

99
20J



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**ALTERNATIVAS PARA LA
INDUSTRIALIZACION INTEGRAL
DE LA NARANJA**

**TRABAJO MONOGRAFICO
DE ACTUALIZACION**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO
P R E S E N T A :
EDUARDO MORALES VILLAVICENCIO



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

México, D. F.

1993



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.

ALTERNATIVAS PARA LA INDUSTRIALIZACION INTEGRAL DE LA NARANJA

T E M A R I O

	INTRODUCCION.	1
I	INFORMACION GENERAL SOBRE CITRICOS.	3
	1.1 Antecedentes.	4
	1.2 La Naranja: Clasificación Botánica y Variedades.	5
	1.3 Condiciones necesarias para el desarrollo.	10
	1.4 Reglas y cuidados en la cosecha.	12
	1.5 Factores limitantes para el crecimiento y desarrollo de la planta y del fruto.	15
	1.5.1 Plagas y Procedimientos para evitarlas.	15
	1.5.2 Enfermedades post-cosecha más comunes.	17
II	SITUACION MUNDIAL ACTUAL DE LA NARANJA.	19
	2.1 Situación Internacional.	20
	2.2 Situación Nacional.	23
	2.3 Exportaciones e Importaciones.	41
III	COMPOSICION QUIMICA DE LA NARANJA.	46
	3.1 Anatomía.	47
	3.2 Albedo, Flavedo, Semillas y Jugo.	49
	3.3 Acidos Orgánicos.	50
	3.4 Azúcares.	54
	3.5 Colorantes.	55
	3.6 Componentes Aromáticos.	57

3.7	Componentes Nitrogenados.	60
3.8	Compuestos Minerales.	61
3.9	Enzimas.	62
3.10	Flavonoides.	64
3.11	Lípidos.	67
	3.11.1 En Semillas.	67
	3.11.2 En Piel.	68
	3.11.3 En Jugo.	69
3.12	Sustancias Pécnicas.	70
3.13	Vitaminas.	72
	3.13.1 Valor Nutritivo y Terapéutico.	74

IV	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y METODOS PARA SU CONSERVACION.	79
4.1	Tratamientos preliminares del fruto al almacenaje.	80
4.2	Características que influyen en el almacenamiento y conservación.	82
4.3	Condiciones importantes para su conservación durante el almacenaje.	82
4.4	Métodos tradicionales de conservación.	87
	4.4.1 Encerado.	87
	4.4.2 En cámara frigorífica.	89
	4.4.3 Atmósferas controladas.	91
	4.4.4 Aditivos Químicos.	91
	4.4.5 Al aire libre.	92
	4.4.6 Otros métodos.	93

4.5	Accidentes de almacenaje.	93
V	INDUSTRIALIZACION DE LA NARANJA.	96
5.1	Fases de la producción del sistema agro-industrial.	97
5.2	Preparación de la fruta antes de su industrialización.	99
5.3	Jugos.	100
	5.3.1 Definiciones y Requisitos	105
	A) Jugo Fresco.	108
	B) Jugo Concentrado.	121
	C) Jugo Deshidratado.	143
	5.3.2 Alteraciones y Adulteraciones.	148
5.4	Aceites Esenciales.	150
5.5	Gajos (Secciones) Enlatados y Congelados.	167
5.6	Empresas Procesadoras de Cítricos.	168
VI	SUBPRODUCTOS DE LA NARANJA.	176
6.1	Aprovechamiento industrial de Subproductos	177
6.2	Productos Brutos.	183
	6.2.1 Piensos (pastas para la alimentación de ganado).	183
	6.2.2 Cáscara en salmuera.	189
	6.2.3 Aceite de semillas.	190
6.3	Productos de extracción.	191
	6.3.1 Productos derivados de la cáscara.	191
	6.3.2 Pectinas.	200

6.3.3	Acido cítrico.	207
6.3.4	Flavonoides, extractos vitamínicos y colorantes.	208
6.4	Productos que necesitan una transformación más profunda.	215
6.4.1	Productos de fermentación.	215
6.5	Elaboración de comminuted (triturado).	224
6.6	Confituras-conservación de azúcar.	225
6.6.1	Jaleas y Mermeladas	228
	CONCLUSIONES.	237
	BIBLIOGRAFIA.	240

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

De los cítricos la naranja es el fruto de mayor importancia en la alimentación de la población nacional e internacional; por sus características organolépticas y nutritivas así como por ser un fruto que es cultivado en grandes extensiones de tierra en México, la hace ser el fruto de mayor consumo a nivel nacional. De la naranja son obtenidos como productos principales el jugo en sus distintas formas de presentación (simple, concentrado y deshidratado), así como los aceites esenciales que son de suma importancia en la industria de saborizantes, sin ser menos importantes en la industria farmacéutica, utilizados para disimular el sabor desagradable de algunos medicamentos, en cosméticos y perfumes; en la industria química se utilizan en la elaboración de pinturas y barnices, en la fabricación de insecticidas, shampoos, cremas limpiadoras de mano, etc.

Practicamente de la naranja todas sus partes son susceptibles de ser aprovechadas industrialmente, ya que 50 a 60% de la fruta es utilizada para obtener los productos principales y el resto debe ser aprovechado, pues de no serlo estos presentarían serios problemas económicos e industriales a las plantas procesadoras de cítricos y en un tiempo no muy largo a la humanidad, porque serían una forma muy grave de contaminación ambiental. Afortunadamente y gracias a los avances tecnológicos los subproductos y desperdicios son aprovechados casi en su totalidad debido a su composición química a través de un buen número de pasos y procesos que los hacen productos útiles para el ser humano así como para el ganado. Fomentando la investiga-

ción y aún más el aprovechamiento de los subproductos y desperdicios para la alimentación del ganado productor de alimentos básicos y obtener así mejores derivados de ellos. Por otra parte el poder obtener productos útiles para el hombre como son pectinas, que tienen amplias y numerosas aplicaciones industriales, ácido cítrico, colorantes y el poder utilizar los desperdicios y subproductos como material para obtener otros productos por medio de fermentaciones como son metano, butilenglicol, proteínas, etc. Lo que es más importante resaltar es que estos subproductos y desperdicios tienen gran aplicación y futuro industrial, ya que muchas industrias obtienen más ganancias de ellos que de los productos como tal.

El principal objetivo de este trabajo es el de poder dar una visión general de las formas de hacer útiles esta gran cantidad de subproductos y desperdicios de la naranja aprovechando sus características físicas y químicas, realizando su interés industrial dentro del crecimiento futuro de toda industria de cítricos.

El trabajo se divide en dos partes, en los cuatro primeros capítulos se trata de dar a conocer las condiciones de cultivo, su comercialización, composición química así como las condiciones de almacenamiento; y en los dos últimos capítulos se trata la industrialización dando un panorama general de los procesos reportados así como el aprovechamiento integral de la naranja.

CAPITULO I.-

INFORMACION GENERAL SOBRE CITRICOS.

- 1.1 Antecedentes.
- 1.2 La Naranja: Clasificación Botánica y Variedades.
- 1.3 Condiciones necesarias para el desarrollo.
- 1.4 Reglas y cuidados en la cosecha.
- 1.5 Factores limitantes para el crecimiento y desarrollo de la planta y del fruto.
 - 1.5.1 Plagas y procedimientos para evitarlas.
 - 1.5.2 Enfermedades post-cosecha más comunes.

1.1 ANTECEDENTES:

Según algunos autores, los frutos cítricos están comprendidos en 16 especies y 8 variedades, se sabe que son originarios de Nueva Guinea y Melanesia, así como del sudeste del continente Asiático. Probablemente en Japón, China y la India, además de otros países orientales, han resultado hibridaciones accidentales entre frutos cítricos, por diversas causas naturales, como por ejemplo, la acción de insectos, dando después frutas de inclusive mejor calidad. Una vez que pasó del este de Asia a la India, llegó a los países que se encuentran al margen del Mediterráneo. (14)

La cidra, el naranjo agrio y limones fueron las primeras especies conocidas introducidas a Europa alrededor del año 1200. La naranja (*Citrus sinensis*) es probablemente nativa del Sudeste de Asia, específicamente del Noroeste de la India y Pakistán, aunque se cree originaria del sur de China e Indochina donde se cultivó siglos antes de que se difundiera al resto del mundo. La naranja fue introducida a los países que se encuentran al margen del Mediterráneo mucho tiempo después que el limón.

Cuando Cristóbal Colón hizo sus primeros viajes llevaba consigo semillas de naranjo dulce, en ese tiempo ya estaban distribuidos los cítricos en los países de alrededor del Mediterráneo, en especial España, Italia y Grecia. Durante el segundo viaje de Colón (1493), se introdujeron las semillas de los cítricos a las islas la Española y la Isabela (hoy en día Santo Domingo y Bahamas respectivamente),

luego fueron difundidos a Cuba y a nuestro país en 1517. Aproximadamente en el año de 1565 se considera la introducción de los cítricos en la península de Florida. En la región de Sudamérica la introducción de los cítricos se debe a los portugueses, en especial al entrar por Brasil, al colonizar el territorio del Amazonas. Así fue como los cítricos se difundieron por el mundo. (14, 26)

Las más importantes especies de los cítricos son las siguientes:

- A) Las naranjas dulces.
- B) Las mandarinas.
- C) Los limones.
- D) Los pomelos.
- E) Las naranjas amargas.

(42)

1.2 LA NARANJA: CLASIFICACION BOTANICA Y VARIEDADES.

Los cítricos se cruzan entre ellos con la mayor facilidad y están sujetos a variaciones de brote relativamente frecuentes, por lo cual existe una multitud de tipos y variedades cuya clasificación botánica presentan serias dificultades. Según la clasificación de Swingle, de la familia de las Rutáceas interesan tres géneros de cítricos cultivados: Poncirus (hojas caducas trifoliadas); Fortunella (hojas persistentes, enteras); Citrus (hojas persistentes, enteras).

El género Citrus son pequeños árboles de hojas persistentes simples, número de gajos del fruto igual o superior a siete; este

género comprende varias especies originarias de la Cochinchina, del Archipiélago Malayo y de la India; las hojas son gruesas, coriáceas, lampiñas, unifoliadas, con peciolo articulado. Las flores son axilares solitarias o en ramilletes, blancas o rojizas, con cáliz de color blanquecino o violáceo. Los pétalos son normalmente 5, los estambres numerosos (15-60); el ovario está formado por 8-15 celdas que contienen cada una 8-15 óvulos. El fruto es una baya (hesperidio) globosa u oblongada, recubierta de una corteza (albedo y flavedo), en el cual están distribuidas las "vesículas" que contienen los aceites esenciales. Las semillas son blancas, oblongadas y generan varios embriones. (24)

Las especies principales, según Swingle y Rebour, son:

- 1.- Citrus Médica L. o Cidrero; se denomina también toronja o poncem.
- 2.- C. Limón L. Burn; o Limonero.
- 3.- C. Aurantifolia L. Swingle; o Limerio.
- 4.- Lima o limón dulce.
- 5.- C. Aurantium L.; Bigardio o Naranja amargo.
- 6.- Subespecie Bergamia WIGHT y ARNOLD o Bergamota.
- 7.- Variedad Myrtifolia KER GAWL o Chino.
- 8.- C. Sinensis L. OSBECK; Naranja dulce; es la especie-tipo del género.
- 9.- C. Reticulata BLANCO o mandarino.
- 10.- Clementino.
- 11.- C. Grandis L. OSBECK o Pamplemusa.
- 12.- C. Paradisi MACFADYEN, pomelo o Grape-fruit.

Hay híbridos de Citrus naturales provenientes de progenitores a menudo no muy bien conocidos e híbridos obtenidos experimentalmente, cuyos progenitores son conocidos y seleccionados con objeto de obtener nuevas variedades resistentes a adversidades de origen diverso o susceptibles de más conveniente utilización; el interés económico de la mayoría de los híbridos es bastante restringido. La creación de cítricos útiles o la mejora de tipos existentes por hibridación es aleatoria, por falta de pureza de los padres, el origen de estos híbridos es muy discutido. (24)

El naranjo asume entre los cítricos el desarrollo más conspicuo, ya que el árbol puede alcanzar los 10-12 m de altura. El naranjo puede vivir más de 100 años, pero económicamente dura menos, hacia el vigésimo año entra en la fase de plena producción. Copa redondeada con hojas compuestas unifoliadas de pedúnculo alado, flores de pétalos blancos incluso exteriormente, fruto globoso, desde la forma aplastada a la alargada, de piel de color característico más o menos gruesa y lisa, pulpa también anaranjada, roja (sanguina) en algunas variedades.

Variedades:

A) Naranjo franco borde o salvaje de fruto dulce.- Arbol de fruto dulce, muy vigoroso de tronco grueso derecho y espinoso de copa elevada; sus ramas están cubiertas de espinas que va perdiendo con el tiempo, las hojas de diversa conformación y color según la parte que ocupan del árbol; los frutos son de mediano tamaño y abundantes, de sabor muy agradable pero a medida que envejece el árbol

se hacen más pequeños y de sabor agrío. Empiezan a fructificar de los 12 a 15 años, resisten mucho al frío, a la sequía y a las enfermedades y se considera como portainjerto vigoroso.

B) Naranja de la China.- Es un árbol de mediano porte sus hojas están pobladas de muchas y pequeñas espinas y sus frutos son bastante grandes, de piel lisa y fina, pulpa amarilla y de sabor fuertemente azucarado. La floración es bisanual, produciendo más los años alternos.

C) Naranja de fruto periforme.- Es grueso y de carne amarilla en el centro y roja al exterior, resiste mucho al frío, su producción es abundante y su jugo muy agradable.

D) Naranja de Bedmar.- Sus frutos tienen la particularidad de permanecer 2 o 3 años en el árbol, a conveniencia del agricultor adquiriendo su color amarillo de madurez completa en los meses de Julio, Agosto y parte de Septiembre, siguientes al año de fructificación.

E) Naranja Amarga.- (o Naranja Agrío). Se distingue del naranja dulce por el menor desarrollo de la planta, follaje menos denso, y la flor más grande y más olorosa, fruto de volumen y forma de naranja dulce pero la corteza más áspera. Tiene raíz franca y larga, peluda, tronco recto grisáceo, ramas espesas, con espinas largas verdosas hojas elípticas estrechas ligeramente dentadas en la parte superior, sostenidas por un pedúnculo más o menos alado.

F) Naranja dulce.- Es originario de China o Cochinchina, comprende un conjunto de variedades de carácter común, hojas ovaladas, agudas en ocasiones dentadas, pedúnculo más o menos alargado; flores blancas, frutos redondos u ovals obtusos raramente terminados en

punta de color amarillo dorado, corteza con vesículas convexas, pulpa jugosísima y de un sabor azucarado muy agradable. (24)

La población del naranjo dulce en los E. U. A. es clasificada en tres grandes grupos:

1.- Grupo de frutos normales.

- Variedades de maduración precoz (temprana).

Bonne, Dillar, Enterprise, Pearson Brown, Sweet seville, Hicks, Trovita, Foster, Centennial, Early oblong.

- Variedades de maduración intermedia.

Acme, Conner, Jaffa, Majorca, Pineapple, Shamouti, Circassian, Dummitt, Esquisite, Homosassa, Indian river, Joppa, Koethen, Madam vinous, Prata, Selecta, Weldon, etc.

- Variedades de maduración tardía.

Bessie, Brazilian, Lue Ging Gong, Mediterranean, Sweet, Maltese oval, Valencia, Du roi, Drake Star, Lamb summer.

2.- Grupo de frutos anormales o navel.

Australian, Carter, Golden, Nugget, Texas, Washington, Surprise, Double imperial, Thomson, Navelencia, Buckeye, Sustain, Parsons.

3.- Grupo de frutos sanguíneos de pulpa rubescente o estriada de rojo.

Egyptian blood, Maltese, Ruby, Sandford, Saul, St. Michael.

Así un carácter diferencial consiste en el calendario de maduración que tiene gran importancia comercial. Cada uno de los caracteres indicados, bajo la influencia de diversos autores, se presenta

en formas más o menos atenuadas, tanto que a menudo se hace difícil el empleo de la clave analítica. (23, 24)

1.3 CONDICIONES NECESARIAS PARA EL DESARROLLO.

A) Suelos:

El suelo ideal para el cultivo de los cítricos es áquel que contiene como fracciones principales: Limo, Arcilla y Arena; y se puede indicar de manera general como mejores tierras aquellas que contengan más del 50% de arena y el otro 50% repartido entre limo y arcilla, aunque 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 cítricos, con buenas condiciones de drenaje. Las tres fracciones proporcionan la textura del suelo, el problema radica en que los suelos de textura fina, como el arcilloso o el arcillo-limoso, retienen mucha agua lo cual dificulta la aereación de la planta; mientras que suelos de textura gruesa como los arenosos, tienen baja retención del agua y así ésta penetra con mucha rapidez y escapa del ámbito radicular de absorción.

El suelo muy alcalino puede inducir a la llamada "Clorosis Férrica", y provocar deficiencia por inmovilización de zinc, cobre y fósforo, mientras que en suelos muy ácidos provocan solubilidad de manganeso, cobre y níquel provocando toxicidad a la planta.

Al procurarse suelos arenosos, se tendrán frutos de mayor tamaño, corteza más delgada y un mayor contenido de jugo, sin embargo,

éste presenta menor cantidad de sólidos disueltos, al igual que menor cantidad de azúcares y acidez, la relación de azúcares y ácidos es más alta por lo tanto los frutos producidos en suelos arenosos dan la sensación de ser más dulces. En el caso de suelo de textura arcillosa, las características serán las opuestas. (42)

Diversos autores en 1979 reportaron: Árboles fertilizados con diferentes niveles de nitrógeno durante 10 años ("Satsumas") fueron examinados en su calidad de frutas y composición de jugo, observándose que niveles altos de nitrógeno, incrementaron el peso de la fruta, la proporción de corteza y los niveles de aminoácidos en el jugo, sin embargo el contenido de fósforo presentó un decremento a lo largo del experimento.

B) Clima:

El clima ideal para que se desarrollen los cítricos es parecido a las zonas tropicales, más bien caliente y con cierto grado de humedad; es muy importante la situación climatológica que por esta razón el aceite esencial y el sabor, puede variar en cuanto calidad y cantidad.

La temperatura ideal para el cultivo varía de los 15 a los 30 °C ya que las temperaturas más extremas dañan seriamente a los frutos. En México se tiene un promedio anual entre los 20 y los 25 °C de temperatura que es muy favorable para que se desarrollen éstos.

C) pH:

El pH recomendado del suelo es de 5.5 a 7.0 . En plantacio-

nes jóvenes hay que aportar "cal" para que el pH no disminuya por debajo de 5.5 .

Como se podrá observar hay varios parámetros importantes para la composición de un suelo ideal, por lo que es importante señalar que las condiciones antes mencionadas no se podrán encontrar en muchas partes del mundo. (42)

Si bien la producción de cítricos se caracteriza por una amplia dispersión mundial entre los paralelos cuarenta norte y sur, la producción esencial es recolectada en unas cuarenta regiones solamente; la cuenca mediterránea, Estados Unidos, Brasil y Rep. Sudafricana son los principales productores. Este reparto desigual de la producción mundial de cítricos entre los países productores esta vinculada a la posición geográfica de éstos, puesto que algo menos de los 4/5 de los tonelajes recolectados lo son del hemisferio norte y a pesar de que la zona originaria de los cítricos está situada entre los 30° de latitud norte y los 10° de latitud sur, el 82% de los cítricos es producida entre los 23° y 36° de latitud sur. (29)

1.4 REGLAS Y CUIDADOS EN LA COSECHA.

La fruta se muestrea periódicamente para ver si ha alcanzado el grado de madurez apropiado según puede juzgarse por los contenidos de azúcar, ácido (relación Brix/ácido) y rendimiento de jugo. El método tradicional de cosecha es que se recoje con una escalera se sube hasta la parte superior del árbol con una bolsa y se des-

prende la fruta. Al llegar a la parte de abajo la fruta se vacía en una caja. Este es el método más rápido de cosecha a mano y se usa para la fruta que se va a embarcar como tal exclusivamente.

