

24  
122



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"POSIBLES ALTERNATIVAS PARA EL  
APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE  
LA MANDARINA"

TRABAJO MONOGRAFICO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
P R E S E N T A :  
GERARDO JUSTO ANTONIO SUAREZ MARTINEZ



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 está 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
Introducción.....	1

## Capítulo I :

### " Caracterización del Fruto "

1.1 Origen.....	3
1.2 Clima y suelos.....	4
1.3 Descripción botánica y variedades.....	7
1.4 Híbridos de la mandarina.....	11
1.5 Cosecha y cuidados en el manejo.....	13
1.6 Plagas y daños por enfermedad.....	15

## Capítulo II :

### " Situación e Importancia Actual y Futuros Prospectos "

2.1 Situación Mundial.....	18
2.1.1 Producción Mundial.....	18
2.2 Situación Nacional.....	23
2.2.1 Producción Nacional.....	23

## Capítulo III :

### " Composición Química y Valor Nutritivo de la Mandarina "

3.1 Partes que conforman el fruto cítrico.....	31
3.2 Componentes principales del zumo, albedo, y del flavedo	34
3.3 Sólidos solubles, azúcares y ácidos.....	35
3.3.1 Azúcares.....	35
3.3.2 Acidos Orgánicos.....	36
3.4 Substancias Pécicas.....	37
3.5 Enzimas.....	38
3.6 Aceites esenciales de la mandarina.....	39
3.7 Lípidos.....	40
3.8 Vitaminas.....	41
3.9 Colorantes.....	42

	Página
3.10 Flavonoides.....	43
3.11 Componentes Inorgánicos.....	44
3.12 Aminoácidos.....	45
3.13 Composición química de la semilla.....	45
3.14 Valor Nutritivo.....	46

Capítulo IV :

" Almacenamiento, Conservación y Comercialización de la  
Mandarina "

4.1 Factores a considerar en el almacenamiento en función al período de conservación deseado.....	48
4.2 Tratamiento del fruto recomendado, previo almacenaje...	48
4.3 Aspectos biológicos a considerar para la conservación..	49
4.4 Almacenaje al aire libre sin refrigeración.....	50
4.5 El almacenaje refrigerado.....	50
4.6 Atmósferas controladas.....	54
4.7 Encerado de los cítricos para su conservación.....	54
4.8 Otros tipos de almacenaje.....	55
4.9 Problemas de almacenaje.....	56
4.10 Comercialización de la mandarina en su estado fresco...	57

Capítulo V :

" Industrialización de la Mandarina "

5.1 Denominaciones características y empleo de los derivados de cítricos.....	61
5.2 Características de la materia prima a industrializar...	63
5.3 Operaciones comunes para la industrialización de cítricos.....	64
5.4 Jugos.....	67
5.4.1 Diversos tipos de jugos.....	67
5.4.2 Tecnología de extracción de jugo.....	68
5.4.3 Tratamiento del jugo.....	70
5.5 Aceites esenciales.....	78
5.5.1 Diversos tipos de aceites.....	78

	Página
5.5.2 Tecnología de aceites esenciales.....	79
5.5.3 Composición química del aceite esencial de mandarina.....	85
5.5.4 Importación y exportación de aceite esencial de mandarina.....	90
5.6 Gajos.....	91
5.6.1 Industrialización de la pulpa de mandarina.....	91
5.6.2 Tecnología de elaboración de conservas de segmentos de mandarina en almibar.....	91
5.7 Higiene en los procesos de industrialización de cítricos.....	97

## Capítulo VI :

### " Industrialización de Desperdicios de las Plantas Procesadoras de Mandarina "

6.1 Subproductos de la mandarina.....	98
6.2 Fabricación de Pectina.....	98
6.3 Pastas para la alimentación de ganado.....	100
6.4 Melaza de cítricos.....	101
6.5 Elaboración de comminuted.....	102
6.6 Cáscara de salmuera.....	104
6.7 Vinagre a partir de desperdicios de mandarina.....	105
6.8 Elaboración de mermeladas y jaleas.....	105
6.9 Otros subproductos.....	106
Conclusiones.....	109
Bibliografía.....	112

## I N T R O D U C C I O N .

El objeto del presente trabajo, ha sido el de realizar una revisión bibliográfica exhaustiva, con el fin de encontrar posibles alternativas para el aprovechamiento integral de la mandarina ( Citrus Reticulata Blanco ).

Las razones por las cuales el tema elegido tiene importancia, las describiremos a lo largo del trabajo, pero podemos mencionar, que el desarrollo industrial, particularmente, el de la industrialización de los alimentos, resulta de gran beneficio, para el progreso de nuestro país.

A nivel mundial, el problema alimentario, y la producción agropecuaria, junto con el sector energético, son los problemas críticos a los que debe enfrentarse la comunidad internacional, en la presente década de lo 80's.

En México, se suman a los anteriores problemas, aquellos derivados de la dependencia de importaciones, la falta de apoyo a los proyectos de investigación, la creación de empleos, y otros problemas más, que nos obligan a tomar conciencia y a plantear alternativas para resolverlos, y contribuir al progreso de un país como el nuestro, que se encuentra en vías de desarrollo.

La mandarina a su vez, siendo un cítrico con características muy similares a las del limón, o la naranja - por ejemplo, no se le ha dado la importancia que podría tener al parejo de dichos cítricos.

Otro factor importante es el de plantear diferentes métodos de almacenaje, para poder contar con fruta disponible durante todo el año, y así tener mayores opciones para su aprovechamiento, lo cual beneficiaría en incrementar tanto su industrialización como su comercialización.

También la mandarina presenta buenas características de adaptación, en gran parte del territorio Nacional, y si consideramos, que en cuanto a producción de la misma, México presenta alrededor de 130,000 toneladas producidas por año, y cerca de 15,000 hectáreas cosechadas, nos queda el interés, de hacer todo lo posible por incrementar tales

cifras, y mejorar el treceavo lugar mundial que ocupa - México, en producción de mandarina.

En este trabajo, tratamos los siguientes puntos:

En el primer capítulo, hacemos una caracterización - de la fruta, para poder conocerla ampliamente, y así em- pezar a plantear alternativas para su aprovechamiento inte- gral.

En el capítulo II, ubicamos a la mandarina en cuan- to a la situación e importancia actual, y sus futuros - prospectos, para así tener mayores perspectivas para su - industrialización.

Para el capítulo III, presentamos información de la composición química de éste cítrico, siendo ésta la única forma de conocer al fruto de manera integral, y así tener los parámetros necesarios para el control de los procesos de manufactura.

Gran importancia tendrá el mantener las características de un alimento perecedero, por un tiempo razonable, para - poder industrializarlo y comercializarlo por períodos mayores.

El capítulo V de éste trabajo, presenta una recopilación de estudios que nos permiten adquirir tecnología para la manufactura de la fruta.

Por último, en el capítulo VI, se plantean alternati- vas para el aprovechamiento de desperdicios de las plantas procesadoras de cítricos, para así tener las bases que nos permitan contribuir con el mejor aprovechamiento de las ma- terias primas, y favorecer la economía y las eficiencias de toda planta procesadora de cítricos.

Es de ésta manera como se plantea el desarrollo de éste trabajo monográfico, con el fin de contribuir como - profesionales de la industria de los alimentos, para que nuestro país tenga un mejor y más eficiente desarrollo, y crezca cada día más.

CAPITULO 1

## " CARACTERIZACION DEL FRUTO "

1.1 ORIGEN.

Para hablar del origen de la mandarina, es necesario considerar que los cítricos son originarios de una vasta región comprendida por Conchinchina, Archipiélago Malayo, y partes adyacentes del continente Asiático.

El conocimiento sobre la utilización de sus frutos, así como también sobre el cultivo de los árboles, se extendió desde China e India, pasando a través de Persia y Palestina, hasta conocerse en Africa del Norte y Europa - en las áreas cercanas a la cuenca del Mediterráneo.

Las primeras especies conocidas fueron: la cidra, naranjo agrio y limonero, introducidas en Europa alrededor del año 1200. El naranjo dulce se considera originario de China, donde se cultivó siglos antes de que fuera difundido en el resto del mundo. Cuando Cristóbal Colón realiza sus primeros viajes, lleva consigo semillas de naranjo dulce. En esa época, los cítricos estaban ya distribuidos en los países de la cuenca del Mediterráneo, especialmente en España, Italia y Grecia.

De acuerdo con González Sicilia, los portugueses fueron quienes introdujeron el naranjo dulce en Europa desde India y China durante los viajes que realizaban a través del Cabo de Buena Esperanza.

El " mandarino " presumiblemente originario de Japón, - China y Conchinchina, adquirió gran desarrollo y actualmente Japón se ubica como el primer lugar entre los países productores de dicha fruta.

En 1493, durante el segundo viaje de Colón, se introducen semillas de agrios en las islas: La Española - ( Santo Domingo ) y la Isabela ( Bahamas ). Posteriormente se difunden hacia Cuba y a nuestro país en 1517.

En la península de Florida se considera la introducción de los cítricos alrededor de 1565.

Para la región de Sudamérica se cree que la introducción de los agrios se debe a los portugueses especial-

mente al entrar por Brasil, cuando colonizan el vasto territorio del Amazonas.

Es así como los cítricos o agrios, son difundidos en todo el mundo,

( 31 ).

## 1.2 CLIMAS Y SUELOS.

El cultivo mundial de la mandarina, está ubicado de manera general en dos grandes franjas delineadas por los paralelos 20 y 40 en ambos hemisferios del globo terráqueo ( Norte y Sur ).

La temperatura ideal para su cultivo varía de los 15 a los 30°C ya que temperaturas muy extremosas dañan seriamente a los frutos.

En México se tiene un promedio anual entre 20 y los 25°C de temperatura; excelentes para el cultivo de la mandarina.

En cuanto al tipo de suelo ideal para el cultivo; los cítricos prosperan mejor en suelos que contienen como fracciones principales: Limo, Arcilla y Arena; y de manera general se podría indicar como mejores tierras aquellas que contengan más del 50% de arena, y el otro 50% repartido entre limo y arcilla, aunque como se observa en la figura ( 1.1 ), se puede tener un suelo con el 40% de arena, 5% de arcilla y 55% de limo, el cual puede ser un suelo para el cultivo de agrios, con buenas condiciones de drenaje.

( 31 ).

Debido a que las tres fracciones ( arcilla, limo y arena ) proporcionan la textura del suelo, es por eso que diferentes autores como: Egaña, y Rebour, presentan diversidad de opiniones respecto al " suelo ideal " para el cultivo de la mandarina.

( 32 ).

Como se aprecia en la figura (1.1), el problema radica en que los suelos de textura fina, como el arcilloso o el arcillo-limoso, retienen mucha agua, con lo cual dificultan la aereación de la planta; mientras que suelos de textura gruesa como los arenosos, tienen baja retención de agua, y así, ésta penetra con mucha rapidéz, y escapa del ámbito radicular de absorción.

Otros factores importantes a considerar son por ejemplo: que el mandarino es el cítrico más exigente en lo que a potasio se refiere, y por tal motivo, su tipo de suelo lo requiere.

El pH recomendado del suelo será de 5.5 - 7.0.

En plantaciones jóvenes hay que aportar " Cal " para que el pH no disminuya por debajo de 5.5.

Un suelo muy alcalino puede inducir a la llamada : " Clorosis Férrica ", y provocar deficiencias por inmovilización de zinc, cobre, y fósforo, mientras que suelos muy ácidos provocan solubilidad de manganeso, cobre y níquel, provocando esto toxicidad a la planta. ( 31 ).

Al procurarse suelos arenosos, se tendrán frutos de mayor tamaño, corteza más delgada, y con un mayor contenido de zumo, sin embargo, éste presenta menor cantidad de sólidos disueltos, al igual que menor cantidad de azúcares y acidéz, pero como la disminución de azúcares es menos marcada que la acidéz, la relación de azúcares y ácidos es más alta, por lo tanto los frutos producidos en los suelos arenosos, dan la sensación de ser más dulces.

En el caso de cultivos en suelos de textura arcillosa, las características serán las opuestas. ( 13 ).

Como se puede observar, hay varios parámetros importantes para la composición de un suelo ideal, sin embargo cabe señalar que condiciones como: el tipo de suelo, y el clima, podrán encontrarse en muchas regiones del mundo.



1.3 DESCRIPCION BOTANICA Y VARIEDADES.

Nombre vulgar de la planta: Mandarino o Naranja  
Mandarino.

Nombre vulgar del fruto: Mandarina o Naranja  
Mandarina.

Reino: Vegetal.

Género: Citrus.

Especie: Reticulata.

Familia: Rutáceas.

Subfamilia: Auriancioideas.

Sinónimos: Citrus nobilis, Citrus deliciosa Tenore,  
Citrus unshiu, Citrus Poonensis, y el  
más común: Citrus Reticulata Blanco.

( 13 ).

Para poder describir botánicamente a la mandarina es necesario clasificarla, pero la diversidad de sus formas - es todavía la causa de opiniones muy divergentes con respecto a su clasificación.

Sin embargo una de las clasificaciones más aceptadas en el ámbito de los agrios, es la propuesta por " Cha - pot " en 1952, resaltando cuatro grupos muy importantes:

C. Nobilis: Mandarinas del grupo " King ".

C. Unshiu : Mandarinas del grupo " Satsuma ".

C. Deliciosa: " Mandarina Común ".

C. Poonensis: Que es una " Tangerina ". ( grupo menos común en el medio ). ( 7 ).

Todas estas especies son introducidas a una especie - generalizada, conocida como:

" CITRUS RETICULATA BLANCO ";

La cual es considerada como la base de donde se derivan las demás variedades.

Es casi imposible precisar todas las variedades existentes de mandarina, ya que un estudio realizado por: - " Ford " en 1961, y que abarca la composición de 70 colecciones de agrios repartidos en : Africa, Asia, Australia, Europa y América ha permitido trazar el siguiente repertorio en lo que a mandarina se refiere:

462 denominaciones de Mandarina.

72 denominaciones de Tangelos.

454 denominaciones de Híbridos de diversos cítricos.

95 denominaciones de diversos.

Además 237 denominaciones latinas para designar especies, pseudoespecies, variedades botánicas y hortícolas diversas. Incluso si se deja un lugar muy amplio para los sinónimos, es evidente que el número de especies es casi imposible de precisar.

En lo que a sus características hortícolas se refiere, las variedades de mandarino se clasifican de acuerdo a diferentes parámetros, como los mencionados a continuación:

En cuanto a temporada de maduración tenemos:

Variedades de maduración muy precóz: Ej: " Satsuma ".

Variedades de maduración intermedia : Ej: " Dancy ".

Variedades de maduración tardía : Ej: " King ".

Tamaño del fruto: ( 32 ).

Muy pequeño: " Cleopatra ", " Kino-Kuni ", etc.

Mediano : " Satsuma ", " Común ", " Dancy ", etc.

Grande : " King ", " Ortánico ", etc.

Color:

Amarillo - Anaranjado : " Común " etc.

Rojizo ( Tangerina ) : " Dancy " etc.

Adherencia de la piel:

Bastante fuerte a fuerte: " Naartje ", " Ellendale ", etc.

Poca a ninguna : " Común ", " Satsuma ", etc.

( 32 ).

Respecto al árbol:

Este es pequeño, espinoso, con ramas delgadas, hojas lanceoladas, anchas o estrechas, flores solitarias o en racimos pequeños en las axilas de las hojas. Frutas redondas mas o menos achatadas, piel delgada facilmente desprendible, color naranja vivo o escarlata, semillas pequeñas, puntiagudas en una de sus extremidades, embriones de color verde, muy resistentes al frío, al igual que toda la planta; pero el fruto es muy susceptible al frío, - sin embargo, cuando las heladas llegan, normalmente la fruta ya ha sido cortada, y por lo tanto es delicada - al transporte, por lo que requiere de los cuidados nece-

sarios al confeccionarla.

( 13 ).

MANDARINO SATSUMA : ( Citrus unshiu - Marcovith ).

Originario de Japón. El mandarino Satsuma, por ser la especie más resistente al frío, está particularmente bien adaptada a las zonas más elevadas en latitud del area de cultivo como las del sur de Japón. Estos frutos suelen consumirse frescos pero hace algunos años viene desarrollándose una industria de gajos de Satsuma en su jugo y conservas en general.

En Japón se distinguen 5 grupos de Satsuma, siendo los principales: " Wase " y " Owari ".

Wase: Reune las variedades precoces de orígenes diversos. Sus frutos maduran muy pronto ( Finales de Septiembre principios de Octubre ), los árboles son enanos, poco vigorosos, y de crecimiento lento. Las variedades de este grupo son numerosas.

Owari: Es el más importante. Del grupo de variedades tardías, o sea las que maduran en Noviembre-Diciembre. Es un árbol de vigor mediano, muy productivo. Fruto aplanado de tamaño superior al de mandarina común; sin pepitas y con pulpa de color anaranjado denso, muy tierna y jugosa. En la maduración la piel del fruto no suele estar completamente coloreada, lo que requiere su recolección cuando la piel es bastante verde. Después de la maduración, los frutos no pueden ser mantenidos mucho tiempo en el árbol.

MANDARINO KING. ( Citrus nobilis Loureiro ).

Mandarino de frutos grandes que tiene características parecidas al naranjo lo que permite suponer un origen híbrido entre estas dos especies. Este grupo es poco conocido ya que su cultivo ha quedado limitado al sudeste asiático.

Los mandarinos " King " son muy sensibles a las condiciones del medio, necesitan mucho calor, y de ahí que se adapte muy bien a climas tropicales y semitropicales. En Florida, injertados en naranjo amargo y cultivados en terreno denso, aporta frutos excelentes.

" King of Siam ": Fruto grande aplanado en los polos; piel muy gruesa, bastante adherente y a menudo muy verrugosa;

cuando madura, su coloración va de anaranjada-amarillenta a anaranjada; pulpa color anaranjado oscuro, tierna y perfumada. El árbol es medianamente corpulento y de porte bastante erecto.

MANDARINO MEDITERRANEO. ( Citrus deliciosa Tenore ).

Esta especie solo comprende practicamente una variedad que es la mandarina " Común ", designada con diferentes apelaciones según el lugar de cultivo.

" Avana " en Italia, " Baladi " en Egipto, y así en otros lugares. Se duda la validéz de esta especie, pues no posee caracteres botánicos muy diferentes para quedar completamente separada de Citrus reticulata.

" Común " : Arbol de vigor y talla medianos, redondeados, - ramas finas, hojas pequeñas, estrechas y lanceoladas. Fruto de forma esférica aplanado en los polos; piel fina no adherente y lisa; color amarillo-naranja en la maduréz, pulpa color anaranjado claro, jugosa, tierna y de perfume agradable; numerosa en pepitas. En las últimas décadas el cultivo de esta variedad ha perdido importancia debido a la competencia de otras mandarinas, sobre todo la clementina; sin embargo ocupa un lugar bastante importante en países como España, Argelia, Brasil y Argentina.

CITRUS RETICULATA BLANCO:

Todas las formas de mandarina, aparte de las de Citrus unshiu, nobilis, y deliciosa, han sido introducidas - en esta especie que por lo tanto es muy variable. Entre estas variedades podemos mencionar a: Murcott, Ellendale, - Beauty ( mandarina Australiana muy próxima a la Dancy ) etc.

En éste grupo se encuentra la " Clementina " cuyo origen tiene diversidad de opiniones.

El clementino es la mejor variedad precóz de mandarina, sus frutos son aplanados en el lado del ápice y redondeados en la base. Tienen la piel brillante, anaranjada-rojiza finamente granulada; pulpa jugosa de color anaranjado oscuro, tierna y perfumada, las pepitas son monoembriónicas.

La Clementina es la variedad más común de este género, figurando también la " Dancy ", oriunda de Florida; sin embargo, como ya se mencionó: " Emperador ", " Murcott ", " Ortánica ", " Ponkan ", " Carvalhal ", " Malvasio, " etc, son

variedades de menor importancia pero también incluidas en este género.

Muchas son las variedades de mandarina en el mundo, y si agregamos apelaciones latinas para diversas formas de mandarinas, como lo es el caso de: " Cleopatra ", y " Calamondin ", sería imposible tener un dato exacto de las variedades precisas de mandarina, sin embargo las ya mencionadas son las más comunes y por tanto las de mayor importancia.

#### 1.4 HIBRIDOS DE LA MANDARINA.

TANGORS: ( Híbridos de mandarina X naranja ).

Numerosas variedades cuyo origen es desconocido, se suponen Tangors naturales, sin embargo dentro de los Tangors el más común es:

" TEMPLE ": Fruto mediano ( grueso ), de forma casi esférica y con piel a veces rugosa de bello color anaranjado-rojizo, sabor particular, pepitas monoembrionarias y de maduración moderadamente tardía.

Esta variedad necesita mucho calor para que maduren sus frutos. Su calidad depende de las condiciones de clima y suelo, y a su vez de la naturaleza de los progenitores dando mejores resultados en Florida principalmente cuando es cultivada en suelos densos e injertada en naranjo amargo.

TANGELOS: ( Híbridos de mandarino y de pomelo o de Citrus grandis. )

En general muestran caracteres intermedio entre los de sus progenitores, pareciéndose a los mandarinos.

Se distinguen dos principales: " Minneola " ( pomelo - " Duncan " X mandarina " Dancy " ): Fruto grande, rojizo de piel fina y lisa, pulpa jugosa, tierna y perfumada con maduración medianamente tardía.

" Orlando " ( pomelo " Duncan " X mandarina " Dancy " ): Fruto de tamaño mediano casi esférico y de color anaranjado, piel adherente, sabor medianamente dulce y de maduración precoz.

Estas dos variedades son autoincompatibles como el caso del " Clementino ".

En cuanto a la producción de éstos tipos de híbridos, se tiene a Florida como el Estado de mayor producción de los Estados Unidos, siguiendo el orden: California, Arizona y Texas, que contribuyen en pequeñas cantidades, pero marcan do así a los Estados Unidos como el principal país productor de éstos híbridos.

También es importante señalar que los tangelos " Orlando " y las mandarinas " Temple ", son frutos más susceptibles al deterioro por enfriamiento que otros tipos de mandarinas, lo cuál es importante considerar para fines de su almacenamiento. ( 27 ).

OTRAS MANDARINAS DE ORIGEN HIBRIDO:

" FAIRCHILD "	:	Clementina	X	Tangelo " Orlando "
" FORTUNE "	:	Clementina	X	Dancy.
" FREMONT "	:	Clementina	X	" Ponkan "
" KARA "	:	Satsuma " Owari "	X	mandarina " King "
" KINNOW "	:	Mandarina " King "	X	mandarina " Común "
" LEE "	:	Clementina	X	Tangelo " Orlando "
" NOVA "	:	Clementina	X	Tangelo " Orlando "
" OSCEOLA "	:	Clementina	X	Tangelo " Orlando "
" ROBINSON "	:	Clementina	X	Tangelo " Orlando "
" PAGE "	:	Tangelo " Minneola "	X	Clementina.
" WILKING "	:	Mandarina " King "	X	mandarina " Común "

( 32 ).

NOMENCLATURA DE ALGUNOS HIBRIDOS DOBLES:

" CALAMONDIN "	:	Mandarino	X	Kumquat.
" CITRANDARINS "	:	Mandarino	X	Trifolio.
" LEMANDARINS "	:	Mandarino	X	Limonero.

( 13 ).

Como se puede apreciar existen también gran cantidad de híbridos, a su vez estos tienen diversos sinónimos, o - tras clasificaciones y nomenclaturas, lo cual extendería el número a una cantidad imposible de precisar, sin embargo - cabe señalar que los híbridos ya mencionados son los que presentan a lo largo del estudio, una mayor importancia y por lo tanto son clasificados de una manera más regular.

### 1.5 COSECHA Y CUIDADOS EN EL MANEJO.

En la recolección hay que proceder con gran cuidado - ya que las manipulaciones que sufren los frutos durante esta operación son en algunas ocasiones, la causa de heridas y lesiones que devalúan los frutos y que además, dichos daños más tarde darán paso a las alteraciones fúngicas.

Las reglas que es preciso considerar para la recolección son simples y poco numerosas:

1.- Las normas requeridas para la especie y variedad deben ser respetadas.

Estas normas dependerán de la madurez de cada variedad para lo que se consideran: coloración, acidéz, % sólidos, apariencia, y muchos parámetros más que sería difícil de precisar, y que para cada especie se han establecido; a su vez, la experiencia del ingeniero agrónomo o bien del capacitaz de recolección, vendrán a definir el estado de madurez óptimo para que la fruta sea cortada considerando el destino que se le dará para así tener un tiempo preciso.

2.- La recolección no puede empezar hasta que los frutos se encuentren perfectamente secos, es decir, después de la evaporación del rocío matinal. Es evidente que no puede tener lugar en tiempo lluvioso, salvo en casos de urgencia y si se dispone de un area de almacenamiento cubierta para que puedan ser colocados los frutos y así se sequen, con el fin de evitar contaminaciones que provienen si los frutos no se encuentran secos.

3.- Los alicates especiales para la recolección son los únicos instrumentos que permiten recolectar el fruto con su cáliz, el pedúnculo cortado al ras y sin riesgo de pinchazo, pues las partes cortantes son redondeadas.

Clementinas y sobre todo mandarinas, son recolectadas a veces con un trozo de pedúnculo y algunas hojas, dándole presentación de lujo, por lo que en éste caso se permite usar tijeras de podar, y a cierta distancia del fruto para así evitar dañarlo.

4.- El fruto debe ser sostenido en una mano, mientras es desprendido del árbol y colocado con precaución en los sacos de recolección.

5.- Los sacos de recolección, mejor que las cestas, tienen

fondo que puede abrirse. Una vez lleno el saco, éste fondo es abierto sobre una caja, pero mantenido de forma que la apertura se encuentre muy cerca del nivel alcanzado por los frutos ya vertidos en las cajas, de modo que los choques sean limitados. Estos sacos son bastante resistentes.

6.- Las cajas de recolección suelen ser de madera. Actualmente existen cajas de plástico muy resistentes. Estas deben estar provistas de empuñaduras exteriores para evitar "arañazos", de los obreros durante la manipulación.

Cuando las cajas están ya bastante usadas, hay que procurar que ningún clavo o astilla sobresalga en el interior para evitar pinchazos a los frutos.

7.- Las cajas de recolección nunca deben ser llenadas hasta el borde, para evitar que se dañen los frutos durante el transporte.

8.- Las escaleras de recolección deben ser suficientemente ligeras y manejables para que los recolectores puedan acercarse mucho a la fronda y tomar los frutos del árbol sin apoyarse en las ramas y provocar rotura de éstas y accidentes del personal.

9.- El transporte desde el huerto hasta el centro de acondicionamiento debe ser en el momento más oportuno, preferentemente al final de cada jornada de recolección. Por lo tanto es preciso armonizar el ritmo de recolección y el de los tratamientos de los frutos en el centro de acondicionamiento.

Los frutos destinados a la extracción de aceites esenciales, no exigen tantas precauciones en su recolección como los destinados a la venta directa. Estos pueden ser arrancados o incluso vareados, pero con las precauciones necesarias para no dañar los árboles.

Es evidente que un método de recolección tan violento es perjudicial para los árboles e influye en las recolecciones futuras. Por lo cual el vareado debe hacerse con bastante cuidado.

