez para melón Cantaloupe

Cuando la malla, red o reticulado se encuentra bien desarrollada esto es, que resalte en la superficie de la cáscara.

Cuando el color de la cáscara ha cambiado de un color verde oscuro y opaco a un color amarillo claro y brillante.

Cuando la concavidad donde está el pedúnculo que une al fruto a la planta presenta pequeñas grietas radiales y el fruto se separa fácilmente del pedúnculo.

Cuando el contenido de sólidos solubles totales es no menor de 9%. Los melones deben estar libres de raspaduras, costras, rozaduras, manchas, quemaduras de sol si el área afectada es muy grande. Además, evitar comerciar fruta con antracnosis, evidencias de plagas o enfermedades.

4. Transporte

Dentro del proceso de comercialización, es importante indicar primeramente cuales son los pasos que se realizan en esta comercialización a partir de la empacadora donde se conjuntan las operaciones y tratamiento mediante el cual se acondiciona la fruta fresca hasta llegar al mercado de destino.

Lo anterior se ilustra con el diagrama de flujo - - para melón (Figura No. 6).

Debido a que el producto a comercializar, en este caso el Melón, es un alimento perecedero con cierto tiempo de vida en el almacenamiento y en su exposición al consumidor llamada vida de anaquel, debe realizarse una coordinación para lograr un proceso de distribución efectivo hacia la exportación.

Al referirnos a la coordinación en el proceso de -- ventas al exterior, abordamos lo que se considera el principal problema técnico: el transporte.

El transporte representa un problema en la exportación del Melón a Europa, Japón, Canadá y el mismo EE. UU.

Con respecto al mercado en cuestión, los métodos -- mas prácticos y apropiados para lograrlo son:

- a) Transporte terrestre
- b) Transporte marítimo

a) Transporte terrestre

Al exportar hortalizas a frutas consideramos - que el trailer Thermoking con capacidad de 20 Ton. es el - apropiado ya que por un lado la capacidad de almacenamien- to temporal y la conservación del producto (7-12 °C) lo - gran la uniformidad y arribo regular al transbordo o direc- tamente al lugar de destino según sea el caso.

La participación del producto originario de México en Estados Unidos es considerado como el principal mercado externo, canalizándose principalmente por las aduanas de - Reynosa, Tamp. y Nogales, Son.

Para la exportación del fruto a mercado europeo y - Japón se tiene una travesía en territorio nacional hacia - los puertos de salida de líneas navieras que tengan servi- cio de transporte marítimo con cámaras refrigeradas o con- tenedores frigoríficos.

Los mencionados puertos de salida son Manzanillo, - Tampico, Veracruz y Lázaro Cárdenas.

Características del trailer Thermoking:

Es una caja con sistema de refrigeración que por me- dio de un difusor distribuye aire frío alrededor de las pa- redes, piso y techo que está formado por oradaciones, estas paredes son de fibra de vidrio así como la base metálica.

El thermoking funciona con motor independiente a - base de diesel.

b) Transporte marítimo

El transporte marítimo que se realiza directamente para la exportación a Europa es mínimo.

El sistema de contenedor refrigerado (cajas con refrigeración regulada) no se ha regularizado en nuestro país.

Sin embargo, existen Agencias marítimas que presentan alternativas de transporte marítimo para exportación de piña, melón, mango y toronja fresca a Europa y Japón.

El siguiente cuadro reúne información acerca de estas alternativas de Transporte marítimo:

Agencia Represent.	Línea naviera	Puerto de Salida	Puerto de llegada	Frecuencia	t	Equipo
Represent. marítimas S.A.	Harrison Line Happag Lloyd	Ver.	Hamburgo Liverpool Londres L'Havre	c/15 días	18 días	Contenedor de 20 o 40 pies frigoríf.
T.M.M.S.A.	TMM	Tampico Ver.	Hamburgo/ Bremen Liverpool L'Havre	c/15 días	15 días	Cámara refrigerada
	TMM	Manzanillo	P. Japones	Mensual	20 días	Contenedor de 20 pies frigoríf.
Agencias Generales Marítimas	Johnson Scanstar	Lázaro Cárdenas	L'Havre Liverpool Hamburgo	c/15 días	21 días	Contenedores frigoríf.