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 dependen de la norma de cada variedad para lo que se consideran: la coloración, acidez, por ciento de sólidos, apariencia y otros muchos parámetros.

2.- La recolección no puede empezar hasta que los frutos se encuentren perfectamente secos esto es después de la evaporación del rocío matinal por lo que se hace evidente que no puede tener lugar en tiempo lluvioso, salvo en caso de suma urgencia y si además se dispone de una área de almacenamiento cubierta para que puedan ser colocados los frutos y así se sequen, para evitar contaminaciones por hongos que se desarrollan si estos 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 a raíz y sin riesgo de pinchazo, pues las partes cortantes son redondeadas.

4.- El fruto debe ser sostenido con 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, este fondo es abierto sobre una caja pero manteniendo de forma que la apertura se encuentre

muy cerca del nivel alcanzado por los frutos ya vertidos en la caja, para que de este modo 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.

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

9.- El transporte desde el huerto hasta el centro de acondicionamiento debe ser en el momento más oportuno preferentemente después de cada jornada de recolección. (42)

Se han hecho progresos en la cosecha mecánica, los árboles pueden sacudirse mediante un dispositivo que sujeta una rama a la vez, o bien pueden emplearse descargas de viento; las sacudidas deben ser severas. Se progresa en experimentación sobre productos químicos que producen la capa de abscisión, por ejemplo ciclohexamida. Parece que un material que sea efectivo en desprender las frutas también aumenta la formación de etileno. La fruta cae directamente a la tierra y se recoge a mano o mediante barreadoras mecánicas.

Los frutos destinados a la extracción de aceites esenciales, no

exigen tantas precauciones en su recolección como los destinados a la venta directa. Un método de recolección violento es perjudicial para los árboles e influye para las recolecciones futuras. (13)

Hay que añadir que la recolección del fruto destinado a esencias, se realiza en la fase llamada "cambiante" de la maduración; esto es cuando el color de los frutos pasa de verde oscuro al verde claro con algunas zonas amarillentas. En una fase más avanzada la cantidad y calidad de esencia son inferiores. El almacenaje no es aconsejable, ya que las glándulas se secan con rapidez, con la siguiente reducción del índice de aceite esencial contenido en la corteza. Por lo que es importante la coordinación de recolección con el tratamiento.

La fruta deberá ser tratada como máximo 24 horas 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, cajas o sacos sean mantenidos en buen estado de limpieza y que estén bien forrados para evitar desperfectos de todo tipo. (42)

1.5 FACTORES LIMITANTES PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA Y DEL FRUTO.

1.5.1 Plagas y Procedimientos para evitarlas.

I.- Plagas

- Por insectos: Pulgones, empoasca o roseta, chinche, co-

chinilla, piojo rojo, negro y blanco (estos dañan las hojas y los frutos decolorándolos), capareta negra (es de las más comunes e importantes, ya que extrae el jugo del vegetal debilitándolo y segregando una maleza característica que provoca consecuente desarrollo de negrilla o fumagina), cotonet, cacoexia, mosca del Mediterráneo, (para dar una idea de ésta, una mosca puede dañar hasta 100 frutos) gran variedad de arañas y muchos insectos más.

- Hongos: Gomosis infecciosa (producida por hongos Phytophthora citrophthora y Phytophthora parasitica), negrilla (Fusago va-gans y Limacina citri), caries (por género de hongos: Hydnun, Stratum, Poliporus y Polystictus), antracnosis (Colletotrichum gloeosporioides ésta 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 de trabajo 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, caquexia, exocortis.

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

(23, 42)

II.- Procedimientos para evitarlas

Muchas son las plagas que pueden enfermar el árbol o al fruto, pero si tratamos de detallar a cada una de ellas sería muy extenso, sin embargo, más importante que la plaga será la manera de evitarlas ya que una vez atacado el árbol o el fruto, el daño sería irreversible. Existen varios procedimientos para evitar plagas tales como :

- Barreras Físicas: Como en el caso de mosquiteros situados en la cara sur del árbol para evitar la mosca del Mediterráneo. Suprimiendo manualmente frutos dañados, evitando mala manipulación y corte.

- Métodos Químicos: Empleando plaguicidas permitidos por la S.A.R.H., tales como son: Dimetoato, Azinfos Metílicos, Ometoato, Oxidemeton, Metil Malatión, Oxicloruro de cobre y Benomilo dentro de los más comunes.

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

(42)

1.5.2 Enfermedades Post-Cosecha más comunes.

Una vez seleccionados los frutos y clasificados según su desti-

no, lo más importante será cuidarlos de las enfermedades post-cosecha, ya que éstas afectan de manera más directa al consumidor. Dentro de las enfermedades más comunes de éste tipo se encuentran las siguientes:

- Hongos: Podredumbre verde (*Penicillium digitatum*) y Podredumbre azul (*Penicillium italicum*). Se presentan como su nombre lo indica en forma de moho verde o azul respectivamente, 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 son ácido bórico, tiabendazol (tecto 60), borax y alcanzandose grandes resultados con el fungicida Benomilo (Benlate), que es un polvo humectante al 50%, su tolerancia es de 10 ppm, su intervalo de seguridad es de un día y se emplea a concentración de 60 - 90 gr/100 lt. de agua.

Prevención indirecta: eliminando en el almacén todos los frutos que estén dañados.

- 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 algunos golpes, por hacerlo en tiempo de lluvia, o bien por heridas que previamente trajera el fruto.

Prevención: Evitando la recolección en época de lluvia así como el cuidado en la recolección y manejo del fruto.

Otras enfermedades post-cosecha de menor importancia son las siguientes: Hongo blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*), Podredumbre oscura de eje (por *Alternaria citri*), además variedades de *Phytophthora*, *Penicillium* y otros muchos más. (42)

CAPITULO II.-

SITUACION MUNDIAL ACTUAL DE LA NARANJA.

- 2.1 Situación Internacional.**
- 2.2 Situación Nacional.**
- 2.3 Exportaciones e Importaciones.**

2.1 SITUACION INTERNACIONAL.

La producción mundial de un fruto exige gran cuidado en su evaluación. En todos los países existen un número más o menos importante de pequeños huertos familiares cuya recolección autoconsumida escapa a todo censo preciso. Por otra parte, no todos los países poseen los servicios estadísticos suficientes para obtener unas informaciones exactas, otros países solo publican datos estadísticos fragmentarios y, entre los que aportan regularmente datos útiles, la presentación de éstos no es idéntica para todos. Por consiguiente los tonelajes mencionados en este capítulo (tanto Nacionales como Internacionales) no tienen valor absoluto, puesto que en buen número de casos proceden de simples estimaciones.

En el cuadro 2.1 se observa que la producción frutera en el año de 1989 fue de 336,073 miles de toneladas métricas y de ésta los cítricos son los de mayor producción mundial.

Las naranjas suministran alrededor de 50,630 miles de toneladas métricas por año, o sea más del 70% de los cítricos recolectados en el mundo. También surgen diferencias importantes en la ubicación de las especies, puesto que la cuenca mediterránea produce el 11.5% de las naranjas (con España como productor más importante de esta zona), Estados Unidos el 16.5% y Brasil el 33.2% o sea el 60.7% (30,705 miles de toneladas métricas = 60.7%) del tonelaje global mundial de frutos de estas especies sólo para tres regiones de cultivo.

(15)

CUADRO 2.1**FRUTOS QUE REPRESENTAN LA PARTE PRINCIPAL
DE LA PRODUCCION FRUTERA MUNDIAL**

FRUTO	PRODUCCION (miles toneladas métricas)
CITRICOS	71,894
UVAS	59,158
PLATANOS	43,685
MANZANAS	40,226
TOTAL	336,073

**ANUARIO ESTADISTICO DE PRODUCCION
FAO VOL. 43 1989.**

Hay que entender por " comercio mundial "tan sólo las transacciones comerciales efectuadas entre países exportadores y países importadores, con la exclusión de las ventas en los mercados locales de los países productores. Las naranjas y las mandarinas ocupan el primer lugar, en peso y en valor, con un 79% de los tonelajes comercializados; vienen a continuación los limones y las limas con un 14% y por último los pomelos con un 7%. (10)

España, Israel, Marruecos e Italia son, con mucho, los primeros exportadores mundiales. Es preciso subrayar que su situación geográfica, en la proximidad de los grandes centros de consumo europeo, ha favorecido indudablemente la expansión de su agroindustria y la ha orientado claramente hacia una producción destinada ante todo a la exportación. Aunque figuren en la primera fila de los productores mundiales, los Estados Unidos sólo se clasifica en quinto lugar entre los exportadores, lo que se explica por la importancia de su mercado interior.

Brasil en primer lugar y la República Sudafricana en menor medida son suministradores relativamente importantes, puesto que se benefician de la inversión de las estaciones y presentan su producción de naranja durante el verano boreal, o sea en la época en la que la cuenca mediterránea no produce (estos países están situados en el hemisferio sur). (29)

La producción mundial de naranja alcanzó durante 1989 50,630 miles de toneladas, cantidad que la sitúa como el fruto más impor-

tante entre la total producción de los cítricos. En el mundo, los 19 países incluidos en el cuadro 2.2 localizados en 4 continentes casi aportan el total de la producción si consideramos que alcanzan el 98% del total.

En el continente americano ha prosperado significativamente el cultivo de naranja las cifras elocuentes al observar el cuadro 2.2, aporta 30,486 miles de toneladas métricas igual al 60% del promedio de la producción total mundial anual.

Norte y centro América contribuyen con 11,504 miles de toneladas métricas (23%), América del Sur 18,982 miles de toneladas métricas (37%). Dentro de éstos, Brasil ocupa el primer puesto con un promedio de 16,807 miles de toneladas métricas y Estados Unidos el segundo con 8,149 miles de toneladas métricas. (ver cuadro 2.2)

Referente a la producción mundial de naranja se ha observado un aumento considerable en corto tiempo, esperando un aumento mayor en los próximos años. Esto debe llevar una visión muy optimista del porvenir de la agroindustria, pero depende del nivel de vida de los países productores en vías de desarrollo y por consiguiente es permisible un aumento del consumo local provocando un descenso en los precios y la consiguiente ampliación de los compradores. (10)

2.2 SITUACION NACIONAL.

La naranja constituye la fruta de mayor importancia en la ali-

CUADRO 2.2
PRODUCCION MUNDIAL. PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES
(Miles de toneladas métricas.)

Continento y País	1989
TOTAL MUNDIAL	50,630
Norte y Centro de América	11,504
Estados Unidos	8,149
México	2,269
Cuba	510
Otros	576
América del Sur	18,982
Brasil	16,807
Argentina	650
Ecuador	85
Venezuela	424
Otros	1,016
Asia	9,808
India	1,800
Israel	546
China	3,715
Turquía	738
Paquistán	1,100
Otros	1,909
Europa	5,749
España	2,629
Italia	2,100
Grecia	900
Otros	120
África	3,822
Egipto	1,370
Marruecos	994
Sudáfrica	510
Argelia	177
Otros	771
Otros Continentes y Países	765

mentación de la población nacional debido a la dimensión que adquieren los indicadores asociados a su cultivo y a la elevada proporción en que su producción global se destina a abastecer la demanda interna. En 1986 ocupó el primer lugar tanto en volumen producido (25.4%), como en superficie cosechada (20.5%) entre las catorce frutas más importantes del país. Asimismo, su consumo por persona al año se ubica regularmente en poco más de 26 kg (comparativamente el consumo de plátano, la segunda fruta en importancia, es de aproximadamente 20 kg por persona anualmente).

Alrededor de las tres cuartas partes de la producción total de naranja se consumen internamente en estado fresco, mientras que el resto se destina a las procesadoras de cítricos para la obtención de derivados como son los aceites esenciales, jugo concentrado, cáscara deshidratada, jaleas, conservas, etc, cuyo destino es tanto el mercado nacional como el de exportación. (11)

México es uno de los cinco mayores productores a nivel mundial y aunque su participación en el comercio exterior de este cítrico no ha sido demasiado significativa tradicionalmente, en los años más recientes la exportación de jugo concentrado parece haber alcanzado cierta relevancia. En cambio, las exportaciones de naranja fresca se han reducido considerablemente, a causa de las catástrofes naturales (fuertes heladas) que tuvieron lugar en 1984-85 en Nuevo León, las cuales propiciaron que este estado redujera su producción de las 400,000 toneladas anuales que aportaban al total nacional hasta 1983 a solamente un promedio de 54,000 tons. por año en el período 84-87.

La situación anterior incidió negativamente en las exportaciones del producto en fresco porque la naranja de Nuevo León cumple satisfactoriamente con los estrictos controles fitosanitarios que imponen las autoridades de los Estados Unidos a sus importaciones en fresco (este país representa el principal mercado de la naranja mexicana fresca y/o industrializada). Dichas condiciones no son satisfechas por la producción de otros estados de la República Mexicana, ante lo cual las exportaciones tienden ahora a realizarse luego de que la naranja ha sido sujeta a algún proceso de industrialización.

En tales circunstancias, la evolución favorable del cultivo a nivel nacional ha descansado, fundamentalmente, en la incorporación de vastas y fértiles tierras (de temporal) en el estado de Veracruz. El crecimiento de la producción total a una tasa media anual del 2.7% a lo largo del período 1970 - 86 fue notoriamente alentado por una mayor expansión del cultivo en Veracruz, cuya respectiva tasa de crecimiento del producto fue de 6.7%, anual entre los mismos años. Además, de 1970 a 87 la superficie cosechada en ese estado pasó de alrededor de 35,000 a 100,000 hectáreas y la producción correspondiente de 422,300 a casi 1'500,000 toneladas. (11)

El mayor ritmo de crecimiento se presentó en los primeros años de la década pasada (1980-83), cuando la producción total del país incremento a una tasa media del 5.9% anual, superando en términos absolutos, los 2'000,000 de toneladas producidas, en 1982 y 83, lo que no había ocurrido desde que se cultiva la naranja en México. A

su vez, Veracruz consolidó su posición como principal estado productor, ya que su producción pasó de 654,000 a 986,000 toneladas de 1980 a 83. En los años de 1984 - 86 la producción nacional retomó su ritmo de crecimiento a una tasa media anual de 5.4% , lo que para 1987 le permitió recuperar y rebasar el nivel absoluto que alcanzó en 1983, a pesar de que Nuevo León no ha conseguido reasumir, hasta el momento, su papel como segundo estado productor. La reactivación del cultivo se logró, gracias a un importante aumento en los rendimientos obtenidos. Como promedio del país éstos pasaron de 11.3 a 14.5 tons. por hectárea de 1984 a 86, mientras que cifras respectivas en el estado de Veracruz se incrementaron de 11.9 a 18.9 tons/H.

(11)

En el cuadro 2.3 se muestra una serie histórica de producción de naranja a partir del año 1986 hasta abril de 1991 donde se observa el avance que se ha tenido en los últimos años mostrando que los tonelajes producidos han sobrepasado la producción de la segunda mitad de la década de los 80's.

La producción naranjera de Veracruz ha adquirido cada vez mayor relevancia, a tal grado que actualmente significa más del 65% del volumen nacional. Esto lleva cierto riesgo en cuanto al abasto del producto, debido a que prácticamente la totalidad de la superficie cultivada en ese estado es de temporal, lo que ocasiona que sus rendimientos obtenidos se vean supeditados a las condiciones climatológicas. Generalmente éstas son en Veracruz, las mejores de todo el país para el cultivo de cítricos (lluvias en abundancia y bien distribuidas durante la mayor parte del año, adecuada temperatura, etc.)

CUADRO 2.3
SERIE HISTORICA DE SUPERFICIE Y PRODUCCION DE NARANJA
 (Hectáreas y toneladas)

AÑO / MES	SUPERFICIE	
	ESTABL. EN DESARR. EN PROD.	PRODUCCION
1986		1,909,008
1987		1,933,540
1988		2,099,158
1989		1,165,801
1990	Enero	1,148,375
	Febrero	1,152,087
	Marzo	1,165,801
	Abril	1,165,801
	Mayo	81
	Junio	79,789
	Julio	238,277
	Agosto	342,011
	Septiembre	748,510
	Octubre	812,715
	Noviembre	813,246
	Diciembre	813,247
1991	Enero	864,989
	Febrero	886,665
	Marzo	886,690
	Abril	1,063,564

BOLETIN MENSUAL DE INFORMACION BASICA DEL SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL; SARH AVANCE AL 30 DE ABRIL DE 1991.

pero no se encuentran exentas de sufrir variaciones drásticas en algunos ciclos.

La zona citrícola de Veracruz aporta casi la totalidad de la Central de Abasto del Distrito Federal. En 1987 de esa entidad provinó más del 95% del volumen que se desplazó en dicha Central. Los principales municipios que participan regularmente en el abasto a la Central de Abasto se localizan en los distritos de Martínez de la Torre y Tuxpan. Ha sido en el Distrito de Tuxpan, especialmente en el municipio de Alamo, donde el cultivo ha tenido su mayor expansión en la década de los '80. Asimismo es aquí donde se ubican los mayores productores del estado y quizá de todo el país. En 1987 cuatro de ellos cultivaron extensiones que individualmente alcanzaron alrededor de 3,000 hectáreas, lo que en conjunto representó el 27.5% de la superficie naranjera de ese distrito y, dados los rendimientos de sus huertas, les permitió contar con aproximadamente 300,000 toneladas del cítrico. (11)

Esos mismos cuatro productores actúan además regularmente, como "corredores" de naranja en el andén de subasta de la Central de Abasto. Es decir, son los agentes encargados de recibir el producto en el andén, cotizarlo y distribuirlo entre los diferentes compradores que acuden a éste. Su doble función como productores y "corredores" les posibilita controlar aproximadamente el 75% de la producción que se comercializa en el andén, lo cual propicia además, que en este lugar de la Central de Abasto no se realice subasta alguna, sino que la naranja se pueda comercializar en las condiciones de pre-

cio que les pueda asegurar la consecución de amplias masas de ganancia a los cuatro grandes productores "corredores", en las diferentes temporadas (alta, media y baja) de abasto del producto a la Central.

Las bodegas de los mayoristas constituyen el siguiente paso en el recorrido de la naranja por la Central. Aproximadamente, el 70% del volumen global que se desplaza en el andén se dirige a aquéllas, mientras que el resto es adquirido por tiendas de autoservicio, mercados públicos como los de la Merced y Jamaica, o bien, se reexpide.

Por lo que se refiere a la distribución de la naranja al menudeo, los canales populares (mercados públicos, fijos y móviles) dependen alrededor del 72% del producto que se consume en fresco, en la Ciudad de México, partiendo de la Central de Abasto como mercado mayorista. El volumen restante se canaliza a los autoservicios públicos y privados (7%), a múltiples establecimientos pertenecientes al pequeño comercio (4%), y a hospitales, reclusorios, restaurantes, etc. (5%).

Los autoservicios privados realizan la mayor proporción (65%) del volumen de ventas de este canal, abasteciéndose de la Central de Abasto. Algunos de ellos recurren continuamente a adquirir la fruta en las propias zonas de producción, mientras que otros acuden a comprar en el campo especialmente en los meses de menor desplazamiento en la Central de Abasto del D.F. Los volúmenes adquiridos por las cadenas privadas en el campo, bien pueden llegar a ser igual o más significativos que los que compran en la ciudad.