Hay que añadir que la recolección de frutos destinados a esencias, se realiza en la fase llamada "cambiante" de la maduración; es decir, cuando el color de los frutos pasa del verde oscuro al verde claro con algunas zonas amarillentas. En una fase más avanzada, la cantidad y calidad de

esencia son inferiores.

Si el trayecto entre el lugar de recolección y el de confección es corto, cabe transportar los frutos a granel - sobre remolque, pero si es largo conviene ensacar los frutos y mejor si se utilizan cajas. Hay que evitar el apilamiento de frutos, pues las glándulas de esencia se perjudican y llega a producirse la podredumbre del fruto.

El almacenaje no es aconsejable, ya que las glándulas se secan con rapidéz, con la consiguiente reducción del índice de aceite esencial contenido en la cortéza. Por lo tanto es importante la coordinación de recolección con el tratamiento.

La fruta deberá ser tratada 24 horas como máximo, después de la recolección y por medio de lavado será desembarazada - de todas las impurezas que pueda haber en su piel; trabajo que se efectúa en la fábrica.

Es indispensable que remolques y cajas o sacos sean mantenidos en buen estado de limpieza y que estén bien forrados para evitar desperfectos de todo tipo. ( 32 ).

#### 1.6 PLAGAS Y DAÑOS POR ENFERMEDAD.

Muchas son las plagas que pueden enfermar el árbol o - al fruto, ya que si consideramos daños por insectos, roedores, virus, bacterias, hongos y demás; sería imposible detallar todos los daños perceptibles, sin embargo más importantes que - la plaga, será la manera de evitarla ya que una vez atacado el árbol o el fruto, el daño sería irreversible.

Existen a su vez varios procedimientos para evitar plagas, tales como:

Físicos.- Como en el caso de mosquiteros situados en la cara sur del árbol para evitar la mosca del mediterraneo, - ( Para dar idea de ésta; una mosca puede estropear hasta 100 frutos ) suprimiendo manualmente frutos dañados, evitando mala manipulación y corte.

Químicos.- Empleando plaguicidas permitidos por la S.A.R.H. - tales como: Dimetoato, Azinfos Metílico, Ometoato, Oxidemeton, Metil Malatión, Oxiclورو de cobre y Benomilo dentro de los más comunes. Dichos compuestos se emplean a las concentraciones establecidas por la S.A.R.H. ( Dir. Gral. de Protección Agropecuaria y Forestal. ) ( 39 ).

Diversos autores en 1979 reportaron:

Arboles fertilizados con diferentes niveles de nitrógeno durante 10 años ( "Satsumas" ) fueron examinados en su calidad de fruta y composición de jugo, observándose: que niveles altos de nitrógeno, incrementaron el peso de la fruta, la proporción de corteza, los grados Brix del zumo, la alcalinidad, y los niveles de aminoácidos en el jugo, sin embargo - el contenido de fósforo presentó un decremento a lo largo - del experimento. ( 26 ).

Biológicos.- Como en el caso de inóculos de otros organismos al árbol, los cuales destruirán la plaga sin peligro de dañar al fruto; tal es el " cryptolaemus montrouzieri " que acaba con la " cotonet " o cochinilla algodonosa, plaga muy dañina que debilita al árbol por extracción de savia, y provoca la asociación de la barreneta que pone sus huevos sobre el algodón producido por la cotonet.

Por Insectos: Pulgones, empoasca o roseta, chinches, cochinitas, piojo rojo, negro y blanco ( dañan las hojas y los frutos decolorándolos ), capareta negra ( de las más comunes e importantes, ya que extrae el jugo del vegetal debilitándolo y segregando una melaza característica que provoca consecuente desarrollo de negrilla o fumagina ), cotonet, cacoexia, mosca del Mediterraneo, gran variedad de arañas y muchos insectos más.

Hongos: Gomosis infecciosa, ( producida por los hongos: Phytophthora citrophtho y Phytophthora parasítica ) negrilla ( Fumago vagans y Limacina citri ), caries ( por género de hongos: Hydnum, Streum, Poliporus y Polystictus ), antracnosis ( Colletotrichum gloeosporioides ) ( ataca por lo general a plantas descuidadas o bien sembradas en suelos impropios ) y podredumbre del eje, provocada por Alternaria citri.

Bacterias: Generalmente Phytomonas syringae, pero no se observan ataques de importancia, se transmiten por la poda, por lo que se recomienda desinfectar las herramientas con permanganato potásico al 0.1 %.

Virus: Se transmiten por insectos, semillas e injertos, el principal es el virus de la " Tristeza " ya que debilita al árbol, provoca muerte de raíces, hojas amarillentas brotaciones nulas, y necrosis en los vasos conductores de savia. Otros virus: lepra o roña, xiloporosis, caquexia, exocortis e impietratura entre otros.

Roedores: Todos los roedores de campo en general atacan el árbol cambiando el color de hojas y madera; provocan escaso desarrollo del fruto y madera, destruyendo parcial o totalmente tronco y raíces.

ENFERMEDADES POST-COSECHA MAS COMUNES.

Una vez seleccionados los frutos y clasificados según su destino, lo más importante será cuidarlos de las enfermedades post-cosecha, ya que éstas afectan de manera más directa al consumidor.

Dentro de las enfermedades de éste tipo más comunes se encuentran:

Hongos.- Podredumbre verde ( *Penicillium digitatum* ) y Podredumbre azul ( *Penicillium italicum* ). Se presentan como su nombre lo indica en forma de moho verde o azul según el caso; son causados por lesiones en las cortezas que se produjeron por granizo o mal manejo del fruto, o bien por mala transportación. Prevención: Con productos para desinfección como: ácido bórico, tiabendazol ( tecto 60 ), borax y alcanzándose grandes resultados con el fungicida: Benomilo ( Benlate ), que es un polvo humectable al 50%, su tolerancia es de 10ppm, su intervalo de seguridad es de un día y se emplea a concentración de 60-90 gms por 100 lts. de agua.

Prevención Indirecta: eliminando en el almacén los frutos dañados. ( 3 ) y ( 39 ).

Hongo gris.- ( *Botrytis cinerea* ).

Presenta coloración negro-amarillento y a veces marrón; aparece blanco y luego se torna la coloración gris pasando a oscuro.

Causas: Por mala recolección del fruto ( por ejemplo si el fruto sufrió golpes ), por hacerlo en tiempos de lluvia, o bien por heridas que previamente ya trajera el fruto.

Prevención: Evitando la recolección en épocas de lluvia.

Otras enfermedades post cosecha de menor importancia son:

Hongo blanco ( *Sclerotinia sclerotiorum* ), Podredumbre oscura por *P. citrophthora*, *Phytophthora* y *P. parasítica* ); Podredumbre de eje ( por *Alternaria citri* ); demás variedades de *Phytophthoras*, *Penicillium*, etc.

( 3 ).

CAPITULO 2.

## " SITUACION E IMPORTANCIA ACTUAL Y FUTUROS PROSPECTOS ".

## 2.1 SITUACION MUNDIAL.

2.1.1 PRODUCCION MUNDIAL.

El origen de la fruta se atribuye al continente Asiático. Japón actualmente se ha situado como el principal productor mundial de mandarinas, tangerinas, clementinas y satsumas en los últimos años, con un volúmen de producción de 2'187,000 ( M.T. ) ( Toneladas Métricas ), en el año de 1984 ( último año reportado por los Anuarios Estadísticos de la F.A.O. ), lo cuál significa el 33 % de la producción mundial de dicho año; la cuál es de 6'620,000 ( M.T. ), ( Tabla 2.1 ).

La producción mundial de mandarina ha crecido considerablemente a través de los años, reportándose el mayor incremento en el volúmen de producción durante el período comprendido entre los años de 1982 y 1983, con 607,000 toneladas, lo cuál es un aumento bastante considerable para lo que representa un año de producción.

Este incremento podría atribuirse al interés que están teniendo todos los países para obtener mejoras en su alimentación, ya que los cítricos en general poseen un alto contenido de ácido ascórbico y también presentan una gran riqueza en minerales tales como: calcio, hierro, fósforo, los cuáles contribuyen a solucionar graves problemas alimenticios. ( 36 ).

Es importante señalar que la mandarina, posee rangos de temperatura muy amplios para poder ser cultivada, lo que permite tener extensiones cultivadas de mandarina en casi todo el mundo.

A su vez, el tipo de suelo para el cultivo de la misma no es muy sofisticado ni complicado, lo mismo que todo el sistema de cultivo en general. ( 32 ).

La mandarina es una fruta que se considera en general bastante resistente en su cultivo y cosecha, lo cuál hace que organismos internacionales dedicados a la alimentación como la F.A.O. ( Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación ) estén tomando gran interés por este cítrico.

TABLA 2.1

PRODUCCION MUNDIAL DE MANDARINAS, TANGERINAS, CLEMENTINAS Y SATSUMAS.

PAIS.	PRODUCCION 1000 ( M.T. )					
	1974-76.	1980.	1981.	1982.	1983.	1984.
<u>MUNDO.</u>	6996	7267	7161	7440	8047	6620
<u>AFRICA.</u>	417	513	522	568	533	542
Argelia.	149	129	116	109	120F	112+
Egypto.	91	70	74	114	115F	130+
Etiopía.	7	7F	8F	8F	8F	8F
Libia.	2	2	3F	3F	3F	3F
Marruecos.	137	267+	280+	294+	245	243+
Sudán.	1	1F	1F	1F	1F	1F
Túnez.	25	30	34	33	34F	38F
Zimbabwe.	6	7F	7F	7F	7F	7F
<u>N Y C AMERICA.</u>	758	982	756	725	718	615
Cuba.	13	26	31	30F	32F	21
El Salvador.	2	2F	2F	2F	2F	2F
Haití.	9	9F	9F	9F	9F	9F
Jamaica.	5	9	4+	9+	8+	6F
<u>MEXICO.</u>	116	180+	146	144	120+	130F
Estados Unidos.	614	756	564	531	546	446
<u>SUDAMERICA.</u>	662	696	969	987	985	915
Argentina.	230	214	237	255	239	225
Bolivia.	19	23	23F	23F	24F	25F
Brasil.	289	327	570+	572+	580+	530+
Ecuador.	27	31	35	34	34F	30F
Paraguay.	44	52F	52F	52F	52F	53F
Perú.	18	20F	21F	21F	22F	22F
Uruguay.	36	30+	31+	30	33F	30F
<u>EUROPA.</u>	1057	1292	1190	1311	1615	1343
Francia.	19	31	28	30	32	34F
Grecia.	39	32	41	44	45F	50F
Italia.	348	305	379	338	400	370
Portugal.	17	18	19	20F	21F	21F
España.	634	906	723	897	1117	868
<u>ASIA.</u>	4067	3742	3687	3815	4163	3172
Bangladesh.	4	2	2	2	2	2F
China.	249F	256F	265F	266F	269F	248F
Chipre.	4	4+	3+	4+	4F	4+
Zona de Gaza.	-	1F	1F	1F	-	-
Iraq.	20	24F	46F	46F	46F	45F
Israel.	73	90	90	132	147	158
<u>JAPON.</u>	3379	2892	2819	2864	3167	2137+
Jordania.	2	13	20	17	20F	20F

TABLA 2.1

( CONTINUACION. )

PAIS.	PRODUCCION. 1000 ( M.T. )					
	1974-76.	1980.	1981.	1982.	1983.	1984.
Laos.	6	8F	9F	10F	12F	14F
Líbano.	19	30F	25	28	30F	30F
Paquistán.	117	200	200F	200F	205F	205F
Filipinas.	21	33	32	26	30F	28F
Turquía.	114	167	175	220	232F	230
<u>OCEANIA.</u>	35	42	38	34	34	34
Australia.	28	34	29	25	25F	25F
Islas Cook.	6	4F	4F	4F	4F	4F
Nueva Zelanda.	1	4	5	5F	5F	5F

( 11 ).

NOTAS:

F= ESTIMACIONES REALIZADAS POR LA F.A.O.

+= CIFRAS EXTRAOFICIALES.

— Los datos de los Estados Unidos incluyen: " Tangelos ", ( Híbrido de tangerina-toronja ) y " Temples " ( Híbrido de naranja dulce y tangerina ).

— Los datos se refieren a producción total, pero consideradas para fruta fresca.

— En muchos países no hay estadísticas de la fruta, especialmente en regiones de Africa; y los datos que proporcionan los países que los comunican no son datos muy precisos.

Es por tal motivo, que algunos datos sean estimados y otros estén dados de manera extraoficial, por lo cuál están expuestos a rectificación.

( 11 ).

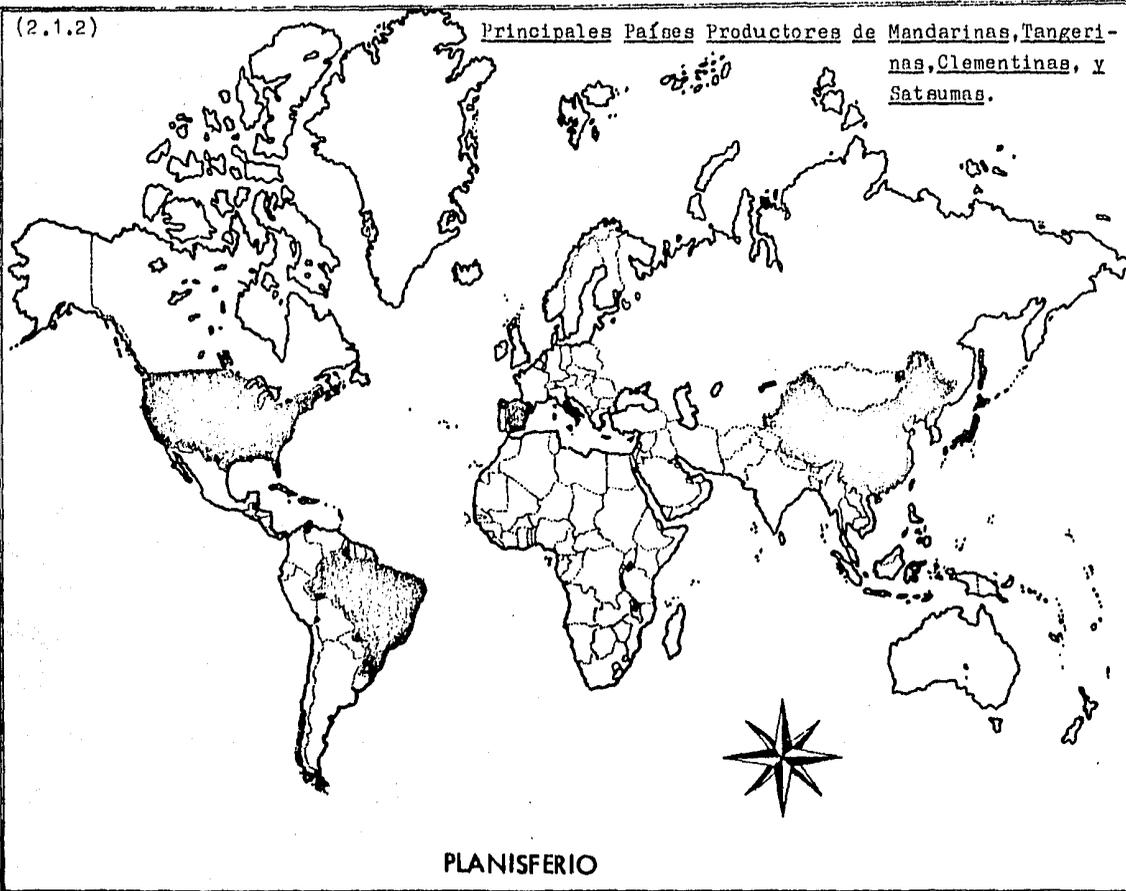
Japón es un país que se ha preocupado mucho por ésta fruta, lo cuál se aprecia al ver que la producción de dicho país en 1983, supera toda la producción del continente Europeo, América, África y Oceanía por separado y que a su vez representa el 76.07 % del total de la producción del continente Asiático.

Otro país importante productor de mandarina es España, - con una considerable producción de 868,000 toneladas ocupando el segundo lugar en importancia mundial y a quien le siguen otros países, pero ya con menor producción que los dos países ya mencionados: a Brasil le corresponde el tercer lugar mundial de producción, siguiendo la lista; los Estados Unidos, en quinto sitio Italia, y al final de la lista de los principales productores tenemos a la República Popular China, ocupando el sexto lugar.

A pesar de que los países enunciados dominan la mayor parte de la producción mundial, otros tantos se están preocupando por crecer, pero aún su producción es insignificante en comparación con la de países que presentan grandes volúmenes de producción. Tal es el caso de México que a nivel mundial apenas ocupa el doceavo lugar con un volumen estimado de producción para 1984, de 130,000 toneladas.

(2.1.2)

Principales Países Productores de Mandarinas, Tangerinas, Clementinas, y Satsumas.



## 2.2 SITUACION NACIONAL.

### 2.2.1. PRODUCCION NACIONAL.

Las variedades que se cultivan principalmente en territorio Nacional son:

- a.) TANGERINA
- b.) MANDARINA COMUN.
- c.) SATSUMA.
- d.) MANDARINA MEDITERRANEA.

Los cultivos de éstas variedades se desarrollan generalmente en climas tales como el Tropical y el sub-Tropical, al igual que los demás cítricos. ( 36 ).

La tabla ( 2.3 ), muestra la producción Nacional de mandarina, así como el area de tierras cosechadas, las cuales presentan un aumento considerable en los últimos siete años a pesar de que en 1982 y 1983, la tendencia en cuanto a producción es negativa en comparación con el año de 1981, que ha sido el año de mayor producción de mandarina en nuestro país, con un volumen de: 149,000 toneladas y el año en que mayor superficie cosechada se tuvo con 13,590 hectáreas.

A su vez, como se aprecia en la misma tabla, no se tienen tendencias constantes en los datos reportados, debido a que la producción es afectada por varios factores naturales como: el clima, las lluvias, cantidad de hectáreas cosechadas y si éstas son de temporal o de riego, los tipos de suelo, estacionalidad de la fruta a cosechar y otros factores más que van a delinear como mejor o peor a un año determinado de producción.

El factor económico es también considerable en las variaciones de los datos:

Para el año de 1977, se observa un precio medio rural por tonelada de mandarina, de: \$ 1,510 pesos, mientras que para 1983, éste tendrá un valor de \$ 16,972 pesos.

En 1984, el precio de la mandarina es de \$ 27,416 pesos, lo cuál nos muestra el encarecimiento que ha sufrido el precio de los productos, en los último años.

TABLA 2,3PRODUCCION NACIONAL DE MANDARINA.

1977 - 1984.

AÑO.	SUPERFICIE COSECHADA. ( Has. )	RENDIMIENTO POR HA. ( ton/Ha.)	VOLUMEN DE PRODUCCION. ( tons. )	PRECIO ME- DIO RURAL. ( \$/ton. )	VALOR DE LA PRODUCCION. ( pesos M.N. )
1977.	5,423.	10.730	58,188	1,510	87592000.
1978.	11,040	9.169	101,231	1,592	161181000.
1979.	8,260.	12.814	105,841	2,372	251068000.
1980.	10,229	11.573	120,219	2,087	250938000.
1981.	13,590	10.971	149,094	3,002	447667000. ( 35 ).
+1982.	12,499	11.511	143,880	5,458	785272000.
+1983.	13,158	9.725	127,955	16,972	2171676000.
+1984.	11,836	8.561	101,323	27,416	2777896000. ( 37 ).

NOTAS:

— + DATOS PRELIMINARES.

— Esta tabla está informada a partir de 1977, debido a que en años anteriores, la producción Nacional de mandarina, se reporta junto con la de naranja.

La producción Nacional de mandarina, ha tenido de 1977; año en que se produjeron 58,188 toneladas, hasta el de 1981 en que se aprecia como año más productivo con 149,094 toneladas, un incremento del 156.23 %.

Sin embargo, de 1981 cuya producción fué de: 149,094 - toneladas, a 1983 en el que se reportan 127,955 toneladas, - hay un decremento del: - 14.78 % de la producción máxima.

Para destacar la importancia de esta tendencia en la - producción, hay que considerar que en el caso de la mandarina el país obtiene buenos ingresos por concepto de exportación. ( Tabla 2.4 ).

La producción de mandarina en México no debe descuidarse como ha venido sucediendo, ya que en 1984 se exportó la cantidad de: 10'252,751 Kgs; volúmen más bajo en los últimos catorce años, y esto en cuanto a ingresos por concepto de - exportación representó una baja de alrededor de 100 millones de pesos en ingresos de 1983 al año de 1984; ( de 414'883000 a 316'137,506 ).

En cuanto a la producción Estatal, destaca en el período analizado en la tabla ( 2.5 ), el Estado de Nuevo León - como el principal productor hasta el año de 1982 y Veracruz, que ha ido ganando terreno en este campo para llegar a colocarse en el primer lugar en el año de 1984, con una producción de 61,813 toneladas.

Otro Estado importante es San Luis Potosí, que ya presenta en 1984 un volúmen de 14,672 toneladas para ocupar así el segundo lugar en producción Estatal de mandarina.

Cabe destacar que en 1984 aparece Yucatán como tercer lugar en producción con 13969 toneladas, después de no haber tenido un volúmen considerable en los años anteriores.

En 1983, el 82% del total de la producción se destinó a consumo interno y el 18% restante a exportación, mientras que en 1977 se destinaba el 63% a consumo interno y el - 37% restante a la exportación.

En México la mandarina se consume principalmente en fresco y solo una pequeña parte como producto industrializado.

TABLA 2.4

## EXPORTACION NACIONAL DE MANDARINA FRESCA.

1970 - 1985.

AÑO.	VOLUMEN ( Kgs. )	VALOR ( Pesos ).
FRACCION ARANCELARIA.....		0600031.
1970.	23'484,994	25'603,352.00
1971.	11'496,649	13'909,713.00
1972.	27'993,158	34'213,310.00
1973.	27'498,511	38'870,978.00
1974.	25'345,698	46'121,982.00
FRACCION ARANCELARIA CAMBIA A:.....		0802A.02.
1975.	19'263,506	35'929,122.00
1976.	26'131,811	35'306,075.00
1977.	21'348,858	29'829,091.00
1978.	29'776,747	81'510,886.00
1979.	22'489,990	97'245,826.00
1980.	19'818,063	92'070,036.00 +
1981.	23'559,684	126'514,430.00 +
1982.	17'484,191	172'044,953.00 +
1983.	23'045,395	414'883,414.00 +
1984.	10'252,751	316'437,506.00 +
1985.	6'024,523	345'811,990.00 +

( 19 ).

NOTA: + Las exportaciones a pesar de estar reportadas en pesos, son cobradas al extranjero generalmente en dólares por lo cuál para dichas conversiones hay que considerar el valor de cambio al cierre del año.

A lo largo de los años informados en la tabla anterior, las exportaciones de mandarina en estado fresco, se han dirigido principalmente a países tales como: Estados Unidos de Norteamérica y en segundo término a Canadá; siendo estos dos países nuestros principales receptores de la fruta; sin embargo, también han recibido nuestras mandarinas, países como: Francia, Belice, Japón, Etiopía, y los Países Bajos de Europa.

También es importante hacer mención, que los datos de exportaciones son referidos unicamente para mandarina en estado fresco, y no como algún producto industrializado.

( 19 ).

TABLA 2.5

PRINCIPALES ENTIDADES PRODUCTORAS DE MANDARINAEN MEXICO.

1979 - 1984.

( TONELADAS ).

ESTADO.	1979.	1980.	1981.	1982+.	1983.+	1984.+
NUEVO LEON.	64000	59500	60000	61499	42334	5000
VERACRUZ.	22500	41388	50357	61375	61804	61813
S. L. P.	12600	11484	30007	14107	19905	14672
TAMAULIPAS.	2032	1955	1900	2490	1743	1743
OAXACA.	-	1500	1500	1544	1004	1172
JALISCO.	1445	1445	1512	1575	39	1537
CAMPECHE.	243	256	404	404	659	659
B. C. N.	137	189	267	304	238	248
QUERETARO.	95	76	89	86	100	135
TABASCO.	980	200	200	200	66	66
MORELOS.	-	-	-	50	63	58
HIDALGO.	459	473	468	-	-	-
SONORA.	87	90	68	-	-	-
SINALCA.	1263	1663	2312	246	-	246
YUCATAN.	-	-	-	-	-	13969
GUERRERO.	-	-	-	-	-	5
<u>TOTAL.</u>	105841	120219	149094	143880	127955	101323.

( 35 ).

NOTAS: La captación de datos se proporciona por captación directa en ditritos y unidades de: " Riego " y " Temporal ".

+ Las cifras para estos años, son preliminares informados por la S.A.R.H.

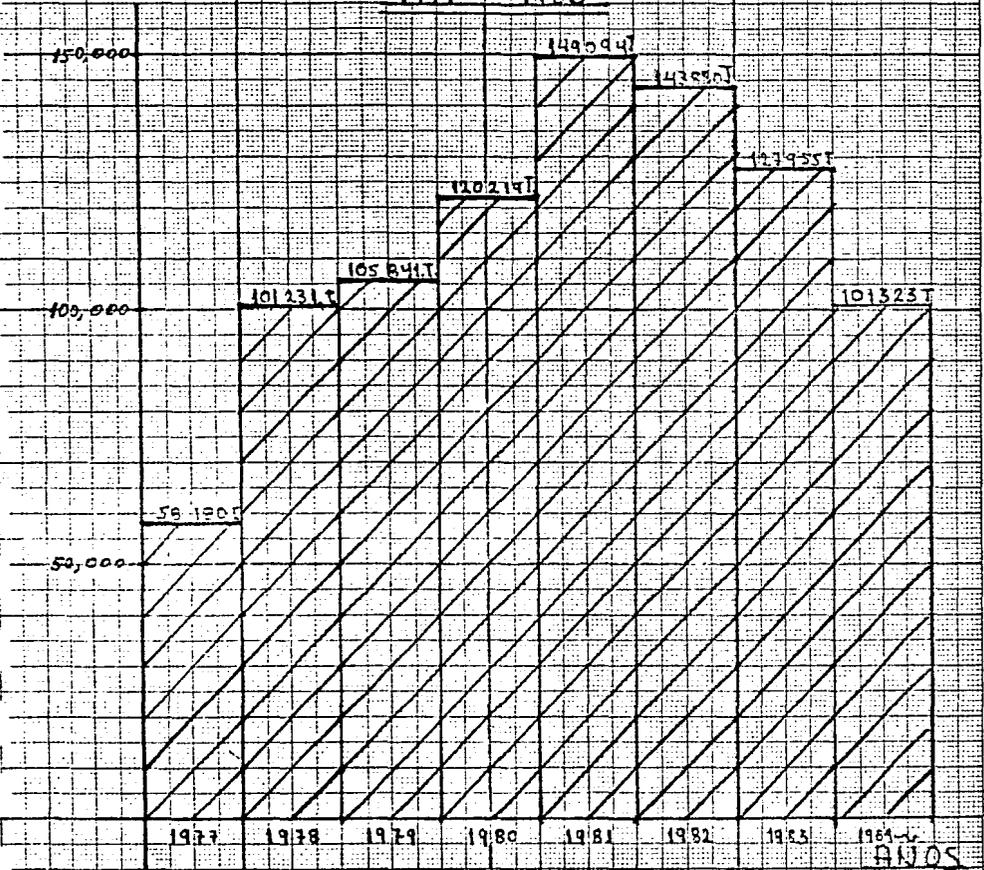
REPUBLICA MEXICANA

(2.2.2) Principales Entidades y Municipios Productores de Mandarina.