FUENTE: Instituto Mexicano de Comercio Exterior, Subdirección de -- Asesoría y Trámites. Junio, 1983.

Transporte marítimo

Cap. 39,000 pies cúbicos en cámaras refrigeradas (de 3-4 cámaras) en temperatura desde 0°C hasta regulación.

Hasta 144 contenedores de 30 m³ o 67m³ (20 o 40 - - pies lineales) con resistencia de 18 Ton, c/u.

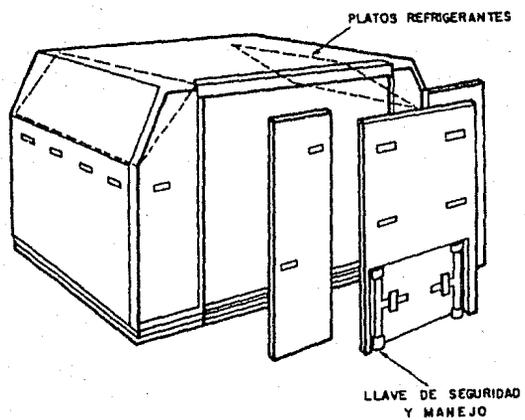
El contenedor es de los sistemas de manejo de cargas mas revolucionados. Hay un sin número de modelos. En el manejo de hortalizas y frutas se puede decir que los tipos actuales son también diversos, entre los mas prácticos y co-merciales se encuentran los siguientes:

- Contenedor tipo iglú normal
- Contenedor tipo iglú con sistema de refrigeración (platos refrigerantes)
- Contenedor tipo Unit

Para el caso de exportación del Melón el tipo de contenedor usado es el tipo iglú con sistema de refrigeración.

En la siguiente hoja se observa la figura de este - tipo de contenedor.

fig 8 CONTENEDOR TIPO IGLU
CON SISTEMA DE REFRIGERACION



X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En el caso de los productores de melón, existen problemas derivados de la excesiva intermediación que caracteriza la comercialización y que se ve reflejado en amplios márgenes de precios desde el productor hasta el consumidor.
2. Es conveniente una mayor participación de Instituciones - oficiales como CONAFRUT, Bancos oficiales, Etc., orientada fundamentalmente a apoyar los programas de crédito e incrementar la producción agrícola mediante la aplicación mejores técnicas.
3. Una alternativa positiva para mejorar la comercialización de la oferta de exportación está representada por la negociación directa entre los productores e importadores. Para ésto existen boletines en donde relacionan las asociaciones de productores y un boletín de Importadores con el fin de establecer los nexos convenientes entre ambos.
4. Teniendo el melón de exportación una participación del 65% el principal renglón de venta, es importante que se analicen las alternativas de transporte marítimo de manera que se abarque los principales mercados exteriores en donde -- sea factible comercializar el fruto.
5. Para la exportación es importante que el exportador nacional de melón lleve adelante sus esfuerzos en coordinación con las instituciones involucradas para lograr una positiva diversificación del mercado exterior.
6. Considerando que el principal mercado externo es EE.UU, el uso de transporte terrestre (Thermoking) en territorio na-

cional hasta las aduanas fronterizas, aseguran que el fruto llegue en buenas condiciones ya que no existen fluctuaciones en la temporada de conservación.

7. En cuanto al sistema de preenfriamiento "Hidrorefrigeración", se concluye en base a pruebas experimentales realizadas en la Escuela Nacional de Agricultura Chapingo que las características fisicoquímicas del melón como la cantidad y tipo de azúcares que determinan el grado de dulzura de la pulpa, la textura que determina la suavidad y jugosidad, la firmeza que determina los límites físicos del transporte y mercado del fruto no es tan alterado en comparación con el sistema actualmente utilizado.
8. El diseño de la planta empacadora propuesta proporciona los datos técnicos necesarios para llevar a cabo una posterior evaluación económica con bases reales y así indicar la factibilidad del proyecto.
9. Para evitar daños mecánicos en los frutos durante la descarga es conveniente recubrir la superficie con material que evite el impacto al contacto del fruto con las rampas de recepción.
10. En caso de existir alteraciones superficiales en el fruto por la acción de hongos, resulta útil el uso de fungicidas disueltos en el agua de enfriamiento.
11. Se recomienda la instalación de elementos térmicos para chequear la temperatura del agua en hidrogenfriador y evaluar la eficiencia de la operación para asegurar que se ha efectuado un buen enfriamiento.
12. Considerando que las temperaturas óptimas de conservación para Cantaloupes son de 4 - 10°C, se concluye que si se lo-

gra una temperatura de 10°C durante el preenfriamiento y mantenida en el transporte, es posible prolongar la vida de anaquel del fruto hasta tres semanas.