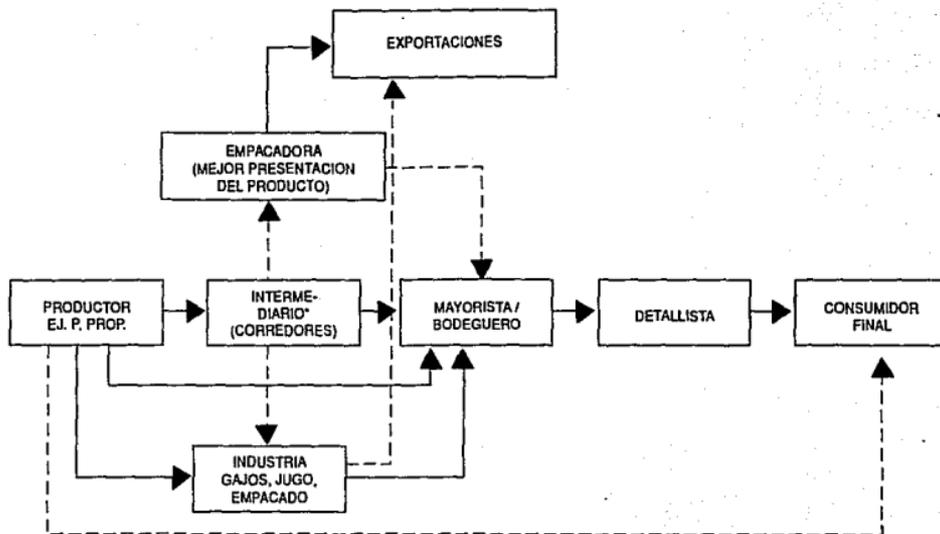
La producción que no se comercializa a través de los canales menudistas (12% del total que egresa de Central de Abasto) se reexpide a otras entidades del interior del país, fundamentalmente al Estado de México (62.5% del volumen reexpedido) y en menor proporción a Guerrero (13.6%) Morelos (8.3%), Veracruz y Puebla (6.2% cada uno) y Nuevo León (3.2%).

A su vez, los precios de venta de la naranja al menudeo suelen presentar diferencias pequeñas entre los canales que distribuyen el mayor porcentaje del producto en la Ciudad de México. (11)

Los precios de todos los canales registran notables variaciones en distintas épocas del año. Esto guarda una relación estrecha con la estacionalidad de las cosechas en Veracruz: en las temporadas alta y media de abasto a la Central de Abasto (enero-mayo y octubre-diciembre, respectivamente), los precios se mantienen a niveles relativamente bajos, en tanto que en los meses de mínimo abasto (junio-septiembre) los precios aumentan considerablemente, alcanzando un máximo de todo el año.

El conocimiento general del mercado de la naranja señala que la mayor parte de la producción como fruta fresca es adquirida al fruticultor por el acaparador rural (corredores), que abastece al comerciante mayorista, el canal secundario lo forma el mismo fruticultor, el comprador rural y el comisionista urbano que abastecen al comerciante mayorista, los dos últimos canalizan el producto para hacerlo llegar al consumidor final pasando por el detallista. Este

FIGURA 2.1.
DIAGRAMA DE COMERCIALIZACION DE LA NARANJA



* Contratista de cosecha en pié, camioneros o compradores rurales.

————— CANAL PRINCIPAL - - - - - CANAL SECUNDARIO

ECONOTECNIA AGRICOLA "LA NARANJA"
VOL. V OCTUBRE 1981.

camino lo sigue la naranja en fresco así como el producto ya industrializado, constituyendo éstos las exportaciones así como el consumo interno. (ver figura 2.1).

Vista la serie de circunstancias que prevalecen en la producción y comercialización de la naranja, es factible que los precios que pagan los consumidores de la Ciudad de México por el producto encubran enormes ganancias que se concentran en los agentes que predominan en el sistema.

Cuando la distribución se efectúa a través de los mercados públicos (fijos o móviles) el producto recorre la cadena de intermediación comercial más larga e incluye un mayor número de agentes entre los que se puede dividir el excedente generado. En esta situación, el productor " corredor " puede hacer prevalecer su hegemonía para adueñarse de la mayor proporción del excedente. Esto podría suceder especialmente en los períodos de escasez del cítrico, en que el grado de concentración del volumen total desplazado en la Central de Abasto alcanza el máximo en poder de los cuatro grandes productores " corredores " y su intervención en la comercialización se torna casi imprescindible. (11)

Solamente los autoservicios privados cuentan con la capacidad económica que les permite eliminar de su cadena de abastecimiento al mayorista de la Central de Abasto e inclusive al "corredor" del andén de la misma Central, dependiendo de que si adquieren la naranja en el andén o directamente en las zonas cítrícolas.

La reducida diferencia de precios entre los principales abastecedores en el mismo período del año, puede deberse a los siguientes factores:

a) Veracruz como principal abastecedor de la Central y que aporta un producto con características homogéneas, en cuanto a calidad y tamaño, reduce la diferencia a los demás estados del país productores del fruto.

b) Los "corredores" del andén de subasta se apropian de un amplio margen de excedentes y limitan las posibilidades de incremento de sus precios de venta a los agentes de fases posteriores del sistema (mayoristas de la Central de Abasto, comerciantes al menudeo, en especial a los que pertenecen a mercados públicos fijos y móviles). (11)

Las principales zonas o estados donde se cultiva la naranja, son las siguientes:

A) Veracruz:

Martínez de la Torre, Tlapacoyan, Tuxpan, Vega de la Torre, Misantla (al nte), Jalapa, Coatepec, Jico, Teocelo, Córdoba, Cosautlán de Carbajal (al centro), Tlalicoyan, Sn Andrés Tuxtla (al sur).

Variedades cultivadas: Valencia tardía, Washington Navel.

B) Nuevo León:

Montemorelos, Linares, General Terán, Allende, Cadereyta.

Variedades cultivadas: Valencia tardía, Hamlin, Pineapple, Pearson Brown.

C) Tamaulipas:

Norte y noroeste de Ciudad Victoria, Santa Engracia, Hidal-

go, Gutiérrez, Padilla.

Variedades cultivadas: Valencia, Esperanza, Hamlin, Pearson Brown, Washington Navel.

D) San Luis Potosí:

Río Verde y Valles (al este de S.L.P), Tamazuchale, Tamín.

Variedades cultivadas: Valencia, San Miguel, Tangarina.

E) Jalisco:

Atotonilco el Alto (al sureste de Guadalajara), Ayo el Chico
(al sur de Guadalajara). (14, 40)

En los cuadros 2.4 y 2.5 se muestran las épocas de cosecha en los principales estados productores y las variedades de naranja que en ellos se cultivan. Estas variedades corresponden a la clasificación que se hace del naranjo dulce en los E. U. A. descritas en la página 9 .

El tipo de productores, de acuerdo al de tendencia de la tierra y según los datos reportados por la S.A.R.H. (1987), informa que el total nacional de las naranjas se divide entre unidades de producción privada, ejidatarios y comuneros de la siguiente manera: 61.0% de la superficie correspondiente a la propiedad privada (62.1% de la producción) y 39.0% a ejidos y comunidades agrarias (37.9%). Con estos datos podemos deducir que la superficie se encuentra repartida favorablemente para la propiedad privada. Esta desproporción se agudiza si tomamos en cuenta la diferencia de propiedades entre predios mayores y menores de 5 Ha. Así pues, del total de la superficie de naranja en manos privadas (59.6% del total nacional), las unidades

CUADRO 2.4
EPOCAS DE COSECHA DE NARANJA EN LOS PRINCIPALES ESTADOS
PRODUCTORES

ESTADOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
NUEVO LEON	X	X	X							X	X	X
VERACRUZ	X	X							X	X	X	X
TAMAULIPAS						X	X	X	X	X	X	X
SAN LUIS POTOSI									X	X	X	X
JALISCO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PUEBLA								X	X	X	X	X

EXTRACCION DE ACEITES EN CITRICOS
 DIAZ DIAZ, LOMBARDO FCO.
 TESIS F.O. 1972.

CUADRO 2.5
EPOCAS DE COSECHA DE VARIETADES DE NARANJA EN
MEXICO

VARIETADES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PINEAPPLE	X	X	X									
TEMPLE	X	X	X	X	X	X						
VALENCIA NUCLEAR FROEST		X	X	X	X	X						
V.N. CAMPBELL		X	X	X	X	X						
V.N. O' LINDA		X	X	X	X	X						
SAN MIGUEL									X	X	X	
PEARSON BROWN										X	X	
HAMLIN										X	X	
WASHINGTON NAVEL	X	X										X
JAFFA	X	X	X									X
SALUSTIANA										X	X	X
LUE GING GONG						X	X	X	X			

ESTUDIO DEL MERCADO INTERNACIONAL DE LA NARANJA FRESCA
 SARH MAYO 1987.

de producción compuestas por predios mayores de 5 Ha. o menos de sólo el 4.0%.

Ahora bien, si se analiza la composición de los productores en los principales estados, tenemos que con respecto a la naranja, Nuevo León ocupa el segundo lugar en superficie y producción. El 93.7% de la superficie controlada por propiedades privadas, producen el 95.3% del total del estado y el resto lo cubren los ejidos y comunidades agrarias. En cambio para Veracruz, principal estado productor, el 43.4% de la superficie y el 46.2% de la producción corresponde a la propiedad privada. El 56.6% de superficie y el 53.8% de la producción pertenecen a los ejidos y comunidades agrarias. (39)

En las entidades con producciones inferiores a 10 mil toneladas como; Jalisco, Campeche, Guerrero, Baja California Sur, Edo. de México etc., la cosecha se consume localmente en forma directa.

La población de aquellas que forman parte de las entidades secundarias, con una participación entre 11 mil y 78 mil toneladas, satisface parte de las necesidades de consumo de la propia entidad y aporta sobrantes a entidades vecinas.

Respecto al grueso de la producción que se localiza en las cuatro principales entidades, registra diferentes destinos de comercialización como por ejemplo: la producción naranjera de San Luis Potosí, se canaliza para consumo directo principalmente a las siguientes ciudades: Guadalajara, Jal.; Aguascalientes, Ags.; México, D.F.; Za-

mora y Zaguayo, Mich.; Guanajuato y León, Gto.; Querétaro, Qro.; y a la propia capital del estado y localidades vecinas. Del estado de Tamaulipas, parte de la cosecha se destina al comercio exterior empacada por fruta fresca en las industrias ubicadas en su propio territorio y en las de otras entidades como Nuevo León. Cantidades menores se procesan junto con otras frutas como melón, toronja, pifa en las fabricas conocidas como gajeras con destino final de exportación principalmente a Estados Unidos; el resto de la producción se canaliza a poblaciones localizadas en estados como México, Jalisco, D.F., etc. Nuevo León también cubre parte de la demanda interna de diferentes plazas localizadas en el territorio nacional, aporta el mayor porcentaje de la demanda exterior ya que básicamente en esta entidad se localizan 25 de las 29 empacadoras que funcionan en el país para acondicionar la fruta de exportación, también destina parte del producto a la industria gajera y de jugo concentrado; sin faltar la transformación regional de mermeladas y dulces a base de naranja.

Veracruz, como principal entidad productora, contribuye al consumo interno como fruta, proporciona materia prima a la industria de jugos concentrados que se localiza en su mayor parte en esta entidad. Actualmente funcionan 4 fábricas de jugo concentrado de naranja entre la que destaca por su importancia Alimentos de Veracruz; en proceso de instalación se encuentra otra fábrica de jugo y una de gajos. En el cuadro 2.6 se muestra la producción probable y obtenida, la superficie cosechable en los estados de la República hasta mayo de 1991 y en la figura 2.2 se da la producción en forma de barras.

CUADRO 2.6

PROGRAMA DE SIEMBRA Y COSECHA DEL AÑO DE 1991
(HECTAREAS Y TONELADAS)

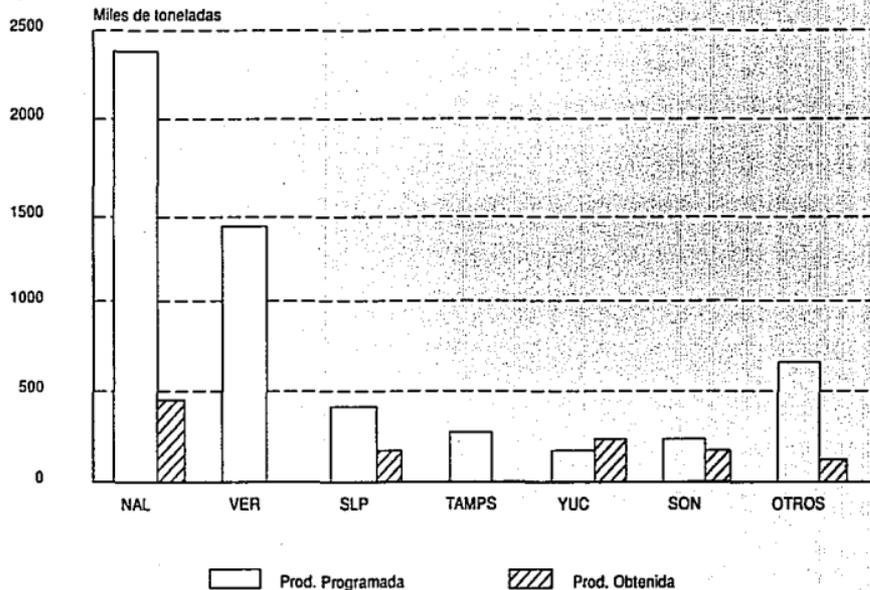
ESTADO	SUPERFICIE COSECHABLE	P R O D U C C I O N				
		PROGRAMADA	PROBABLE	%	OBTENIDA	%
AGUASCALIENTES	2	30	22	73		
BAJA CALIFORNIA	256	4,948	4,346	88		
BAJA CALIFORNIA SUR	785	22,607	11,775	52	1,177	5
CHIAPAS		3,796				
COLIMA	283	1,960	2,308	118	1,418	72
DURANGO		604				
GUANAJUATO	10	100	92	92		
GUERRERO		1,144				
HIDALGO	5,083	34,896	56,120	161	23,124	66
JALISCO		592				
MEXICO		19				
MICHOACAN		380				
NAYARIT		939				
NUEVO LEON	20,110		212,315			
OAXACA		35,931				
PUEBLA	4,718	54,669	53,308	98	29,551	54
QUINTANA ROO		2,570				
SAN LUIS POTOSI	31,922	364,731	279,758	77	95,202	26
SINALOA		4,338				
SONORA	7,919	153,218	126,120	82	74,774	49
TABASCO		65,326				
TAMAULIPAS	28,785	247,714	166,350	67	6,071	2
VERACRUZ		1'300,390				
YUCATAN	9,407	90,764	130,611	144	101,995	112
ZACATECAS		346				
T O T A L	109,289	2'392,012	1'043,125	44	33,308	14

*Estimada en base a la superficie cosechable.

Situación al 31 de Mayo de 1991.

SISTEMA EJECUTIVO DE DATOS BASICOS SARH ED. JULIO 1991

FIGURA 2.2
PROGRAMA Y AVANCE DE PRODUCCION 1991



2.3 EXPORTACIONES E IMPORTACIONES.

Exportaciones.

Las ventas mexicanas de naranja se realizan en 5 presentaciones: En fresco, en jugo, aceite esencial, cáscara deshidratada y gajos congelados.

Las exportaciones tanto de naranja en fresco como de jugo de naranja, mostraban una tendencia a la baja durante los cinco primeros años de la década de los 80's, agudizándose en 1985 en donde los volúmenes comercializados tuvieron un drástico descenso.

Al respecto, en 1980, las ventas de naranja fresca fueron de 11,155 toneladas reduciéndose estas en 1985 a solo 743 toneladas, significando con ello una reducción del 93%. Mientras que las del jugo de naranja cayeron de 5.983 a 3.998 toneladas en los mismos años, siendo esto una baja del 33%. (40)

Sin embargo, estas reducciones no han sido derivadas de la falta de capacidad de exportación de los productores sino que han sido obedecidas principalmente, a las heladas y sequías sufridas en Nuevo León y Veracruz respectivamente, lo que deterioro en gran medida la producción y por ende los volúmenes destinados al mercado internacional.

En 1986 se observó una recuperación de las ventas de naranja en

estas 2 presentaciones, alcanzando volúmenes comercializados de 12,526 toneladas en fresco y de 17,705 toneladas de jugo.

Es importante señalar que el mercado externo natural para nuestro país son los Estados Unidos, por otra parte el producto mexicano, exclusivamente en fresco se ha enfrentado a problemas de bacteriosis y larvas de mosca en la fruta, por lo que ese país ha impuesto barreras fitosanitarias que ha deteriorado el intercambio comercial de la fruta.

En cuanto al jugo de naranja, las ventas se han reducido en primera instancia ante la falta de producción para procesar una mayor cantidad de fruta, así también se encuentra la gran competencia que representa el producto brasileño, el cual a través de precios y mecanismos de comercialización tiene una gran aceptación. Por otra parte la diversificación de mercado se encuentra restringida en virtud de la poca disponibilidad de fruta para alimentar la planta industrial, sin embargo hay expectativas que permiten definir posibilidades de participar con mayor volumen y en otros mercados. Al mercado principal se destinan el 98% aproximadamente del total de las ventas y el 2% restante se efectúan al Canadá, anteriormente se había exportado ínfimos volúmenes a países como Colombia, Guatemala y Puerto Rico. (40)

El volumen exportado está en función de la demanda de los países a los que México vende, se han registrado importantes variaciones de un año a otro debidas a unas series de causas que influyen

directamente sobre la oferta y la demanda del mercado internacional. Entre las causas más comunes pueden mencionarse como principales las climatológicas y las de política comercial. (38)

La exportación mexicana de naranja fresca se lleva a los siguientes países, Estados Unidos, República Federal Alemana, Canadá, y países bajos (ver cuadro 2.7). El jugo de naranja concentrado sigue en importancia, teniendo como destino principal Canadá y E. U. y en menor proporción a Suecia , Islas Bahamas, Australia y otros países. En la edición 1990 del anuario del sector alimentario en México nos indica que la cantidad exportada en 1988 fue de 48,274 Kg con un valor de 71,909 dólares. Se ha exportado aceite esencial de naranja en diferentes cantidades a varias partes del mundo.

Dado la dificultad presente de hallar un cause hacia la exportación de naranja fresca, se han hecho todo tipo de promociones tendientes al consumo nacional, hacia la exportación de jugos concentrados a los países que por su clima requieren de ellos, como lo son Canadá y los del Norte de Europa.

La producción nacional cítrica colocada en el mercado interno es de baja calidad ya que no existe una aplicación generalizada de normas de calidad, ni de controles fitosanitarios necesarios. Para el caso de la exportación este control se realiza por parte de las autoridades fitosanitarias del país al cual se exporta.

Importaciones:

La importación está constituida principalmente por reducidos volúmenes que llegan a la zona fronteriza y a los perímetros libres del norte del país, ya que el principal y único importador de México lo es Estados Unidos. (ver cuadro 2.8)

(38)

CUADRO 2.7
EXPORTACIONES DE NARANJA EN FRESCO

PAIS	KG.
CANADA	709,969
ESTADOS UNIDOS	31,204,837
PAISES BAJOS	221,831
PUERTO RICO	56,052
REP. FED. ALEMANIA	1,041,731
SUIZA	409,500
TOTAL	33,643,920

CUADRO 2.8
IMPORTACIONES DE NARANJA EN FRESCO

PAIS	KG.
ESTADOS UNIDOS	4,535,601
TOTAL	4,535,601

ANUARIO ESTADISTICO DE COMERCIO EXTERIOR
DE LOS E.U.M. TOMO I EDICION 1988.

CAPITULO III.-

COMPOSICION QUIMICA DE LA NARANJA.

- 3. 1 Anatomía.**
- 3. 2 Albedo, Flavedo, Semillas y Jugo.**
- 3. 3 Acidos Orgánicos.**
- 3. 4 Azúcares.**
- 3. 5 Colorantes.**
- 3. 6 Componentes Aromáticos.**
- 3. 7 Componentes Nitrogenados.**
- 3. 8 Compuestos Minerales.**
- 3. 9 Enzimas.**
- 3.10 Flavonoides.**
- 3.11 Lípidos.**
 - 3.11.1 En Semillas.**
 - 3.11.2 En Piel.**
 - 3.11.3 En Jugo.**
- 3.12 Sustancias Péclicas.**
- 3.13 Vitaminas.**
 - 3.13.1 Valor Nutritivo y Terapéutico.**

3.1 ANATOMIA.

Examinando la sección transversal de un fruto, empezando por la parte exterior, (ver fig. 3.1) se observarán las siguientes capas:

1.- Epidermis.