ESQUEMATIZACIÓN DE LA  
 Producción NACIONAL DE  
 MANDARINA  
 1977-1983

Producción  
 (Toneladas)



CAPITULO 3.COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO DE LA MANDARINA.3.1 PARTES QUE CONFORMAN AL FRUTO.

Las principales secciones del fruto son:

1.- EL FLAVEDO.- Es el tejido exterior que está en contacto con la epidermis y en él abundan vesículas o celdillas que contienen lípidos, aceites esenciales y cromoplastos.

2.- EL ALBEDO.- Se encuentra debajo del flavedo; Es un tejido esponjoso, blanco y celulósico, el cuál constituye la mayor parte de la corteza.

El mismo tejido forma el corazón o eje central del fruto y ambos contienen los vasos que proporcionan a la mandarina, el agua y los materiales nutritivos.

3.- EL ENDOCARPIO.- Es la parte comestible de los cítricos - y está formado por los carpelos o gajos que a su vez, están compuestos por vesículas que contienen el zumo y están separados por las membranas intercapelares.

Al prensar estas vesículas, se separa el zumo que contiene componentes solubles y partículas en suspensión tales como: colorantes, tejidos que se encuentran desintegrados y pectinas entre otros.

La pulpa y el bagazo que queda al extraer el zumo, contiene la mayor parte de las membranas intercapelares, así como la parte fibrosa y celulósica de las vesículas, y por tal motivo, retienen una gran cantidad de zumo.

4.- LAS SEMILLAS.- De cubierta dura, lignocelulósica, contienen una importante cantidad de grasa.

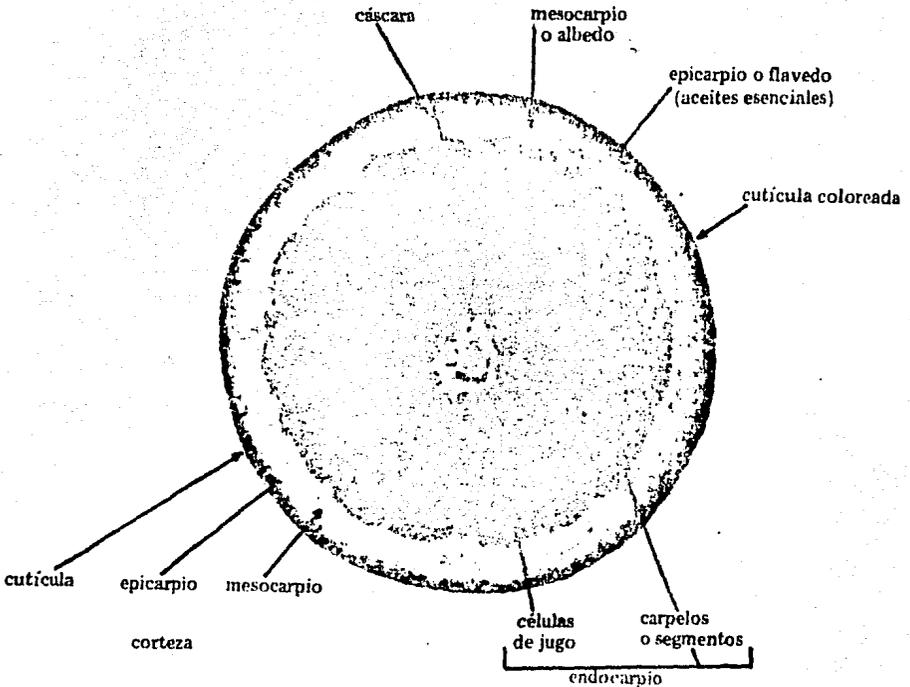
En el esquema ( 3.1.1 ) se pueden apreciar las partes del fruto: ( 33 ).

Estudios realizados en Argentina, revelan las siguientes generalidades para mandarina:

<u>Variedad.</u>	<u>%Jugo.</u>	<u>Sólidos solubles.</u>	<u>% acidéz.</u>	<u>Relación.</u>
		( °Brix ).	( + )	( °Bx/Acidéz)
Mandarina común.	32.8-36.5	8.70-11.31	0.81-0.98	10.7-11.8

( + ).- Gms. ác. cítrico anhidro / 100 ml de jugo.

( 31 ).



### PARTES QUE CONFORMAN AL CÍTRICO.

Esquema ( 3.1.1 )

Los productos industriales más importantes derivados de los cítricos son: el zumo natural, el zumo concentrado y el concentrado congelado.

Son también importantes los aceites esenciales, el pienso de corteza, las pectinas y los segmentos de mandarina enlatados.

También presentan cierta importancia aunque en menor grado, los líquidos del prensado de las cortezas y el aceite de las semillas, lo mismo que otros productos más sofisticados.

( 33 ).

Sin embargo, para poder tratar la composición de la mandarina, se deben considerar diferentes factores que influyen en la composición química de las frutas cítricas:

- a.) Efectos de madurez y almacenamiento.  
 b.) Efectos del tamaño de la fruta.  
 c.) Aspectos nutricionales en las plantas.  
 d.) Efectos de los factores climatológicos. ( 30 ).

Esto se aprecia a continuación viendo como varía la composición química de la fruta en base a dichos factores.

La estación naranjera de Levante en España, estudió los frutos de "mandarina común" durante su desarrollo obteniéndose los siguientes resultados:

VARIACIONES EN LA COMPOSICION DE LA FRUTA  
DURANTE LOS MESES DE MADURACION.  
 ( 3.1.2 ).

MANDARINA

<u>COMUN.</u>	<u>JULIO.</u>	<u>AGOSTO.</u>	<u>SEPTIEMBRE.</u>	<u>OCT.</u>	<u>NOV.</u>	<u>DIC.</u>
Peso Fruta.	3	10	26	52	78	102
Mat. Seca.	27	23.51	16.74	16.16	13.56	16.09
Nitrógeno.	0.532	0.402	0.329	0.231	0.154	0.140
ac.Fosfórico	0.148	0.127	0.086	0.041	0.020	0.032
Potasa.	0.414	0.409	0.309	0.180	0.216	0.133
Cal.	0.510	0.201	0.231	0.180	0.053	0.036

NOTA: Las unidades de peso de la fruta están reportadas en gramos, mientras que las demás variables en %, referidos al peso del fruto fresco.

VARIACION EN LA COMPOSICION DE LA MANDARINA  
EN LOS MESES DE NOVIEMBRE A ABRIL.  
 ( 3.1.3 ).

<u>MANDARINA</u>	<u>DENSIDAD.</u>	<u>ACIDEZ.</u>	<u>GLUCOSA.</u>	<u>SACAROSA.</u>	<u>AZ.TOTALES.</u>	<u>E/A.</u>
<u>COMUN.</u>	( g/ml )	( g/l )	( g/l )	( g/l )	( g/l )	( I.madurez )
NOVIEMBRE	1.042	16.1	30.00	41.0	71.0	4.4
DICIEMBRE	1.0527	13.25	40.30	44.0	84.3	6.36
ENERO.	1.0542	10.40	38.05	100.0	138.05	13.27
FEBRERO.	1.065	9.9	35.75	117.9	153.65	15.52
MARZO.	1.0636	8.9	35.25	118.9	154.15	17.32
ABRIL.	1.0625	8.2	35.00	120.0	155.00	18.90

( 13 ).

### 3.2 COMPONENTES PRINCIPALES DEL ZUMO, DEL ALBEDO, Y DEL FLAVEDO DE LA MANDARINA.

#### ZUMO.

Uno de los factores primarios de calidad en los zumos cítricos, es el contenido en sólidos solubles que varía según la variedad, el grado de madurez, y las técnicas de cultivo.

En el zumo los componentes más abundantes son: los azúcares y el ácido cítrico, que suman casi el total de los sólidos solubles.

En la maduración, el contenido de azúcares aumenta y el de ácidos disminuye.

Los aromas del zumo están en parte disueltos y en parte en suspensión. La mayor porción procede del flavedo y se incorpora al zumo en el proceso de extracción alcanzando hasta 0.1 gms. de esencias volátiles / 100 ml de zumo.

En cuanto a los compuestos nitrogenados, estos son escasos en los frutos cítricos. El color típico del zumo se debe a los carotenoides ( xantofila, beta-caroteno y criptoxantina principalmente ) que tienen en suspensión.

Otros componentes interesantes son los flavonoides dentro de los cuales se destacan naranjina y hesperidina. Por extracción con éter se separan también 0.1 % de compuestos grasos.

En la tabla ( 3.1.4 ), que a continuación se ilustra, se resumen algunos datos sobre composición de zumos cítricos.

#### COMPOSICION DE ZUMOS CITRICOS.

	<u>NARANJA.</u>	<u>MANDARINA.</u>	<u>POMELO.</u>	<u>LIMON.</u>
sól. solubles °Bx.	9-15	8-13	6-12	8-10
Azúcares ( g/100ml ).	5-12	7-12	5-8	1-3.5
Acidos por 100 ( & ).	0.5-3.5	1-3	1.5-5	5-9
pH.	3.3-3.8	3.2-3.6	2.8-3.0	2-2.3
Aminoácidos. ( # Formol. ).	1.5-2.5	1.7-1.9	1.6-2.0	1-2
Vitamina C. ( mg/100ml. ).	25-80	30-50	25-50	30-70
Carotenoides.( mg/100ml. ).	0.5-2.0	1-2.5	0.1-1	.05-1
Grasas. ( mg/100ml ).	85-100	85-95	75-85	60-70
( & ). = GRAMOS DE AC. CITRICO ANHIDRO POR 100 ml.				

FLAVEDO.-

El flavedo contiene la mayor parte de los pigmentos y los aceites de cítricos.

En general, los pigmentos son carotenoides, pero en algunas variedades como por ejemplo las naranjas variedad sanguínea, se encuentran también antocianos. Existen también en el flavedo componentes como: ceras, cutina y otros lípidos que conforman una cutícula cerosa externa.

ALBEDO.-

El albedo está constituido por: celulosa, hemicelulosa y pectinas, conteniendo también otros hidratos de carbono solubles.

Así mismo contiene cantidades importantes de vitamina C, y de flavonoides.

3.3 SÓLIDOS SOLUBLES, AZÚCARES Y ÁCIDOS EN MANDARINA.3.3.1 Azúcares.-

Los sólidos solubles están formados fundamentalmente por los azúcares reductores, no reductores y por los ácidos que conforman el jugo.

Los principales azúcares en los zumos de las frutas cítricas son: sacarosa, glucosa y fructosa, con menores cantidades de galactosa.

Durante el tratamiento y almacenamiento de los zumos, se va hidrolizando la sacarosa en azúcares reductores: glucosa y fructosa.

Respecto a la relación que presentan los sólidos solubles con el peso y tamaño de la fruta, se han hecho estudios como los que se mencionan a continuación:

Frutas maduras, cosechadas de árboles con nueve años de antigüedad, ( Miyagawa Wase trees ) fueron analizadas.

El análisis consistió en la determinación del peso de la fruta, lo mismo que de la pulpa, concentración de sólidos solubles y acidéz titulable de dichas frutas.

En el experimento, se observó un incremento de todos los parámetros mencionados conforme aumentaba el peso de la fruta.

### 3.3.2 ACIDOS ORGANICOS EN MANDARINA.-

Los frutos cítricos, se acostumbra clasificarlos como - frutos ácidos, debido a que sus sólidos solubles están compuestos principalmente por ácidos orgánicos y azúcares; Esta acidéz es provocada principalmente por: el ácido cítrico, y el ácido málico, aunque existen en menor cantidad los ácidos: tartárico, benzóico, succínico, oxálico y fórmico.

El cítrico es el ácido principal del endocarpio de todas las frutas cítricas tomando en cuenta que entre los principales ácidos de la cáscara se tiene: al oxálico, málico y malónico, con algo de cítrico que en conjunto constituyen del 30 al - 50 % de los aniones presentes

Los ácidos cítrico y málico, así como sus sales, forman el principal sistema de amortiguación de los jugos cítricos; - con tal sistema los jugos pueden diluirse con agua en gran medida, mostrando cambios insignificantes en su pH, razón por la cuál los jugos de acidéz titulable variable pueden tener - valores idénticos de pH.

Por convención, la razón: sólidos solubles / acidéz se ha establecido como índice de madurez apropiado. ( 30 ).

#### ACIDOS ORGANICOS EN LA MANDARINA.

En el jugo.

En la cáscara.

<u>VARIEDAD.</u>	<u>MALICO.</u>	<u>CITRICO.</u>	<u>MALICO.</u>	<u>CITRICO.</u>	<u>OXALICO.</u>	<u>MALONICO.</u>
DANCY I.	0.18	1.22	0.06	0.02	0.15	0.01
DANCY II.	0.21	0.96	0.09	0.02	0.20	0.02

Nota: Los valores informados de ácidos en el jugo, están reportados en g/100 ml. y los de la cáscara en mg/g de peso seco.

( 17 ).

Además de los azúcares y de los ácidos orgánicos, existen en el zumo otros componentes solubles que suman alrededor del - 15 % del total de sólidos solubles.

Durante la maduración de las naranjas, pomelos y mandarinas, hay un aumento en la concentración de sólidos solubles - sobre todo de los azúcares, y un descenso importante de la - acidéz.

Por esta razón, la relación <sup>o</sup>Brix/acidéz, aumenta cuando - avanza la maduración y se toma universalmente como índice de - madurez. ( I.M. ).

El descenso de la acidéz es continuo, pero el contenido en sólidos solubles aumenta al principio hasta alcanzar un máximo y después, se mantiene o disminuye conforme avanza la maduración.

Aunque la acidéz valorable se debe a varios ácidos, para el cálculo de I.M. se expresa como ácido cítrico anhídrico:

I.M. = Grados Brix.

Acidéz Valorable. ( Valorada con NaOH y expresada en gms. ác. cítrico anhídrico / 100 ml. )

Sucede que las naranjas y mandarinas tienen alrededor del 10 % de azúcares y de ácidos el 1 %.

Para poder percibir datos de índice de madurez, será conveniente observar la tabla: ( 3.1.3 ) en la columna E/A, que también es una manera de expresar esta relación.

### 3.5 SUBSTANCIAS PÉCTICAS EN MANDARINA.-

Este es un grupo de sustancias en el cuál se incluyen carbohidratos coloidales complejos, los cuales se encuentran o se forman en las plantas, teniendo como función principal, la de actuar como material de enlace entre las células y están constituidos fundamentalmente por: ác galactourónico y un azúcar ácido como la galactosa.

Las sustancias pécticas podemos clasificarlas en:

- a.) Protopectinas.- Insolubles en agua, encontrándose en las plantas bajo condiciones especiales de hidrólisis producen ácidos pécticos.
- b.) Pectinas.- Ácidos pectínicos solubles en agua, variables en contenido de ésteres metílicos y grado de neutralización, - capaces de formar geles con azúcar y ácido bajo condiciones adecuadas.
- c.) Ac. Péctico.- Sustancia péctica compuesta en su mayoría por ác. galactourónico coloidal, esencialmente libre de grupos éster metílicos, siendo capaces de formar sales de carácter - básico o ácido.

En general es posible decir que las sustancias pécticas son compuestos orgánicos excesivamente complejos, los cuáles - presentan diferentes reacciones, siendo la más importante, la de formar geles con los azúcares de frutas ácidas.

A su vez, las pectinas son las causantes de la turbidez de los zumos cítricos, por lo que se requiere de preparados enzimáticos para la eliminación de éstas. ( 30 ).

La proporción de pectinas totales depende de la presión usada en la expresión del zumo y de la pulpa residual después del tamizado. La mayor presión, incorpora más pulpa y más pectinas del albedo.

La corteza de los agrios contiene del 1.5 al 3.0 % de pectina. ( 13 ).

### 3.6 ENZIMAS EN MANDARINA.-

#### Pectinesterasa.-

La principal enzima de interés en los productos cítricos es la pectinesterasa. Si se permite que permanezca inactiva, - causará la coagulación de la materia suspendida en el jugo - cítrico y la sedimentación rápida, que forma una capa en el fondo del recipiente. El líquido claro sobrenadante está provisto del sabor cítrico característico debido a la pérdida de lípidos y aceites esenciales disueltos.

La agitación para suspender el sedimento, sólo es una medida parcial y temporal. En forma usual, se inactivan las - enzimas en el jugo original, por medio del calentamiento a - 98°C o más. La pectina contiene numerosos grupos:  $-OCH_3$  y la pectinesterasa los reemplaza por grupos CH levemente ácidos - que reaccionan con los iones divalentes como los de calcio, - formando pectatos insolubles que precipitan.

Si el concentrado del jugo no pasteurizado se conserva a temperaturas de refrigeración ( 4°C ) durante un mes, o bien a la temperatura ambiente por uno o dos días, se formará un gel sólido. En la fruta intacta, hay un residuo de sistemas - enzimáticos complejos que regulan la formación de las diversas porciones de la fruta, pero en su mayoría se inactivan en el curso de la extracción del jugo. ( 9 ).

#### Fosfatasa.-

Se encuentra ampliamente difundida en el fruto, su acción es poco específica, ya que hidroliza los ésteres fosfatados en cualquier compuesto orgánico que se encuentre en forma natural, tal como glicerofosfato, ácidos ribonucléicos, y almidones fosforilados tales como las amilopectinas. Estas enzimas se localizan en cáscara y también en solución de jugos cítricos.

A su vez, se inactiva con relativa facilidad por medio del calentamiento; por esta razón se ha sugerido que la deter

minación de la actividad de la fosfatasa en los jugos cítricos, se emplea como índice de pasteurización.

Existen gran cantidad de otras enzimas en frutos cítricos, pero las ya mencionadas son las de mayor importancia.

### 3.7 ACEITE ESENCIAL DE MANDARINA.-

Aquí se encuentran los componentes volátiles que son materiales que pueden recuperarse del jugo por destilación.

Los materiales volátiles están constituidos fundamentalmente de compuestos solubles en agua e hidrocarburos. El olor y sabor característico de éstas frutas se les atribuye a los derivados terpénicos. ( 30 ).

La composición de los aceites varía según el estado de la fruta, madurez, tamaño y demás.

El rendimiento medio de extracción de aceite esencial de mandarina es del orden de 0.5 %. ( 13 ).

Las constantes físicas de la esencia de corteza de mandarina son:

<u>ESENCIA.</u>	<u>DENSIDAD A 15°C.</u>	<u>PODER RCTATORIO A 20°</u>
Mandarina.	0.853 - 0.854	65 - 75.
	<u>I. REFRACCION A 20°C.</u>	<u>RESIDUO FIJO %.</u>
	1475 - 1478.	2.4 - 3.5

La casi totalidad de la esencia de mandarina es: limoneno, existiendo también dipenteno y cadineno en cantidades considerables. ( 30 ).

Dentro de los alcoholes presentes se encuentran el linalol, terpineol, y probablemente citronelol. Entre los ésteres: el antranilato de metilo y el metilantranilato de metilo, siendo el antranilato de metilo quien imparte el perfume característico a esta esencia. ( 30 ).

En el aceite esencial de mandarina, hay aproximadamente el 90 % de limoneno, más del 2 % de mirceno y terpineno, y cerca del 1 % de alfa - pineno.

Los componentes aromáticos típicos, además de los aldehídos: geranial, citronelal y decanal al igual que el linalol, son el N-metilantranilato de metilo, el timol y su éter metílico.

La esencia acuosa de mandarina, tiene una fragancia menos agradable que la hace poco apreciable y que desaparece al des-

hidratarla. No se sabe cuál es el componente responsable.

COMPONENTES MAS IMPORTANTES DEL ACEITE ESENCIAL DE MANDARINA.

<u>HIDROCARBUROS.</u>	<u>ALCOHOL.</u>	<u>ALDEHIDOS.</u>	<u>CETONAS.</u>	<u>ESTERES.</u>
Limoneno.	Linalool.	Neral.	Carvona.	Acetato de geraniolo.
Mirceno.	α-Terpineol.	Geranial.	Nootkatona.	N-metilan-
γ-Pineno.	Citronelol.	Perrillal-		de metilo.
ε-Pineno.	Geraniol.	dehído.		Acetato de nerilo.
γ-Terpineno.	Nerol.	Octanal.		Acetato de decilo.
Cariofileno.	Terpinen-4-ol	Nonal.		
Terpinoleno.	Timol.	Decanal.		
ε-Elemeno.	Octanol.	Undecanal.		
ε-Cimeno.	Nonanol.	Dodecanal.		
Cadineno.	Decanol.			
Copaeno.				
γ-Elemeno.				
α-Humuleno.				

( 33 ).

3.7 LIPIDOS EN MANDARINA.-

La mayor proporción de lípidos de los frutos cítricos se encuentra en las semillas; habiendo cantidades menores en el flavedo y en las vesículas.

En el zumo hay cantidades significativas localizadas principalmente en las partículas suspendidas. Por su escasa proporción los lípidos del zumo no tienen gran importancia desde el punto de vista nutritivo.

Lípidos del flavedo: La piel de los frutos cítricos está cubierta por una capa de cera y una cutícula de cutina y ceras que los protege de la resequeidad y de diversos agentes patógenos. En la cutina se encuentran principalmente: oxiácidos grasos.

Las ceras contienen como mayores componentes: hidrocarburos largos impares, de 27 a 33 carbonos, algunos insaturados y otros pares lineales o ramificados; alcoholes pares de 24 a 30 carbonos y sus ésteres; ácidos grasos pares de 16 y 18 o de 26 a 30 carbonos y sus aldehídos correspondientes.

Las ceras como otros lípidos de la piel, se extraen con el aceite esencial y aparecen en el residuo fijo.

Lípidos en el zumo: Los lípidos de las vesículas y del zumo influyen en las características de éste. Las vesículas están recubiertas de una capa cérea cuya composición es característica y semejante a la de las ceras de la piel. Además contienen otros lípidos que pasan al zumo cuando éste es extraído, quedando emulsionados o formando parte de las partículas sólidas en suspensión. Todo ello, da lugar a una especial complejidad de los lípidos del zumo, que es importante por que influye en su alteración.

El contenido de lípidos en zumo es del orden de 0.07 al 0.1%. Está formado por monoglicéridos, diglicéridos, triglicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos, glicolípidos e insaponificables. El número de ácidos grasos identificados en los lípidos pasa de los 120. Los más abundantes son: el palmítico, palmitoléico, oléico, linoléico y linolénico que suman alrededor del 90 % del total.

Los fosfolípidos y sobre todo los fosfoglicéridos, son parte importante de los lípidos del zumo que contienen del 1.5 a 2.0 % de fósforo, también los glicolípidos: cerebrósidos, galactosiglicéridos y esteroglucósidos.

El contenido de los lípidos en el zumo se ha utilizado para determinar su clasificación taxonómica y para la detección de adulteraciones. Además las alteraciones de los lípidos en la fabricación y almacenamiento de los zumos influyen decisivamente en la aparición de sabores extraños. ( 33 ).

Efectos de la temperatura de almacenaje de 5 a 25°C, fueron estudiados en jugo de mandarinas de la variedad satsuma.

Se pudo apreciar que a 25°C, el contenido de ácidos y azúcares, fué superior que en frutas almacenadas a otras temperaturas. El total de fosfolípidos se vió gradualmente incrementado con el almacenaje. ( 22 ).

### 3.8 VITAMINAS DE LA MANDARINA.

#### Vitamina C.-

En cuanto a su valor nutritivo, el componente más importante de los cítricos es la vitamina C.

Se calcula que los requerimientos de vitamina C para la dieta pueden ser cubiertos en un 60 % mediante la vitamina C obtenida de frutas cítricas.

La mayor parte del ácido ascórbico del fruto está en la corteza y solo alrededor de una cuarta parte en el zumo.

Dentro de un mismo árbol, los frutos situados al sur son más ricos en vitamina C, que los orientados al norte; a su vez, los frutos de la cúspide son más ricos que los de las faldas, y los exteriores más ricos que los interiores.

Aunque se citan muchas excepciones, en general las proporciones más elevadas se encuentran antes de la maduración del fruto y luego tienden a disminuir en el período de sobremaduración.

#### Otras Vitaminas.-

Aparte del  $\beta$ -caroteno que es provitamina A, y de los flavonoides que son factores de antipermeabilidad capilar; las demás vitaminas que conforman los cítricos se citan en la tabla 3.8.1:

#### CONTENIDO DE VITAMINAS EN ZUMOS DE CITRICOS.

Tiamina-----	50 - 100	mcg/100g.
Riboflavina-----	20 - 40	mcg/100g.
Piridoxina-----	25 - 50	"
Nicotinamida-----	150 - 300	"
Acido Pantoténico-----	150 - 250	"
Acido Fólico-----	40 - 200	"
i-Inositol-----	100 - 150	mg / 100g.
Tocoferoles-----	100 - 125	mg / 100g.

( 33 ).

#### 3.9 COLORANTES DE LA MANDARINA.-

Dentro de los componentes responsables de la pigmentación de la mandarina se encuentran los carotenoides, los cuáles se localizan en varias porciones de la fruta pero en particular, en las células externas de la cáscara ( flavedo ) y vesículas del jugo. Estos no se distribuyen uniformemente en todas las células sino que se concentran en diminutas estructuras conocidas como cromatóforos, siendo el tamaño y la forma de éstos característicos de cada especie.

Cuando la fruta no ha alcanzado su madurez, el color dominante es el verde debido a la presencia de clorofila a y b.

Durante la maduración, el contenido de ésta desciende y los pigmentos amarillos en la cáscara tienden a aumentar, observándose similar comportamiento en el jugo. ( 30 ).

Los pigmentos carotenoides encontrados en la corteza de diversos agrinos, son: Caroteno (  $C_{40}H_{56}$  ) y Xantofila (  $C_{40}H_{56}O_2$  ).

Carotenoides contenidos en los frutos de diversas variedades de mandarina, con origen de cultivo en la estación naranjera de Levante España presentan las siguientes cantidades en corteza expresados en mg / Kg. de corteza fresca.

<u>VARIEDAD.</u>	<u>CAROTENOIDES. mg / Kg.</u>
Satsuma.	97 a 135
Clementina.	89 a 113
Mandarina común.	80 a 132. ( 13 ).

Se han realizado otros estudios sobre pigmentación cítrica tales como los reportados a continuación:

Los carotenoides fueron caracterizados en tres estados de madurez: antes, durante y después de la coloración.

Durante la madurez se detectó en el jugo a la criproxantina como el principal pigmento; en el flavedo, al ir madurando la fruta se aprecia un tinte rojizo impartido por altos niveles de citraurín, junto con criproxantina. En el flavedo se encontró un carotenoide poco común: C<sub>30</sub> apocarotenoide,  $\epsilon$ -citraurineno. Este híbrido presenta la habilidad de sintetizar altos niveles de citraurín tanto como de citraurineno, siendo este tipo de pigmentos característicos de éste híbrido. ( 12 ).