13. Se recomienda también la instalación de un filtro en la succión de la bomba para evitar problemas ya que se va a tener una recirculación del agua de lavado. También se recomienda la limpieza de los filtros instalados en la lavadora.

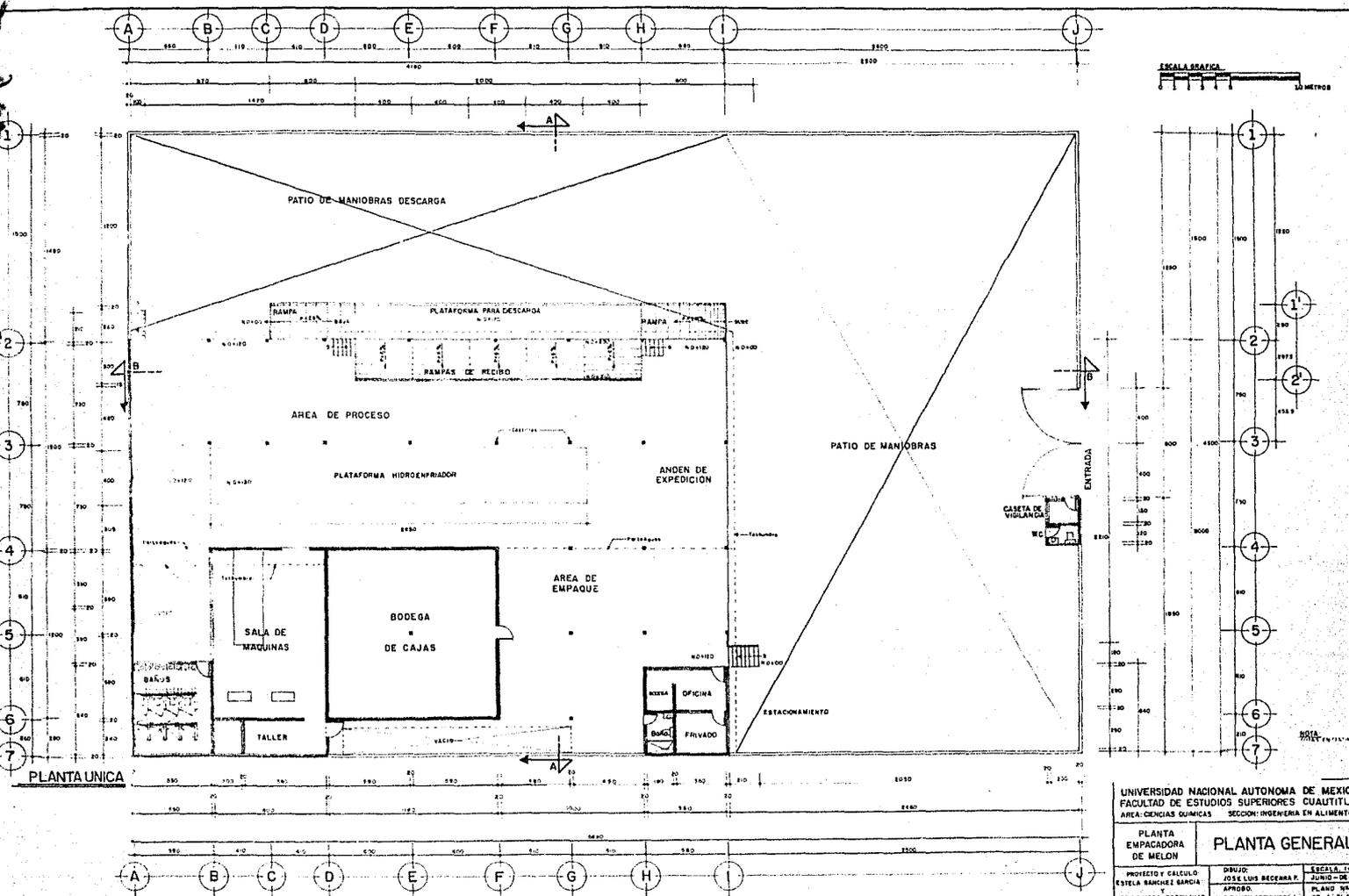
BIBLIOGRAFIA

1. K.E. Ford
Hidrocooling Cantaloupes
Proceedings Florida State Horticultural Society
Vol. 69, (1956)
2. Saucedo Veloz Crecenciano
Preenfriamiento de frutas y hortalizas
UACH, (1981)
3. CONAFRUT
Comercialización externa del melón
IMCE, (1980)
4. Lipton, W.J. and Stewart, J.K.
Effect of hidrocooling on the market quality of
Cantaloupes
Pro. Am. Soc. Hort. Sci. (1961)
5. Saucedo Veloz Crecenciano
Pruebas de refrigeración en melón
Folleto, 2057 Chapingo, México, UACH (1971)
6. Ryall, A Loyld and Lipton
Handling, transportation and storage of fruits
and vegetables
Westport, Con. AVI (1972)
7. Saucedo Veloz Crecenciano
Manejo y acondicionamiento del melón
Chapingo, Méx. Tesis, (1975)
8. Bennet A.H. Smith, R.E. and Fortson, J.C.
Hidrocooling peaches and practical guide for
determining cooling requeriments and cooling times