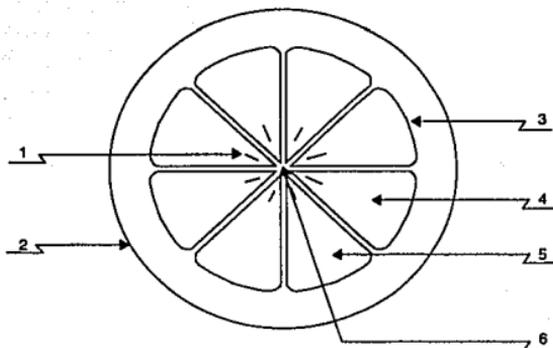
2.- Epicarpio o flavedo: Es el tejido exterior que está en contacto con la epidermis y en él abundan vesículas que contienen lípidos, aceites esenciales y cromoplastos.

3.- El Albedo: Formado de células de forma irregular, es un tejido esponjoso, blanco y celulósico que constituye la mayor parte de la corteza, con grandes espacios intercelulares llenos de aire. El mismo tejido forma el corazón o eje central del fruto y ambos contienen los vasos que proporcionan al fruto el agua y los materiales nutritivos.

4.- El Endocarpio: Es la parte comestible de los cítricos y está formado por los carpelos o gajos, distribuidos alrededor del eje central. Los carpelos están compuestos por "vesículas", en forma de huso, que contienen el jugo y están separados y envueltos por las membranas intercarpelares. La comestibilidad de la parte carnosa está relacionada con su contenido de celulosa o en fibra bruta. Las variedades como Navel, se mastican fácilmente dejando poco residuo fibroso; la fibra y la pectina favorecen el buen funcionamiento del intestino y eliminan residuos metabólicos biliares, disminuyendo la colesterinemia y aumentando la colesiterina y los ácidos biliares en las heces.

5.- Las semillas: de cubierta lignocelulósica contienen una importante cantidad de grasas. (24, 30)

FIGURA 3.1.
PRINCIPALES TEJIDOS DE LA NARANJA



- 1.- SEMILLAS: Grasas y proteínas.
- 2.- FLAVEDO, HIPODERMO O EPICARPIO: Acelles esenciales, carotenoides y vitaminas.
- 3.- ALBEDO O MESOCARPIO: Aminoácidos, carbohidratos solubles, celulosa, flavonoides, pectinas, protopectinas y vitaminas.
- 4.- ENDOCARPIO O PORCION COMESTIBLE: Membrana carpelosa, sacos de jugo, segmentos o vesículas, aminoácidos, azúcar, celulosa, flavonoides, minerales, pectina, protopectina, vitamina C, y otros nutrientes más.
- 5.- JUGO: Acido cítrico, complejo de vitamina B, fructosa, glucosa, minerales, sacarosa, vitamina C, y otros nutrientes más.
- 6.- CORAZON, MEDULA O EJE

APROVECHAMIENTO OPTIMO DE LA NARANJA
MARTINEZ GARRIDO, D. MANUEL
TESIS F.Q. 1973.

3.2 ALBEDO, FLAVEDO, SEMILLAS Y JUGO.

1.- ALBEDO:

Está constituido por celulosa, hemicelulosa y pectinas, además contiene otros hidratos de carbono solubles. Algo menos del 50% del peso en seco está formado por sólidos solubles. El contenido en pectinas es del orden de 18 - 30% . También contiene cantidades importantes de vitamina C y de flavonoides; se ha descrito la presencia de Xilosa en la piel, que permite detectar la contaminación del jugo por el extracto de aquella.

2.- FLAVEDO:

Contiene la mayor parte de los pigmentos y los aceites esenciales de la naranja. Los pigmentos son carotenoides excepto en las sanguíneas que contienen también antocianos. La cantidad de carotenoides en éste es muy grande (de 20 - 30 mg/100 g) y también la de aceites esenciales (0.5 - 1 ml/100 cm² de superficie). Existe también una cutícula cérea externa formada por ceras, cutina y otros lípidos.

3.- SEMILLAS:

En éstas son destacables las grasas y proteínas; las semillas secas contienen de 35 - 40% de aceite normalmente.

4.- JUGO:

Uno de los factores primarios de calidad de los jugos es el contenido en sólidos disueltos, que varía según el grado de madurez,

la variedad y las técnicas de cultivo. En el jugo los componentes más abundantes son los azúcares y el ácido cítrico, que suman casi el total de los sólidos solubles. Los aromas del jugo se encuentran parte disueltos y parte en suspensión. La mayor proporción procede del flavedo y se incorpora al jugo en el proceso de extracción, alcanzando hasta 0.1 g de esencias volátiles/100 ml de jugo.

Los compuestos nitrógenados son escasos, en las naranjas completas el contenido de nitrógeno varía entre 0.8 - 1.2 g/100 g de materia seca, lo que equivale a decir que 1 kg de naranjas frescas tiene del orden de 1.5 - 2 g de N en distintas formas como son: inorgánico, proteico, de aminoácidos, etc. El color típico del jugo se debe a los carotenoides en suspensión (principalmente Xantofila, β -caroteno y Criptoxantina). Otros componentes interesantes son los flavonoides como son la naringina, la hesperidina y los compuestos amargos. Por extracción con éter se separan también 0.1% de componentes grasos. En el cuadro 3.1 se enlistan las propiedades físicas y químicas de la naranja. (30)

3.3 ACIDOS ORGANICOS.

Los sólidos solubles del jugo están formados fundamentalmente por los azúcares reductores y no reductores y además por los ácidos. Los ácidos orgánicos son componentes importantes de los sólidos solubles de los jugos cítricos. El ácido cítrico es el más característico y predominante, en segundo lugar se encuentra el ácido málico y luego otros en menor proporción (como son el tartárico, benzoico,

CUADRO 3.1

PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LA NARANJA.

	COMPONENTES	% EN PESO SECO
F I S I C A S :	Jugo	40 - 45
	Flavado	8 - 10
	Albedo	15 - 30
	Pulpa y Bagazo	20 - 30
	Semilla	0 - 4
Q U I M I C A S :	Agua	86 - 92
	Azúcares	5 - 8
	Pectina	1 - 2
	Glucósidos	0.1 - 1.3
	Pentosas	0.8 - 1.2
	Acidos (mayoría cítrico)	0.7 - 1.5
	Fibras	0.6 - 0.9
	Compuestos Nitrogenados	0.6 - 0.8
	Grasas	0.2 - 0.5
	Aceite esencial	0.2 - 0.5
Minerales	0.5 - 0.9	

APROVECHAMIENTO OPTIMO DE LA NARANJA; MARTINEZ GARRIDO, D. MANUEL

TESIS F.Q. 1973

QUIMICA AGRICOLA III; PRIMO YUFERA, EDUARDO. 1982

succínico, oxálico y fórmico). El ácido galacturónico libre aparece algunas veces, como producto de degradación de las pectinas. Se acostumbra clasificarlos como frutos ácidos, debido a sus sólidos solubles están compuestos por ácidos orgánicos y azúcares; está acidez es provocada principalmente por los ácidos cítrico y málico. En el cuadro 3.2 se da la composición de distintos jugos de cítricos.

El ácido cítrico es el principal ácido del endocarpio; entre los principales ácidos de la cáscara se tienen al oxálico, málico y malónico con algo de cítrico que en conjunto constituye del 30 - 50% de los aniones presentes. Los ácidos cítrico y málico así como sus sales forman el principal sistema de amortiguación de los jugos, así pueden diluirse con agua en gran medida, mostrando cambios insignificantes en su pH, razón por la cual los jugos de acidez titulable variable pueden tener valores idénticos de pH. El pH del jugo aumenta a medida que el fruto madura, sin embargo, por el efecto del tampón cítrico - citrato las variaciones de ácidos libres solo dan lugar a cambios relativamente pequeños de pH (2.5 - 3.8 aprox).

Durante el desarrollo de las naranjas la cantidad de ácido libre aumenta al comenzar el crecimiento y luego permanece casi constante, la concentración de ácido libre en el jugo disminuye por dilución cuando el fruto aumenta de tamaño. En la maduración el contenido de ácido cítrico disminuye notablemente y las concentraciones de ácido málico y otros varían menos. En la maduración también hay un aumento en la concentración de sólidos solubles sobre todo de los azúcares y un descenso importante de la acidez. Por esto, la razón Brix/acidez valorable aumenta cuando avanza la maduración y se

CUADRO 3.2

COMPOSICION DE JUGOS DE CITRICOS

	Naranja	Mandarina	Pomelo	Limón
Sólidos Solu- bles (Brix)	9 - 15	8 - 13	6 - 12	8 - 10
Azúcares g/100 ml	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	2 - 2.3
Aminoácidos (No. de Formol)	1.5 - 2.5	1.7 - 1.9	1.6 - 2	1 - 2
Vitamina C **	25 - 80	30 - 50	25 - 50	30 - 70
Carotencoides **	0.5 - 2	1 - 2.5	0.1 - 1	0.05 - 0.1
Grasas **	85 - 100	85 - 95	75 - 85	60 - 70

* Gramos de ácido cítrico anhidro/100 ml.

** mg/100 ml

QUIMICA AGRICOLA III; PRIMO YUFERA, EDUARDO. 1982

toma como índice de maduración (I.M.). El descenso de la acidez es continuo pero el contenido de sólidos solubles aumenta al principio hasta alcanzar un máximo y después o se mantiene constante o disminuye cuando avanza la maduración.

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

$$\text{I.M.} = \frac{\text{Grados Brix}}{\text{* Acidez Valorable}}$$

* Valorada con NaOH y expresada como g de ac.cítrico anhídrico/100 ml.

Las naranjas tienen alrededor del 10% de azúcares y 1% de ácidos. El grado de acidez deseable es de 1% pero puede oscilar de 0.7-1.6%, según el contenido de azúcar. Un jugo con una acidez menor de 0.7 resulta insípido y poco agradable, a pesar de tener una relación alta de azúcares/acidez. Los ácidos orgánicos están en el albedo, en proporción mucho menor que en el jugo y además en su mayor parte están en forma de sales y el pH es más elevado (5 - 5.5). Los grados Brix son poco afectados, pero la acidez es un 10% más baja en los exprimidos fuertemente y también aparecen sabores extraños. (30)

3.4 AZUCARES.

Los principales azúcares en los jugos son: sacarosa, glucosa y fructosa, que suman alrededor del 75% de los sólidos solubles

totales (el contenido de estos en la porción comestible se da en el cuadro 3.3) también existen pequeñas cantidades de galactosa. Durante el almacenamiento y tratamiento de los jugos se va hidrolizando la sacarosa en azúcares reductores (Glucosa y Fructosa). Además de los azucares y de los ácidos orgánicos existen en el jugo otros componentes solubles que suman alrededor del 15% del total de los sólidos solubles. (30)

CUADRO 3.3

Contenido de azúcares de la porción comestible.

Glucosa	2.4 %
Fructosa	2.4 %
Sacarosa	4.7 %

QUIMICA DE LOS ALIMENTOS; BELITZ, HANS-DIETER. 1988

3.5 COLORANTES.

El color amarillo o anaranjado de la piel, pulpa y jugos se debe a los carotenoides que estan localizados en cromoplastos. El color rojo de las naranjas sanguinas se debe a antocianos, además de los carotenoides; la mayor cantidad de carotenoides se localiza en el flavedo y aumenta con la maduración, al mismo tiempo que se degrada la clorofila. En las naranjas de la variedad Valencia Late que se mantienen en el árbol después de la maduración se produce una nueva síntesis de clorofila con reverdecimiento de la corteza. Las pulverizaciones de ácido giberélico favorecen al mantenimiento de la clorofila, mientras que las de abscísico o de vitamina C que provocan la abscisión del fruto, también acelera la desaparición de la

clorofila y el aumento de carotenoides (el mismo efecto tiene el tratamiento con etileno en cámaras, de los frutos verdes).

En el flavedo están alrededor de un 70% del total de los carotenoides del fruto. En el jugo de naranja se encuentran con la mayor frecuencia entre 1 y 2 mg/100 ml. En el endocarpio aumenta la cantidad de carotenoides durante la maduración lo que mejora el color del jugo. En las naranjas hay entre 10 - 30 mg/100 g de tejido. En el almacenamiento y por la acción del calor, del aire y de la luz los carotenoides sufren oxidaciones, cambios cis-trans y de los anillos pero son poco relevantes. En el cuadro 3.4 se muestra el contenido de carotenoides en cítricos. (30)

Como ejemplos de carotenoides en los cítricos tenemos:

Fitoeno	Licopeno	Cantaxantina	Anteraxantina
Fitoflueno	β -caroteno	Criptoxantina	Violaxantina
β -apo-8 carotenal	Citraurina	Auroxantina	Luteoxantina

CUADRO 3.4

Contenido en carotenoides de distintos cítricos.

	Flavedo mg/100 g	Jugo mg/100 g
Naranjas	20 - 30	0.8 - 2.5
Mandarinas	10 - 25	0.9 - 2.0
Pomelos	1.0 - 2.0	0.5 - 1.0
Limones	1.0 - 2.0	0.05 - 0.15

QUIMICA AGRICOLA III; PRIMO YUFERA, EDUARDO. 1982

3.6 COMPONENTES AROMATICOS

En las glándulas del flavedo de las naranjas y otros frutos cítricos se acumula el aceite esencial, que se obtiene de la elaboración del jugo de naranja. El proceso de obtención consiste en el raspado de la piel para conseguir un serrín amarillo que se prensa, el líquido de prensado se centrifuga para separar el aceite esencial, el color rojizo por la presencia de carotenoides y de fuerte olor a naranja. El líquido acuoso residual se desecha por lo general.

En los saquitos de jugo hay una pequeña cantidad de aceite esencial también, de composición semejante que aparece en el jugo exprimido, junto con otra cantidad mayor que se incorpora de la piel. En el aceite esencial de corteza obtenido por presión en frío se han identificado más de 100 componentes; el componente más abundante del aceite esencial de corteza de naranja es el limoneno (aproximadamente el 95%), hidrocarburo terpénico monocíclico; existen alrededor de otros 30 hidrocarburos, pero en pequeña cantidad y algunos solo en trazas. (ver cuadro 3.5)

Los componentes que dan la calidad y el aroma son oxigenados, principalmente aldehídos y cetonas, alcoholes y ésteres. El aceite esencial de corteza de naranja se considera como una disolución de un 5% de compuestos oxigenados aromáticos (es limoneno y otros hidrocarburos) los aldehídos contribuyen principalmente al aroma típico del aceite esencial.

.CUADRO 3.5

COMPONENTES MAS IMPORTANTES DEL ACEITE ESENCIAL DE CORTEZA DE NARANJA.

HIDROCARBUROS:	Limoneno	p-Cimeno	Sabineno
	β -Elemeno	Terpinoleno	Canfeno
	Farneseno	α -Copaeno	Mirceno
	Cariofileno	β -Copaeno	α -Pineno
	Valenceno	α -Tuyeno	
ALCOHOLES:	Linalool	Farnesol	Geraniol
	Nerol	Elemol	n-Hexanol
	α -Terpineol	Citronelol	n-Octanol
	n-Nonanol	n-Decanol	
ALDEHIDOS:	Citronelal	Decanal	Etanal
	Octana	Nonanal	2-Hexanal
	Dodecanal	Dodecenal	α -Sinensal
	β -Sinensal	Citral (neral + geranial)	
CETONAS:	Carvona	Piperitenona	2-Decanona
	Metilheptenona	Nootkatona	Acetona
ACIDOS:	Octanoico	Acético	
ESTERES:	Acetato de octilo	Acetato de linalilo	
	Acetato de citronelilo	Butirato de geranilo	
	Acetato de geranilo	Butirato de etilo	

QUIMICA AGRICOLA III; PRIMO YUFERA, EDUARDO. 1982

La composición de los aceites varia según el estado de madurez de la fruta, así como de su tamaño y demás características. La presencia de tocoferoles del aceite esencial. El contenido en carotenoides es importante porque contribuye al buen color de las bebidas que se preparan.

Se denomina esencia de naranja a la fracción volátil, acuosoluble, que se recupera en la evaporación del jugo, condensando y rectificando las primeras fracciones evaporadas. Su composición es muy diferente a la del aceite esencial, aunque muchos componentes son idénticos, los componentes volátiles poco solubles se separan, en el destilado, como una capa oleosa cuya composición es más parecida a la de aceite esencial de piel. En ninguna de las dos fracciones existen los compuestos fijos (ceras, carotenoides, cumarinas, tocoferoles, esteroides, etc.) que se encuentran en el aceite esencial.

El limoneno puede obtenerse, en cantidades importantes, de los residuos de la corteza (se calcula un potencial de más de 40 mil toneladas). Recientemente se han obtenido, por acción microbiana del limoneno, algunos derivados oxidados (carbona, perillalcohol y otros mentenoles) que tienen aplicación en la industria de la perfumería.

El aroma de la naranja es el más complicado de todas las frutas cítricas por sus componentes; a los compuestos más típicos pertenecen los aldehídos octanal, nonanal, decanal y dodecanal. (5, 30)

3.7 COMPONENTES NITROGENADOS.

A.- En Jugos.

Los compuestos de nitrógeno son escasos en los frutos cítricos. En frutos enteros maduros, el nitrógeno total, determinado por el método de Kjeldahl, varía entre 0.05 y 0.1%. Sin embargo, existen variaciones muy grandes según las prácticas de cultivo, fertilización, madurez y otras circunstancias. Los frutos van tomando nitrógeno durante todo el período de su desarrollo y maduración, pero su proporción disminuye continuamente con el aumento de peso. En el jugo, la proporción de nitrógeno total es de 50 - 200 mg/100 ml. La mayor parte es nitrógeno de aminoácidos (40-70%); las proteínas, el nitrógeno inorgánico y algunas bases nitrógenadas integran el resto. Desde el punto de vista del valor nutritivo, los aminoácidos y proteínas son prácticamente despreciables, sin embargo, tienen interés en otro aspecto ya que tanto el total de aminoácidos libres como las pautas de aminoácidos y sus relaciones, se han tomado como base para la detección de adulteraciones. (30)

B.- En Semillas y corteza. Piensos.

Las semillas de naranja contienen una importante proporción de proteína (10 - 12% en semillas sin secar). La harina seca y desengrasada contiene cerca del 40% de proteínas y constituye un excelente pienso. También la corteza de naranja, unida a los residuos sólidos de la extracción del jugo, se prensa y se seca, para obtener un pienso bien apreciado con un contenido proteico del 6 - 7%. Recientemente, se ha propuesto un método para enriquecer éste subpro-

ducto en proteínas que consiste en utilizarlo como sustrato semisólido para el crecimiento de levadura, las cuales consumen los azúcares solubles y gran parte de los polisacáridos, lo que permite disminuir el nivel contaminante de las aguas residuales, disminuyendo su B.O.D. a límites muy bajos y obteniéndose al secar el conjunto de sustrato residual y la levadura crecida, un pienso seco con un 20% de proteínas (N x 6.25). (30)

3.8 COMPUESTOS MINERALES..

La cantidad de cenizas que producen los frutos cítricos en la incineración y la composición de las mismas depende mucho de las condiciones del suelo y de la fertilización, pero hay ciertas características generales que conviene considerar.

En el cuadro 3.6 se dan las concentraciones de los elementos minerales más importantes en el jugo de naranja. Destaca en ella el alto contenido de potasio y el excepcionalmente bajo contenido en sodio, lo que tiene importancia desde el punto de vista nutritivo en relación con las enfermedades del sistema circulatorio, que necesitan dietas bajas en sodio y altas en potasio. En la piel son mayores las proporciones de potasio, nitrógeno y sodio. (26)

Las proporciones de potasio, sodio, calcio+magnesio, fósforo y nitrógeno, se han propuesto como parámetros para la detección de adulteraciones en los jugos comerciales.