Los colores naranja y amarillo; bien conocidos, se deben a los carotenoides de los cuáles es típico el  $\epsilon$ -caroteno, pero hay otros como el fitoeno, fitoflueno, decaroteno, criproxantina y violaxantina entre otros. Así pues, los pigmentos de la cáscara amarillos y naranjas, se acentúan en las bajas temperaturas de la noche, disminuyendo también la clorofila, por lo cual el color externo no es indicativo de la madurez de los cítricos. ( 9 ).

### 3.10 FLAVONOIDES EN MANDARINA.-

Los flavonoides se encuentran en corteza, raíz, hojas, flores y frutos y frecuentemente están combinadas con moléculas de carbohidratos tales como glucósidos.

La hesperidina y naranjina son los principales flavonoides de las frutas cítricas.

La función de los flavonoides en cítricos, no ha sido claramente establecida; se ha sugerido que la glucosa en combinación con los flavonoides glucósidos, forma un compuesto soluble fácilmente hidrolizable, inactivo temporalmente hasta que se rompe la porción de la planta donde se almacena la glucosa, o

bien son utilizados para los procesos metabólicos. También de estudios realizados se ha estipulado que los flavonoides son los precursores o intermediarios metabólicos para la formación de un pigmento de las plantas conocido como antocianidina y se ha sugerido que éstos compuestos pueden actuar como filtro de las plantas en el proceso fotosintético, o bien jugar un papel importante en los sistemas REDOX. En las naranjas, mandarinas y limones, la hesperidina es el flavonoide más abundante.

Los flavonoides de los cítricos y de otros frutos como el pimentón, se denominan bioflavonoides, considerándose como factores vitamínicos que corrigen la permeabilidad capilar, y se les atribuye una acción sinérgica con la vitamina C. ( 33 ).

Las flavononas, forman parte del color y se les atribuye el amargor de algunas frutas cítricas.

Para el caso de mandarina se encontró que en 100 ml de jugo había 0.065 mg de hesperidina, así como en 100 gr. de albedo, 1.7 mg. correspondían al compuesto mencionado. ( 33 ).

### 3.11 COMPONENTES INORGANICOS DE LA MANDARINA.-

Dentro de los componentes inorgánicos que conforman las frutas cítricas, se encuentran como principales componentes los mencionados, en la tabla ( 3.11.1 ), haciendo resaltar que los agrios tienen como promedio un 0.4 % de cenizas.

( TABLA 3.11.1 ).

### COMPOSICION DE CENIZAS DE FRUTAS DEL ESTADO DE FLORIDA.

#### MANDARINA

K.....	0.1777 %
P.....	0.015 %
Ca.....	0.014 %
S.....	0.006 %
Mg.....	0.007 %
Na.....	0.006 %
Fe.....	0.00028%
Al.....	0.0003 %
C.....	0.036 %
O.....	-----
Cl.....	0.003 % ( 13 ).

Los datos reportados en la tabla anterior son referidos a 100 ml. de zumo fresco.

### 3.12 AMINOACIDOS EN MANDARINA.

Pocos son los estudios reportados a cerca de los aminoácidos que se encuentran en la mandarina, sin embargo la siguiente tabla muestra el contenido de éstos:

#### AMINOACIDOS EN MANDARINA

( TABLA 3.12.1 )  
conc. ( mg./100ml )

Alanina.....7	Glicina.....2	Serina.....19
Ac. aminobutírico....18	Lisina.....4	Valina.....2
Arginina.....84	Fenil Alanina..5	Ac.Aspártico...36
Aspargina.....85	Prolina.....100	Ac.Glutámico...16

( 24 ).

NOTA: Los datos referidos en esta tabla son para la variedad de mandarina: " Dancy ".

### 3.13 COMPOSICION QUIMICA DE LA SEMILLA DE MANDARINA.-

Las semillas de mandarina contienen gran cantidad de proteínas que a veces llegan al 16 % y que en su mayoría son globulinas.

La característica principal de las semillas de mandarina es el elevado contenido de aceites ( 13 ).

Las semillas de cítricos contienen alrededor del 35 % de aceite ( en base seca ), que puede obtenerse mediante la acción de prensado o bien extracción con hexano y que tiene un color pálido y un fino aroma.

Las características y composición en ácidos grasos de este aceite de semilla, se proporcionan en la tabla 3.13.1 y se puede apreciar, que en conjunto son parecidos a datos que presentara el aceite de semilla de algodón.

En el aceite de semilla de mandarina se destaca una porción importante de ácido linolénico. En el insaponificable, además de esteroides, hidrocarburos y tocoferoles, se encuentran limonoides y flavonoides, principalmente limonina y naranjina, causantes del sabor amargo de los cítricos.

( 33 ).

INDICES Y COMPOSICION DE ACEITES DE SEMILLAS CITRICAS.

( TABLA 3.13.1 ).

	<u>I. de</u> <u>Yodo.</u>	<u>I. de</u> <u>Saponificación.</u>	<u>Acidos</u> <u>Saturados %.</u>	<u>Acido</u> <u>Oléico %.</u>
Naranja.	102 - 104	190 - 198	30 - 36	23 - 27
Pomelo.	100 - 107	192 - 195	28 - 38	19 - 24
Limón.	107 - 110	187 - 197	20 - 26	25 - 34
<u>Mandarina.</u>	98 - 100	192 - 195	25 - 34	19 - 24
Lima.	101 - 109	190 - 196	26 - 32	20 - 23

	<u>Acido</u> <u>Linoléico %.</u>	<u>Acido</u> <u>Linolénico. %.</u>	
Naranja.	33 - 38	3 - 4	
Pomelo.	30 - 40	3 - 5	
Limón.	30 - 38	6 - 10	
<u>Mandarina.</u>	34 - 45	3 - 5	
Lima.	35 - 40	5 - 10	( 33 ).

3.1.4 VALOR NUTRITIVO.-

Desde el punto de vista de composición química y valor nutritivo, la mandarina presenta gran riqueza en vitaminas y minerales, destacando la Vitamina C y el Potasio, los cuáles se presentan en grandes cantidades.

Contribuyendo también en el valor nutritivo de la mandarina se tienen: azúcares, ácidos orgánicos, aminoácidos y demás compuestos ya mencionados en éste capítulo. ( 36 ).

Por otra parte, a pesar que el contenido protéico es bajo, la mandarina contiene aminoácidos esenciales tales como: Lisina, Triptofano y Metionina.

( TABLA 3.14.1 ).

gr. a.a. / 100 gr. de proteína.

Triptofano.....	0.62	
Lisina.....	3.5	
Metionina.....	0.5	( 6 ).

VALOR NUTRITIVO DE LA MANDARINA.( CUADRO 3.14.2 )

	<u>C. NOBILIS</u>		<u>C. NOBILIS</u>	
	<u>MANDARINAS.</u>	<u>DELICIOSA.</u>	<u>SWINGLE.</u>	<u>MANDARINAS.</u>
Humedad.		87 grs.	84.8 grs.	87 grs.
Ext. Etereo.	0.0 grs.	0.01grs.	-	0.2 grs.
Proteínas.	1.0 gr.	1.0 gr.	1.0 gr.	0.8 gr.
Fibra cruda.		0.32 gr.	-	
Extracto no Nitrogenado.		11.21gr.	-	
Calcio.	65 mg.	60 mg.	60 mg.	40 mg.
Fósforo.	20 mg.	19 mg.	22 mg.	18 mg.
Hierro.	0.34mg.	0.30 mg.	0.37 mg.	0.4 mg.
Sodio.				2.0 mg.
Potasio.				126 mg.
Caroteno.		0.13 mg.	1.81 mg.	
Tiamina ( B <sub>1</sub> )	0.10mg.	0.10 mg.	0.10 mg.	0.06 mg.
Riboflavina ( B <sub>2</sub> )	0.03mg.	0.03 mg.	0.03 mg.	0.02 mg.
Niacina.	0.21mg.	0.22 mg.	0.23 mg.	0.01 mg.
Vit.A.(Retinol).	108mc.g			420 unid.
Vitamina C.	71 mg.	29.4 mg.	111.8 mg.	31 mg.
Calorías.	44			46
Carbohidratos.	11.2gr.			11.6 gr.
Porción Comestible	0.71			
Cenizas.		0.4 %.	0.4 %.	0.4 %.
	( 20 )		( 6 )	( 32 ) .

## CAPITULO 4.

### ALMACENAMIENTO, CONSERVACION Y COMERCIALIZACION DE LA MANDARINA.

#### 4.1 Factores a considerar en el almacenamiento en función al período de conservación deseado.-

La duración de la conservación depende de numerosos factores tales como: la variedad del fruto, su tamaño, las condiciones ecológicas, la época de recolección, la calidad del mantenimiento, la técnica de los tratamientos efectuados antes del almacenamiento, las heridas posibles que tuvieran los frutos, las temperaturas y humedades en el almacenaje, y demás factores que influirán en el período deseado de conservación.

A su vez, los frutos deben estar firmes, limpios, exentos de heridas y de enfermedades fúngicas o fisiológicas aparentes, así como de magulladuras en la piel; siendo importante considerar el tipo de fruta a conservar, ya que por ejemplo: la coloración estimula la intensidad respiratoria de los agrios y disminuye notablemente su capacidad de conservación; por consiguiente los frutos coloreados, no serán utilizados para un almacenaje refrigerado de larga duración.

#### 4.2 Tratamiento del fruto previo al almacenaje.-

El tratamiento de los frutos previo al almacenaje es de gran importancia, ya que mediante éste se le dará la preparación necesaria al fruto para poderlo almacenar por períodos largos o cortos.

Una vez que los frutos han pasado por una selección, destinada a eliminar las hojas y otros vestigios, los frutos siguen el proceso que a continuación se describe, para su confección previa al almacenaje:

— Paso a una máquina de cepillos para quitar polvo e impurezas. ( en seco ).

— Introducción a un tanque desinfectante con antifúngicos como: borax al 6 %, " Benomilo " o " Tecto 60 " entre otros. La temperatura del agua es de 45°C aproximadamente.

— El fruto pasa por otro tanque con agua limpia con el objeto de enjuagarlo y dejarlo en condiciones de poderle aplicar otro tipo de productos como para darle brillo ( ceras ).

— Posteriormente se lleva el cítrico a una máquina con cepillos, duchas y rodillos pulidores, para así finalizar con la operación de limpieza.

— Después pasan a máquinas aplicadoras de "Flavorseal", o bien otra cera, aplicándole un protector para su conservación, como por ejemplo algún antifúngico permitido, y utilizado a las concentraciones establecidas. De esta manera se le proporciona al fruto, el brillo deseado por el consumidor.

— Mesa de selección.

— Se pasa por máquinas de calibrado para su clasificación por diámetro, colocándose después en cajas o cajones para su destino; el almacenamiento es efectuado después de que los frutos han sido tratados.

Los frutos pueden quedar tal cuál, o bien envueltos en hojas de papel seda (empapelado), eventualmente impregnado con fenilbenceno (difenilo  $C_{12}H_{10}$ ).

El empapelado presenta la ventaja de proteger los frutos vecinos contra el peligro de contaminación a partir de un fruto dañado. ( 3 ).

#### 4.3 Aspectos biológicos a considerar, para la conservación.-

Toda célula viviente necesita respirar para poder conservarse y ésto es un principio que debe considerarse para la adecuada conservación de los frutos.

La mandarina al pertenecer al reino vegetal, estará compuesta por miles de células y por lo tanto la función respiratoria es de gran importancia, ya que ésta se lleva a cabo a toda hora y en diversas circunstancias.

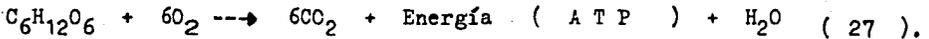
De ésto se deriva, que factores como la temperatura y la humedad sean muy importantes para la respiración de la fruta y por consiguiente para su almacenaje:

Temperatura.- A más alta temperatura, habrá mayor rapidéz de respiración y por ende, la vida del producto decrece. A su vez, si la temperatura es muy baja, la fruta también puede sufrir daños.

Humedad.- Es tan importante y delicado este aspecto, que basta la pérdida de un 5%, para que el producto se marchite.

El índice de respiración es medido de acuerdo con la -

cantidad de gas carbónico que expelle, o bien el oxígeno que consume cada producto, por lo cuál, para cada fruta, y en algunas ocasiones para cada variedad dentro del mismo género, habrá que tener condiciones específicas en el control de humedad y temperatura, para controlar la respiración de la fruta, y por lo tanto su período de conservación. ( 2 ).



#### 4.4 Almacenaje al aire libre sin refrigeración.-

Este tipo de almacenaje se emplea comunmente ya que es el ideal, para el caso en el cuál la mandarina es consumida en fresco, sin ningún tipo de transformación, y en un período inmediato a la recolección.

Así pues para una duración limitada los frutos son almacenados a temperaturas comprendidas entre 15 y 18°C, en un local bien aereado y así se logrará un período de conservación de aproximadamente 4 a 8 semanas, tomando esto como media, para el caso de conservación mediante este tipo de almacenaje al aire y sin refrigeración.

Con esta modalidad de almacenaje, si la humedad relativa del aire del local no está controlada y ajustada según las necesidades, cabe preveer una pérdida de peso cuya importancia dependerá del valor medio de la humedad relativa del aire durante la respiración de la fruta o sea durante el período de conservación. ( 32 ).

#### 4.5 El ALMACENAJE REFRIGERADO.

El más eficaz de los almacenajes es el que se hace en una cámara frigorífica, por la seguridad que presenta en la prolongación de la vida útil del fruto y por el resguardo que presenta contra el mal trato.

Cuando son introducidos los productos a la cámara frigorífica, por lo general se hace en el mismo envase en el que han sido transportados y éste, comúnmente es de madera, permitiéndose así el paso total del aire frío y por lo tanto la buena refrigeración.

El lugar debe conservarse muy limpio para evitar contaminaciones, puesto que los frutos son muy propensos a contraerlas. Los acabados interiores deben ser lisos y lavables,

para permitir la máxima aséptica. ( 2 ).

Cuando una fruta después de ser cosechada no se refrigera, generalmente se deteriora y pronto tendrá un valor alimenticio menor, en cambio si se conserva en un almacenaje frío, los procesos vitales, se retardarán, dando como resultado un período mayor en el que el alimento es aceptado por el hombre.

Sin embargo no puede esperarse que después de varios meses de almacenaje sean idénticas las frutas refrigeradas, a las cosechadas recientemente; siendo ésta, una de las razones por las que, en el caso de la mandarina, no se deben considerar almacenajes excesivamente largos, ya que presentarán problemas, y resultarán más costosos. ( 44 ).

Condiciones de almacenamiento recomendadas y plazo esperado de conservación para mandarina destinada a consumo en fresco, son reportadas por el Instituto Internacional del Frío en París en 1967:

<u>Temperatura</u> .....	4 a 7,°C.
<u>Humedad Relativa</u> .....	85 a 90 %.
<u>Período de Conservación esperado</u> ...	3 a 12 semanas.

( 18 ).

Tiene suma importancia la constancia de la temperatura del almacenaje; Es posible que las variaciones de 1 a 2° C por encima o por debajo de la temperatura ideal, perjudiquen al cítrico, por lo que habrá que verificar periódicamente la temperatura al nivel del suelo y del techo, lo mismo que al nivel de los envases, así como la humedad relativa del aire, ya que si es baja, la mandarina se marchita y si es excesiva, se propiciará la descomposición de la misma. ( 1 ).

Sin embargo pueden encontrarse diferentes condiciones en base a la variedad y requerimientos de conservación, pero los datos mencionados anteriormente ( 18 ), pueden considerarse como muy recomendables, si se habla de una generalización.

Al respecto, INNES J.B. reportó en 1982:

Diversas investigaciones sugirieron que es posible, conservar mandarinas, bajo condiciones de almacenaje, tales como: 4 a 7°C, por arriba de 10 semanas, sin ningún deterioro -

substancial de la fruta.

El tratamiento incluye la aplicación de un fungicida - ( medio minuto de inmersión en 0.5 grs. / litro de solución de " Baristin " y " Carbedazim ". ( 21 ).

SINGH S.N. EN 1981 REPORTE :

Mandarinas Kinnow fueron almacenadas envueltas en papel, y a dos condiciones: de 4.4 a 6.1 °C, y otro lote de 2.2 a 3.9 °C de temperatura, durante cuatro meses; haciéndose también la prueba con envolturas de polietileno.

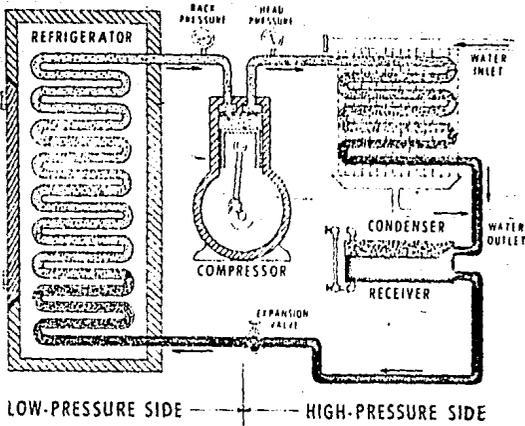
En ambas condiciones, se obtuvo un buen color anaranjado y un brillo excelente y característico para la buena aceptación de las mismas.

También se observaron buenas características fisiológicas durante los primeros dos meses de almacenaje, sin embargo la apariencia general durante los últimos dos meses en que las mandarinas fueron sometidas a éste tratamiento, el daño en general se hizo notable. ( 40 ).

Es importante indicar que el almacenaje en frío, o mejor conocido como en refrigeración, es el método de conservación más comúnmente empleado en nuestro país, ya que en el mismo, el consumo de mandarina es de preferencia como - fruta fresca y por lo tanto no necesitará de procesos muy sofisticados para su conservación, lo cuál favorece que haya menores mermas durante el almacenaje, y a su vez, haciendo más costeable el proceso de conservación.

Con el almacenaje en frío se puede tener un período - de conservación hasta de tres meses, más que suficiente, - para las necesidades de consumo en fresco del producto, siendo en ésta forma, la mayor demanda en cuanto a comercialización, a lo largo de toda la República Mexicana. (32).

Es importante para todo tipo de refrigeración considerar su ciclo mecánico ya que de ésta manera se podrán establecer mejores condiciones de operación.



*From Patchen 1971*

Fig. 75. DIAGRAM OF MECHANICAL REFRIGERATION CYCLE

DIAGRAMA DEL CICLO MECANICO DE REFRIGERACION.

( 27 ).

#### 4.6 ATMOSFERAS CONTROLADAS.-

Estudios realizados en Florida, con tangelos " Orlando " y temples, no presentaron en el almacenaje por medio de atmósferas controladas, mejores características en el fruto, que en condiciones de almacenamiento común.

La retención del " sabor " de ambos ( Temples y Tangelos ), fué mejor cuando se mantuvo la temperatura a  $40^{\circ}$  F- ( $4^{\circ}$  C ) en lugar de la variación de 34 a  $50^{\circ}$  Fahrenheit., - ( $1$  a  $10^{\circ}$  C ).

La incorporación de 5% de anhídrido carbónico (  $CO_2$  ), con el 10 a 15% de Oxígeno, dió mejores resultados que atmósferas con 0% de  $CO_2$  , pero ningún tratamiento fué substancialmente superior que el almacenaje sin control de atmósfera( a  $40^{\circ}$  F ), ( $4^{\circ}$  C ).

El principio de éste tipo de almacenaje, es: que el fruto respira, absorbe oxígeno, y despidе  $CO_2$  y agua, liberando energía en forma de calor. El  $CO_2$  puede menoscabar las aptitudes de conservación del fruto en atmósferas no controladas.

Así pués, el hablar de atmósferas controladas, será el considerar a las mismas con Oxígeno y Anhídrido Carbónico, - con base al requerimiento en el período de conservación, recordando que a más cantidad de  $O_2$  , mejor respiración, y - menor vida, mientras que con  $CO_2$  , las mandarinas sufrirán - los efectos contrarios. ( 27 ), y ( 1 ).

#### 4.7 ENCERADO DE LOS CITRICOS PARA SU CONSERVACION.-

El procedimiento de encerado de frutas, puede considerarse como un aditivo alimenticio, ya que sus características, caen dentro de la definición dada por la F.A.O. y por la Organización Mundial de la Salud ( O.M.S. ): " Son sustancias no nutritivas, añadidas intencionalmente al alimento, - generalmente en pequeñas cantidades, para mejorar su apariencia, sabor, textura, o propiedades de ALMACENAMIENTO ".

El encerado tiene poca acción preventiva en el retardo del crecimiento de organismos, de la putrefacción. por ésta razón, se incorporan agentes germicidas a las emulsiones, o bien, la fruta se desinfecta previamente al tratamiento.

El tratamiento de encerado mejora la apariencia de la fruta, dándole un aspecto brillante; previene o retarda, la pérdida fisiológica de peso por salida de agua, lo cuál provoca mermas en las frutas; aumenta la vida de almacenaje - creando una atmósfera adecuada dentro de la fruta conservando así sus características y propiedades alimenticias durante un tiempo mayor.

El procedimiento de aplicación de ceras, se hace comúnmente por inmersión de la fruta en alguna cera o bien por rociado de la emulsión sobre el cítrico, debiendo tener cuidado en el control del aspersor para tener una capa de recubrimiento adecuada.

Una capa muy gruesa, crea condiciones de respiración anaeróbicas, dando como resultado que el fruto muera por asfixia; mientras que una cubierta demasiado delgada, ofrece poco control sobre la pérdida fisiológica de peso.

Entre los productos comerciales que se utilizan para cubrir los cítricos están: " Britex ", " Zeenadar ", " Flavor-seal ", " Tag ", " Cera de candelilla ", " Cera de Carnauba " y otras parafinas más, siendo la cera de candelilla una de las más empleadas en nuestro medio presentando excelentes resultados a concentraciones del 5 % aproximadamente.

( 4 ) y ( 44 ).

#### 4.3 OTROS TIPOS DE ALMACENAJE.-

Existen otros tipos de almacenaje para la conservación de los cítricos, sin embargo éstos son procesos más sofisticados que involucran excesivos costos en su montaje y a su vez, si consideramos tan sólo el almacenaje de una sola fruta de temporada, podrían buscarse otras alternativas como puede ser la industrialización para no tener que almacenar en fresco todo el año a la mandarina, pudiéndose así hablar de procesos tales como: el enlatado, deshidratación y demás, pero como ya se mencionó, el producto sufriría transformación y para los fines de consumo en fresco, no sería adecuado.

La congelación es otro proceso que podría aplicarse como método de conservación, sin embargo la formación de cristales en el interior de la fruta a causa del hielo, ocasionan grandes daños al fruto durante éste proceso.

Un proceso más de almacenaje, será el que se efectúa por medio de radiaciones.

AOK; SATO; y WATCEMABE, reportaron en 1977:

" Satsumas " fueron sometidas a radiaciones electrónicas, ( con energía de 0.2 - 1.5 MeV ), almacenándose a 3°C por tres meses. Los controles de radiación fueron severos.

Con radiaciones mayores a 0.5 MeV, el oscurecimiento se incrementó, al aumentar la energía aplicada.

Otro lote de satsumas fueron almacenadas a una temperatura de 3°C, por tres meses; posteriormente la temperatura se cambió a un rango de 6 a 25°C durante una semana; estos frutos fueron sometidos a radiaciones de 0 a 5 MeV. Bajo estas condiciones se observó un efecto de inhibición en el crecimiento de hongos.

Así pues, los estudios de los efectos de las radiaciones, indicaron el incremento de tendencia a inhibir crecimiento de hongos, pero no tuvieron efectos en detener el oscurecimiento en la piel a causa de la radiación. ( 45 ).

Como vemos, éste es uno de tantos posibles métodos de conservación de mandarina, pero es costoso y sofisticado.

( 8 ).

#### 4.9 PROBLEMAS DE ALMACENAJE.-

Los accidentes de almacenaje de agrios son numerosos, siendo indispensable numerarlos:

1.- La helada: Es provocada por una exposición de los frutos a temperaturas inferiores a la de congelación. Este es un accidente que no debe producirse en una instalación frigorífica en buen estado, y estando bien vigilada.

2.- Pérdida de sabor: Se produce a causa de un almacenaje excesivamente prolongado.

3.- Alteraciones Fisiológicas: debidas a una temperatura de almacenaje, demasiado baja: en éste caso cabe constatar los trastornos siguientes:

a.) Aparición de manchas pardas en la piel. Se trata de una escaldadura que parece ser debida a dos factores: una temperatura demasiado baja, y una ventilación defectuosa;

b.) Aparición de manchas color pardo claro, que pueden adherirse muy fuertemente a la fruta.

4.- Oleocelosis.- Esta enfermedad consiste en unas manchas pardas que son provocadas por la ruptura de las glándulas que segregan el aceite esencial. Esta ruptura, proviene a menudo de una manipulación violenta.

5.- Enfermedades Criptogámicas: Son debidas a infecciones de hongos a consecuencia de heridas accidentales (arañazos con las uñas durante la recolección, heridas causadas por la manipulación) o bien a infecciones en la base del pedúnculo. Provocan podredumbres que aparecen y se desarrollan durante el almacenaje, siendo las más importantes:

- moho azul: debido a *Penicillium italicum*.
- moho verde: debido a *Penicillium digitatum*.
- podredumbre peduncular: debida a *Diapotha citri*, y *Diplodia natalensis*.
- antracnosis: debida a *Colletotrichum gloeosporoides*.
- podredumbre parda: debida a *Phytophthora aïtrophthora*.
- podredumbre negra: debida a *Alternaria citri*.

Los agrios poseen además un olor muy penetrante que puede fijarse a las cámaras frigoríficas, por lo cuál se deben considerar las siguientes posibilidades de transporte:

Las mandarinas pueden ser transportadas junto con aguacates, naranjas, limones, piñas, pomelos y los tomates verdes, en caso de que se tuviese una fábrica con diversidad de productos; pero hay que hacer notar, que habrá incompatibilidad de transporte entre agrios, y productos tales como: carnes, grasas, mantequilla, queso huevos y pescados.

( 32 ).

#### 4.10 COMERCIALIZACION DE LA MANDARINA EN SU ESTADO FRESCO.-

La comercialización de cítricos está enfocada fundamentalmente al consumo en fresco tanto para el mercado interno como para el externo. En las exportaciones es donde se realiza el vínculo con el consumo industrial, dado que las emparadoras establecen una selección rigurosa de los productos, de acuerdo a diferentes calidades de la materia prima. De ésta se obtiene un remanente de muy baja calidad, que solo encuentra una aplicación industrial.

Según estimaciones del programa de cítricos INIA-SARH; la comercialización de naranja, mandarina y toronja, se realiza fundamentalmente en el mercado interno, alcanzando, alre-

dedor del 98 % de la producción total, en el caso de naranja y limón, en la toronja el 89 % y mandarina el 65 %. ( Estimaciones del año 1979 ). ( 36 )

La exportación de éstos cítricos, representa para la naranja y el limón, menos del 2 % de la producción total, en cambio, para la toronja y la mandarina, el volumen de ventas al exterior, es proporcionalmente más alto, alcanzando un 11 y un 35 % respectivamente referido a la producción total.

Nuevo León, es el centro comercial de las exportaciones de cítricos, contando con más de 23 empacadoras que se dedican a ésta actividad, y que operan principalmente en los meses de Septiembre y Diciembre. Estas plantas, también se abastecen de fruta que proviene de los Estados de Tamaulipas y Veracruz, sobre todo al inicio de la temporada de producción.