U.S. Dept. Agr. Inf. Bull
9. Ogle, W.L. and Christoper, E.P.
The influence of maturity temperature, and duration
of storage on quality of cantaloupes
Pro. Am. Soc. Hort. Sci.

10. Ashrae
Method of precooling fruit and vegetables
(1978)
11. CONAFRUT
El mercado exterior frutícola
IMCE, (1981)
12. J.K. Stewart and H.M. Covey
Hydrocooling vegetables a practical guide to predicting
final temperature and cooling times USDA, marketing
research report No. 637 (1963)
13. Dossat, Roy, J.
Principios de refrigeración
Ed. Continental, México, (1970)
14. Blasquez, E.A.
Refrigeración Industrial Catálogos
(1984)
15. Mycom
Refrigeración Industrial Catálogos
(1984)
16. Jhon, H. Perry
Manual del Ingeniero Químico
México, (1982)
17. Crane Co.
Flujo de Fluidos
U.S.A., (1970)

A N E X O S

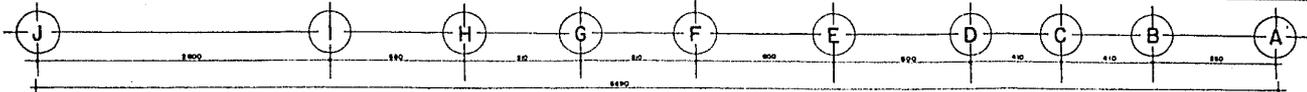
1. Planta General
2. Cortes y Fachadas con detalles
3. Planta con Equipo
4. Cortes con Equipo



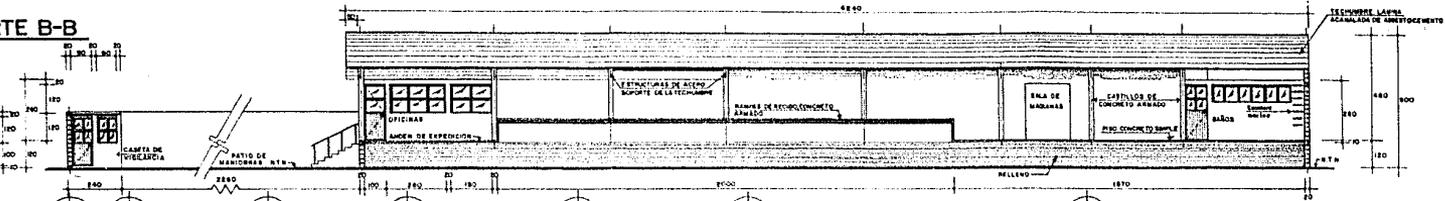
PLANTA UNICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES GUASQUILTLA
 AREA CIENCIAS QUIMICAS SECCION INGENIERA EN ALIMENTOS