La alcalinidad de las cenizas oscila entre 0.15 y 0.50 (expresada como K_2CO_3 por 100 ml de jugo) y ello depende de la proporción de cationes ligados a ácidos orgánicos (citratos, malatos, pentosas, etc.) que se convierte en óxidos en la incineración. (30)

CUADRO 3.6

COMPONENTES MINERALES DEL JUGO EN NARANJA.

DETERMINACION (mg/100 ml)	VALOR MAX.	VALOR MIN.	VALOR MEDIO \bar{X}	DESVIACION TIPICA, S	$\frac{S}{\bar{X}} * 100$
Cenizas *	0.45	0.24	0.35	0.035	10.0
Sodio	1.55	0.20	0.75	0.303	40.4
Potasio	200.00	94.00	149.34	22.719	15.2
Calcio	19.60	7.40	13.57	2.468	18.1
Magnesio	17.63	4.15	10.60	2.154	20.3
Ca + Mg	32.63	17.30	24.16	2.438	10.0
Fósforo	21.75	7.25	15.73	2.744	17.4
Hierro	0.79	0.05	0.27	0.148	54.8

* gr/100 ml.

QUIMICA AGRICOLA III, PRIMO YUFERA, EDUARDO. 1982

3.9 ENZIMAS.

La acción de las enzimas pécticas puede transformar unos tipos de pectinas en otros y ello influye decisivamente en las propiedades

del jugo, durante la maduración la fracción de protopéctina disminuye y aumenta la de bajo metoxilo, es decir hay una paulatina degradación. Existen dos tipos fundamentales de enzimas pécticas: las que hidrolizan los grupos de éster metílico y las que rompen los enlaces glucosídicos entre dos moléculas de ácido galacturónicos.

La principal enzima de interés en los productos cítricos es la pectinesterasa; si se le permite que permanezca activa 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 esta desprovisto del sabor cítrico característico debido a la pérdida de lípidos y aceites esenciales disueltos. 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. (13)

En el jugo la pectinesterasa está ligada a las partículas sólidas. En el jugo filtrado tiene muy baja actividad, la mayor proporción de ésta se encuentra en el flavedo, albedo y pulpa, en este orden.

Las enzimas que rompen los enlaces glucósídicos pueden ser poligalacturonasas y pectiniliasas. Estas enzimas despolimerizantes pueden actuar, con preferencia específica, sobre un sustrato de pectina de alto metoxilo, o sobre ácidos pectínicos, también puede actuar sobre enlaces glucosídicos situados en el extremo de la cadena

(exogalacturonasas, exoliasas) o sobre enlaces interiores de la cadena (endogalacturonasas, endoliasas). La 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 ribonucleicos y almidones tales como las amilopectinas.

Estas enzimas se localizan en la cáscara y también en solución de jugos cítricos. A su vez se inactiva con relativa facilidad por medio del calentamiento; por esta razón se a sugerido que la determinación de la actividad de la fosfatasa en los jugos cítricos sea empleada como índice de pasteurización. La enzima naringinasa, hidroliza parcialmente los enlaces glucosídicos de la naringina y se utiliza para disminuir el sabor amargo de los jugos. Existe una gran cantidad de enzimas en frutos cítricos pero las que se mencionan son las de mayor importancia. (30, 42)

3.10 FLAVONOIDES.

Los flavonoides son componentes importantes en los cítricos por la gran diversidad que en ellos se encuentra, por las propiedades que comunican a los frutos y por su valor para la salud, son derivada de la flavonona y de la flavona; en la naranjas el más abundante es la hesperidina. Muchos de ellos pueden servir para identificar el origen de los jugos y detectar mezclas. En los frutos la concentración de flavonoides es mayor en el albedo y corazón, luego en flavedo, membranas y pulpa, siendo menor en el jugo: cuando los frutos

son muy pequeños el contenido en flavonoides es muy grande de 40 a 70% peso en seco. En la corteza seca de frutos maduros puede haber de 2 a 3%. Los flavonoides son poco solubles en agua, la hesperidina es casi insoluble y la naringina es algo soluble. (30)

Los flavonoides se encuentran en corteza, raíz, hojas, flores y frutos, frecuentemente están combinados con moléculas de carbohidratos formando glucósidos. La función de los flavonoides no se ha establecido claramente; 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, son los precursores o intermediarios metabólicos para la formación de un pigmento de las plantas llamado 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. Las flavononas forman parte del color y se les atribuye el amargor de algunas frutas cítricas. (42)

Los flavonoides, como fenoles son solubles en medio alcalino y pueden extraerse de las cortezas con soluciones de NaOH y precipitarse con ácidos. Algunos flavonoides tienen fuertes sabores amargos, el más significativo es la naringina. Otros flavonoides son la neohesperidina y la poncirina. (30)

La eliminación del sabor amargo de los jugos y productos diver-

sos de frutos cítricos es posible por degradación del resto de azúcar con ayuda de la mezcla de enzimas α -ramnosidasa / β -glucosidasa, que pueden ser obtenidas a partir de microorganismos por ejemplo *Phomopsis citri*, *Cochliobolus miyabeanus* y *Rhizoctonia solani*. (5)

La chalcona y la dehidrochalcona de la naringina y de la neohesperidina son dulces, así como lo es la 4 - β -D-glucósido de la dehidrochalcona de la hesperidina; estos 3 han sido propuestos como edulcorantes comerciales potentes que pueden obtenerse a partir de la naringina de los pomelos, de la neohesperidina de naranjas amargas o de la hesperidina de naranjas dulces. Las dehidrochalconas son por lo tanto nuevos edulcorantes potenciales. (5, 30)

La naringina: flavonoide incoloro, amargo pero poco soluble en agua origina dificultades sobre todo por su tendencia a precipitar bajo la forma de pequeños cristales; la hidrólisis del enlace glucorramnosa por la naringinasa, actúa durante la maduración de la fruta y reduce mucho el amargor.

La limonina, es una dilactona que se forma después de la extracción del jugo por modificación reversible, al contacto con los ácidos del jugo, de una monolactona desprovista de amargor. En otras variedades de naranjas, distintas a la Navel, éste precursor de la limonina desaparece durante la maduración. Se puede facilitar la precipitación de la limonina en los jugos añadiendo pectinas; se obtiene así, después de la centrifugación, un líquido limpio y poco coloreado que se emplea en la preparación de bebidas.

La hesperidina, es un producto natural en forma de agujas finas con un punto de ebullición de 258 - 262 °C, soluble en alcalis diluidos y en piridina, muy poco soluble en agua, acetona, benceno y cloroformo se utiliza como suplemento alimenticio (no aprobado por la FDA).

Los flavonoides de los cítricos así como lo son de otros frutos (como los del pimentón) se denominan bioflavonoides; se consideran como factores vitamínicos que corrigen la permeabilidad capilar (factor P.P.) y se les atribuye una acción sinérgica con la vitamina C. El complejo bioflavonoide extraído de la corteza de naranja, se recomienda para este fin y contra el resfriado común para mejorar las defensas contra las infecciones víricas y como antiinflamatorio. Su acción antagonista de la hialuronidasa puede estar relacionada con estas acciones farmacológicas. (30)

3.11 LIPIDOS.

La mayor proporción de lípidos de los frutos cítricos está en las semillas. Cantidades menores hay en la piel y en las vesículas, así como en el jugo.

3.11.1 En Semillas:

Las semillas de cítricos contienen alrededor de 35% de aceite (sobre peso seco), que puede obtenerse por prensado o extracción con hexano y que tiene un color pálido y un fino aroma. Se han desarro-

llado instalaciones industriales para la separación de las semillas de los subproductos sólidos las cuales pueden enviarse a las industrias extractoras de aceite. En el cuadro 3.7 se da la composición de aceite de semillas en naranja. Sin embargo la tendencia, en algunos países al cultivo casi exclusivo de variedades sin semilla va restando importancia a esta práctica.

En la porción insaponificable, además de esteroides, hidrocarburos y tocoferoles, se encuentran limonoides y flavonoides, principalmente limonina y naringina de sabor amargo. (30)

CUADRO 3.7

Indice y composición de aceites de semillas en la naranja.

Yodo	102 - 104	
Saponificación	190 - 198	
Acidos Saturados	30 - 36	%
Acido Oleico	23 - 27	%
Acido linoleico	33 - 38	%
Acido linolénico	3 - 4	%

QUIMICA AGRICOLA III; PRIMO YUFERA, EDUARDO. 1982

3.11.2 En piel.

La piel de los frutos cítricos está cubierta por una capa epicuticular de cera y una cutícula de cutina y ceras, que lo protege de la sequedad y de diversos agentes patógenos. En la cutina se en-

cuentran 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 y de 26 a 30 carbonos y sus aldehídos correspondientes. Tanto las ceras como otros lípidos de la piel se extraen con el aceite esencial y aparecen en el residuo fijo. (30)

3.11.3 En jugo.

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

Los lípidos de las vesículas y del jugo exprimido influyen en las características de éste. Las vesículas están recubiertas de una capa cerosa, cuya composición es semejante a la de las ceras de la piel. Además contienen otros lípidos que pasan al jugo, cuando éste es exprimido quedando emulsionados o formando parte de las partículas sólidas en suspensión. Todo ello da lugar a una especial complejidad de los lípidos del jugo, que es importante porque influye en su alteración y en la aparición de sabores extraños.

El contenido en lípidos del jugo es del orden de 0.07 - 0.1% (70-100 mg/100 ml). Esta formado por monoglicéridos, diglicéridos, triglicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos, glicolípidos y

material insaponificable. El número de ácidos grasos, identificados en los lípidos de jugos cítricos, pasa de los ciento veinte.

Los fosfolípidos y sobre todo, los fosfoglicéridos son parte importante de los lípidos del jugo, que contienen del 1.5 al 2% de fósforo, y también los glicolípidos: cerebrosídeos, galactosilglicéridos y esteroglucósidos.

El conocimiento de los lípidos del jugo está siendo utilizado para aclarar la clasificación taxonómica de las especies de cítricos y para la detección de adulteraciones. Además, las alteraciones de los lípidos, en la fabricación y almacenamiento de los jugos, incluyen decisivamente en la aparición de sabores extraños. En el cuadro 3.8 se da la composición de lípidos en jugo de naranja.

CUADRO 3.8

Composición de lípidos del jugo de naranja.

Ácidos libres	10 - 25 %
Glicéridos	15 - 25 %
Fosfoglicéridos	15 - 20 %
Insaponificables	15 - 20 %

QUIMICA AGRICOLA III; PRIMO YUFERA, EDUARDO. 1982

3.12 SUSTANCIAS PECTICAS.

La turbiedad de un jugo es inversamente proporcional a la

transmisión de la luz y es un factor de la calidad ya que los jugos de naranja clarificados no tienen valor comercial, la turbiedad depende de los sólidos en suspensión. En la fabricación del jugo, los exprimidores industriales incorporan una gran cantidad de pulpa, está en exceso se elimina de los jugos exprimidos mediante tamices y por centrifugación suave, el contenido final de pulpa influye mucho sobre las propiedades del jugo. La pulpa en suspensión esta formada principalmente, por tejido desintegrado que contiene fibras celulósica y pectina además de partículas lipídes, que contienen carotenoides y aceites esenciales. Otra proporción de pectinas estan disueltas en el jugo y contribuye a la viscosidad y al "cuerpo" del mismo. La turbiedad esta establecida por la cantidad y estado de no agregación de las pectinas presentes, la viscosidad depende de la concentración y grado de polimerización de la pectina, del pH y las sales presentes. (30)

El término sustancias pécticas se usa generalmente para referirse a un grupo de polisacáridos vegetales en el cual el ácido D-galacturónico es el principal componente. La estructura básica de esta familia de compuestos está formada por moléculas de ácido D-galacturónico unidas por enlaces glucosídicos α -D(1-4), en donde algunos de los carboxilos pueden estar esterificados con grupos metilos o en forma de sal. Dentro de este grupo de carbohidratos se pueden distinguir varias clases: los ácidos pectínicos son los polisacáridos que tienen esterificado parte del ácido D-galacturónico como éster metílico, mientras que a aquellos que no están esterificados se les conoce como ácidos pécticos. Las pectinas, por definición,

son los ácidos pectínicos con diferente grado de esterificación; son solubles en agua y tienen capacidad de formar geles en presencia de ácidos, sales y azúcares. Las sustancias pécticas se encuentran fundamentalmente asociadas con la hemicelulosa en las paredes celulares de las plantas terrestres, y son más abundantes en tejidos suaves, como la cáscara de frutas cítricas. (4)

En la pectina de cítricos se han detectado también galactosa, arabinosa y ramosa. La proporción de pectinas totales depende de la presión usada en la extracción de jugo y de la pulpa residual, después de tamizado; la presión incorpora más pulpa y más pectinas del albedo. (30)

3.13 VITAMINAS.

La naranja tiene fama en el mundo médico sobre todo por requisitos que dependen de tres de sus contenidos: por el azúcar, las vitaminas (encontrándose en mayor cantidad la vitamina C), y por las sales.

Con respecto al contenido vitamínico, se sabe que los cítricos contienen poca cantidad de vitamina A o del crecimiento, una modesta dosis del complejo vitamínico B en cual también es importante para los fenómenos relacionados con el crecimiento y el desarrollo de los individuos, éstas vitaminas se encuentran prevalentemente alojadas en la perifería, debajo de la corteza en el espesor de la parte blanca. (23)

Referente a la vitamina C (antiescorbútica) que es la que se encuentra en mayor cantidad en el fruto esta localizada en la corteza, así como en la pulpa y solo alrededor de una cuarta parte en el jugo. Se calcula que los requerimientos de la vitamina C para la dieta (adultos) pueden ser cubiertos en un 60% mediante la vitamina C obtenida de frutas cítricas. En el cuadro 3.9 se dan los requisitos aproximados de consumo de vitamina C.

Dentro de un mismo árbol, los frutos situados al sur, en la cúspide y en la parte exterior del mismo son más ricos en vitamina C que los que se encuentran orientados al norte, en las faldas y en la parte interior.

En general las proporciones más elevadas se encuentran en los frutos antes de su maduración completa, y luego disminuyen muy lentamente, en la sobremaduración.

CUADRO 3.9

REQUISITOS MINIMOS APROXIMADOS DEL CONSUMO DE VITAMINA C.

	Edad	mg/día
Infantes	0 - 1	35
Niños	1 - 10	40
Hombres	11 - 51 +	45
Mujeres	11 - 51 +	45
Embarazadas		60
Madres lactantes		80

MEDICINA INTERNA; HARRISON, TORN ADAMS. TOMO I 1979

Los que realizan un ejercicio físico intensivo necesitan ingerir una mayor cantidad de vitamina que las indicadas según la edad.

(23)

Aparte del β -caroteno que es provitamina A, y de los flavonoides que son factores antipermeabilidad capilar, las demás vitaminas están en cantidades mucho menos importantes que la vitamina C. En los cuadros 3.10 y 3.11 se dan las vitaminas presentes en el jugo y en la pulpa respectivamente.

El ácido fólico es interesante en cuanto a su proporción, porque un vaso de jugo puede suministrar el 25% de la dieta diaria recomendada (R.D.A. = 400 μ g). El ácido fólico escasea en muchas dietas y se destruye en la cocción de los alimentos; su presencia en las naranjas, por su consumo en fresco es importante.

Es interesante señalar que la relación de vitamina a calorías en las naranjas, es muy alta, lo que permite un suministro mayor en dietas de baja energía.

(30)

3.13.1 Valor Nutritivo y Terapéutico.

La naranja es un excelente fruto de postre, rico en vitaminas, calcio y en fosfatos. La corteza que las envuelve las preserva de la suciedad y hace muy higiénico su consumo. Su jugo puede ser consumido al natural o en forma de bebida refrescante llamada "naranjada", de la cual se hace un consumo muy extenso. De la flor se obtiene por destilación la esencia de azahar o neróli dulce.

(23, 31)

CUADRO 3.10

VITAMINAS EN JUGO DE NARANJA.

Tiamina	50 - 100	µg/100 g
Riboflavina	20 - 40	µg/100 g
Piridoxina	25 - 50	µg/100 g
Nicotinamida	150 - 300	µg/100 g
Acido pantoténico	150 - 250	µg/100 g
Acido fólico	40 - 200	µg/100 g
i-Inositol	100 - 150	mg/100 g
Tocoferoles	100 - 125	mg/100 g

Valor energético 1 kg de naranja sin corteza equivale a 460 cal.

QUIMICA AGRICOLA III; PRIMO YUFERA, EDUARDO. 1982

CUADRO 3.11

VITAMINAS APROXIMADAS EN LA PULPA DE NARANJA POR 100 GR.

Elementos	Pulpa	
Vitamina A	1	mg
Vitamina del Complejo B	0.9	mg
Vitamina C o ácido ascórbico	60	mg
Vitamina P	1	mg

CULTIVO DE NARANJO, LIMONERO Y OTROS AGRIOS

MARTINEZ FEBER, JOSE. 1969

Por sus carbohidratos (aprox. 8% en la madurez) las naranjas son excelente fuente de azúcares naturales, que aunque sean en dosis modesta, son azúcares fácilmente utilizables, sin dejar residuos en el tubo intestinal. El ácido ascórbico ha quedado un poco relegado al olvido para dar paso a las flavonas y bioflavonoides y es seguro que los flavonoides, más abundantes en la cáscara de cítricos que en muchas frutas, tienen un interesante efecto protector sobre el ácido ascórbico natural. En cambio, hay que recordar que el Cítralo es una antivitamina C.

Se sabe que al alto contenido vitamínico se debe la extraordinaria acción terapéutica preventiva y curativa de la naranja en todos los casos de escorbuto y carencias similares. Es opinión generalizada que por las sales deben las naranjas su mayor prerrogativa de salud, no tanto por la cantidad, sino también y sobre todo por la calidad; porque en aquellas prevalecen las bases fijas (K, Ca, Mg) sobre los ácidos inórganicos fijos (fosfórico y clorhídrico); porque el hierro está contenido en ellos en cantidades apreciables y éste es tan precioso para los procesos de la sanguinificación, porque hay una conspicua riqueza especialmente de fósforo, potasio y calcio propios de los elementos más frecuentes que faltan en la dieta diaria y porque hay un exceso de bases fijas sobre los ácidos. Este exceso de bases en el jugo, de las oxidaciones orgánicas y de las combinaciones carbónicas, aumenta la reserva alcalina de la sangre y de los tejidos. Esto es de gran valor para la salud humana porque mantiene a raya la peligrosa acidosis de la sangre, la naranja y el jugo de limón gracias a su peculiar constitución salina, son

los más adecuados y poderosos remedios, no sólo contra el envejecimiento precoz, sino contra los males que en la misma acidez de la sangre son la expresión más frecuente, como la uricemia, la gota, la diabetes, la obesidad, el reumatismo crónico la arteriosclerosis, la hipertensión vasal. (23)

Para resumir la opinión de médicos o farmacéuticos sobre el conjunto de los cítricos, cabe agrupar del modo siguiente las propiedades características de estos frutos: El contenido vitamínico, tal vez puesto en evidencia con excesiva frecuencia, no deja de ser notable para unos frutos cuyo consumo es muy considerable. Más interesante son los flavonoides, pero no tanto por su poder vitamínico P como por su asociación con el ácido ascórbico; sin embargo, estos compuestos no tienen tan sólo efectos benéficos (coriza, gripe, fragilidad capilar), puesto que el abuso de los bioflavonoides ha sido sancionado por una prohibición de empleo emitida por la Food and Drug Administration. (29)

La elevada relación K/Na desempeña un papel interesante en la regulación del volumen sanguíneo. El tratamiento de la hipertensión común o debida a deficiencias cardíacas o renales es mejorado por el consumo de jugos de cítricos, como ocurre también con muchos estados febriles, ya que ésta bebida refrescante es parcialmente energética y al mismo tiempo mejora las defensas del organismo contra las infecciones.