Se puede apreciar que la comercialización de los cítricos, se inicia en la finca productora, y termina en los centros de consumo, las ganancias y los costos de los agentes que intervienen en éste proceso, integran el margen total de comercialización, el cuál va a reflejarse en el precio final que ha de ser pagado por el consumidor. Este es quien en última instancia va a pagar los servicios de la intermediación.

El proceso de comercialización, que comprenderá diversas etapas, incrementa susceptiblemente los precios de venta de consumo final.

Este hecho, obedece por lo general, no solo al excesivo número de intermediarios como: empacadoras, mayoristas, medio - mayoristas, y minoristas, sino que también a los múltiples mecanismos de control, que éstos ejercen, ya que generalmente están vinculados a los bodegueros de los principales mercados.

Así vemos que para el año de 1978, la diferencia entre el precio medio rural, y el precio al menudeo, fué en la mandarina, de 617 %.

La industria envasadora generalmente, no se abastece directamente del productor primario, sino que recurre a las jugueras, de las cuales obtiene su materia prima, en forma

de jugos simples y concentrados.

Las jugueras vienen a ser, las que comúnmente se encuentran integradas hacia atrás, vía empacadoras y seleccionadoras, siendo las que se encuentran en contacto con el productor primario.

En resumen, puede hablarse de un sistema de comercialización para los cítricos, que abarca al productor, empacadoras, procesadoras y envasadoras; mayoristas, minoristas, supermercados y consumidores finales.

Para darnos una idea de los precios de la mandarina, en el período inmediato de comercialización, se presenta la tabla ( 4.10.1 ):

( 36 ).

TABLA ( 4.10.1 ).

PRECIOS EN FRUTA FRESCA. ( CENTRAL DE ABASTOS, CONAFRUT-S.A.R.H. ).

( PRECIOS \$ 1 Kg. )

	<u>FECHA.</u>	<u>ESPECIE.</u>	<u>RURAL.</u>		<u>MAYOREO.</u>		<u>MENUDEO.</u>		<u>EMPAQUE.</u>	<u>VOL. APROX.</u>
			<u>MAX.</u>	<u>MIN.</u>	<u>MAX.</u>	<u>MIN.</u>	<u>MAX.</u>	<u>MIN.</u>		
	2a. quincena.	Mandarina.	68.	65.	80.	77.	152.	149.	reja.	100.
	Sept. 84.	Tang. Veracruz.	95.	95.	107.	107.	169.	169.	reja.	50.
	1a. quincena.	Mandarina.	65.	35.	77.	47.	130.	110.	reja.	1040.
	Oct. 84.	Tang. Veracruz.	63.	31.	75.	43.	150.	120.	reja.	790.
	2a. quincena.	Mandarina.	36.	26.	48.	38.	90.	73.	reja.	1870.
	Oct. 84.	Tang. Veracruz.	36.	31.	49.	43.	84.	80.	reja.	2210.
	1a. quincena.	Tang. Veracruz.	41.	30.	56.	43.	90.	75.	reja.	1720.
	Enero. 85.	Tang. Reina.	53.	27.	66.	40.	100.	90.	reja.	518.
	2a. quincena.	Tang. Veracruz.	56.81	46.38	73.	62.	140.	114.	granel.	3104.
	Enero. 85.	Tang. Reina.	53.	48.	69.	64.	110.	100.	granel.	132.
		Tang. Mónica.	73.	68.	89.	84.	130.	110.	granel.	1120.
	1a. quincena.	Tang. Reina.	62.	46.	77.	61.	140.	120.	granel.	2680.
	Feb. 85.	Tang. Mónica.	90.	70.	105.	86.	160.	150.	granel.	1974.
	2a. quincena.	Tang. Mónica.	88.	78.	105.	95.	180.	170.	reja.	1264.
	Feb. 85.									
	1a. quincena.	Tang. Reina.	73.43	67.28	91.43	84.28	120.	120.	reja.	120.
	Marzo. 85.	Tang. Mónica.	99.00	90.07	117.	108.57	180.	160.	reja	802.

NOTA: Los precios fueron obtenidos por muestreo directo en la quincena anterior a su publicación, y las variedades provienen del estado de Veracruz.

FUENTE: Frutícola Mercantil. Filial de CONAFRUT - S.A.R.H.

CAPITULO 5.INDUSTRIALIZACION DE LA MANDARINA.5.1 DENOMINACIONES CARACTERISTICAS Y EMPLEO DE LOS DERIVADOS DE CITRICOS.

La mandarina, y en general los frutos cítricos, se pueden aprovechar íntegramente. En la figura ( 5.1 ), se muestran los productos y subproductos principales, que es posible obtener a partir de ellos; sin embargo, a nivel comercial en México sólo se consiguen los siguientes productos:

- a.) Jugo simple ( natural o clarificado ).
- b.) Jugo concentrado.
- c.) Aceites esenciales ( destilados y centrifugados ).
- d.) Cáscara ( fresca y deshidratada ).
- e.) Gajos de naranja.
- f.) Citrato de sodio.
- g.) Acido cítrico.
- h.) Pectinas.

Pudiéndose plantear opciones para industrializar la mandarina, con la obtención de productos más sofisticados como los mencionados en la figura ( 5.1 ).

Al igual que los demás cítricos, la mandarina presenta una amplia perspectiva a la industrialización, ya que los derivados que se obtienen a partir de ella, tienen bastante aceptación tanto en el mercado nacional como en el internacional, presentando a su vez numerosas aplicaciones en la industria química y farmacéutica.

Es importante considerar la riqueza de la mandarina en ácido ascórbico ( Vitamina C ), minerales, azúcares, ácidos orgánicos, sales minerales, aminoácidos, pigmentos, enzimas, pectinas, carbohidratos y grasas en menor proporción, al igual que la facilidad de desprendimiento de su cáscara para su adecuada industrialización. ( 36 ).

Muchos son los productos industrializados que podrían obtenerse de la mandarina, sin embargo para hablar de su aprovechamiento integral, se tratarán los siguientes puntos:

- a.) Industrialización del jugo.

## COMPONENTES APROVECHABLES DE LOS FRUTOS CITRICOS

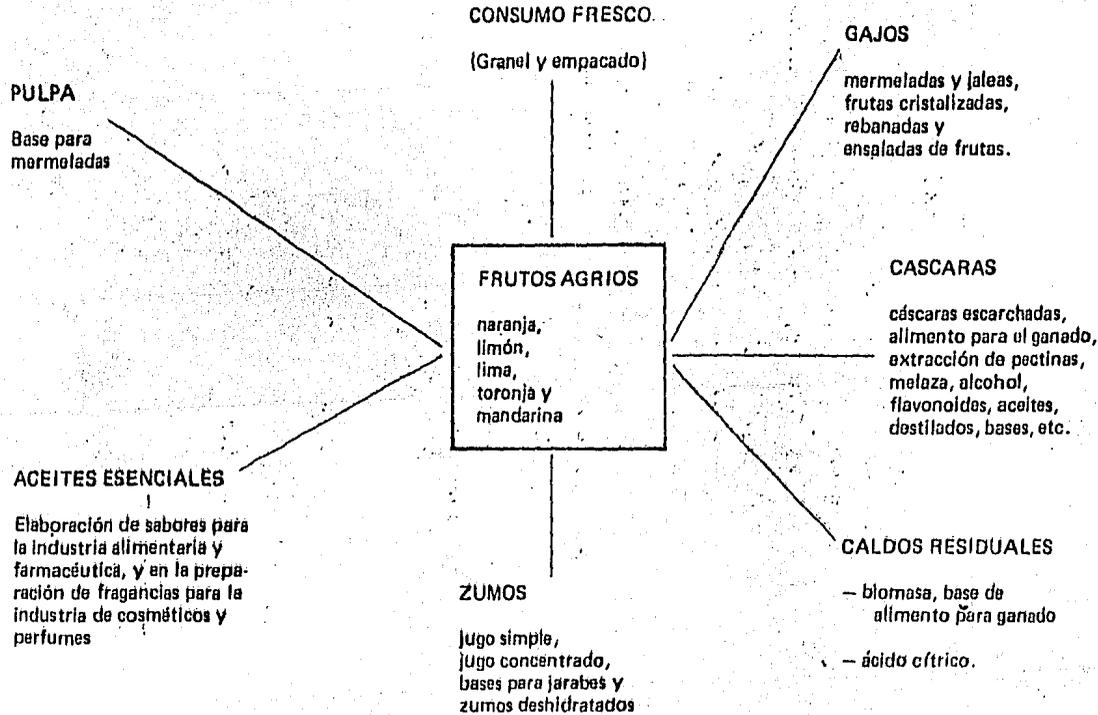


FIGURA 5.1.

- b.) Industrialización de los gajos.
- c.) Industrialización de aceites esenciales.

## 5.2 CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA A INDUSTRIALIZAR. -

Es de gran importancia considerar que el rendimiento y calidad de los productos industrializados dependen en buena medida de la calidad de la materia prima. ( 31 ).

Este concepto es de suma importancia en grandes regiones industrializadoras de cítricos como lo es el Estado de Florida, ( E.U.A. ), en el cuál, el 91% de la producción cítrica es enviada a la industria. ( 42 ).

En México la industrialización de cítricos, y en especial de la mandarina, representa todavía una proporción muy baja en relación con otros países. ( 36 )

La materia prima destinada a la industria, puede dividirse en:

- a.) Materia prima para jugos y productos derivados de pulpa.
- b.) Materia prima para aceites esenciales.

En el primer caso, la materia prima debe alcanzar un grado suficiente de madurez, los frutos deben estar sanos, y ser de la variedad adecuada.

Un fruto es considerado en su punto de maduración, cuando su contenido de azúcares, sustancias aromáticas, ácidos y demás componentes, es tal; que lo hacen aceptable al gusto.

Para las mandarinas, el grado de madurez, se expresa comercialmente como la relación: sólidos solubles - acidéz.

Muchos factores influyen en las características de los frutos, y por consiguiente en la composición del jugo, tales como: las condiciones climáticas en el momento de la cosecha, la estructura del suelo, las prácticas de cultivo, etc.

Los frutos excesivamente maduros; aquellos caídos de los árboles, y aquellos dañados por las heladas, deberán ser utilizados con mucho cuidado; de hecho, los jugos que de ellos derivan, tienen sabor amargo debido a su riqueza en glucósidos.

En resumen, la materia prima adecuada para la fabricación de jugos y derivados de la pulpa, deberá cumplir con las siguientes normas:

- a.) Que los frutos estén enteros, sanos, bien desarrollados,

limpios, secos, frescos, de consistencia firme, y de textura - razonablemente lisa.

- b.) Forma, sabor, olor y color, característicos de la variedad.
- c.) Sin humedad exterior fuera de la normal.
- d.) Libres de descomposición, pudrición o mohos.
- e.) Libres de pedúnculo y materia extraña.
- f.) Libres de defectos de origen fisiológico, anatómico y microbiológicos. ( 34 ) y ( 6 ).

Para el caso en que la materia prima es destinada a la obtención de aceites esenciales, las consideraciones anteriores son válidas, pero con la diferencia de que la fruta debe ser procesada de preferencia, cuando ésta aún no alcanza el período de maduréz, ya que conforme avanza la maduración, la calidad y la cantidad de esencia son inferiores. ( 32 ).

### 5.3 OPERACIONES COMUNES PARA LA INDUSTRIALIZACION DE CITRICOS.

Generalmente una planta industrializadora no se limita a procesar un solo cítrico, Esto se determinara, dependiendo de la estacionalidad de los mismos; a su vez, no siempre la materia prima sufre el mismo proceso de manufactura, ya que puede haber diferentes destinos para la misma. Sin embargo, existen operaciones comunes que podemos denotar en toda planta procesadora de cítricos, tomando como base tres líneas de producción:

- a.) Jugos.
- b.) Derivados de pulpa.
- c.) Aceites esenciales.

#### 1.- Recepción y Selección.-

Los frutos pueden llegar a la fábrica a granel, pero - esto no es del todo recomendable, ya que así el fruto sufrirá mayores daños, y si consideramos que para el caso de la mandarina, su cáscara es fácilmente desprendible, el transporte a granel haría peligrar la integridad de la misma,

También, hay que evitar que los frutos estén apilados, pues ello perjudica las glándulas de esencia, y puede producir podredumbres durante el almacenamiento. ( 32 ).

Es por esto, que haciendo una diferencia, los frutos - que se destinan a la extracción de jugo o bien al aprovechamiento de pulpa, podrán ser aceptados a granel, mientras que

los destinados a aceites esenciales, deberán ser mejor cuidados y más rigurosa su aceptación en la planta.

Los frutos una vez descargados, pasan a una mesa de selección, donde en base a una inspección visual, se determinan los que entran al proceso, o bien los que serán desechados.

Estas determinaciones serán apoyadas por el laboratorio de control de calidad, el cuál en base a sus necesidades, a su experiencia adquirida de los proveedores, al historial de la materia prima a recibir, y a las determinaciones que él mismo realice, podrá tomar la decisión de considerar a un lote como aceptable o no.

La selección es una operación muy importante para asegurar la bondad del producto terminado.

## 2.- Lavado y Clasificación.-

Después de la selección, los frutos son enviados al lavado y cepillado, con el fin de eliminar cualquier traza de suciedad, o bien de eventuales plaguicidas.

Esta operación se realiza generalmente haciendo pasar a los cítricos mediante una banda transportadora, por máquinas que poseen cepillos y boquillas que suministran agua por aspersión, para el buen lavado de la fruta. Los cepillos deben ser blancos para evitar la rotura de las celdillas que contienen los aceites esenciales.

Si las condiciones de los frutos lo imponen, al agua de lavado, se le puede agregar un detergente ( generalmente borax ) o un esterilizante ( cloro a la concentración de 10ppm )

Una vez lavada la fruta, se clasifica para su entrada al proceso, realizándose esto por tamaños con el fin de tener homogeneidad en el producto terminado, y a su vez, evitar de pérdidas.

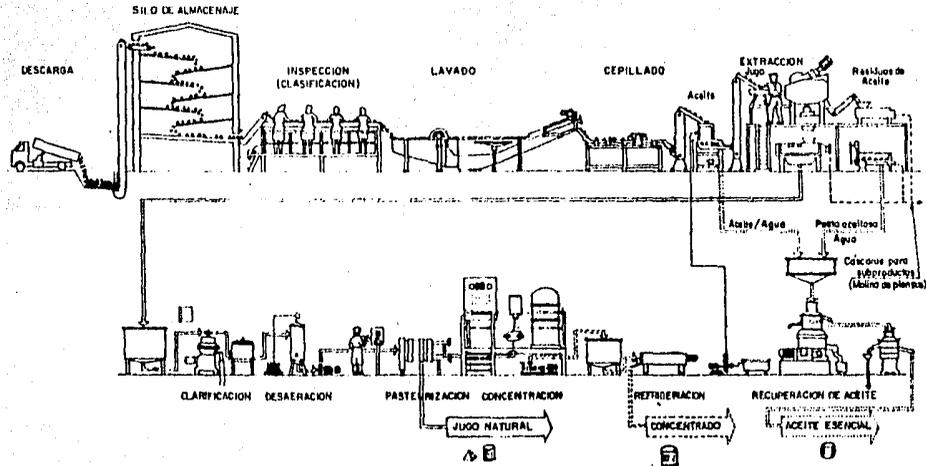
La fruta se calibra, con lo cuál se distribuye en tres tamaños generalmente ( dos calibres más exceso ). Estos tamaños están determinados de acuerdo al modelo y tamaño de las copas de los extractores ( cuando la fruta es destinada a la extracción de jugos o aceites ); o bien de acuerdo al tamaño requerido para el proceso de diversos derivados de la pulpa.

( 6 ) y ( 34 ).

Los frutos así preparados están listos para las fases sucesivas de elaboración.

FIGURA ( 5.3 ).

PROCESO GENERAL DE INDUSTRIALIZACION DE CITRICOS.



Línea para la elaboración de jugos de cítricos.

### 5.4. JUGOS.

#### 5.4.1 DIVERSOS TIPOS DE JUGOS.-

Los jugos que se obtienen por prensado de la pulpa, aportan: agua, azúcares, ác. orgánicos, sales minerales, aminoácidos, vitaminas, pigmentos, enzimas, y substancias pécticas.

Los procesos de elaboración, tienden a conservar íntegras las características nutritivas y organolépticas de los productos. ( 36 ).

Sin embargo, el jugo de mandarina tiene aún poca consideración en el país, no siendo así en otros como E.U.A., o Japón, los cuales se preocupan bastante por procesar el jugo de mandarina, y de estudiar la creación de bebidas con dicha fruta.

Sugawara; Matsumoto; Sasak; y Nitta, en 1979, realizaron pruebas de análisis sensorial, para poder señalar la preferencia por diferentes niveles de acidéz, contenido de azúcares, relación E/A, y concentración de jugo, en bebidas preparadas con jugo de mandarinas satsumas.

Las bebidas fueron preparadas mezclando diferentes cantidades de ácido cítrico, sacarosa, y diluciones de jugo.

La dulzura y acidéz en las bebidas, fueron calificadas en base a 7 puntos por 20 jueces, los cuales indicaron que: para bebidas con 10% de jugo, ellos otorgaban mayor puntuación a los siguientes niveles de acidéz: .75, .65, y .55%, siendo a su vez los grados Brix de 13 y 14 los preferidos.

Para bebidas con 50% de jugo, la preferencia fué por acidéz del orden de: .65, .55, y .45%, con Brix de 12, 13, y 14.

La acidéz se incrementó, al aumentar la concentración de ácido cítrico; éste aspecto se vió más pronunciado con el 10 % de jugo, que con un 50 %.

La relación E/A, fué parecida, al no verse un efecto de preferencia con bebidas que tenían acidéz y dulzura idénticas.

En conclusión, la preferencia fué significativa, para aquellas bebidas que tenían alta concentración de jugo. ( 43 ).

En relación a las características físicas de los jugos, estos pueden clasificarse como:

a.) Jugo Fresco.- Obtenido del fruto sin someterlo a ningún tratamiento fisicoquímico.

b.) Jugo Pasteurizado. - Jugo sometido a tratamiento térmico - para la destrucción de la carga microbiana patógena, y enzimática; esto mantiene la turbidez característica del jugo natural.

c.) Jugo Clarificado. - Jugo que ha perdido el aspecto turbio característico, por la acción de la pectinesterasa sobre las moléculas pécticas.

Se puede obtener por diversos procedimientos: el más difundido, consiste en dejar reposar por algunas semanas el jugo no pasteurizado, pero tratado con un antifermo y en separar después mecánicamente la pulpa precipitada.

d.) Jugo Pulposo. - Jugo que contiene en suspensión, una cierta cantidad de pulpa.

e.) Jugo Concentrado. - Jugo que por concentración al vacío, o con otro sistema apropiado, ha perdido una parte de agua.

El grado de concentración, se indica por la relación para reconstituirlo: 4:1, 5:1, etc., que representan la proporción en peso del concentrado con respecto al jugo de partida. Por ejemplo; a una parte del jugo concentrado 5:1, se le debe agregar 5 partes de agua, para obtener el jugo natural. La concentración también se expresa de manera más correcta, en grados Brix.

f.) Jugo Deshidratado o en polvo. - Producido por deshidratación del natural: éste se hace pasar por una cámara a presión, por donde circula aire caliente; así se deshidratará y quedará en forma de polvo. ( secador de espreas ). ( 34 ).

#### 5.4.2. TECNOLOGIA EN LA EXTRACCION DE JUGO. -

Sistemas de Extracción. - Según Safina G. (1978 ); la extracción de jugo, consiste en el rompimiento de las celdas en las que se encuentra; a manera de liberar el contenido de las mismas.

El jugo, no ejerce gran presión como los aceites esenciales en las celdas oleoíferas, por lo tanto, la acción de rotura de las celdas debe estar asociada a una fuerza de compresión del exterior, para así, oprimir las celdas entre ellas, y contra las paredes internas del mesocarpio.

El mayor número de aparatos contruidos, operan sobre el fruto, cortándolo por mitad; la extracción del jugo se realiza por medio de bulbos adecuados, introducidos en los medios

frutos, que prensando, y eventualmente girando, provocan la salida del jugo, de las celdas que lo contienen.

Un principio completamente diferente, es adoptado en los extractores " In - Line ". En éstos aparatos, el fruto entero, es prensado del exterior por la acción de dos copas adecuadamente calibradas, mientras que en el interior del fruto, penetra un tubo perforado, a través del cuál pasa el jugo - exprimido por las copas, y que es enviado a las operaciones siguientes.

Un tercer sistema, menos sofisticado, y usado por fábricas de modesta capacidad, opera sobre los medios frutos, privados mecánicamente de la cáscara. Estas mitades se trituran burdamente con cuchillos, y después son golpeadas con fuerza, por dos paletas rotatorias, contra la pared interna de un tamíz cilíndrico horizontal. A esta máquina se le llama: " Passatrice ".

( 34 ).

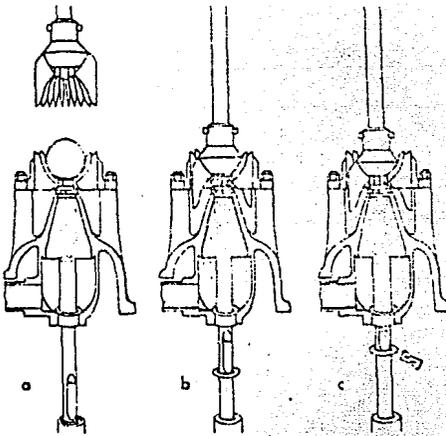


Figura 14. Extractor In-Line (FMC - San José, California): esquema del principio de extracción del jugo.

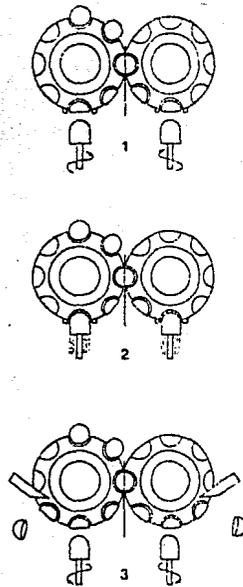


Figura 15. Citropress (R) (S.A. Bertuzzi - Brugherio, Milán): esquema del principio de extracción del jugo.

- 1 = corte de los frutos
- 2 = extracción del jugo
- 3 = expulsión de los medios frutos expuestos

### 5.4.3 TRATAMIENTO DEL JUGO.

#### Separación de las fracciones sólidas y refinación del jugo.

Con las operaciones de extracción pasan al jugo fragmentos de albedo, de membranas y celdillas que es necesario eliminar para mejorar el aspecto del jugo y evitar causas de degradación del mismo.

Una separación preliminar de los fragmentos sólidos más grandes, se realiza en los mismos extractores, gracias a dispositivos particulares de los que están provistos; la separación completa de las partículas sólidas se obtiene, haciendo pasar el jugo, a través de los llamados refinadores.

Estos están constituidos de cedazos con perforaciones muy pequeñas (generalmente 0.2mm) a través de las cuales el jugo es forzado a pasar por la acción de dos paletas rotatorias o por la presión provocada por un tornillo helicoidal, de forma y paso apropiados. Los aparatos más convenientes son aquellos con tornillo helicoidal, por que evitan la agitación del jugo y por consiguiente la emulsión con el aire.

Con éste tipo de aparatos, se puede obtener un jugo con un contenido final de pulpa de 4 a 5 % ( pulpa antes de la refinación: 12 - 15 % ).

Para una eliminación de pulpa más grande, es necesario recurrir a centrifugas que permiten obtener jugos con un contenido de pulpa alrededor del 1 % ).

#### Lavado de la pulpa para la recuperación del jugo.

Desde hace cerca de un decenio, se ha introducido en los Estados Unidos, el uso del lavado de la pulpa para la recuperación de una ulterior cantidad de jugo que se destina, a la concentración. En Europa, éste procedimiento ha despertado hasta ahora poco interés, en primer lugar por que las fábricas Europeas tienen dimensiones menos imponentes que las Americanas, mientras el costo de las instalaciones necesarias es aún elevado y en segundo lugar por que la calidad del concentrado obtenido de los líquidos de lavado de la pulpa no es similar a la del concentrado preparado directamente del jugo.

De cualquier modo el problema merece atención ya que si se considera, que de las refinadoras se obtiene cerca del 10 % de pulpa con respecto al jugo extraído y ésta pulpa

tiene los mismos grados Brix, que el jugo. Es fácil calcular la utilidad que cada planta podrá obtener con el lavado de la pulpa.

El procedimiento consiste en recuperar los sólidos solubles de la pulpa provenientes de la refinadora, mediante la agitación de ésta, con una adecuada cantidad de agua y en proceder después a la separación de la pulpa con un prensado ligero.

La cantidad de agua a adicionar para tener la recuperación óptima, está en relación a la efectividad del sistema adoptado. Generalmente se agrega a la pulpa una cantidad igual de agua y después de la mezcla apropiada, la masa se pasa a través de un grupo de tamices montados en serie a contracorriente con el agua de lavado como se aprecia en la siguiente figura:

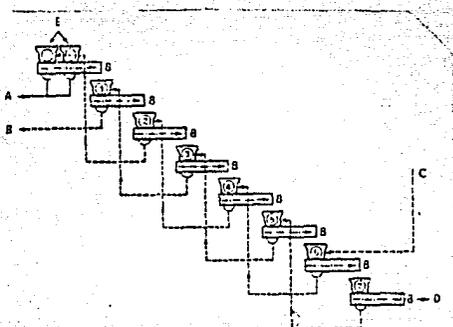


Figura 31. Sistema FMC de lavado de pulpa, instalación de 7 fases.  
 A = jugo refinado C = entrada de agua de lavado  
 B = jugo de pulpa lavada D = descarga de la pulpa  
 E = jugo bruto de los extractores  
 1 = extractores helicoidales S = caracol de lavado de pulpa

Cuando la capacidad de elaboración de las plantas no justifica la instalación de una línea, para el lavado de la pulpa, es posible recuperar buena parte del jugo en ella contenido, gracias al empleo de aparatos centrífugos.

( 34 ).

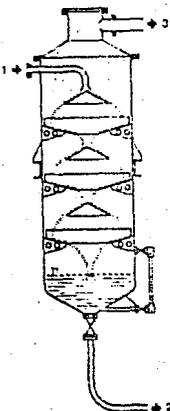
#### Desaeración.-

El objeto de éste tratamiento es el de eliminar el aire eventualmente incorporado al jugo durante las diferentes opera -

ciones de preparación: extracción con aparatos de piñas giratorias, refinación con aparatos por sacudimiento o con centrífugas, transvase mediante bombas y demás.

De hecho, el oxígeno incorporado es un factor determinante en la destrucción del ácido ascórbico y en otros procesos de oxidación que pueden llevarse a cabo en el jugo. Para ésta operación se emplean aparatos en los cuáles se aprovecha la acción del vacío y del calor.

Un modelo entre los más difundidos, está constituido por una cámara al vacío, en la cuál, el jugo caliente entra por arriba y es forzado al caer, a encontrar una serie de diafragmas que lo subdividen en capas delgadas y lo mantienen en movimiento continuo. La acción del vacío y del calor, unida al movimiento del jugo, provoca la separación del oxígeno emulsionado o disuelto, mientras que el jugo recolectado en el fondo del aparato, es enviado al exterior, mediante una bomba.