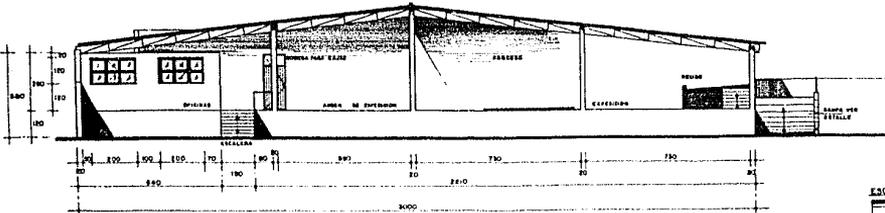
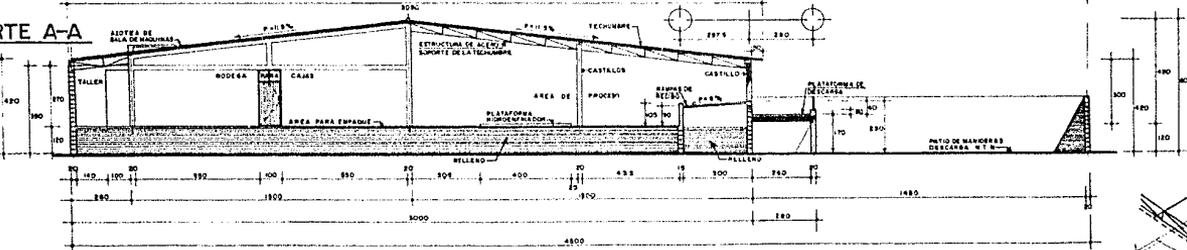
PLANTA EMPACADORA DE MELON		PLANTA GENERAL	
PROYECTO Y CALCULO	DR. JOSÉ LUIS RECENAF.	ESCALA	1:100
ESTELA BANCHEZ GARCIA	OPERA	PLANO	DE 4 PLAN
LETICIA MORALESTRUJILLO	146 RAMON SEPULVEDA L.		