Los efectos sobre los movimientos peristálticos intestinales y

sobre la evacuación de la orina son bien conocidos. Otras muchas bebidas y alimentos poseen estos efectos estimulantes, pero conviene destacar que los jugos o productos de los cítricos son, en general, de fácil aceptación por parte del enfermo y que rara vez tienen contra indicación alguna. Lejos de acidularla, muy al contrario, alcalinizan la ración alimentaria, puesto que el ácido cítrico es metabolizado por el organismo.

Otros productos de los cítricos, de consumo restringidos, tales como la corteza o el aceite esencial, tienen una acción más clara que la pulpa y entran en muchas especialidades farmacéuticas generalmente por sus efectos protectores.

Innumerables aceites o pomadas contienen esencias de naranja que son a la vez perfumadas y asépticas, médicos en dietética se muestran siempre favorables a la administración de dosis profilácticas de ácido ascórbico a partir de un extracto de cítricos, con preferencia a un origen sintético, debido a la presencia de los estabilizantes naturales y de las vitaminas asociadas. (29)

CAPITULO IV.-

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y METODOS PARA SU CONSERVACION.

- 4.1 Tratamientos preliminares del fruto al almacenaje.
- 4.2 Características que influyen en el almacenamiento y conservación.
- 4.3 Condiciones importantes para su conservación durante el almacenaje.
- 4.4 Métodos tradicionales de conservación.
 - 4.4.1 Encerado.
 - 4.4.2 En cámara frigorífica.
 - 4.4.3 Atmósferas controladas.
 - 4.4.4 Aditivos Químicos.
 - 4.4.5 Al aire libre.
 - 4.4.6 Otros métodos.
- 4.5 Accidentes de almacenaje.

Después de la cosecha, la naranja será objeto de un fuerte número de operaciones y de tratamientos antes de alcanzar el estado o la forma bajo los cuales será comercializada: según sus características son: fruta fresca, aceites esenciales y subproductos, las operaciones necesarias son muy variables.

4.1 TRATAMIENTOS PRELIMINARES DEL FRUTO AL ALMACENAJE.

La fruta cítrica se recibe en la planta en camiones, las frutas se elevan hasta unos tambores y se toma una muestra automáticamente para que el inspector la utilice en la determinación del rendimiento de jugo, sólidos solubles (grados Brix) y contenido de ácidos, éste determinará si la fruta llena los requisitos de madurez y es adecuada para el propósito que se destine. Los reglamentos de madurez son más estrictos para el procesamiento que para fruta fresca. El procesador también determinara por medio de estos datos si la fruta se empleara para jugo enlatado, jugo congelado, concentrado congelado para seccionarla y determina el precio que se debe pagar por la carga. La fruta se recoge en tambores y se marca con el número apropiado de los resultados analíticos, para mejorar la uniformidad del producto se extrae simultáneamente fruta de 2 o más tambores y se envía a la planta, antes que la fruta entre a los tambores entra a mesas donde se retira el producto dañado o manchado, estas mesas cuentan con bandas que regresan la fruta al camión. Cuando la cosecha se hace en forma mecánica o la fruta se deja caer a tierra se debe tener cuidado de eliminar los trozos de ramas de árboles unidos a la fruta ya que de otra manera se atorarán en los extractores o

terminadores y detendrán la planta. Durante el almacenamiento en tambores y camiones el contenido en ácidos de la naranja disminuirá considerablemente aumentando la relación Brix/ácido. (13)

Después de esta primera selección los frutos son lavados con agua jabonosa (la temperatura del agua es aproximadamente 46 C) y pasándolas sobre cepillos giratorios para eliminar la suciedad, arena y fragmentos de insectos, además reciben un tratamiento antifúngico como son Borax al 6%, Pentaboro, Ortufenilfenol, Difenil, Tecto 60, "Benomilo", entre otros, aplicados lo antes posible después de la recolección. Posteriormente se hace la operación llamada curado esto es hacer una ligera deshidratación después del tratamiento antes mencionado, con el fin de dar una mayor flexibilidad a la piel para que sea menos vulnerable a las heridas causadas por manipulación.

Al finalizar el tratamiento, los frutos suelen ser recubiertos por una capa de cera que sustituye a la capa natural a menudo eliminada por el lavado y el cepillado. Esta emulsión utilizada con este objeto puede contener un producto antifúngico (1% de Ortufenilfenol por ej.) la cera puede ser "Flavorseal" u otra cera que proporciona al fruto el brillo deseado por el consumidor y conserve al mismo. El calibrado efectuado al final del tratamiento, debe ser realizado con grandes cuidados para evitar heridas en la piel de los frutos.

(29, 42)

4.2 CARACTERISTICAS QUE INFLUYEN EN EL ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION.

Para la conservación del fruto es importante tomar en cuenta las siguientes características: variedad del fruto, tamaño, la época de recolección, las técnicas utilizadas antes del almacenamiento, la naturaleza del portainjerto, las condiciones ecológicas, el estado sanitario de los frutos, la calidad del mantenimiento, así como las condiciones que tuviera el fruto en el almacenaje como la temperatura y humedad, además el fruto debe estar exento de heridas y enfermedades fúngicas o fisiológicas aparentes, deben estar firmes y limpios y exentos de magulladuras en la piel. El mantenimiento de los frutos en los árboles después de haber alcanzado la madurez de consumo, disminuye también la duración de su conservación. (29, 42)

4.3 CONDICIONES IMPORTANTES PARA SU CONSERVACION DURANTE EL ALMACENAJE.

El almacenaje es efectuado después de tratados los frutos, estos pueden estar desnudos o bien envueltos individualmente con una hoja de papel de seda (empapelado), eventualmente impregnada con difenil. El empapelado presenta la ventaja de proteger los frutos vecinos contra el peligro de contaminación a partir de un fruto averiado. Estos papeles pueden ser sustituidos por hojas de cartón impregnadas con una sustancia antifúngica y que son colocadas entre las capas de frutos. Los frutos son dispuestos en cajas de madera o de cartón, o bien en contenedores. (29)

La intensidad respiratoria de una fruta depende de su grado de desarrollo. A lo largo del crecimiento se produce en primer lugar un incremento de la respiración, la cual va disminuyendo lentamente hasta el estado de maduración. En toda una larga serie de frutas, este estado se acompaña de un nuevo incremento de la respiración, que es también denominada climaterio. Este climaterio se relaciona así con un aumento de la producción de CO_2 el cual, dependiendo de la fruta y el método de recolección, puede producirse también antes o después de ésta. Las causas del incremento de la formación de CO_2 han sido todavía plenamente esclarecidas. En ellas intervienen ² no factores tanto físicos como químicos. Así, la permeabilidad de la piel o cáscara a los gases se modifica: con el incremento del tiempo la cutícula se vuelve más gruesa y resistente, por impregnación con ceras y aceites. La permeabilidad disminuye por tanto en conjunto, incrementándose con ello la concentración de CO_2 en el interior del fruto. (5)

El comportamiento respiratorio de los frutos después de la recolección puede ser clasificado en dos categorías distintas. La primera es la de los frutos que tienen una fase climatérica con una curva respiratoria que presenta un máximo cuyo valor depende de la temperatura y la segunda es la de los frutos sin fase climatérica. En este caso, la intensidad respiratoria después de la cosecha no sufre variaciones importantes; tiene un valor que depende de la temperatura y que, en general, disminuye lentamente con el paso del tiempo.

A la segunda categoría pertenece la naranja, no tiene fase cli-

matérica y su evolución después de la cosecha es poco acusada, por cuya razón deben ser recolectados en una fase de maduración que es la del consumo o muy próxima a ésta. En los cítricos, no hay transformación de un hidrato de carbono insoluble, como el almidón, en azúcares. La transformación de sustancias pécticas desde la forma insoluble, que es la protopectina, hasta la forma soluble constituida por las pectinas y los ácidos pectínicos, no es tan clara como los frutos de fase climatérica. (29)

La naranja al pertenecer al reino vegetal y estar constituida por células vivientes es de suma importancia su actividad respiratoria. Debido a esto el control de temperatura y humedad relativa en los cuartos de almacenamiento es muy importante, ya que variaciones en las condiciones deseadas pueden ser perjudiciales. (42, 44)

En el cuadro 4.1 se observa la actividad respiratoria a diferentes temperaturas teniendo una mayor producción de CO_2 al aumentar la temperatura no importando la variedad y lugar de producción.

Teniendo un buen control de estos factores se llevará a cabo un buen almacenamiento y por lo tanto una buena conservación del fruto.

- Temperatura: A más alta temperatura, habrá mayor rapidez de respiración y por lo tanto, la vida del producto decrece. A su vez, si la temperatura es muy baja, la fruta también puede sufrir daños. Las temperaturas de almacenaje dependen de los factores siguientes: especie considerada, variedad, lugar de producción, clima, grado de madurez en la recolección, y duración prevista para la conservación.

**CUADRO 4.1.
ACCION DE LA TEMPERATURA SOBRE LA INTENSIDAD RESPIRATORIA
DE LAS NARANJAS.**

Producción de CO ₂ en mg/ kg/ hora			
Temperatura en °C	Florida	California	
		Valencia	Washington Navel
0	3	2	4
4,5	6	5	6
10	12	-	13
15,5	20	12	24
21	30	25	33
26,5	35	29	42
32	47	36	63
38	69	54	110

LOS AGRIOS; PRALORAN, J.C. 1977.

Para una breve duración de conservación será indicado elegir una temperatura más baja, en el límite de las alteraciones por el frío que son función de la temperatura aplicada y de la duración de la aplicación. La elección de una temperatura baja limitará la posibilidad de alteraciones fúngicas. (29, 42)

En el caso de una conservación prolongada, habrá que adoptar una temperatura más elevada para evitar las alteraciones debidas al frío, lo que conduciría a una mayor posibilidad de alteraciones fúngicas, por cuya razón es importante utilizar frutos que no hayan recibido heridas y que hayan sido manipulados con grandes cuidados.

(29)

La temperatura de almacenamiento y humedad relativa recomendadas para la conservación de la naranja oscilan entre:

Temperatura de almacenamiento:	7 a 9 °C.
Porcentaje de humedad relativa:	85 a 90
Vida aproximada de almacenamiento:	6 a 8 semanas.

Quando la naranja se almacena entre una temperatura de 0 °C y 7 °C a 9 °C (temperatura más baja de seguridad), puede sufrir daños tales como el picado. (44)

- 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. (42)

Conforme a lo anterior, un almacenamiento deficiente ocasiona grandes pérdidas y aumenta el precio al consumidor.

4.4 METODOS TRADICIONALES DE CONSERVACION.

Existe una gran variedad de procedimientos por medio de los cuales se pueden conservar los alimentos: refrigeración, congelación, secado, enlatado, fermentación, encurtido, concentrados de azúcares, adición de aditivos químicos, radiaciones ionizantes, encerado y lavado de frutas.

De estos, los métodos más comunmente usados en la preservación de cítricos en la post-cosecha son refrigeración, adición de aditivos químicos, encerados, atmósferas controladas, al aire libre. (44)

4.4.1 Encerado.

El procedimiento de encerado de frutas puede considerarse como un aditivo alimenticio, ya que sus características caen dentro de la definición dada para "Aditivo Alimenticio" por la FAO: " Son sustancias no nutritivas añadidas intencionalmente al alimento, generalmente en pequeñas cantidades para mejorar su apariencia, sabor, textura o propiedades de almacenamiento ".

Los tejidos vegetales tienen comunmente una cubierta de cera sobre su superficie exterior. Esta cera es efectiva en la reproducción de la pérdida de los productos alimenticios de los vegetales; de aquí que la aplicación de una cubierta de cera a las frutas

sea un proceso que ha sido probado con el tiempo. Este procedimiento ha dado buenos resultados en frutas cítricas.

El encerado mejora la apariencia de la fruta dándole un aspecto brillante, previene o reduce la pérdida fisiológica de peso, reduciendo las pérdidas de la fruta por encogimiento y además aumenta la vida de almacenamiento creando una atmósfera adecuada dentro de la fruta, conservando sus propiedades alimenticias durante un tiempo más prolongado.

El procedimiento de aplicación de la cera es comunmente por inmersión en una emulsión de cera o por rociado de la emulsión sobre la fruta, debiendo tener cuidado en el control del espesor de la capa : una cubierta gruesa crea condiciones de respiración anaeróbicas dando como resultado que el fruto muera por asfixia; una cubierta demasiado delgada ofrece poco control sobre la pérdida fisiológica de peso.

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

Entre los productos comerciales que se utilizan para cubrir los cítricos entre otros frutos, se encuentran: Britex, Zeevadar, Flavorseal, Tag, etc.: siendo el Tag el que ha dado mejores resultados en la conservación del fruto.

Con cualquiera de las cubiertas de cera se aumenta la resistencia a la difusión de gas, elevando la concentración interna de CO_2 y disminuyendo la de O_2 , este mismo fenómeno ocurre cuando la fruta se seca, pero la cubierta de cera retarda el secado de la cáscara, reduciendo la velocidad de pérdida fisiológica de peso. (44)

4.4.2 En Cámara Frigorífica.

Cuando una fruta, después de ser cosechada no se refrigera, generalmente se deteriora rápidamente y muy pronto tiene muy poco valor alimenticio para el hombre, en cambio, si se conserva en un almacenamiento frío, los procesos vitales se retardan dando como resultado neto un periodo mayor en que el alimento es aceptable para que lo coma el hombre. Sin embargo, no puede esperarse que después de varios meses de almacenamiento sea idéntica a una fruta cosechada recientemente. Si la temperatura y las condiciones de humedad óptimas para el almacenamiento del fruto van unidas, habrá un amplio tiempo para que los productos almacenados en frío sean enviados al mercado por los canales usuales; no pudiendo esperar que el almacenamiento en frío haga no perecederos los alimentos perecederos. (44)

La aptitud de la fruta para la conservación, la duración posible de almacenamiento, así como las condiciones más idóneas para el mismo, dependen de la especie, variedad y calidad de las frutas. La renovación del aire esta a menudo unida a una purificación del mismo con objeto de eliminar aquellas sustancias volátiles (ej. etileno) que favorecen la maduración. Durante el almacenamiento se producen

pérdidas de peso por evaporación de agua, que suelen alcanzar un 3 a 10% . (5)

El almacenaje refrigerado puede ser efectuado con o sin enfriamiento rápido (pre-refrigeración). La pre-refrigeración es recomendada cuando se desea obtener una conservación de larga duración. Se efectúa en cámaras especialmente equipadas para obtener un enfriamiento rápido con una ventilación potente, es decir con un coeficiente de recirculación comprendido de entre 100 y 200. Durante la pre-refrigeración se produce a una renovación del aire mediante introducción de aire fresco a razón de 1/2 a 1 renovación por hora. La temperatura del aire de enfriamiento debe estar a 1°C por debajo de la temperatura de pre-refrigeración que haya sido elegida. Puesto que la ventilación es intensa, es esencial mantener una humedad relativa del 95% para evitar una pérdida de peso excesiva durante la pre-refrigeración. La pre-refrigeración es recomendable cuando se introduce un lote de cítricos en una cámara fría que contenga ya frutos enfriados, pues en este caso la introducción de cítricos a la temperatura ambiente (entre 20 y 25°C), presentaría el inconveniente de recalentar los frutos ya en la cámara fría.

La coloración estimula la intensidad respiratoria de los cítricos y disminuye notablemente su capacidad de conservación; por consiguiente los frutos coloreados, no serán utilizados para un almacenaje de larga duración. (42)

4.4.3 Atmosferas Controladas.

Este concepto de almacenamiento se aplica en general a aquellas atmosferas que, al contrario que el aire, poseen muy poco oxigeno y un exceso de CO_2 y H_2O liberando energia en forma de calor. Condiciones habituales para muchos tipos de frutas son por ejemplo: temperatura, $0 - 5^\circ\text{C}$, concentracion de O_2 alrededor del 3%, concentracion de CO_2 $0 - 5\%$. El CO_2 puede menoscabar las aptitudes de conservacion del fruto en atmosferas no controladas. (5)

Asi pues, el hablar de atmosferas controladas, sera el considerar a las mismas con Oxigeno y Anhidrido Carbonico, con base al requerimiento en el periodo de conservacion, recordando que a mas cantidad de O_2 , mejor respiracion y menor vida, mientras que con CO_2 , las naranjas sufriran los efectos contrarios. (42)

Asi por ejemplo, en ciertos casos una concentracion de O_2 demasiado baja acelera la maduracion, o bien, por el contrario, provocar una excesiva produccion de CO_2 si es demasiado alta; por otra parte, un exceso de CO_2 puede conducir a la formacion de aromas extraños o coloraciones tambien anormales. (5)

4.4.4 Aditivos Quimicos.

En lo que se refiere a los aditivos quimicos para la conservacion de las frutas citricas, lo que generalmente se usa en su desinfeccion son fungicidas, que se aplican a la fruta despues que ha

sido lavada. El desinfectante usado no debe causar fitotoxicidad ni toxicidad humana a las concentraciones usadas y debe estar aceptado por la Organización Mundial de la Salud y la Organización para Alimentos y Agricultura. Este proceso de desinfección de la fruta va generalmente acompañado por otros procesos de preservación tales como almacenamiento en frío y encerado. (44)

4.4.5 Al Aire Libre.

Este tipo de almacenaje se emplea comunmente ya que es el ideal, para el caso en el cual la naranja es consumida en fresco, sin ningún tipo de transformación y en un período inmediato a la recolección. (42)

Para una duración, los frutos de buena calidad son almacenados a temperaturas comprendidas entre 15 y 18 °C, en un local bien aireado. En tales condiciones, la duración de la conservación posible es la siguiente:

- 4 a 8 semanas para naranjas.
- 6 a 8 semanas para las naranjas tardías.

Con esta modalidad de almacenaje, si la humedad relativa del aire del local no está controlada y ajustada según las necesidades, cabe prever una pérdida de peso cuya importancia dependerá del valor medio de la humedad relativa del aire durante la conservación. (29)

4.4.6 Otros Métodos.

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 naranja, 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, ocasiona grandes daños al fruto durante éste proceso. Un método más de almacenaje, será el que se efectúa por medio de radiaciones. Estudios de este método indican que hay un incremento en la tendencia de inhibir el crecimiento de hongos, pero no en detener el oscurecimiento de la piel a causa de efectos de las radiaciones. (42)

4.5 ACCIDENTES DE ALMACENAJE.

Los accidentes de almacenaje de cítricos son numerosos y es indispensable enumerarlos:

- 1.- La helada es provocada por una exposición de los frutos a

una temperatura inferior a la de congelación. Es un accidente que no debe producirse con una instalación frigorífica en buen estado y 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 este caso, cabe constatar los transtornos siguientes:

- a) Aparición de manchas pardas en la piel. Se trata de la escaldadura, que parece ser debido a dos factores: una temperatura demasiado baja y una ventilación defectuosa;
- b) Aparición de manchas color pardo claro, que pueden volverse coalescentes.

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 podredumbre que aparecen y se desarrollan durante el almacenaje. Por ejemplo: moho azul debido al Penicillium italicum, moho verde debido al Penici-

llium digitatum, podredumbre peduncular debida a Diaporthe citri y Diplodia natalensis, antracnosis debida a Colletotrichum gloeosporioides, podredumbre parda debida a Phytophthora citrophthora, podredumbre negra debida a Alternaria citri.

Algunos autores han recomendado un tratamiento térmico de las naranjas por inmersión en un baño de agua caliente a 55 C durante cinco minutos, seguidos por enfriamiento con agua fría. Pruebas de conservación efectuadas con esta técnica sobre naranjas " Valencia late " han dado resultados prometedores de cara a la sustitución de productos químicos antifúngicos para la conservación a largo plazo.

(29)

CAPITULO V.-

INDUSTRIALIZACION DE LA NARANJA.