Desaerador para jugo: esquema de funcionamiento.

- 1 = entrada de jugo
- 2 = salida jugo desaerado
- 3 = toma de vacío

Sin embargo, se sabe hoy día que la operación de desaeración, empieza a ser olvidada por la industria citrícola; en realidad con el gran perfeccionamiento de muchos equipos, la cantidad de aire presente en los jugos, no es tan alta

como hace tiempo, además, no se tienen datos seguros, a cerca de la cantidad de oxígeno que permanece disuelto en el producto después de la desaereación y también ha sido observado que las pequeñas cantidades de aire son eliminadas rápidamente en el curso de las operaciones de eliminación de aceite, enlatado en caliente, o concentración. Estas operaciones, inducen a muchos técnicos, a considerar superada la desaereación de los jugos.

#### Desaceitado.-

Para mantener con el tiempo, características organolépticas aceptables, el jugo no debe sobrepasar un cierto contenido de aceite esencial; el límite fijado por normas Norteamericanas, oscila del 0.01 al 0.05% como máximo. Cantidades superiores pueden ser la causa de sensibles alteraciones del aroma y del sabor, durante el almacenamiento, sobre todo si la temperatura no es suficientemente baja.

Los aparatos usados como desaceitadores, son esencialmente pequeños evaporadores en los cuales el jugo calentado a cerca de 50°C, entra en una cámara de expansión en forma de fina lluvia, los vapores que se separan arrastran las trazas de aceite. En caso de ser necesario, el jugo se puede recircular. Con el desaceitado, se tiene una ligera concentración de jugo del 4 al 6%.

Los vapores se condensan y el líquido obtenido se puede separar del aceite por centrifugación o decantación. El agua libre de aceite, pero aún con aroma, puede ser agregada al jugo ya sea para regresarlo a los grados Brix iniciales, o bien para reintegrarle una parte del aroma que el desaceitado ha eliminado.

( 34 ).

#### Pasteurización.-

La pasteurización, tiene la función de destruir la carga microbiana y enzimática de los jugos.

( 8 ).

Con la destrucción de los microorganismos y el sucesivo envasado en recipientes herméticos, el jugo no está sujeto a fenómenos de alteración mientras que con la destrucción de enzimas termolábiles y sobre todo de la pectinesterasa, éste mantiene con el tiempo la turbidez característica. Un jugo no pasteurizado o mal pasteurizado asienta partículas sólidas en el fondo dejando claro al líquido sobrenadante. La com-

pleta separación de la pulpa de un jugo no pasteurizado, - requiere generalmente de 4 a 5 semanas.

La pérdida de la turbiedad de un jugo, es debida a - la destrucción de su caracter coloidal. El efecto clarifica- dor es consecuencia de la hidrólisis de las pectinas, con - formación de ácido péctico y ácido pectínico no coloidales, que combinándose con el calcio presente en el jugo, forman precipitados.

La destrucción de los microorganismos y de la pectines- terasa, está condicionada por la temperatura y duración del calentamiento, así como por el pH del jugo. Para una tempe- ratura de pasteurización más baja, es necesario un mayor - tiempo de pasteurización y viceversa; además, mientras más ba- jo es el pH del jugo, menos elevada será la temperatura, o más breve el tiempo de calentamiento.

Estudios e investigaciones, han demostrado que es más - conveniente, también para fines de preservación del aroma, - tratar a los jugos cítricos por breve tiempo a temperatura - elevada con el sistema " H.T.S.T. " que en términos de pas- teurización ha tomado el nombre de: " Flash Pasteurizacion ".

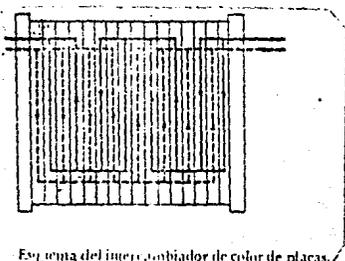
La pasteurización se realiza con un proceso de intercam- bio térmico entre dos fluidos, uno de los cuáles es el ju- go y otro un medio de calentamiento que puede ser vapor o agua caliente.

Dentro de los pasteurizadores más empleados que presenta la industria citrícola, se encuentran los intercambiadores de placas, que ofrecen innumerables ventajas como son:

- Elevado coeficiente de transferencia térmica y rapidéz - de calentamiento del jugo que corre en capas muy delgadas.
- Turbulencia continua en el flujo de los dos fluidos, - gracias al perfil de las placas que hacen recorrer a los - líquidos un camino sinuoso.
- Posibilidad de reunir en la misma unidad, las secciones de precalentamiento, calentamiento y enfriamiento.
- Posibilidad de variación rápida de la capacidad del apa- rato por adición o reducción del número de placas.
- Exigencia modesta del espacio para las instalaciones;
- Posibilidad de tratar simultaneamente diferentes líquidos en diferentes secciones del mismo intercambiador.
- Facilidad de inspección y limpieza de placas.

Los pasteurizadores de placas, no pueden usarse para productos que presentan una viscosidad excesiva, ya que ésta no permite el paso suficientemente rápido entre las placas.

En su forma más simple, el intercambiador de calor está constituido por un grupo de placas comunicadas entre sí mediante dos diferentes canalizaciones, que permiten el paso de dos fluidos ( uno frío y otro caliente ) en contracorriente sobre las dos caras de cada placa, que por ésto, actúa como medio de transmisión de calor.



Esquema del intercambiador de calor de placas.

El jugo atraviesa uno o más espacios entre las placas; el número de éstas condiciona la capacidad del aparato. Es posible disponer grupos de placas de manera tal, de realizar ciclos térmicos diversos.

El jugo pasa a través del grupo de placas de calentamiento en un tiempo no superior a 10 - 15 segundos, mientras que para la destrucción completa de microorganismos y de las enzimas, son necesarios en las mejores condiciones no menos de 30-36 segundos.

La temperatura óptima para la pasteurización de los jugos cítricos es la siguiente ( tiempo de sostenimiento de - 40 segundos ):

naranja:	88-91°C	pH = 3.4 - 3.6
toronja:	82-85°C	pH = 2.8 - 3.1
limón :	75-78°C	pH = 2.2 - 2.5

Para la mandarina no se reportan datos, sin embargo al considerar su pH de alrededor de 3.2 - 3.6, podría pensarse en condiciones similares a las del jugo de naranja. ( 34 ).

#### Concentración.-

Las ventajas que derivan de la concentración de los jugos, son múltiples: disminución del volúmen y peso, menores -

costos por manejo, almacenamiento y transporte, con respecto a la cantidad correspondiente de jugo natural.

Además dado que es materialmente imposible producir en el breve período de una temporada citrícola, una cantidad de productos terminados tal, que satisfagan los requerimientos del mercado para todo el año, las industrias están forzadas a preparar productos semielaborados, para utilizarlos según las necesidades.

Una ayuda válida para este objetivo, es la reconstitución de concentrados, la cuál ya es empleada desde hace tiempo en la industria de las bebidas gaseosas y es admitida cuando menos para la preparación de éstos productos en varios países.

La reconstitución, además es necesaria para el concentrado congelado destinado al consumo directo: antes del consumo es necesario descongelarlo y diluirlo.

La concentración se efectúa generalmente en aparatos que operan al vacío y emplean vapor como medio de calentamiento.

Otros métodos de concentración entre los cuales está el basado en la congelación del agua y la separación del concentrado por centrifugación, están poco difundidos por el alto costo de operación o por el bajo rendimiento de los equipos.

Generalmente se prefiere alimentar el concentrador con jugo pasteurizado; de tal modo se eliminan las alteraciones por desarrollo de microorganismos, el cual sería favorecido por las temperaturas de concentración aplicadas.

Los aparatos de concentración, han sufrido con el tiempo numerosas modificaciones y perfeccionamientos.

La tendencia actual en la concentración de jugos cítricos, es la de operar en el tiempo más breve, aunque para obtenerlo haya que recurrir a un aumento de la temperatura de evaporación.

Una preferencia cada vez más marcada se nota también en el empleo de aparatos de dos o más efectos y de termocompresores, para reducir el consumo de vapor.

Envasado.-

Los jugos naturales y concentrados, pueden ser conservados en recipientes no herméticos ( barriles de madera ), o bien en bidones de material plástico, lo mismo que en recipientes herméticos como latas o botellas.

Mientras en el segundo caso, por la hermeticidad de los recipientes, el jugo no tiene necesidad de antifermentos, para el caso de recipientes no herméticos, por su naturaleza se requieren dichos antifermentos para mantener con el tiempo las condiciones de esterilidad.

Los productos más usados para éste fin, son: el anhídrido sulfuroso, que puede emplearse en estado gaseoso, o bien bajo la forma de sales como el metabisulfito de potasio y el bisulfito de sodio; el ácido benzóico generalmente empleado bajo la forma de sal sódica más soluble; el ácido sórbico y otros.

Las cantidades de antifermento, varían en relación al producto empleado y al tipo y grado de concentración del jugo, al cuál deben agregarse. ( Normalmente se usan 800-1500 ppm de  $SO_2$ , o bien 1000-1200 ppm, si se emplea benzoato sódico ).

Cuanto más bajo es el pH del jugo, más activo es el antifermento.

El  $SO_2$ , es de empleo más frecuente, si bien tiene olor y sabor desagradables; los motivos de tal preferencia son:

- Es de fácil uso y elevada solubilidad.
- Es fácilmente eliminable por calentamiento.
- Retarda los fenómenos de obscurecimiento y oxidación.

Un punto negativo, además del olor y sabor, es que el  $SO_2$  se combina con los azúcares contenidos en los jugos y la fracción combinada, no puede ser eliminada mas que por calentamiento.

## 5.5 ACEITES ESENCIALES.

### 5.5.1. DIVERSOS TIPOS DE ACEITES.-

Los aceites esenciales son mezclas de diferentes sustancias, entre las que predominan los terpénos y los sesquiterpenos, que actúan como soporte de los compuestos oxigenados, a los cuáles se debe predominantemente el perfume característico de los mismos.

Estos aceites son líquidos oleosos, insolubles en agua y solubles en alcohol en diversas proporciones, teniendo uso en perfumería, farmacéutica y en general en la industria alimentaria.

La extracción de los aceites se lleva a cabo con máquinas apropiadas, que actúan sobre la cáscara de los cítricos y sucesiva separación centrífuga de la emulsión agua - aceite obtenida. Los aceites así obtenidos se llaman: "Extraídos en Frío".

Además de éste tipo de aceites que son los de mayor demanda en la industria, se preparan también:

#### a.) Aceite destilado o "Peratoner".-

Es el aceite obtenido por destilación al vacío y por arrastre de vapor de los residuos de elaboración (lodos, líquido prensado de la cáscara, agua de circulación y demás.)

Este aceite tiene características organolépticas y analíticas, completamente diferentes al extraído en frío, siendo su valor comercial más bajo.

#### b.) Aceites esenciales concentrados.-

Son productos obtenidos por destilación al vacío, de los aceites esenciales.

Con éste proceso se obtienen los aceites concentrados que han sido privados de una parte de la fracción terpénica, con el consiguiente aumento de constituyentes oxigenados aromáticos y olorosos.

#### c.) Aceites esenciales desterpenados y desesquiterpenados.-

Obtenidos por destilación fraccionada al vacío, por separación cromatográfica, en columna, o por extracción con disolventes en contracorriente de los aceites esenciales.

Con éstas operaciones, se eliminan de los aceites, los compuestos insolubles en agua, fácilmente oxidables y olorosos, denominados: "Terpenos".

La denominación de aceite desterpenado, o aceite desesquiterpenado, es para indicar el grado del aceite y más precisamente si durante la fase de desconcentración han sido eliminados sólo los terpenos, o si el proceso se ha prolongado hasta la eliminación de los sesquiterpenos; éstos tendrán elevada solubilidad en agua, alta fragancia y resistencia a la oxidación.

d.) Alcoholatos.-

Son soluciones alcohólicas de la fracción del aceite soluble en etanol, ( 60 - 70 % ). A más baja graduación menor es la fracción terpénica que pasa al alcoholato.

Los alcoholatos son muy usados en la preparación de bebidas gaseosas por su solubilidad en agua y capacidad aromatizante. Los alcoholatos del comercio están marcados con cifras que indican su fuerza aromatizante ( X200, X400 ), o lo que es lo mismo, cuantas veces debe ser diluído el producto, al prepararse las bebidas.

e.) Nerolí y " Petit Grain ".-

Son aceites esenciales particulares. El nerolí se obtiene de los pétalos de las flores de los cítricos, por extracción con disolventes y sucesiva destilación, mientras el petit grain, es el obtenido por arrastre al vapor de hojas, semillas y - frutas inmaduras. ( 34 ) y ( 33 ).

## 5.5.2 TECNOLOGIA DE ACEITES ESENCIALES.-

### Extracción.-

El aceite ejerce una presión apreciable sobre las paredes de las celdas, en las cuales está contenido y tiende a salir con fuerza cada vez que la pared externa de éstas se rompe; así es más fácil y completa la extracción.

Todos los sistemas de extracción se basan en el principio de la rotura de las paredes de las celdas del aceite y en el aprovechamiento de la presión natural que ejerce el aceite en el interior de dichas paredes.

Para la extracción del aceite, industrialmente se hace mediante máquinas con rodillos, revestidos de acero inoxidable y abrasivos, los cuales giran entre 100 y 200 r.p.m.; y así se rompen las celdas que contienen el aceite.

Una lluvia de agua rociada por boquillas, permite arras-

trar el aceite bajo forma de emulsión, conteniendo " detritos " en suspensión, los cuales se eliminan pasando la emulsión por tamices para la posterior centrifugación.

El tiempo de permanencia de los frutos en éstas máquinas de extracción es de 30 a 40 segundos.

#### Centrifugación.-

Aquí se obtiene la separación de agua y aceite. Por otro lado, dado que la emulsión contiene casi siempre fragmentos de cáscara, ésta pasa primero a través de filtros rotatorios, prensas de tornillos, o bien combinación de las dos.

La emulsión obtenida, no contiene ya fragmentos sólidos grandes y hace más simple la operación de la centrifugación, mediante la cuál, no solo se separa agua y aceite, sino que se eliminan impurezas en suspensión comúnmente llamadas "lodos".

Los sedimentos sólidos, se depositan en la periferia del tambor centrífugo, el cuál deberá limpiarse periódicamente mientras el agua y el aceite llegan a los diferentes puntos de descarga.

Para evitar detenciones de la centrífuga, es necesario la eliminación de los lodos. Se han introducido centrífugas que permiten la descarga automática.

Es una buena práctica hacer la separación de la mayor parte de los lodos y la separación del agua, en un primer aparato ( autolimpiador ) y completar después el "abrilantado" del aceite; ésto es la eliminación casi total de las trazas de agua y lodo en un segundo aparato, que puede ser del tipo de discos o aún mejor, empleando una supercentrífuga con una velocidad de rotación superior a la primera.

El agua separada por centrifugación, se prefiere recircularla ya que contiene trazas de aceite bajo forma de una emulsión.

Las ventajas de recircularla son:

- a.) Eliminación de una causa de decaimiento cualitativo del aceite; de hecho, el agua una vez saturada de constituyentes oxigenados, impide una ulterior disolución de éstos.
- b.) La posibilidad de recuperar por destilación al final del trabajo cotidiano el aceite que permanece emulsionado en el agua de reciclo.

### Aceites Destilados.-

Este tipo de aceites obtenidos por destilación al vacío, en contracorriente de vapor, se denomina también "esencia de Peratoner".

El aparato más usado actualmente ( Figura 5.5.1 ), está construido en acero inoxidable y consta de tres partes fundamentales: caldera, condensador y separador de condensados.

FIGURA 5.5.1

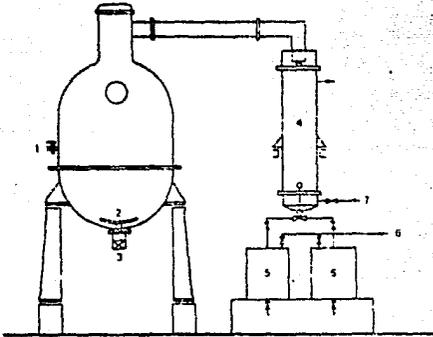


Figura . Destilador de aceites esenciales.

- |   |   |
|---|---|
| 1 = entrada del producto                | 4 = condensador                         |
| 2 = distribuidor de vapor               | 5 = recipientes colectores de destilado |
| 3 = válvula de descarga                 | 6 = toma de vacío                       |
| 7 = agua de enfriamiento al condensador |   |

En el alambique que tiene fondo hemisférico, se encuentra un anillo circular perforado unido a la línea de distribución de vapor. El refrigerante es de haz de tubos, enfriado por agua, mientras que el separador está formado por dos grandes cilindros de vidrio provistos de válvulas al fondo y válvulas de alivio y por último, una conexión en la parte superior.

El vacío se regula a manera de realizar la destilación a temperaturas no mayores a 45 - 55 °C.

El alambique se carga con el líquido a destilar, no debiendo superar el 50 % del volumen total que presenta el alambique.

Terminada la carga se cerrará la válvula de entrada, se hace vacío y finalmente se abre la válvula de entrada del vapor cuya cantidad será modesta, trabajando el vacío durante toda la destilación.

En los separadores se recoge el destilado constituido por agua y aceite que se separan por gravedad en dos estratos diferentes.

Eliminando el vacío del primer separador, se descarga el agua mediante la válvula del fondo y entonces se recoge el aceite; durante esta operación la destilación continúa y el destilado se recoge en el segundo separador.

La destilación de cada carga dura 60 - 90 minutos aprox. y generalmente los destiladores tienen capacidades de 600 o - 1000 litros.

El aceite destilado es incoloro, con peso específico más bajo que el aceite extraído con máquina; rotación óptica más elevada, más bajo contenido de aldehidos y practicamente sin residuos a la evaporación.

Organolépticamente, se consideran estos aceites inferiores al aceite extraído en frío. Sin embargo, si la destilación se ha llevado a cabo correctamente se puede obtener un aceite destilado de buena calidad.

#### Aceites Concentrados.-

Estos aceites se obtienen por medio de destilación fraccionada al vacío de los aceites esenciales extraídos en frío.

En relación con la duración de la destilación y al modo de realizarse, se pueden obtener aceites más o menos libres de constituyentes terpénicos. Se obtienen así los aceites concentrados 3 - 4 - 5 veces, hasta llegar a los aceites desterpenados.

Del aceite desterpenado, por ulterior destilación efectuada en condiciones un tanto diferentes con respecto a las usadas para la simple desterpenación, se obtienen los aceites césesquiterpenados, ésto es, aceites privados de terpenos así como de sesquiterpénos.

La desterpenación se realiza en un destilador del tipo Messina a diferencia de el destilador de aceites esenciales. Y aquí, además de destilar se realiza la desterpenación.

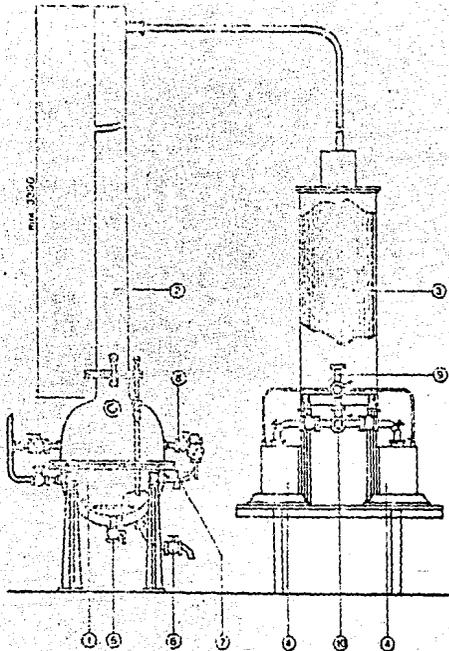


Figura 35. Aparato para la destilación de aceites esenciales (Officine Metalmeccaniche Santoro - Messina).

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| 1 = olla con doble fondo     | 3 = condensador de haz de tubos         |
| 2 = columna de rectificación | 4 = colector de selección del destilado |
|                              | 5 = vasos                               |

La destilación debe realizarse a un vacío elevado, ( inferior a 15 mm ) y continuar hasta no tener más destilado. Esto significa que la olla sólo contiene a los constituyentes que no lograron atravesar la columna de rectificación. Se trata de compuestos oxigenados, sesquiterpénos, substancia cerosas y coloreadas y de pequeñas trazas de terpenos; éstos se recogen y se trasvasan a otro destilador parecido al primero, - pero más pequeño.

En éste aparato se destila también al alto vacío.

Cuando la destilación se realiza con dificultad, se inyecta vapor al alambique para completar la separación de los componentes volátiles, mientras permanecen en la olla los constituyentes cerosos no volátiles. Destilan así, agua y aceite, que son separados en el colector.

La destilación se continúa hasta que sólo pasa agua.

Esta segunda destilación puede ser efectuada en el mismo aparato empleado para la primera.

Una tercera fase del proceso lleva a la concentración final deseada; Por lo tanto el destilado de la segunda operación, después de haber sido separado del agua cuidadosamente, se somete a destilación a alto vacío, teniendo cuidado de controlar continuamente hasta obtener el producto deseado.

El control se realiza sometiendo al destilado a varios análisis químicos y principalmente a pruebas de solubilidad.

En relación a los análisis, se reúnen las fracciones que tienen características afines y responden a los requisitos establecidos.

Algunos industriales prefieren unificar las operaciones de segunda y tercera destilación, de manera que la toma de muestras y la sucesiva fase de mezclado de las diversas fracciones destiladas, se efectúa sobre el producto obtenido con la segunda destilación.

Así pues, se necesita una gran experiencia y un profundo conocimiento de la composición de los aceites esenciales, para efectuar la técnica de concentración.

Otros sistemas de preparación de aceites concentrados de terpenados, aprovechan las propiedades que tienen algunos disolventes para disolver los componentes originados, ceras, pigmentos etc. y dejar sin disolver los constituyentes hidrocarbonados.

No es fácil conocer en detalle los procesos adoptados por diferentes industrias; los disolventes más comunes son los alcoholes metílico y etílico, al igual que el pentano, empleados individualmente o en mezcla para un sistema de extracción a contracorriente.

Otros métodos utilizan cromatografía de adsorción de las esencias, pero no es seguro que de la fase de experimentación pasen a escala industrial.

#### Alcoholatos. -

Un método simple de concentración de los aceites parcialmente para mejorar la solubilidad en agua y aumentar las propiedades aromatizadoras, consiste en la preparación de una disolución alcohólica de éstos; Tal método se basa en la solubilidad de los constituyentes terpénicos, en alcohol diluido.

El proceso es el siguiente:

En un embudo separador o en un tanque mezclador, se introduce la esencia y otra parte igual de alcohol de 70%, - ( la relación es en base al producto que se desea obtener ). Después de una agitación prolongada se dejan separar los dos estratos, la fase alcohólica se separa y la fracción insoluble en alcohol, se extrae una segunda vez con otra alícuota de alcohol de la misma graduación; algunos prefieren agregar al aceite alcohol de 95 %, agitar los dos líquidos y luego agregar el agua para alcanzar la graduación de alcohol deseado; se agita y se deja reposar, enfriándose para recoger los dos estratos y por último, se recoge el estrato alcohólico. El producto así obtenido no contiene compuestos terpénicos, es soluble en agua y sirve para la aromatización de bebidas.

( 34 ).

### 5.5.3 COMPOSICION QUIMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE MANDARINA.

Según J.B.S. Braverman, los componentes principales del aceite esencial de mandarina son: d-Limoneno (  $C_{10}H_{16}$  ), p. eb.  $175^{\circ}C$ , índice de refracción  $n_D = 1.475$ , rotación específica =  $123^{\circ}$ ,  $40'$ , gravedad específica = 0.850; el cual es el elemento que se encuentra en mayor cantidad en el aceite esencial de mandarina: éster de metil antranilato de metilo:  $C_6H_4(NH'CH_3)COO \cdot CH_3$ , P. fusión =  $19^{\circ}C$ , P. ebullición =  $130^{\circ}C$  ( en vacío de 13 mm ), índice de refracción = 1.57963, rotación específica = 0, gravedad específica = 1.120.

El aceite esencial de mandarina es un producto muy agradable, preparado a partir de mandarinas y/o tangerinas, siendo su rendimiento alrededor del 0.2 % del peso de la fruta.

Este aceite es producido principalmente en Italia y sus constantes físicas reportadas son:  $d_{15}^{20} .854 - .859$ ,  $n_D$  ( rotación óptica ) = 65 - 75,  $n_{D20}$  ( índice de refracción ) = 1.475 - 1.478, acidéz valorable: de 5 a 11, siendo después de la acetilación, 12.5; residuo a la evaporación = 2.4 - 3.5% ; soluble en 7 a 10 partes de alcohol de  $96^{\circ}$ .

El principal componente del aceite de mandarina es el ya mencionado: d - Limoneno, pero el principal constituyente odorífero es el metil antranilato de metilo. ( 1% del aceite ).

( 5 ).

Nelson y Mottern entre otros, investigaron el aceite de man-

darinas en Florida ( Tangerinas Dancy ), estableciendo: 95.75 % de d-Limoneno, además otros compuestos aldehídicos como el octanal y el decanal, lo mismo que el citral, pero éstos se encuentran de manera muy escasa.

Este aceite de tangerina, probablemente también contenía citronelol, cadineno y sesquiterpenos, pero anteriormente no se contaba con instrumentos tales como el cromatógrafo de gases y por tal motivo no se detectaban. Los alcoholes estuvieron presentes en parte como ésteres, como el éster de cadineno. ( 29 ).

Las características de un aceite esencial cítrico, son el reflejo de su naturaleza a efectos tecnológicos.

Con base al interés por la esencia de mandarina, se han realizado diversos estudios, tales como los presentados por A. Soler y G. Guzmán ( 41 ), los cuáles son a referencia de los aceites esenciales Españoles de: Satsuma, Clementina y mandarina.

En el cuadro ( 5.5.3 ), se presentan los resultados obtenidos.

El análisis fisicoquímico, refleja diferencias apreciables entre las tres esencias; así, la rotación óptica es más elevada en las esencias de clementina y satsuma, que en las de mandarina, aunque hay que tener en cuenta que la temperatura y el color de las esencias, influyen considerablemente en su medición; se aprecia también que el contenido de compuestos oxigenados es más bajo en la esencia de satsuma.

A su vez, el análisis cualitativo del cuadro ( 5.5.3 ), nos muestra a los componentes encontrados en éstas esencias, dentro de los cuáles destaca el d-Limoneno, como el principal constituyente en cantidad del aceite esencial, continuando con el metil antranilato de metilo ( sólo para aceite de mandarina ) y el linalol en menor grado, al igual que el alfa-terpineol y terpinen-4-ol, lo mismo que demás compuestos apreciados en dicho cuadro.

( 41 ).