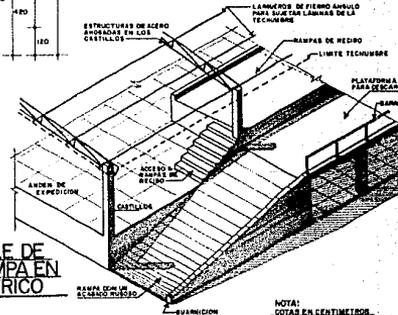
CORTE B-B



CORTE A-A



FACHADA PRINCIPAL



DETALLE DE LA RAMPA EN ISOMETRICO



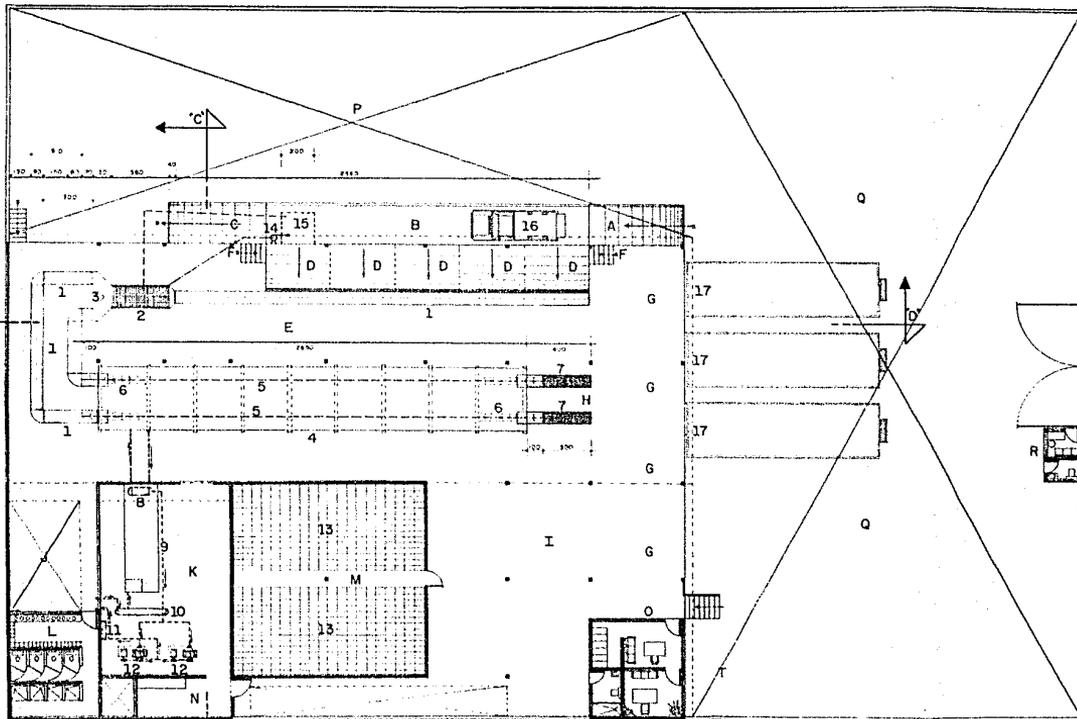
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILAN AREA CIENCIAS QUIMICAS SECCION INGENIERIA EN ALIMENTOS		
PLANTA EMPACADORA DE MELON		CORTES Y FACHADA CON DETALLE
PROYECTO Y CALCULO: ESTELA SANCHEZ GARCIA Y LETICIA MORALES TRUJILLO	DRUJO: JOSE LUIS BEZERRA F. Y LETICIA MORALES TRUJILLO	ESCALA: 1/75 JUNIO-DE-1984 PLANO N° 2 DE 4 PLANOS

- SIMBOLOGIA**
- 1—BANDA SANITARIA
 - 2—LAVADORA POR ASPERSION
 - 3—CHAROLAS
 - 4—HIDROENFRIADOR
 - 5—RIELES TRANSPORTADORES
 - 6—CANASTILLAS
 - 7—BANDA DE RODILLOS
 - 8—SEPARADOR DE PARTICULAS
 - 9—BANCO DE HIELO
 - 10—RECIPIENTE DE LIQUIDO
 - 11—TABLERO DE CONTROLES
 - 12—COMPRESORES
 - 13—ESTIBA DE CAJAS (EMPAQUE)
 - 14—BOMBA PARA AGUA
 - 15—CISTERNA CAP 18 m³
 - 16—CAMIONETA DESCARGANDO
 - 17—CAJA DE TRAILER (THERMO-KING)

- A—RAMPA ACCESO PLATAFORMA
 B—PLATAFORMA PARA DESCARGA
 C—RAMPA SALIDA PLATAFORMA
 D—RAMPAS DE RECIBO
 E—AREA DE PROCESO
 F—ACCESO A RAMPAS DE RECIBO
 G—ANDEN DE EXPEDICION
 H—PRODUCTO TERMINADO
 I—AREA DE EMPAQUE
 J—PATIO DE VENTILACION
 K—SALA DE MAQUINAS
 L—BAÑOS
 M—BODEGA DE CAJAS
 N—TALLER
 O—OFICINAS
 P—PATIO DE MANIOBRAS DESCARGA
 Q—PATIO DE MANIOBRAS
 R—CASETA DE VIGILANCIA
 S—ENTRADA GRAL.
 T—ESTACIONAMIENTO

- AGUA HELADA (DEL BANCO HIELO A PROCESO)
 — AGUA FRIA (DEL HIDROENFRIADOR AL BANCO)
 — AGUA PARA LAVADORA (DE LA CISTERNA)
 — AGUA RETORNO A CISTERNA (DE LA LAVADORA)