- 5.1 Fases de la producción del Sistema Agroindustrial.**
- 5.2 Preparación de la fruta antes de su industrialización.**
- 5.3 Jugos.**
 - 5.3.1 Definiciones y Requisitos.**
 - A) Jugo Fresco .**
 - B) Jugo Concentrado.**
 - C) Jugo Deshidratado.**
 - 5.3.2 Alteraciones y Adulteraciones.**
- 5.4 Aceites Esenciales.**
- 5.5 Gajos (Secciones) Enlatados y Congelados.**
- 5.6 Empresas Procesadoras de cítricos.**

5.1 FASES DE LA PRODUCCION DEL SISTEMA AGROINDUSTRIAL.

Los países agroindustriales, en su totalidad, se están industrializando con rapidez y el consumo se modifica, por lo que el fruto fresco queda parcialmente postergado a beneficio de los productos elaborados. Este porcentaje varía considerablemente de un país a otro, en México se destina al procesamiento industrial aproximadamente el 25% de la producción, de este porcentaje, la industria obtiene jugos simples, concentrados, aceites esenciales y gajos (productos principales), bases para mermeladas y cáscara seca o deshidratada, entre otros (subproductos).

Es importante mencionar que las actuales técnicas industriales utilizadas y las normas que se aplican para su procesamiento (calidad del fruto, higiene, preservativos, etc), han permitido obtener en México un producto industrial con una calidad comercial que lo hace competitivo en el mercado, tanto nacional como extranjero.

El flujo que sigue la producción del sistema agroindustrial de cítricos, está determinado por cinco fases que integran relaciones económicas y sociales a lo largo de todo el proceso.

En la primera (producción de la materia prima) se encuentran los productores y de acuerdo al tipo de tenencia de la tierra, son clasificados en pequeños propietarios, ejidatarios y comuneros.

La segunda fase está relacionada con la comercialización y su-

ministro de la materia prima. La rapidez del flujo está determinada por la presencia de agentes económicos que se encargan de transportar, almacenar y hacer llegar los productos del sistema a las empresas procesadoras y a los principales mercados de consumo en el país.

La tercera fase corresponde a la transformación de la materia prima y obtención de productos, tanto de consumo intermedio como final. Así tenemos a la industria citrícola, encargada de la obtención de insumos industriales destinados a otras empresas (aceites esenciales, ácido cítrico, jugos concentrados, cáscara seca o deshidratada y otros). Estos productos deben ser canalizados en su mayor parte al mercado internacional, ya que se carece de un mercado nacional para este tipo de bienes. Esta parte de la industria citrícola se caracteriza por ser una industria netamente nacional ya que, del total de empresas que laboran, el 95.4% trabaja con capital nacional y el resto con capital extranjero.

Por otro lado, tenemos a la gran empresa nacional y transnacional procesadora de jugos, néctares y mermeladas. Esta posee la tecnología moderna necesaria para darle el acabado y presentación definitiva a los productos de consumo final (80% con capital nacional y 20% extranjero). Por último, en esta misma fase, tenemos a las empaquetadoras. Estas se encargan de seleccionar y dar presentación a la producción citrícola en fresco, la cual es canalizada al mercado internacional.

La cuarta fase está relacionada con la distribución de los pro-

ductos agroindustriales de consumo final derivados de los cítricos. La quinta y última fase del sistema, la del consumo. (39)

La elaboración de los jugos comprende las siguientes etapas: preparación de la fruta, obtención propiamente dicha del jugo, tratamiento posterior del jugo y conservación del mismo. (5)

5.2 PREPARACION DE LA FRUTA ANTES DE SU INDUSTRIALIZACION.

Existen operaciones comunes que podemos denotar en toda planta procesadora de cítricos, tomando como base tres líneas de producción que son:

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

Estas operaciones son Recepción, Selección, Lavado y Clasificación.

Para la preparación de la fruta después de su recepción a granel en la fábrica, debe ser sometida en primer lugar a una selección para rechazar las frutas inmaduras y las que presenten defectos (dañadas o mohos), esta es una operación importante para asegurar la bondad del producto terminado. Después pasan al lavado con el fin de eliminar cualquier traza de suciedad, o bien de eventuales plaguicidas y por último son clasificados de acuerdo a su tamaño y calidad. (Estas operaciones se detallaron en el capítulo anterior inciso 4.1).

Los frutos así preparados están listos para ser almacenados o bien para entrar directamente a su industrialización (ver fig. 5.1).

Los principales productos derivados de la naranja son : los jugos simples y concentrados, gajos refrigerados, aceites esenciales sencillos y destemperados, además frutas cristalizadas, bases para mermelada y para refrescos, flavonoides y cáscara fresca o deshidratada que se utiliza como alimento para ganado y para la extracción de pectinas. Asimismo se produce ácido cítrico, todos ellos de amplias aplicaciones industriales. (39)

Así los frutos cítricos se pueden aprovechar íntegramente. En la figura 5.2 y 5.3 se muestran los componentes aprovechables de los cítricos así como los productos y subproductos principales que es posible obtener de ellos.

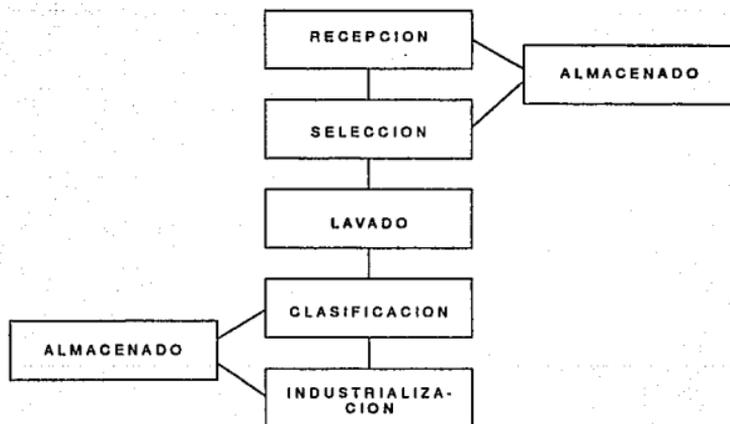
Muchos son los productos industrializados que podrían obtenerse de la naranja, sin embargo para hablar del aprovechamiento integral en este capítulo se tratarán los siguientes puntos:

- 1.- Jugos.
- 2.- Aceites esenciales.
- 3.- Gajos (secciones) enlatados y congelados. (5, 28, 42)

5.3 JUGOS.

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

FIGURA 5.1
PREPARACION DE LA FRUTA



BEBIDAS A BASE DE FRUTAS; CANACINTRA. 1990.

FIGURA 5.2
COMPONENTES APROVECHABLES
DE LOS FRUTOS CITRICOS

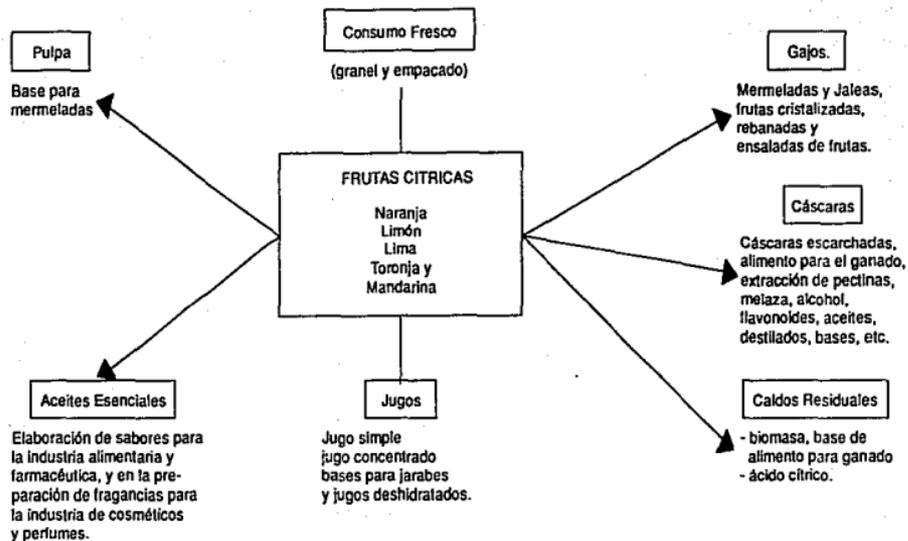
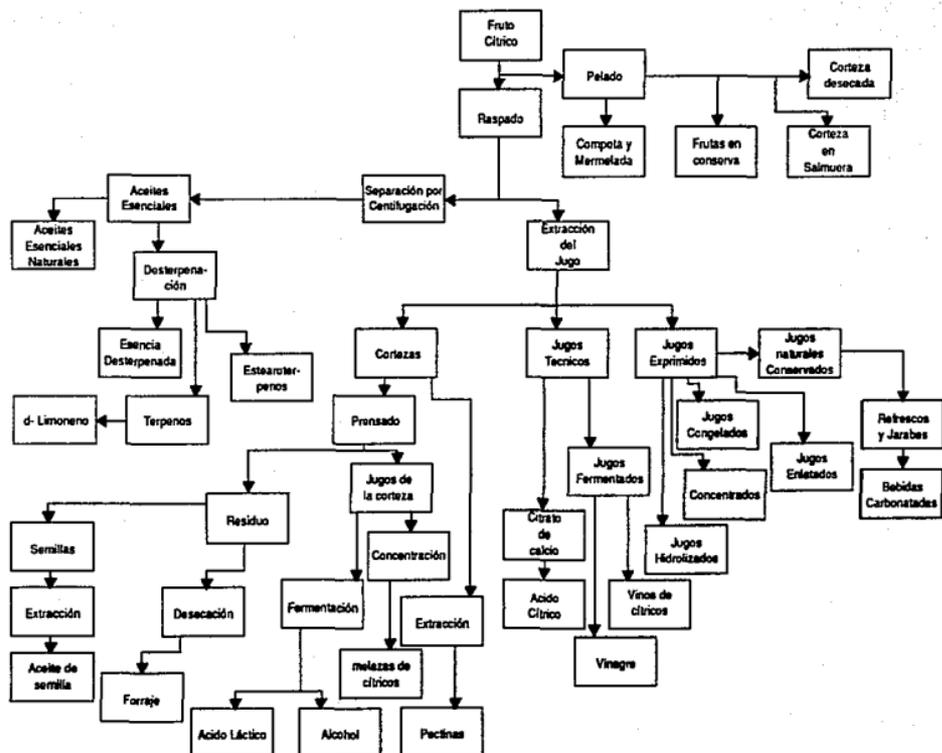


FIGURA 5.3
COMPONENTES APROVECHABLES DE LOS FRUTOS CITRICOS



CITRUS PRODUCT CHEMICAL COMPOSITION AND TECH.; BRAVERMAN, JOSPH B.S. 1949.

- a) Que los frutos esten enteros, sanos, bien desarrollados, limpios, 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 lo normal.
- d) Libres de descomposición, pudrición o mohos.
- e) Libres de pedúnculos y materia extraña.
- f) Libres de defectos de origen fisiológico, anatómico y microbiológicos.

(42)

La fruta cuya cáscara está en malas condiciones, fruta recogida del suelo o que haya sido maltratada en el transporte, es conveniente destinarla solamente a la producción de jugo. Es necesario que los frutos estén bien maduros a fin de que se obtengan características organolépticas superiores en el jugo. La calidad del jugo depende totalmente de la calidad de las frutas, pero ésta a su vez depende de varios factores:

- La variedad juega un papel fundamental para las calidades gustativas. Se emplean diversas variedades, especialmente " Naval temprana " y " Valencia tardía ", con el fin de asegurar a las fábricas una campaña lo más larga posible, utilizándose además Pearson Brown, Hamlin, Jaffa, Pineapple; éstas variedades difieren por la estación de su cultivo, su resistencia a las heladas, su sabor, color, la acidez de su jugo y en otros aspectos.

- Las condiciones de cultivo (clima, suelo, irrigación, tratamiento, etc.).

- El estado de maduración en el momento de la cosecha; es in-

dispensable para la buena calidad de un jugo, una buena relación azúcar/ácido. Los métodos de recolección y transporte pueden ser decisivos. (12, 28)

5.3.1 Definiciones y Requisitos

La U.S. Food and Drug Administration (FDA) reconoció 7 tipos de jugo de naranja y 4 tipos de concentrados.

- Jugo de Naranja.

Jugo no fermentado de Citrus sinensis del que se ha eliminado el exceso de semillas y pulpa. Puede refrigerarse pero no congelarse.

- Jugo de Naranja Congelado.

Lo mismo que lo anterior pero congelado.

- Jugo de Naranja Pasteurizado.

Si se le añade azúcar debe indicarse en la etiqueta.

Jugo de naranja al que se puede añadir hasta un 10% de jugo no fermentado de Citrus reticulata y tratada térmicamente para reducir su actividad pectinesterasa y su riqueza en microorganismos viables. Su contenido en extracto seco se puede ajustar por adición de jugo concentrado y el cociente $\frac{\text{Brix}}{\text{acidez}}$ mediante la adición de edulcorantes. Debe contener no menos de 10.5% de sólidos solubles de jugo de naranja y la relación $\frac{\text{Brix}}{\text{acidez}}$ no debe bajar de 10:1 .

- Jugo de Naranja Enlatado

Si se añade azúcar debe indicarse en la etiqueta.

Jugo de naranja o jugo de naranja congelado al que puede añadirse hasta un 10% de jugo no fermentado de Citrus reticulata, su contenido en aceite y pulpa de naranja puede ajustarse de modo que se acomode a los buenos usos industriales; se le puede añadir agentes edulcorantes para ajustar el cociente Brix/acidez, envasado en recipientes herméticos y sometido a tratamiento térmico. No debe de dar menos de 10 Brix y el cociente Brix/acidez no debe ser inferior a 9:1 .

- Jugo de naranja concentrado y congelado (o jugo de naranja concentrado). Si se le añade azúcar, debe indicarse en la etiqueta. Si el cociente de disolución es superior a 3:1 debe indicarse su valor en la etiqueta, o los Brix si los recipientes contienen más de 473 ml.

Jugo de naranja al que se puede añadir hasta un 10% de jugo de Citrus reticulata y/o hasta un 5% de jugo de Citrus aurantium, del que se ha eliminado agua y se ha congelado. Para ajustar su composición se permite la adición de aceite, esencia de jugo, pulpa de naranja y edulcorantes. El cociente de dilución para obtener jugo de naranja no debe ser inferior a 3:1. Los sólidos solubles de jugo de naranja en el producto reconstituido no debe bajar de un 11.8%.

- Jugo de Naranja Concentrado Enlatado. Debe expresarse en la etiqueta el factor de dilución como Brix si el contenido del recipiente pasa de 473 ml.

Se ajusta a las normas dadas para el jugo de naranja concentrado congelado salvo en cuanto debe envasarse en un recipiente hermético y tiene que ser tratado por el calor.

- Jugo de Naranja preparado a partir de Concentrado de Jugo de Naranja. El azúcar añadido debe indicarse en la etiqueta.

Preparado diluyendo jugo de naranja concentrado congelado y/o jugo de naranja concentrado para usos industriales, pudiendo añadirse jugo de naranja congelado y/o pasteurizado. Para ajustar su composición a los límites normales puede añadirse aceite de naranja, pulpa y/o edulcorante. El producto final debe contener no menos de 11.8% de sólidos solubles de jugo de naranja.

- Jugo de Naranja para usos Industriales.

Preparado a partir de jugo de naranja pero el jugo puede proceder de naranjas poco maduras que no den la graduación Brix ni el cociente Brix/acidez propios de las naranjas maduras. Puede añadirse hasta un 10% de jugo de Citrus reticulata. El contenido en pulpa y aceite de naranja puede ajustarse.

- Jugo de Naranja con Aditivos Conservadores. Debe rotularse "contiene... añadido como conservador".

Debe cumplir las normas que se dan para jugo de naranja para usos industriales excepto en cuanto puede añadirse benzoato sódico o ácido sórbico hasta una concentración de 0.2%.

- Jugo de Naranja Concentrado para usos Industriales. Debe señalarse en la etiqueta el contenido de sólidos solubles expresados en Brix.

Debe cumplir las normas de composición y etiquetado del jugo de naranja concentrado congelado, excepto en cuanto no debe ser congelado y puede prepararse a partir de naranjas poco maduras. La concentración puede ser tal que no baje de 20 Brix.

- Jugo de Naranja Concentrado con Aditivos Conservadores. Debe rotularse "contiene... añadido como conservador".

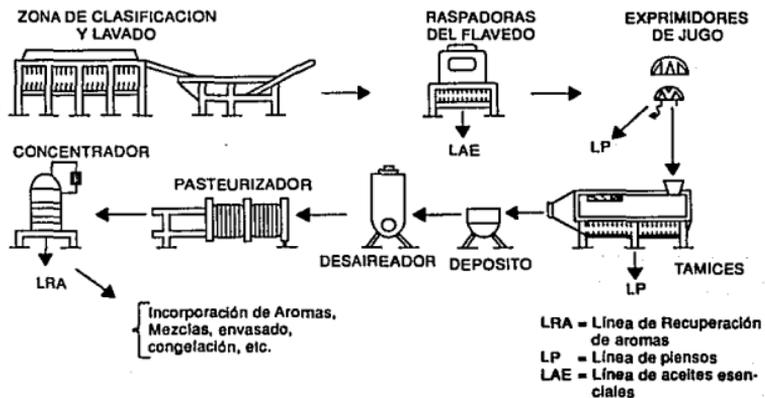
Debe cumplir los requisitos del jugo de naranja concentrado para usos industriales, excepto en cuanto se le puede añadir benzoato sódico o ácido ascórbico hasta 0.2%. (22)

A) JUGO FRESCO.

El jugo de naranja se obtiene del prensado de la parte pulposa del fruto, está considerado como un alimento líquido de elevado valor biológico, por el equilibrio de sus componentes, contiene en general 5 - 20% de extracto seco y su pH es normalmente inferior a 4.0. Este aporta agua, azúcares, ácidos orgánicos, sales minerales, aminoácidos, vitaminas, pigmentos, enzimas y sustancias pécticas. Una línea de fabricación de jugo de naranja se muestra en la figura 5.4. (38, 42)

Para la extracción de jugos se idearon numerosos aparatos constituidos y empleados industrialmente aprovechando la estructura de

FIGURA 5.4
LINEA SIMPLE DE FABRICACION DE JUGO DE
NARANJA.

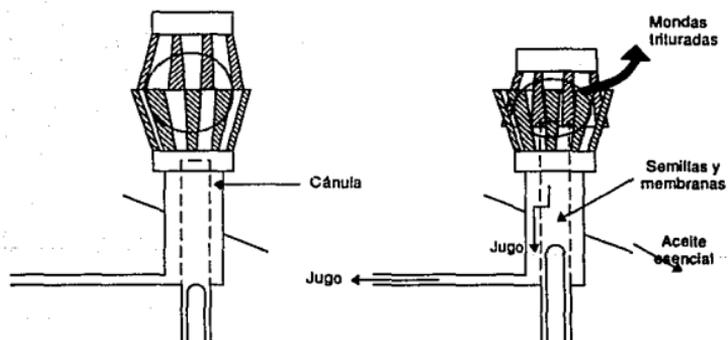


la naranja. Actualmente el que más se emplea es el extractor "In Line", de la Food Machinery Corporation. El principio se representa esquemáticamente en la figura 5.5 y se basa en introducir una cánula en la fruta y prensarla entre dos émbolos. Se recogen así separadamente el jugo, que sale por la cánula, el aceite esencial y las mondas trituradas; obteniéndose así un jugo no contaminado de la parte externa de la fruta y exento del aceite esencial que es recuperable (si se permitiera que todo el aceite entrará en el jugo éste resultaría demasiado amargo y aromático). Un extractor presupone 5 pares de émbolos y cada uno exprime aproximadamente 60 frutas al minuto. Otra máquina que domina el mercado además de la "In Line" (FMC) es el extractor de jugo Brown éste simula la operación manual con frutas partidas a la mitad, cada mitad se sujeta a una taza de hule mientras unas estrias también de hule eliminan el jugo, las semillas y la membrana. El jugo procedente de cualquier máquina FMC o Brown, pasa a un terminador de tornillo con una malla cuya abertura tiene de 0.069 a 0.1 cm. Como en el extractor FMC la mayor parte de la pulpa se elimina, el terminador puede ser más pequeño que el que se emplea en una máquina Brown.