## CUADRO ( 5.5.3 ).

## PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

	Clementina	Mandarina	Satsuma
Peso específico (20 °C) .....	0,8503	0,8490	0,8503
Índice de refracción ( $\eta$ ) <sub>D</sub> <sup>20°</sup> .....	1,4742	1,4749	1,4745
Solubilidad (alcohol 95°) .....	0,75 vol.	0,4 vol.	0,55 vol.
Rotación óptica ( $\alpha$ ) <sub>D</sub> <sup>20°</sup> .....	88,5°	69,5°	88,5°
Peróxidos .....	-	inf. a 1	-
Residuo de evaporación (%) .....	5,05	3,65	4,70
Metales pesados .....	-	-	-
Índice acidez (mg KOH/g esenc.) .....	0,68	1,15	0,75
Índice ester (mg KOH/g esenc.) .....	9,0	7,2	3,8
Aldehídos (%) (n-decanal) .....	2,6	1,9	0,6
Índice ester (después acetilación) .....	15,1	14,0	10,3
Índice ester (después formilación) .....	14,2	9,8	11,4
Ester (%) (acetato linalilo) .....	3,1	2,6	1,7
Alcohol libre (%) "acetilación" .....	1,6	1,9	1,8
Alcohol libre (%) "formilación" .....	1,4	2,1	2,0
Alcoholes totales (%) acetilación .....	4,2	3,9	3,0
Alcoholes totales (%) formilación .....	4,0	4,0	3,2
N-metilntranilato de metilo (%) .....	-	-	-

(Los % de alcoholes se expresan como linalol)

CUADRO ( 5.5.3 )

Fracción Terpénica.-

	<u>CUALITATIVO.</u>			<u>IDENTIFICACION.</u>					
	<u>Cl.</u>	<u>M.</u>	<u>S.</u>	<u>B.</u>	<u>C.</u>	<u>a.</u>	<u>b.</u>	<u>c.</u>	<u>d.</u>
α - Tujeno.	&	&	&				&	&	&
α - Pineno.	&	&	&				&	&	&
β - Pineno.	&	&	&				&	&	&
Mirceno.	&	&	&				&	&	&
d - Limoneno.	&	&	&			&	&	&	&
γ - Terpineno.	&	&	&				&	&	&
p - Címeno.	&	&	&				&	&	&

Fracción Oxigenada.-

n - Octanal.	&	&	&	X	X	&	&	&	
n - Octanol.	&	&	&	X		&	&	&	
Linalol.	&	&	&	X		&	&	&	&
n - Nonanal.	&	&	&			&	&	&	
n - Decanal.	&	&	&	X	X	&	&	&	
Citronelol.	&	&	&			&	&	&	&
Nerol.	-	&	-	X		&	&	&	&
Terpinaen - 4 - ol.	&	&	&	X		&	&	&	&
n - Undecanal.	&	&	&			&	&		
Geraniol.	&	&	&			&	&		
α - Terpineol.	&	&	&	X		&	&	&	&
Acet. Linalilo.	&	&	&			&	&		
Carvona.	&	&	&	X		&	&	&	
n - Decanol	&	&	&			&	&		
Timol.	-	&	-	X	X	&	&		&
Ac. Citronelilo.	-	-	&	X		&	&	&	
Acet. Geraniolo.	-	-	&	X		&	&	&	
Acet. Terpenilo.	&	&	&			&	&		
n - Dodecanal.	&	&	&			&	&		
Acet. Decilo.	&	&	&	X		&	&		
n - Metilant. Met.	-	&	-	X	X	&	&	&	
n - Heptanóico.	&	&	&			X	&	&	
n - Octanóico.	&	&	&			X	&	&	
n - Nonanóico.	&	&	&			X	&	&	
n - Decanóico.	&	&	&			X	&	&	

CONTINUACION ( CUADRO 5.5.3 )

	<u>CUALITATIVO.</u>			<u>IDENTIFICACION.</u>					
	<u>Cl.</u>	<u>M.</u>	<u>S.</u>	<u>B.</u>	<u>C.</u>	<u>a.</u>	<u>b.</u>	<u>c.</u>	<u>d.</u>
Trans - Carveol.	-	&	-	X	&	&	&		
Aldeh. Perilla.	-	&	-	X	&	&	&		

NOTAS:

- Cl. = CLEMENTINA.  
M. = MANDARINA.  
S. = SATSUMA.  
B. = AISLADO POR CROMATOGRAFIA GASEOSA PREPARATIVA.  
C. = AISLADO POR METODOS QUIMICOS SELECTIVOS.  
a. = METODOS QUIMICOS.  
b. = CROMATOGRAFIA GASEOSA.  
c. = ESPECTROSCOPIA INFRARROJA.  
d. = ESPECTROMETRIA DE MASAS.

5.5.4 IMPORTACION Y EXPORTACION DE ACEITE ESENCIAL DE MANDARINA.

( CUADRO 5.5.4 )

I M P O R T A C I O N .

<u>FRACCION</u>	<u>3301A027.</u>		
	<u>AÑO.</u>	<u>KGL.</u>	<u>VALOR EN PESOS.</u>
	1975.	16.	4881.
	1976.	113.	35349.
	1977.	531.	128221.
	1978.	3132.	104564.
	1979.	1750.	946033.
			<u>VALOR EN DOLARES.</u>
	1980.	3463.	55908.
	1981.	3395.	66900.
	1982.	1049.	32285.
	1983.	3397.	45843.

E X P O R T A C I O N .

<u>FRACCION:</u>	<u>3301A.07.</u>		
	<u>AÑO.</u>	<u>KGB.</u>	<u>VALOR EN PESOS.</u>
	1975.	11700.	858688.
	1976.	1000.	68063.
	1977.	-	-
	1978.	-	-
	1979.	-	-
	1980.	-	-
	1981.	27.	63 ( DOLARES ).
	1982.	-	-
	1983.	-	-

Países de los cuales importamos: E.U.A, Italia, Alemania Federal, España, Francia, Brasil, y Suiza principalmente, y en segundo término: Holanda, Bélgica - Luxemburgo, y en el Continente Americano: Canadá.

Países a los que exportamos: De vez en cuando a E.U.A.

FUENTE: ANUARIOS ESTADISTICOS DE COMERCIO EXTERIOR. S.H.C.P.

( 19 ) y ( 39 ).

5.6 GAJOS5.6.1 INDUSTRIALIZACION DE LA PULPA DE MANDARINA.

En nuestro país, la pulpa de mandarina después de la extracción de jugo y aceite esencial, es junto con la cáscara, considerada como desperdicio de la línea principal del proceso, siendo más tarde prensada, secada y destinada para alimentación animal.

Sin embargo, si hablásemos de la pulpa en el proceso industrial, como lo es el de los segmentos ( gajos ) de mandarina, ya sea como conservas en almibar, congelados o bien confitería en general; podríamos hablar de mejores perspectivas para el aprovechamiento de la misma.

En éste proceso de industrialización, los gajos son presentados a menudo, después de haber sido pelados a mano, sin su membrana intercapelar y sin pepitas.

El mondado pudo ser facilitado por baños ácido-alcalinos, pero de todos modos, el trabajo manual reviste gran importancia.

Los gajos de mandarina son preparados en países como Japón o España; ( principales productores de mandarina ) y en ocasiones vendidos a otros fabricantes de conservas, que preparan frascos de frutos confitados diversos.

Apuntemos también la existencia en Japón, de un producto muy difundido: un envase ligero que contiene varios satsumas congelados con sus cortezas. ( 32 ).

5.6.2 TECNOLOGIA DE ELABORACION DE CONSERVAS DE SEGMENTOS DE MANDARINA EN ALMI BAR.-

Según Charles Morin L: el proceso consiste en lavar la fruta y luego " blanquearla " en agua caliente, cerca del punto de ebullición por tres minutos, para aflojar la cáscara.

Los segmentos se pelan a mano, se separan y se sumergen en un baño de ácido clorhídrico al 0.5% por 30', manteniéndose la temperatura a 5°C; en éste paso, la protopectina se convierte en pectina, que es fácilmente destruída en el tratamiento con lejía.

En éste tratamiento con lejía, las secciones se colocan en una canasta de acero inoxidable, perforada y se sumergen en la solución a 82°C y a una concentración del

0.2% de NaOH. A éstas condiciones, se permite retirar fácilmente la membrana capelar, ya que la lejía disuelve la membrana en cerca de 15 segundos.

Los segmentos se lavan después con agua, se sumergen en un baño de ácido cítrico de 0.5% y se les extraen las semillas; se llenan las latas y se añade jarabe caliente de 40 - 50%. Las latas se preesterilizan a 70°C por 10 minutos, se cierran y luego se procesan en un baño de agua caliente a 82°C, por 20 - 30'. Este tratamiento es suficiente para destruir todos los microorganismos al pH del producto, el cuál es alrededor de 3.5, así como para inactivar las enzimas presentes. Finalmente las latas son enfriadas. ( 28 ).

Sin embargo, para reajustar las condiciones del proceso, es de importancia considerar el siguiente estudio realizado por: G. Guzmán, A. Serrano y A. Hernandez, en 1977:

Ellos establecieron las condiciones de trabajo, como lo son: la concentración, el tiempo y la temperatura, para el pelado de segmentos por combinación de una acción ácida y otra alcalina, logrando de ésta manera acelerar gradualmente el proceso tradicional.

Dichos autores, estudiaron además, la influencia de la presencia de los iones calcio en las fases de transporte en agua de segmentos y en la hidrólisis ácida, lo mismo que en la acción alcalina para el desprendimiento de membranas, así como en las fases de lavado llegando a las siguientes conclusiones:

Las condiciones óptimas para la acción ácida son:

- a.) HCl al 5% v / v. ( CUADRO 5.6.1 ).
- b.) Temperatura: 20 - 25 °C
- c.) Tiempo: 50 minutos.
- d.) Ca<sup>++</sup> : 100 ppm. ( CUADRO 5.6.2 ).

Nota: A concentraciones superiores a las 250 ppm, el pelado era defectuoso y a más de 500 ppm, el pelado era nulo.

CUADRO ( 5.6.1 )

INFLUENCIA DE LA ACIDEZ SOBRE EL PELADO FINAL

CONCENTRACION (CM V/V)	ASPECTO DE LOS SEGMENTOS	RESULTADO DESPUES DE ACCION ALCALINA
1 %	MEMBRANA INACABADA	NO SE PELA
3 %	LIGERAMENTE CRAQUEADA	PELADO DEFECTUOSO
5 %	CRAQUEADO MANIFIESTO	BLEN PELADO
7 %	ATAQUE INICIADO A LOS SACOS (HESPERIDIOS)	PELADO CON CRATERES
10 %	ATAQUE MANIFIESTO DE SACOS (HESPERIDIOS)	EXCELENTE ATAQUE

CUADRO ( 5.6.2 )

INFLUENCIA DE 104ES CALCIO EN LA OPERACION DE LAVADO TRAS BAÑO ACIDO

TABLA

PPM DE CA <sup>++</sup>	OBSERVACIONES
100	SEGMENTOS NORMALES
200	
300	
400	ASPEROS
500	MUY ASPEROS
800	APERGAMINADOS
1000	

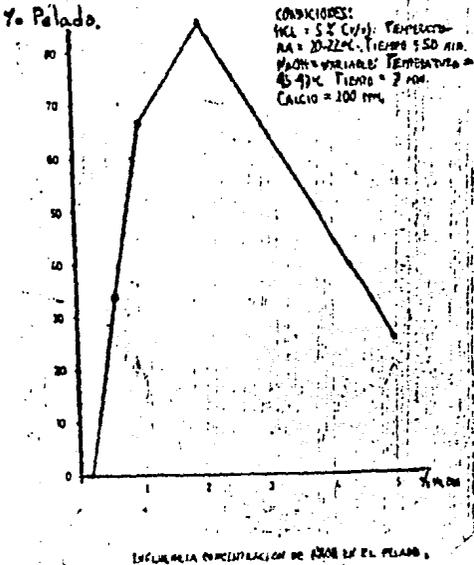
En cuanto a la acción " alcalina " .-

a.) Sosa cáustica: 2 % después de haber probado concentraciones del 0.2, 0.5, 1.0, 2.0 y 5.0 %, a temperatura de 45°C, por 7', sobre segmentos sometidos a las condiciones ácidas ya mencionadas. ( Gráfica 5.6.3 ).

b.) Temperatura: 45°C.

( Cuadro 5.6.4 ).

GRAFICA ( 5.6.3 )



CUADRO ( 5.6.4 )

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL BAÑO ALCALINO

TABLA

TEMPERATURA	OBSERVACIONES
25°C	NO SE PELAN
30°C	LIGERAMENTE SE PELAN
35°C	
40°C	CASI SE PELAN
45°C	PELADOS BIEN
50°C	ALGO ATACADOS
55°C	BASTANTE ATACADOS
60°C	MUY ATACADOS

c.) Tiempo: 7 minutos, ya que antes de dicho tiempo, los gajos eran difícilmente pelados.

d.) Calcio: 100 ppm.

Dentro de los estudios realizados se ensayó la posibilidad de acondicionamiento de aguas cálcicas, por uso de secuestrantes; ensayándose E.D.T.A. ( $\text{Na}_2$ ), frente a aguas con 460 ppm. ( en las que el pelado era prácticamente nulo ).

El comportamiento del agua así acondicionada aunque experimentaba una mejoría, no alcanzaba lo que correspondía en función del calcio acomplejado:

CUADRO ( 5.6.5 ).

INFLUENCIA DEL SECUESTRANTE  $\text{Na}_2$

TABLA 5 INFLUENCIA DEL SECUESTRANTE EDTA ( $\text{Na}_2$ )		
$\text{Ca}^{++}$	EDTA ( $\text{Na}_2$ )	OBSERVACIONES FINALES
460	0	NO SE PELA
460	1000	SE PELA, SIN SECUESTRANTE ALTA PORCENTAJE DE PELADOS
460	2000	
460	3000	

En otra fase de la investigación, se estudiaron las condiciones de esterilización necesarias para aunar una amplia seguridad en el proceso y un mantenimiento de la textura, presentándose la tabla de esterilización ( 5.6.6 ); de la cual se obtiene la curva T.D.T. ( tiempo de destrucción térmica ), de la que se obtuvo un valor  $Z=17$ , y una  $F^{80}$ , con un factor de seguridad de 4, por lo que  $F^{80}=1$  minuto a  $80^\circ\text{C}$ .

Tomando éste parámetro como base de esterilización, también se estableció que para una temperatura de baño de  $90 - 95^\circ\text{C}$ , y una temperatura inicial de  $30 - 35^\circ\text{C}$ , se requieren tiempos de seguridad de: 3 minutos ( para productos de 11 onzas ( 311 gramos ) ), y 14 minutos, para aquellos que presentaban un peso de 3 Kg.

Estas pruebas se realizaron empleando gajos de mandarinas " satsuma ".

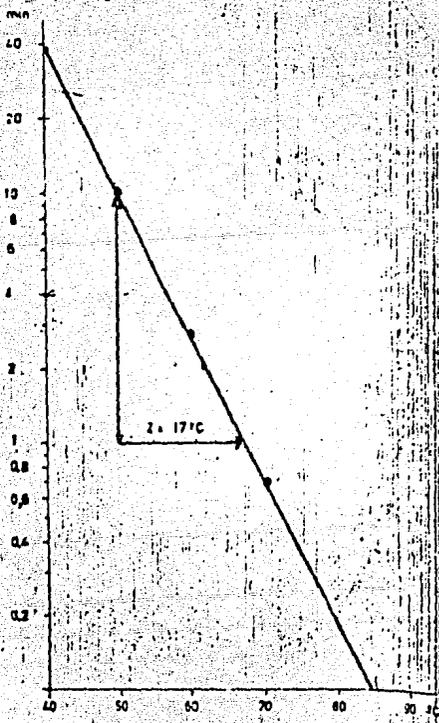
CUADRO ( 5.6.6 )

IDT DE LLEVADURAS EN MARMERA SALSINA

INCUB. A 28°C	60°C				INCUB. A 28°C	70°C			
	1'	1.5'	2'	3'		ESTERILIZACION			
	A B C D E	A B C D E	A B C D E	A B C D E		15°	30°	45°	60°
24 H	.....	.....	.....	.....	24 H	.....	.....	.....	.....
48 H	.....	.....	.....	.....	48 H	.....	.....	.....	.....
72 H	.....	.....	.....	.....	72 H	.....	.....	.....	.....
96 H	.....	.....	.....	.....	96 H	.....	.....	.....	.....

INCUB. A 28°C	60°C				INCUB. A 28°C	70°C			
	2'	2'-15"	2'-30"	2'-45"		30°	35°	40°	45°
	24 H	.....	.....	.....		.....	24 H	.....	.....
48 H	.....	.....	.....	.....	48 H	.....	.....	.....	.....
78 H	.....	.....	.....	.....	78 H	.....	.....	.....	.....

GRAFICA T.D.T.



Curva T.D.T. para la flora heterotrofica de marmera salina

Al final del estudio, se observó la recuperación de peso drenado y el contenido en sólidos solubles para el caso del formato de 11 onzas a lo largo de un almace- naje de 36 días y confirmación al cabo de un año de - que en aquel período se había alcanzado ya, un valor lí - mite en función de los tiempos de esterilización.

Lás pérdidas de peso drenado, oscilan entre el 15 y el 20 % aproximadamente.

Los tiempos de esterilización fueron: 2, 3, 4, y 5 minutos, a 100°C y un enfriamiento forzado; ( se partió, de 210 grs. de drenado, en un almibar de 28 ° Brix. ).

Como otro parámetro que es el resultado de la plas - mólisis, como de la translocación de azúcares, se siguió - la variación de sólidos solubles a lo largo de 36 días - de almacenamiento y confirmación posterior en un año. Se había partido de una satsuma con 8 % de sólidos solubles; a la hora de enlatar, se emplean 210 grs. y un almibar - de 28° Brix.

Se pudo apreciar que para elaborados previamente es - terilizados a: 2, 3, 4, y 5 minutos a 90 - 95 °C ( en - el baño ) y un enfriamiento forzado, la variación de só - lidos solubles en el medio, era consecuencia de la plas - mólisis y la translocación; existiendo un claro descenso - al principio y otro más lento a partir del sexto día.

Naturalmente se conjugan dos efectos: plasmólisis y - translocación de los azúcares al interior de los gajos, - puesto que la pérdida de membrana exterior, provoca el cre - cimiento de la permeabilidad de los sacos o celdillas

( 15 ).

Este tipo de industrialización es un medio simple, - y económico, para propagar en verano, un fruto de invier - no, ya sea como conservas, o bien como gajos fríos en - los cuales, un simple mondado con ayuda de un baño alcali - no permite presentar en bolsa a los gajos, siendo así consumidos directamente.

( 32 ).

## 5.7 HIGIENE EN LOS PROCESOS DE INDUSTRIALIZACION DE CITRICOS.

Factor determinante para la salvaguardia, de la calidad y racionalidad de las plantas, no solamente desde el punto de vista técnico sino también higiénico, es el cuidado que se tenga en éste aspecto en todos los procesos de industrialización.

Es notoria la influencia que tienen las alteraciones y las contaminaciones microbianas sobre la higiene del proceso y sobre la calidad de los productos terminados.

Los daños que los microorganismos causan en las industrias alimentarias son múltiples: en la alteración y daño de la materia prima, a la contaminación de las máquinas y en consecuencia de los productos elaborados.

Además los locales de elaboración deben estar adecuadamente ventilados; los pisos y las paredes, recubiertos con mosaicos y construidos de manera de facilitar el escurrimiento de agua.

Es absolutamente necesaria la cuidadosa limpieza al fin de cada jornada de trabajo; antes de recomenzar la elaboración, es útil proceder a un ulterior lavado de toda la planta.

Estudios sobre los factores de contaminación de los jugos cítricos, han demostrado que los más contaminados son los jugos obtenidos en las primeras horas de trabajo.

Es necesario tener también gran cuidado en las regiones de almacenamiento, las cuales deben ser constantemente mantenidas en las mejores condiciones de limpieza.

A su vez, es importante considerar todo el equipo de higiene y seguridad posible para una planta, tal es el caso de extinguidores, cascos, ropa limpia para el personal y un sistema de adiestramiento para que el trabajador opere con limpieza (manos limpias, uñas recortadas, pelo cubierto y demás consideraciones de higiene para toda planta procesadora de alimentos.)

## CAPITULO 6.

### INDUSTRIALIZACION DE DESPERDICIOS DE LAS PLANTAS PROCESADORAS DE MANDARINA.

#### 6.1 SUBPRODUCTOS DE LA MANDARINA.-

Sólo del 55 al 60 % de la fruta se emplea para jugos o separación de gajos y el resto debe utilizarse puesto que de otra manera, éstos desperdicios presentarían graves problemas tanto industriales como económicos, para las plantas procesadoras.

Después de la extracción del aceite, una operación común realizada en las plantas es la de: moler la cáscara y tratarla con cal para quitarle lo pegajoso y el jugo podrá eliminarse por prensado. La pulpa prensada se seca sobre secadores rotatorios del tipo de recirculación, hasta tener un contenido aproximado del 8 % de humedad y se vende como alimento para ganado. El licor extraído por lo general se concentra y se adiciona luego a la pulpa antes del secado para mejorar su valor alimenticio.

Hay otros productos que se preparan pero en cantidades menores, como: el aceite destilado de cáscaras, flavonoides, pulpa y cáscara en salmuera, ácido cítrico, aceite de semilla, y muchos otros productos más, que bien se podrían obtener; sin embargo, a continuación mencionaremos los que pueden tener una mayor demanda y aceptación.

( 9 ).

#### 6.2 FABRICACION DE PECTINA.-

Los residuos de la industrialización de los cítricos, constituyen una de las materias primas de mayor importancia en la fabricación de pectinas, sobre todo en los Estados Unidos, donde se produce cinco veces más pectina a partir de los agrios, que a partir de manzana; que es la fuente más empleada.

Tomando como base la fruta fresca, la cáscara de los cítricos contiene alrededor de un 3 % de pectina, en una forma insoluble, mejor conocida con el nombre de protopectina.

Un proceso que se puede tener como base para la fabricación de pectina, consiste en calentar la cáscara previamente molida en agua a 96 o 98 ° C por 10 minutos a fin de inac-

tivar las enzimas pectolíticas. La cáscara calentada, se lava con agua fría y la pectina se extrae con ácido diluido a alta temperatura.

La hidrólisis ácida va a convertir a la protopectina, en pectina soluble.

La pectina en el extracto, se precipita como un complejo de pectina con aluminio, añadiendo cantidades determinadas de cloruro de aluminio y carbonato de sodio, o hidróxido de amonio y sulfato de aluminio.

La sal compleja de color verde opaco, llamada: "pectina verde", se trata posteriormente en alcohol acidificado, para regenerar la pectina.

La pectina del extracto, puede recuperarse también por medio de precipitación con alcohol, siendo éste, generalmente alcohol isopropílico.

Después de la purificación, la pectina se seca hasta un contenido de humedad, de 6 a 8 %. Este paso puede llevarse a cabo en un secador al vacío, pero en todo caso, la temperatura no deberá ser mayor de 70°C, puesto que un sobrecalentamiento es perjudicial para la calidad.

La pectina una vez seca, se pulveriza en un molino de martillos, hasta un tamaño: de malla 60, para posteriormente ser envasada.

En 1977, "KAUSAR" y "NOWRA", realizaron un estudio, el cuál basa su desarrollo, en la manufactura de la pectina por medio de un complejo metal - pectina, siendo esto, a lo que se quiere llegar:

Un intento fué hecho para desarrollar una efectiva - producción de pectina, empleándose corteza de mandarinas satsumas las cuales fueron secadas hasta el 7 - 10 % de humedad, realizándose ésto a 90°C; y la pectina extraída en agua acidulada, con un 0.13 % de ácido clorhídrico y a temperatura de 95°C durante 45 minutos.

Después se filtra y la pectina se seca para más tarde formar el complejo con metal empleando cobre, aluminio + cobre, y aluminio.

Al discutirse la optimización del proceso, se llegó a la conclusión de que el complejo formado con cobre + aluminio, daba el mayor rendimiento para la producción de la pectina, siendo menor con los metales en forma individual.

( 23 ).

### 6.3 PASTAS PARA LA ALIMENTACION DE GANADO.-

La fabricación de alimentos para ganado a partir de los residuos de la industrialización de los cítricos, se lleva a cabo en países tales como: Estados Unidos, España, e Israel.

El proceso consiste en moler la cáscara por medio de un molino adecuado, como podría ser por ejemplo uno de martillos, en el cuál, martillos que giran a altas velocidades, cortan la cáscara en piezas de aproximadamente 0.7 por 2.0 cm. Las cáscaras así finalmente divididas, se hallan en un estado húmedo y por tener un alto contenido de pectina, son pegajosas y difíciles de secar.

A fin de destruir el efecto de la pectina, se añade un material alcalino, como por ejemplo: cal, o bien carbonato de calcio, en proporción del 0.3 al 0.5 % del peso de la cáscara. La alcalinidad local, cambia el color del residuo a un amarillo brillante, que desaparece lentamente para dar paso a un producto amarillo pajizo, a medida de que la cal reacciona con los componentes ácidos. La elevada alcalinidad local, que ocurre rápidamente después de la adición de la cal, trae consigo una rápida degradación y demetoxilación de las pectinas de la cáscara. La sinéresis se inicia, los jugos atrapados en la red de pectina se liberan y la porción de líquidos libre se cambia a un pH ácido. La melaza se vuelve más líquida y mucho menos pegajosa, hallándose lista para el prensado y secado.

El prensado se lleva a cabo generalmente en prensas continuas de disco, o bien de tornillo vertical.

El licor de prensa, contiene aproximadamente de un 9 a un 15 % de azúcar, pudiendo así obtenerse alcohol por fermentación o también concentrándolo en evaporadores para obtener melazas que se puedan emplear como alimento para ganado y así contribuir con el aprovechamiento de desperdicios para éste proceso.

La operación final consiste en secar la pulpa, a fin de eliminar el agua que se halla en una proporción de 60 a 65 %.

El secado se lleva a cabo en secadores rotatorios, obteniéndose un producto final con menos del 10 % de humedad, ( generalmente de 6 a 8 % ); después del secado, la pulpa pasa a un ciclón separador de donde continúa a un enfriador de tambor rotatorio con flujo de aire a contracorriente, en el cuál, la pulpa seca se divide en tres fracciones: los materiales finos que son arrastrados por aire frío en contracorriente; la llamada " harina " de cítricos que se separa por medio de un tamíz rotatorio y por último, la pulpa que se encuentra seca.

En éste proceso se obtienen rendimientos de 85 % de harina, 2 % de finos y el resto de pulpa.

El alimento obtenido a partir de la cáscara de cítricos, es de buena digestibilidad, tiene acción laxativa, constituye una buena fuente de energía y se utiliza para la alimentación de ganado.

A su vez, se considera que éste alimento tiene un alto contenido de carbohidratos y de calcio, mientras su contenido de fósforo y carotenos es bajo.

La " harina " de cítricos se utiliza en forma de " pellets ", fabricados con adición de melaza, o con inyección de vapor. Estas " pellets " se mezclan posteriormente con la pulpa seca, o se usan directamente y su valor alimenticio es esencialmente el mismo que el de la pulpa.

( 28 ).

#### 6.4 MELAZA DE CITRICOS.-

La melaza se obtiene por concentración del jugo liberado cuando se prensa la pulpa de la fruta, llamándose al jugo liberado: " licor de prensa " y contiene del 9 al 15 % de sólidos disueltos, más de la mitad de los cuales son azúcares. Este licor es de color pajizo, turbio y con un pH de 5 - 7.