NOTA: COTACIONES EN CENTIMETROS



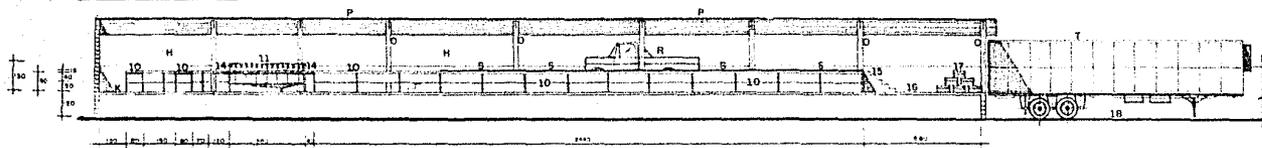
PLANTA UNICA



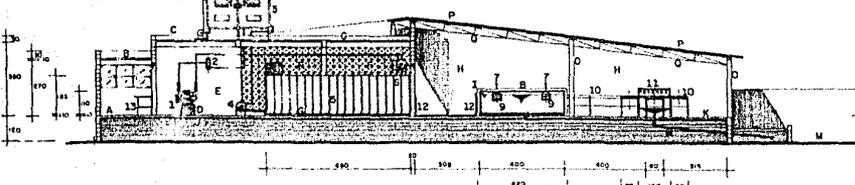
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 AREA: CIENCIAS QUIMICAS SECCION: INGENIERIA EN ALIMENTOS

PLANTA EMPACADORA DE MELON	PLANTA CON EQUIPO
PROYECTO Y CALCULO: ESTELA SANCHEZ BANCIA Y LETICIA MORALES TRUJILLO	DIBUJO: JOSE LUIS BECERRA, JUNIO-SEPTIEMBRE APROBO: ING. RAMON SEPULVEDA L.
	ESCALA: 1:100 JUNIO-SEPTIEMBRE PLANO No. 5 DE 4 PLANOS

CORTE "D"- "D"



CORTE "C"- "C"



SIMBOLOGIA

- A—TALLER
- B—AZOTEA TALLER Y BAÑOS
- C—AZOTEA SALA DE MAQUINAS
- D—BASES PARA COMPRESORES
- E—SALA DE MAQUINAS
- F—VENTILACION SALA DE MAQUINAS
- G—PLATAFORMA SALA DE HIELO
- H—AREA DE PROCESO
- I—SOPORTES HIDROENFRIADOR
- J—PLATAFORMA HIDROENFRIADOR
- K—PISO AREA PROCESO
- L—RAMPA DE SALIDA
- M—PATIO DE MANIOBRAS DESCARGA
- N—TUBERIA PARA AGUA RETORNO A CISTERNA
- O—CASTILLOS
- P—TECHUMBRE
- Q—ESTRUCTURAS DE ACERO
- R—CAMIONETA EN PLATAFORMA DESCARGANDO
- S—RAMPAS DE RECIBO
- T—CAJA DE TRAILER THERMO-KING CARGANDO

SIMBOLOGIA

- 1—COMPRESORES.
- 2—SEPARADOR DE ACEITE.
- 3—CONDENSADOR EVAPORATIVO.
- 4—RECIPENTE DE LIQUIDO
- 5—BANCO DE HIELO
- 6—SEPARADOR DE PARTICULAS
- 7—RIELES TRANSPORTADORES
- 8—HIDROENFRIADOR
- 9—CANASTILLAS
- 10—BANDA SANITARIA
- 11—LAVADORA POR ASPERSION
- 12—TUBERIA ALIMENTADORA DE AGUA A HIDROENFRIADOR
- 13—TALLER MESA DE TRABAJO
- 14—CHARROLAS
- 15—ACCESO A RAMPAS DE RECIBO
- 16—ANDEN DE EXPEDICION
- 17—CAJAS CON PRODUCTO
- 18—PATIO DE MANIOBRAS

NOTA ACOYACIONES EN CENTIMETROS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 AREA: CIENCIAS QUIMICAS SECCION: INGENIERIA EN ALIMENTOS

PLANTA EMPACADORA DE MELON		CORTES CON EQUIPO	
PROYECTO Y CALCULO	ESTELA SANCHEZ GARCIA	DIBUJO	JOSÉ LUIS PECEIRA FLORES
ESTELA SANCHEZ GARCIA		ESTELA SANCHEZ GARCIA	
		ESCALA	1:75
		JUNIO DE 1988	
		PLANO Nº 4 DE 4 PLANOS	