La proporción de licor de prensa que se obtiene por el prensado, es muy variable y depende de: la variedad de la fruta, contenido de humedad de la pulpa y presión ejercida -

por las prensas.

Para cada especie, los grados Brix del jugo de la cáscara es aproximadamente más alto que el del jugo de la fruta.

La conversión del licor de prensa en melaza, comienza con la separación de las partículas grandes de pulpa presentes en los líquidos, por medio de tamices con número de malla de 40 a 80.

Después en un intercambiador de calor, se lleva el líquido a 115°C y alta presión, expandiéndose hasta condiciones atmosféricas. Esta operación cumple con varios objetivos: evapora el aceite de la cáscara que puede luego ser recuperado en forma de subproducto; destruye todos los microorganismos que pudieran causar deterioros; precipita el citrato de calcio y otras sales de calcio y finalmente ayuda a la floculación y suspensión de otras materias. La materia en suspensión se deja que sedimente para obtener así, sedimento y licor clarificado.

Dicho licor, se concentra en evaporadores de múltiple efecto hasta una concentración de 50° Brix, después de lo cual, es común pasarlo a través de una malla 40 para eliminar partículas sólidas tales como escamas de los tubos que puedan hallarse presentes

Finalmente se concentra a 72° Brix, en un evaporador de circulación forzada.

De ésta manera se obtiene un producto con buena cantidad de sólidos, de los cuáles la mayoría son azúcares. ( 28 ).

#### 6.5 ELABORACION DE COMMUNITED ( TRITURADO ).-

El comminuted, es un producto homogéneo, de aspecto coloidal, de consistencia de pasta más o menos fluida, que se utiliza para la preparación de bebidas refrescantes y que hasta ahora empieza a conocerse.

Ya ha sido resaltado, el interés por el procesamiento de desperdicios, por lo que al ser el comminuted un producto obtenido por trituración y homogenización de materias primas diferentes ( cítricos enteros más o menos desaceitados, mezclas variables de varios constituyentes de los cítricos etc ),

presenta alternativas para dicho objetivo planteado.

No es posible dar indicaciones precisas con respecto al producto terminado, pero se puede hacer una descripción del diagrama de elaboración. La línea de elaboración comprende:

- a.) Un triturador constituido por un cuchillo giratorio sobre una placa perforada, de manera que desmenuce los compuestos más grandes utilizados para la preparación del producto.
- b.) Cuando menos dos tanques a los cuales, se envía alternativamente el producto triturado y en donde se agregan los diferentes ingredientes para la preparación del producto.
- c.) Un molino coloidal, constituido por dos muelas de carbundom, sobrepuestas y coaxiales, de las cuales una es fija y la otra giratoria. El producto es forzado por una bomba, a pasar entre las dos muelas (cuya distancia es regulable) y en ésta operación se homogeniza. Las partículas del producto terminado, tienen un diámetro de varios micrones. En ésta operación se realiza también la emulsión y dispersión del aceite esencial. Se puede tener una mejor homogenización del producto con el empleo de un homogenizador de pistones.

Después de la homogenización, el producto se desaerea, pasteuriza y conserva en latas o barriles; ( en éste caso, se agregarán antifermentos ).

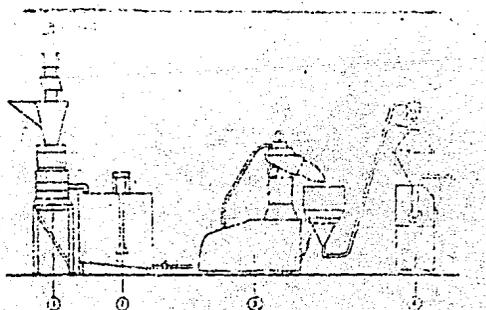


Figura 1 Esquema de una planta de elaboración de "comminuted" (Soc. Fryma Maschinen A.G. - Rheinfelden, Suiza).

- |  |                     |
|--|---------------------|
| 1 = triturador                               | 3 = molino coloidal |
| 2 = recipiente para preparación del producto | 4 = depósito        |

## 6.6 CASCARA EN SALMUERA.-

Las operaciones de conservación en salmuera, han permanecido sin variación por varios decenios.

Generalmente, se utilizan las cáscaras cortadas en dos mitades privadas de cualquier fragmento de membrana. Esta operación de limpieza se realiza a mano, aunque ya hay máquinas que realizan este trabajo satisfactoriamente.

Las cáscaras que se utilizan pueden tener aún todo su contenido de aceite y se llaman " toda esencia ", o bien, pueden estar parcialmente privadas en cuyo caso se llaman: " esencia media ".

Las mitades limpias son " coronadas; esto es, dispuestas una en la otra ordenadamente, en anillos concéntricos y sobre puestos; los recipientes son grandes tinas de madera o barriles parafinados adecuados. Las cáscaras se recubren con agua de mar, o con una solución al 10 % de NaCl y se dejan en reposo en los recipientes abiertos por dos semanas. En este período, se lleva a cabo una fermentación láctica y toda una serie de cambios osmóticos; la fermentación produce un derrame de líquido en forma de espuma y por esto se debe tener cuidado de reintegrar continuamente la salmuera.

Una vez realizada la fermentación, se descarga la salmuera y se sustituye por otra al 15%, a la cuál puede agregarse un poco de SO<sub>2</sub>. La cáscara debe permanecer sumergida en salmuera casi hasta el momento del empleo y puesto que los recipientes contienen una relación cáscara-salmuera de 1:1, se observa el alto costo de estos.

Para eliminar tales costos, recientemente se ha puesto a punto otro sistema de preparación de la cáscara en salmuera. Este consiste, en que una parte de la cáscara se escalfa con vapor directo en un recipiente adecuado que contiene un volumen triple de agua. Después de 2-3 minutos de ebullición, se agrega al agua una cierta cantidad de SO<sub>2</sub> ( 1500 - 2000 ppm ) y el 0.5% de ácido cítrico. Se mantienen las cáscaras en agitación por tres minutos, se drena el agua y las cáscaras escurridas se envasan en barriles o tanques de plástico.

Este sistema se opera más a menudo para las cáscaras cortadas en tiras delgadas, que generalmente se confeccionan a granel. Así pues, este tipo de producto se designa por su tipo de envase, como sistema " dry pack " por que no es necesario usar líquido para conservar la cáscara. ( 34 ).

### 6.7 VINAGRE A PARTIR DE DESPERDICIOS DE MANDARINA.-

KIM G.H.; PARKY; y SOHBI, en 1981, realizaron un estudio, para la obtención de vinagre a partir de un medio - que contenga cortezas de mandarina.

Los resultados indican, que el rendimiento de la corteza, fué 29 % y la concentración óptima de extracto de corteza para el medio de fermentación acética, fué de cerca del 25%.

La fermentación acética se veía inhibida, cuando el extracto de las cortezas del medio fué mayor al 70 %. Así mismo, la máxima acidéz del medio fué obtenida cuando éste, contenía 90 % de extracto de corteza y fué superior al 1 %; siendo menor que aquella cuando el medio contenía el 25 % de extracto de corteza.

En la fermentación acética, cuando el medio contenía 25% de extracto bajo condiciones aeróbicas, fué el rango promedio de producción de ácido acético: 0.062 gr / 100ml. / hr; y el rango promedio de ácido acético en una fase larga fué de: 0.15 grs / 100ml. / hr.

El rendimiento de producción, basado en acetificación - fué de 91.4 %.

Oxalato, Malato y Piruvato, fueron detectados en el medio de fermentación y la calidad del vinagre cuando el medio contenía 25 % de extracto, fué mejor. ( 25 ).

### 6.8 ELABORACION DE MERMELADAS Y JALEAS.-

La elaboración de mermeladas y jaleas a partir de cítricos, constituyen una forma importante de aprovechamiento - de éstas frutas.

Las mermeladas se diferencian de las jaleas, en que las primeras incluyen parte de la pulpa y cáscara de la fruta, mientras que las jaleas se fabrican a partir de jugo refinado.

La elaboración se realiza con un lavado, cortado y expresión de la fruta. El jugo pasa por la refinadora para eliminar las semillas y residuos groseros, mientras que las cáscaras se limpian, eliminándose las membranas carpelares y otras partes adheridas. Las cáscaras se cortan en tiras delgadas. Por lo general, al jugo que sale del refinador se le añade ácido cítrico para ajustar el pH a un valor de:

3.3, que es ideal, para lograr una buena gelificación. En este momento se inicia la concentración del jugo, generalmente en ollas con chaqueta de vapor, a presión atmosférica. Durante la concentración se va adicionando azúcar. La acidéz del jugo, permite que la sacarosa se hidrolice parcialmente, evitándose su posterior cristalización. A fin de lograr una gelificación adecuada, es necesario adicionar pectina como agente gelificante en cantidades que dependen del grado comercial de la misma y que está especificado por los fabricantes.

La pectina forma un sistema reticular muy fino, donde quedan encerrados los otros componentes de la mermelada y se agrega mezclada con azúcar. La concentración del producto final es de 64 a 67 % de azúcar que generalmente se determina con el refractómetro.

Finalmente, el producto se envasa caliente en frascos de vidrio, se cierra y se enfría tan pronto como sea posible, para evitar la degradación de la pectina por el calor.

#### 6.9 OTROS SUBPRODUCTOS.-

Son numerosos los subproductos que aparte de los ya mencionados se pueden obtener de la industrialización de las frutas cítricas.

Otros subproductos incluyen alcohol, aceite de las semillas, ácido láctico, flavonoides y algunos otros más, sin embargo hay pocos reportes de dichos procesos.

Dentro de los subproductos que podríamos añadir a éste estudio se encuentran:

##### Acido Cítrico.-

La fabricación de éste, a partir del zumo de los agrios, es un proceso complicado y en la actualidad, casi todo el ácido cítrico se obtiene por fermentación microbiana a partir de soluciones de azúcares y controlando la formación de ácido cítrico durante la fermentación, para así determinar el fin de la misma en el momento deseado. ( 28 ).

##### Aceite de las Semillas.-

La mayor porción de lípidos en los frutos cítricos se encuentra en las semillas, por lo que reviste gran interés éste proceso.

Como ya mencionamos en el capítulo # 3, las semillas de cítricos contienen alrededor del 35 % de aceites, que bien

puede obtenerse por prensado o extracción con hexano y que tiene un color pálido y un fino aroma.

Se han desarrollado instalaciones industriales para la separación de las semillas de los subproductos sólidos, las cuales son enviadas a las industrias extractoras de aceite.

( 33 ).

Otros estudios se han realizado con el fin de buscar posibles alternativas para el aprovechamiento de los desperdicios de las procesadoras de cítricos, como por ejemplo, un estudio realizado en España a cerca de la posibilidades para la industrialización de subproductos resultantes en la elaboración de segmentos de mandarina satsuma en conserva:

Este estudio fué orientado a dos puntos principales:

- a.) Eliminación y recuperación de la esencia de las pieles de satsuma después de la industrialización como segmentos.
- b.) Dedicación de las pieles ya sean integrales, o bien extraídas para diversos usos de mayor rentabilidad entre los que destacan:

- 1.- La extracción de pectinas.
- 2.- La recuperación de pigmentos de caracter carotenoide.

El trabajo fué realizado por: Guzmán G; Laencina J.L.; Gimenez; y Martínez Z. J.C. y reportado en 1977.

En cuanto al rendimiento de aceite esencial:

La destilación por arrastre con vapor de agua directamente de cortezas satsumas deshidratadas y molidas en seco, produce los más bajos rendimientos de aceite esencial ( 0.5 % ), aún después de largo tiempo de destilación, posiblemente debido a las pérdidas por calentamiento en la molienda.

Sin embargo, sobre las mismas cortezas molidas con agua, o simplemente troceadas, se obtuvieron rendimientos más elevados de hasta 1.5 %.

Cortezas de satsuma seca destilada, previa maceración en salmuera ( 20-30 % de NaCl ), permite recuperar mayores cantidades de aceite esencial en el mismo tiempo de destilación.

Análisis del aceite esencial:

La valoración de las areas de los picos encontrados en el análisis por cromatografía en fase vapor del aceite esencial recuperado en la destilación de cortezas de satsuma, demuestra que el d-Limoneno, es el principal constituyente su

poniendo un 80% del aceite total. Le siguen en importancia - cuantitativa los hidrocarburos terpénicos y terpineno ( 5% ), mirceno ( 2.30 % );  $\alpha$ - pineno ( 2 % ),  $\epsilon$ - pineno ( 0.7 % ), y en menor cantidad el  $\alpha$ - tuyeneno, p-cimeno y sabineno.

El terpineol es el principal constituyente oxigenado ( 6% ), seguido del linalol ( 1.6 % ) y aldehído n - decílico ( 0.4 % ).

El elevado porcentaje de limoneno, nos hace de ésta esencia una fuente importante para la posible extracción de éste compuesto que es en definitiva el principal constituyente de la esencia de piel de satsuma extraída en frío.

En cuanto a la extracción de pectina reportaron:

Los rendimientos de pectina recuperada sobre muestras de 200 y 500 gramos de corteza fresca, son: 2.4 y 2.0 % respectivamente.

El análisis colorimétrico con carbazol, muestra una riqueza del 70 % de ácido anhidro galactourónico y del 98 % en forma de pectina de agrios comercial.

Referente a los carotenoides el estudio indicó:

La extracción de pigmentos de la corteza seca y posteriormente determinación colorimétrica, presenta un contenido en caroteno de 42,000 U.I. por 100 gramos de corteza.

Los datos presentados en ésta comunicación, se han de considerar desde el punto de vista meramente orientativos, debido a que las variaciones de la fruta de que procede la materia prima, así como de los diferentes factores que han actuado desigualmente sobre la misma corteza desde su separación, sin duda, han de tener un valor decisivo en algunos de los resultados considerados.

## C O N C L U S I O N E S .

1.-La mandarina es un cítrico, que por sus requerimientos de cultivo puede desarrollarse en grandes extensiones territoriales del planeta.

Procediendo con cuidado en su cosecha y en su transporte, se podrá presentar al mercado un producto con buena calidad y más aceptable al consumidor.

2.-La producción mundial de mandarina, se ve dominada principalmente por dos países : España y Japón.

En México la producción ha ido disminuyendo, lo cuál puede atribuirse a la situación económica del país y a factores naturales como lluvias, clima, suelos etc; por lo que habrá que tener año con año más precauciones para no afectar la producción de mandarina.

3.-La mandarina, es un cítrico bastante rico nutritivamente parecido al limón y la naranja, que sin embargo no se le ha dado el auge que debería tener; si lo comparamos con dichas frutas.

4.-El almacenaje de la fruta presenta gran importancia, ya que de ésta manera, podremos mantener en buenas condiciones al cítrico por un período mayor de tiempo, lo cuál va a repercutir para tener más opciones para la industrialización y el aprovechamiento de la misma.

El almacenaje recomendado para el consumo de mandarina es el de refrigeración.

5.-Muchos son los productos que pueden obtenerse a partir de la mandarina, sin embargo, la industrialización se apoya en tres procesos principales : industrialización de jugo, de aceites esenciales y de segmentos.

De esta manera, todo aquello que salga de estos tres procesos, será considerado como subproductos o bien, como desperdicios que podrán ser usados para producir otro tipo de manufacturas.

Además, una planta procesadora de cítricos, no se limita a uno sólo, sino que procesa diversos frutos de acuerdo a la estacionalidad de los mismos, por lo que existen muchas alternativas para obtener elaborados a partir de frutas cítricas.

6.- Todos los procesos de industrialización, se verán favorecidos por el buen manejo que se proporcione a la fruta y por la higiene que se tenga para dichos objetivos, así como por la calidad de las materias primas que se empleen.

7.- Se puede mencionar que en México existen alternativas para el aprovechamiento integral de la mandarina, lo cuál trae como consecuencia ayudar al desarrollo industrial de nuestro país creando empleos, nuevos alimentos y contribuyendo a resolver las deficiencias vitamínicas que imperan en la mayor parte del planeta.

Sin embargo, la incertidumbre económica que vive el país y las altas tasas de interés que están pagando los bancos, - trae como consecuencia la falta de inversión por parte de empresarios en éste tipo de industrias; además la opción sería que el producto industrializado se exportara, para obtener ingresos en dólares, ya que de otra manera, el negocio sería la exportación del producto en fresco. Esto se comprueba al ver que para el año de 1985, se obtuvieron ingresos por concepto de exportación de mandarina, de: 345'811,990 pesos (19).

8.- Otra opción para el aprovechamiento de la mandarina, sería el diversificar las plantas procesadoras de cítricos, con el desarrollo de productos novedosos para la región; tal sería el caso de industrializar los gajos, cosa que no se hace en México. De ésta manera se podría empezar a crear más alternativas e ingresos dentro de la industrialización de cítricos y a su vez, realizar ésto no sólo para la mandarina, sino para todos los cítricos en general, considerando la estacionalidad de los mismos con objeto de tener éste tipo de productos durante todo el año y así justificar la inversión en éstas industrias.

9.- Varios son los factores a considerar para tener tales alternativas, pero México tiene la infraestructura necesaria para no tan sólo mantener la industria cítrícola, sino para incrementarla y no descuidarla como ha sucedido en los últimos años para el caso de la producción Nacional de Mandarina, la cuál ha disminuido notablemente de 1981 en que había un volumen de producción de 149,094 toneladas, a 101,323 toneladas - para 1984.

10.- Cifras alentadoras para lograr cierto progreso en el aprovechamiento de la mandarina las están presentando regio-

nes como el Estado de Yucatán, que para 1984 ha crecido a 13,969 toneladas, siendo que en años anteriores no reportaba producción, o bien como el Estado de Veracruz que ocupa ya el primer lugar en 1984, en cuanto a Estados productores - con 61313 toneladas.

11.- A su vez, otros Estados no han tenido las precauciones adecuadas para seguir progresando, tal es el caso del Estado de Nuevo León, que de tener en su haber 61,499 toneladas en 1982, ha disminuído su producción hasta 5000 toneladas. ( 35 ).

Estos puntos son importantes destacar para evitar que la industria cítrica se vea afectada y para tratar de mejorar la misma con medidas que permitan incrementar la productividad y el aprovechamiento integral de todos los cítricos.

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

- 1.- Abbot. J.C.- " Mercado de frutas y hortalizas ". 2a. edición. F.A.O. Guías de mercadeo. O.N.U. para la agricultura y la alimentación.
- 2.- American refrigeration products. S.A. " Los Vegetales " Compilación literaria y responsabilidad, - de Mario Samayoa y Lizárraga. México 13 D.F.
- 3.- Amoros Castañer M.- " Guía práctica de tratamientos de agrios ". Ediciones Dilargo. 1970. Lérida España.
- 4.- Beer - Sheva.- " Tag. Fruit Coating wax emulsion - test reports. 1962 - 1967. Chemical works: July 1967.
- 5.- Braverman J.B.S.- " Citrus product chemical composition and tech. " Ed. Interscience publisher. L.T.D. London. U.S.A. 1949.
- 6.- Conafrut.- " Estudio para la factibilidad en la instalación de una planta procesadora de cítricos en el Estado de Veracruz. " México D.F. Junio de 1980.
- 7.- Chapot H.- " Agrumes et fruits subtropicaux ". U.S.A. Apuntes de expedición, en la colaboración con Liblanc y G. Guenot. 1952.
- 8.- Desrosier W.N.- " Conservación de Alimentos ". Cía. editorial Continental S.A. 8a. Impresión. México, Noviembre de 1977.
- 9.- Desrosier W.N.- " Tecnología de Alimentos ". Editorial: C.E.C.S.A. México. Mayo de 1983. Primera edición en Español.
- 10.- Durand J.H.- " Les sols irrigables etude pédologique " Argel. 1958.
- 11.- F.A.O.- " Anuarios estadísticos de producción ". Vol37; año 1984. F.A.O - O.N.U. para la Agricultura y la Alimentación.
- 12.- Farin D; Ikan R; Gross.- " The carotenoid pigments in the juice and flavedo of a mandarin hibrid ( C. Reticulata ) during ripening" Phytochemistry 22 (2) 403 - 408 ( 1983 )

- ( Dep. of organic Chem. Lab. of natural products Hebrew. Univ of Jerusalem Israel)
- 13.- González - Sicilia E.- " El cultivo de los agrios ".  
Editorial Bello. Valencia España. 1978.
  - 14.- Guzmán G; Laencia J.L; Jiménez; y Martínez. Z.J.C.  
" Posibilidades para los subproductos industriales resultantes en la elaboración de conservas de segmentos de satsuma ".  
Centro de edafología y biología aplicada Murcia, España. Tomado del " Primer Congreso Mundial de Citricultura. 1973. Vol III. Edición dirigida por : O. Carpena - en 1877
  - 15.- Guzmán, G; Serrano A; y Hernández A.- " Algunas mejoras en la elaboración de segmentos de naranja satsuma en almibar ". A.I.V.C Murcia España. Primer Congreso Mundial de Citricultura. 1973. Vol. III. Editado en 1977.
  - 16.- Hirano S.- " Relations of fruit size of satsuma mandarin to the sugar and acid contents ".  
Journal of the Japanese Soc. for Hort - Science. 48 (2), 162 - 168. (1970 ).
  - 17.- Hulme A.C.- " The Biochemistry of fruits and their products ". A.R.C. Food Research Inst. - Norwich Eng. Academic. Press London and New York. Vol. (2), pag : 129, ( 1971 )
  - 18.- Instituto Internacional del Frío.- " Recomend conditions of perishable. ( 1967 ). Paris.
  - 19.- I.M.C.E.- " Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior" 1970 - 1985. ( S.P.P. )
  - 20.- Instituto Nacional de la Nutrición.- " El Valor Nutritivo de los Alimentos ". " México " 1977-
  - 21.- Innes J.B.- " Report on the mandarin cold storage trial ". Area rural development programe . 32 pp. India 1982.
  - 22.- Kadota R; Miura M.- " Estudios on lipids of citrus fruits II. Efect on storage. Temperature on lipid content and faty acid composition of juice from satsuma mandarin ".

- Bulletin of the faculty of Agric, Miya-  
zaqui Univ. 29 (2) 275 - 283. ( 1982 )
- 23.- Kausar; Nowra P.- " A new approach to pectin manu-  
facture by copper methal. II. preparation  
of dry - methal - pectin - complex ". The -  
journal of Fac. Agric. Kynshy Univ. 26-  
(1) 1 - 7, ( 1981 ).
- 24.- Keford and Chander B.V.- " The Chemical Constituents-  
of citrus fruit ". Academic Press. New -  
York. pag : 50, 51. ( 1970 ).
- 25.- Kim G.H; Parky; Sohhi C.B.- " Utilización of orange  
peel in spirit vinegar. brewing ". Rese-  
arch reports of agricultural science and  
tech. 8 (1); 108 - 116. ( 1981 ).  
Graduate school chang nam nat. Univ Da-  
ejon. s. Korea.
- 26.- Kodama M, Akamatsos, Bessho, Onada Kubos. " Effect -  
of Nitrogen fertilizing on the composi -  
tion of satsuma mandarin juice ". Jour -  
nal of Japanese Soc. of Food Sci, and-  
Tech. 24 (8), 398 - 403, Abstract : Food-  
sci. and tech. Abstract. vol. 14. -  
( 1982 ). No 11 pag 87.
- 27.- Lloyd A, Ryall M.S. and W.T. Pentzer M.S. " Hand -  
ling transportation and storage of fruits-  
and vegetables ". Vol. 2. Avi Publishing  
Co. 1974.
- 28.- Morin Charles M.- " Cultivo de los cítricos ". Insti-  
tuto Interamericano de ciencias agrícolas  
ED. IICA. Lima Perú 1980.
- 29.- Nelson Ek. and Mottern N.H.- " Florida tangerine oil  
Am. chem. soc. 56, 1932 ( 1934 ). Am.  
Perfumer esential oil. Rev. Sept.
- 30.- Oralia M. Amparo, García Carmen y Jiménez L. José -  
L " Anteproyecto sobre la industrializa -  
ción de cítricos en el Estado de Tama-  
ulipas ". Servicio de información técnica  
S.A.R.H. y CONACYT. Octubre de 1973.
- 31.- Palacios Jorge.- " Citricultura Moderna ". Editorial -  
Hemisferio Sur. 1978. Buenos Aires Argen-  
tina.

- 32.- Praloran J.C.- " Los Agrios ". Editorial Blume. Colección: Agricultura Tropical. 1977. Barcelona España.
- 33.- Primo Yufera E.- " Química Agrícola III. " " Alimentos " Editorial Alhambra. Impreso en España - en 1982.
- 34.- Safina Guioseppe.- " Los Derivados de los Cítricos ". - Fideicomiso del Limón, en Nacional Financiera S.A. México D.F. 1978.
- 35.- S.A.R.H. - D.G.E.A.- " Anuarios Estadísticos de Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.
- 36.- S.A.R.H.- " Documentos Técnicos para el Desarrollo Agroindustrial y los Sistemas Alimenticios - Básicos ". " Frutas ". # 6 S.A.R.H. en Marzo de 1982
- 37.- S.A.R.H. - D.G.E.A.- " Preliminares de Información Agropecuaria Forestal ". de los años 1982, - 1983 y 1984. ( Banco de Datos ). Dir. General de Estudios, Información y Estadística Sectorial.
- 38.- S.A.R.H.- " Tabulares Preliminares del Departamento de Relaciones Internacionales del Sector Agropecuario.
- 39.- S.A.R.H.- " Manual de Plaguicidas Autorizados ". 1984. - Dir. Gral. de Sanidad y Protección Agropecuaria y Forestal. S.A.R.H.
- 40.- Singh S.N.- " Investigation on Storage of Kinnow ". - Punjab Horticultural Journal. 21 ( 1/2 ) 23 - 26 ( 1984 ) ( 4 Ref. En ) ( Hort. Exp. and trunning cint, Saharanperuttar pradesn. ) India.
- 41.- Soler A; Guzmán G; Mendreras R; Marques J.M.- " Estudio de los aceites esenciales Españoles: - Satsuma, Clementina y Mandarina Común. - I. Congreso Mundial de Citricultura 1973. Edición dirigida por: C. Carpena. Murcia España. 1977.
- 42.- Statistical Information on the Citrus Fruit Industry. - supplement 1973. sunkist Growers Inc. N.

Junio de 1973. E.U.A.

- 43.- Sugawara; Matsumoto; Sasak; Nitta.- " Preference for -  
satsuma mandarin beverages ". Journal of  
japanese soc. of food sci. and tech. -  
26 (12) 530 - 537 ( 1974 ) ( 2 ref -  
en ). ( Kagawa Nutr. coll; Yoshiwa - ku  
Tokio Japón ).
- 44.- Valdes Nieto Silvia Margarita.- TESIS. Fac de Química  
" Estudio de la conservación de cítricos  
por medio de una emulsión de cera de -  
candelilla ". México D.F. 1974.
- 45.- Watcemabe, Aok, Sato.- " Radiation preservation of c.  
unshiu ". III. Efect of electron energy-  
on peel browning and shelf - life of c.  
unshiu. " Journal of Japanesse Soc. of  
Food. sci. and tech. 24 (2) 59 - 64 -  
( 1977 ).