El tamizado se hace al mismo tiempo que la extracción eliminando así algunas semillas y pequeñas cantidades de pulpa que pudieran haber pasado durante la extracción.

Puesto que a lo largo del proceso de elaboración se mezclan con el jugo grandes cantidades de aire es preciso su desaireación. La aireación del jugo origina acusadas pérdidas de vitamina C. La

FIGURA 5.5
PRINCIPIO DEL FUNCIONAMIENTO DEL EXTRAC-
TOR "IN LINE" PARA JUGO DE CITRICOS.



INTRODUCCION A LA BIOQUIMICA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS;
CHEFTEL, JEAN-CLAUDE. VOLUMEN I 1988.

desaireación se realiza haciendo pasar el jugo en capa fina o en ducha ligera, en un recipiente bajo vacío; se produce una breve ebullición que elimina el gas disuelto (evacuación) o por inyección de un gas inerte como es el N_2 ó el CO_2 (burbujeo). Recientemente se consiguió desoxigenar el jugo de naranja haciéndolo reaccionar con glucosa oxidasa. (5, 12)

El jugo de naranja contiene antes de la desaireación de 30 - 50 ml de gas/litro (oxígeno 2 - 5 ml; nitrógeno 10 - 14 ml; anhídrido carbónico 17 - 40 ml). El oxígeno no solo actúa en la corrosión y sobre el ácido ascórbico, sino también sobre los taninos, los compuestos oxidables de los aceites esenciales y lípidos; origina incluso modificaciones de sabor y olor. Las alteraciones debidas a las oxidaciones resultan aún más acentuadas por los tratamientos térmicos.

La desaireación se aplica a los jugos, así pueden separarse mediante la aplicación y según diversos métodos de vapor de agua, los aceites esenciales que posteriormente se pueden desterpenar y reincorporar al jugo. (12)

Los jugos poseen una turbidez característica, por lo que debe conseguirse la estabilización de dicha turbidez, es decir un tratamiento de los compuestos que la provocan, de modo que forman una suspensión estable.

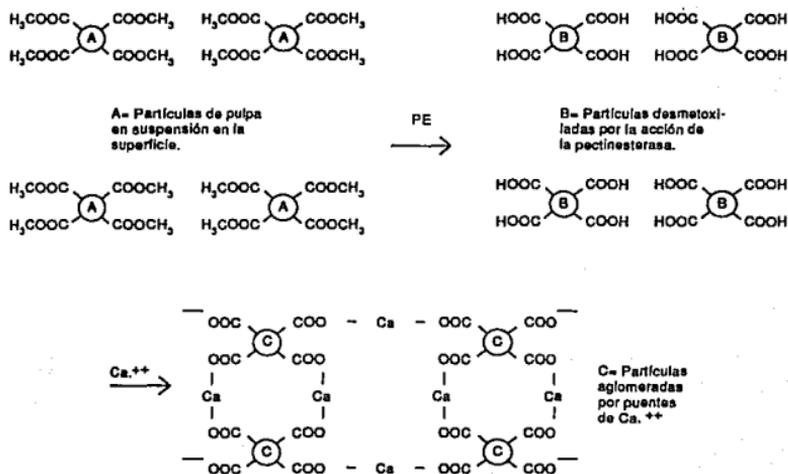
Es sencillo exprimir las naranjas, sin embargo, la conservación

no es una simple inactivación de las levaduras o de otros microorganismos capaces de desarrollarse en el jugo exprimido, pues conviene en particular evitar las transformaciones químicas y enzimáticas que se inician apenas el jugo es liberado de sus células. Por lo que se lleva a cabo una inactivación térmica de la pectinesterasa naturalmente presente, que produce la sedimentación de la pulpa en suspensión, desapareciendo la turbidez o "nube" y dejando un líquido transparente que hace perder al jugo todo su valor comercial. La hidrólisis de los grupos de éster metílico, producida por esta enzima da lugar a la gelificación de la masa, que pierde su aceptación. Ambos fenómenos tan distintos obedecen a la misma causa; la formación de ácidos pectínicos. (5, 30)

La mayor proporción de pectina y de pectinesterasa está en la pulpa. La pectinesterasa actúa sobre la pectina disuelta y sobre las partículas de pulpa en suspensión, produciendo grupos -COOH libres, de ácidos pectínicos. Estos forman sales insolubles, con una red tridimensional. Traduciéndose en el jugo natural, en la precipitación de la pulpa fina y clarificación. En el jugo concentrado la red tridimensional es causa de la gelificación, al ser apretada dicha red y retener entre sus mallas a las moléculas de agua, que pierden su movilidad formándose un gel sólido (ver figura 5.6).

La protopectina se convierte en pectina soluble y ambas en la de bajo metoxilo, produciéndose la gelificación al alcanzarse una proporción suficiente de la última, en presencia de Ca^{2+} . Los jugos concentrados, cuando han gelificado, acusan al rediluirse una falta

FIGURA 5.6
Mecanismo de la clarificación y de gelificación de los jugos de naranja



de " nube ". A 52° Brix se dan las condiciones mejores para aunar la desmetoxilación y la formación del gel. El grado de desmetoxilación necesario para que aparezca la clarificación es menor que el necesario para la gelificación. Las pectinas de bajo metoxilo del suero y de la pulpa pueden ser causa suficiente y exclusiva para la gelificación, en presencia de las cantidades de cítrico, azúcar y calcio que son normales en los concentrados de 42° Brix.

La clarificación puede evitarse, impidiendo la acción de la pectinesterasa o la formación posterior de sales cálcicas. La pectinesterasa se inactiva mediante la pasteurización del jugo. Aproximadamente es suficiente una temperatura de 54° C para destruir ésta enzima. (13, 30)

Los procedimientos habituales para la conservación de los jugos son la pasteurización, el almacenamiento en atmósfera de gases inertes, la concentración, la congelación, y la desecación (deshidratación). (5)

Así según las características físicas de los jugos se pueden clasificar 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 aspecto turbio característico, por la acción de la pectinesterasa sobre las moléculas pécticas.

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

e) Jugo concentrado.- Jugo que por concentración del natural, por evaporación o con otro sistema apropiado ha perdido parte de agua. Se pueden conseguir diferentes grados de concentración.

f) Jugo deshidratado o en polvo.- Producido por deshidratación del natural haciendose pasar a presión por una cámara, donde circula el aire caliente así se deshidratará y quedará en forma de polvo.

(11, 38, 39)

La pasteurización es el método más utilizado para la conservación de los jugos, está se realiza por el método de pasteurización "relámpago" o "flash" que consiste en someter el jugo a una temperatura de 90-97 °C, manteniendolo una docena de segundos y después enfriarlo rapidamente a 82 - 85 °C. El calentamiento y enfriamiento se realizan en cambiadores de calor de placas o tubulares, en los cuales el jugo circula en capa fina. Se han logrado cambiadores que pueden funcionar bajo presión y por lo tanto con los jugos por encima de 100 °C, las temperaturas de calentamiento "relámpago" se elevaron por encima de 130 °C con la correspondiente reducción del tiempo. Así se pasteuriza el jugo de naranja en 3 segundos a 107 °C.

Estos tratamientos térmicos breves a alta temperatura y tiempo corto (H.T.- S.T. : High temperature-short time), son muy eficaces

pues tienen el mérito de conservar las propiedades nutricionales y organolépticas del producto. El contenido de hidroximetilfurfural, que se toma como índice de severidad de tratamiento térmico al que se somete el jugo se mantiene por debajo de 5 mg/lt.

Este método da productos mucho mejores que los que se logran por pasteurización después del envasado, además es fácil de realizar y más barato. Puesto que los tiempos prolongados de calentamiento hacen disminuir la calidad de los jugos. Se recurre a un tratamiento térmico rápido para asegurar la destrucción de la pectinesterasa, éste es crítico porque interesa inactivar las enzimas, pero evitando en lo posible, la aparición de sabores a cocido en el jugo, debe realizarse con la menor dilación después de la extracción.

Es interesante señalar que el jugo procedente de naranjas dañadas por helada, es mayor la proporción de pectina total y de bajo metoxilo, por lo que requiere una pasteurización más enérgica. Es evidente la necesidad de controlar rigurosamente la pasteurización de los jugos vigilando que la actividad pectinesterasa residual sea nula. La eliminación de las sales de calcio en el jugo, al evitar la formación de aglomerados de pectatos, impide también la clarificación.

Algunos trabajos indican que tratando el jugo de naranja, durante unos minutos antes de la pasteurización, con algunas enzimas comerciales degradantes de las pectinas y con proteasas, se aumenta la turbiedad del jugo pasteurizado, la estabilidad y propiedades

de los sólidos en suspensión, aunque la viscosidad del suero disminuye. Las enzimas pécticas utilizadas (100-200 mg/ml) producen una despolimerización de las pectinas tanto del suero como de la pulpa en suspensión, que da lugar a pectatos calcicos solubles de bajo peso molecular, la adición de poligalacturonasas, actúan sobre pectinas desmetiladas de modo que no se produce agregación y sedimentación de partículas. (5, 30)

Los jugos que difieren en acidez y sabor pueden ser combinados y endulzados con azúcar si esto es deseado y permitido por la ley, a condición de que la etiqueta lleve la indicación correspondiente.

(28)

- Jugos enlatados.

El jugo extraído se bombea a tanques de almacenamiento temporal donde se verifica su grado Brix y su acidez titulable. Si el jugo no se encuentra en el intervalo adecuado, puede mezclarse con el siguiente tanque de jugo, posteriormente pasa a través de una pasteurizadora, el jugo caliente se bombea a las llenadoras automáticas de latas que varían en capacidad de 170 g a 1,304 g. Las tapas se sellan con costura doble, se invierten brevemente para esterilizar la tapa y se enfrían en chorros de agua fría. El agua de enfriamiento debe estar clorada para reducir la población microbiana a una cifra y eliminar la posible fermentación del jugo durante el almacenamiento, casi siempre se almacena a temperatura ambiente. Puede haber ciertos cambios en sabor típicos del producto, pero el valor alimenticio y el contenido de vitaminas llegan hasta el cliente teniendo un grado satisfactorio. (13)

- Jugos fríos.

Los jugos fríos se envasan de manera semejante a los enlatados, excepto que utilizan recipientes de vidrio en lugar de latas y el producto se mantiene bajo refrigeración a 10°C o menos. El almacenamiento a baja temperatura proporciona un sabor que se asemeja al del jugo fresco, ya que el sabor bajo estas condiciones cambia poco aún durante varios meses. El jugo es transportado en grandes recipientes mantenidos a 0°C hasta los puntos de su consumo. El transporte se efectúa mediante semi-remolque de carretera y buques-cisterna. Sin haber pasado por estabilización, apenas llegado el jugo es distribuido, siempre bajo régimen de frío. El procedimiento da buenos resultados si la temperatura no experimenta ningún aumento accidental; exige una clientela numerosa y segura y, como es lógico, sólo cabe realizarlo en la época culminante de producción frutera. Al recibir un único tratamiento térmico "flash", seguido de un enfriamiento igualmente rápido, el jugo conserva mejor su aroma fresco y esto es lo que ha valido el favor del público. (29)

La correcta conservación debe realizarse en recipientes estériles. En el momento del envasado para su destino al consumo, a causa del peligro de reinfeción, es necesario llevar a cabo una segunda pasteurización, la cual puede conseguirse por llenado en caliente en envases previamente esterilizados, o bien por calentamiento de los envases ya cerrados (instalaciones por riego en cámara o de pasteurización en tunel). (5)

El llenado en caliente consiste en someter el jugo a una pas-

teurización "relámpago" para introducirlos a una temperatura de 82-85 C en los recipientes (previamente calentados, si se trata de envases de vidrio) estos se cierran inmediatamente, giran de forma que el líquido caliente queda en contacto con toda la superficie interior del recipiente y lo deje aséptico, manteniéndolos así 3 a 4 minutos, antes de enfriarlos rápidamente. El recipiente usual es un frasco de dos litros. El concentrado congelado puede reconstituirse para obtener este producto, pero no jugo enlatado. (10, 12)

En la industria juguera tradicionalmente se han empleado envases rígidos como el de vidrio y envases semirígidos como las latas, así como de plástico o de cartón recubierto interiormente de aluminio.

En los últimos años se han desarrollado nuevos empaques que cumplen con los requisitos indispensables de los empaques para alimentos como son:

- Proporcionar al producto la protección necesaria a lo largo de su vida de anaquel para preservar las características físicas, químicas y nutritivas del alimento.
- Dar apariencia visual atractiva al producto la cual se compone de elementos como tamaño, textura, color, forma y decoración gráfica.
- Facilitar el manejo y almacenamiento del producto.

Recientemente los envases flexibles (cartón, plásticos, aluminio, papel encerado) son combinados en forma de laminados para formar empaques tipo "Tetra Brik", recientes estudios han demostrado

que este y los termoformados son convenientes para jugos obtenidos mediante procesamiento aséptico. En Europa se desarrollaron procesos y equipos para el envasado de jugos en bolsa sin penetración de oxígeno. (33)

La conservación en atmósferas de gases inertes hace uso de la circunstancia de que los jugos, con poca carga microbiana, a temperaturas inferiores a 10 °C y en presencia de una concentración de CO₂ superior a 14.6 g/l, son microbiológicamente estables. Para alcanzar dicha concentración de dióxido de carbono es necesario que los tanques estén llenos. (5)

B) JUGO CONCENTRADO:

A partir del jugo simple se obtiene uno concentrado, es decir, un jugo del que ha sido retirada por un medio físico parte del agua que lo constituye. Si el procedimiento para eliminar el agua es bueno y además no aporta efectos destructivos ni modificaciones de los demás constituyentes, el concentrado conserva todas sus propiedades al salir del concentrador y al serle incorporada agua destilada en cantidades equivalentes a la retirada, puede ofrecer un jugo muy parecido al primitivo, este puede ser turbio o clarificado dependiendo del grado de presentación que se desee. También se puede pasteurizar y/o deshidratar. La operación no es tan sencilla como parece pues en general la extracción del agua se efectúa por medio de la evaporación, lo que arrastra a las demás materias volátiles y produce alteración volátil por calentamiento, se degrada en el transcurso del almacenaje y del transporte. (ver cuadro 5.1) (29)

CUADRO 5.1
ELABORACION DE JUGO CONCENTRADO

OPERACIONES UNITARIAS	TECNOLOGIA POSIBLE
<p style="text-align: center;">Recepción</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Lavado-Selección</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Preparación</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Prensado</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Tamizado</p>	<p>Circuito de pre-tratamiento con diversos grados de mecanización</p>
<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Extracción del aire</p>	<p>Es necesario si se realiza la pasteurización antes de la concentración, evita las concentraciones.</p>
<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Pasteurización</p>	<p>Pasteurización antes o después de la concentración.</p>
<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Concentración</p>	<p>Evaporador: - de simple o múltiples efectos, en continuo - del tipo con bolas, en discontinuo, con o sin recuperador de aromas.</p>
<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Congelación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pre-enfriamiento con Intercambiador superficie raspada antes del envasado o congelación en directo. - Congelador de placas o en carro.
<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Pasteurización</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En continuo por aspersión o por baño. - En discontinuo (autoclave o en baño maría).
<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Envasado aséptico</p>	<p>Barril con doble envoltorio para un llenado aséptico (solución sin alternativas).</p>

Las condiciones necesarias para obtener jugos concentrados de alta calidad son:

- Bajas temperaturas de proceso.
- Tiempos cortos de residencia del producto en los aparatos del proceso, especialmente si son empleadas altas temperaturas.
- Condiciones higiénicas del proceso, cercanas a condiciones estériles.
- Eliminación selectiva del agua (la mayoría de los componentes excepto el agua deben retenerse en el concentrado).

Los concentrados de jugos son desde un punto de vista tanto químico como microbiológico, más estables que los jugos originales; además los costos de almacenamiento y transporte son más reducidos. El extracto seco de estos concentrados está comprendido entre el 60 y 70% (el contenido de sólidos del producto final es de 50 - 60% encontrándose en forma líquida). Como productos intermedios, se elaboran también semiconcentrados, con extracto seco de 36 - 48% que poseen estabilidad menor, estos productos son susceptibles a la gelificación. (5, 29, 33)

La operación más delicada del procedimiento se sitúa a nivel del tratamiento térmico, del cual depende en gran parte la calidad del producto acabado. Riesgos de la operación: volatilización de los aromas, sabor a "sobrecocido", ennegrecimiento y caramelización. (9)

Este es el producto que ha evolucionado la industria de la fruta cítrica, ahora su producción excede en mucho la de otras formas

de jugo de naranja, su éxito se fundamenta en su óptima calidad organoléptica. Esto es resultado de progresos técnicos y más concretamente de las siguientes operaciones pasteurización relámpago, concentración a temperatura alta-tiempo corto, recuperación y reincorporación a los concentrados de los constituyentes aromáticos volátiles; procedimiento "cut-back" de redilución parcial con jugos frescos: conservación al estado congelado.

Los principales procesos de concentración empleados en jugos, se enlistan a continuación:

- Evaporación
- Concentración por congelación.
- Osmosis Inversa
- Ultrafiltración.

La concentración de los jugos se realiza casi siempre por evaporación bajo vacío. Los actuales evaporadores pueden funcionar a base de una temperatura relativamente baja o por el contrario temperaturas altas, pero con tiempos de permanencia muy cortos. La temperatura de ebullición depende de la presión mantenida en el evaporador esto se regula mediante un condensador por un lado y un inyector de vapor o una bomba de vacío por el otro; el vapor de agua procedente del jugo se condensa por enfriamiento, mientras que los gases no condensables se extraen con el eyector o la bomba de vacío.

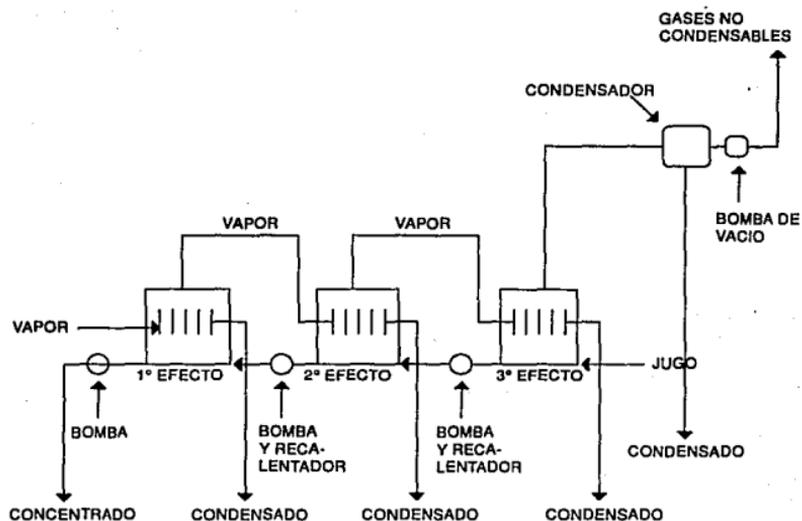
En la mayoría de los evaporadores industriales, se recupera el calor latente del vapor procedente del jugo; se puede así precalentar éste o incluso evaporarlo. En este último caso se precisa recomprimir y recalentar el vapor por termocompresión o compresión mecá-

nica, o bien utilizar un evaporador de doble o múltiples efectos. En estos sistemas, el vapor separado del jugo en el primer efecto (evaporador), se utiliza como fluido calórico de un segundo evaporador (segundo efecto) y así progresivamente. Un funcionamiento correcto exige que la temperatura de ebullición en el segundo efecto sea inferior, en aproximadamente unos 10°C , a la del primer efecto. Esta diferencia de temperaturas se puede mantener enlazando el último efecto a un condensador y una bomba de vacío, el producto puede concentrarse progresivamente por pase del primero al último efecto, o bien del último al primero (la operación en contracorriente exige calentamientos suplementarios, pero frecuentemente se prefiere). El producto también puede pasar tan solo de uno a otro de los evaporadores funcionando en paralelo: se habla entonces de efecto múltiple en un solo nivel. (ver figura 5.7)

Otras bombas o columnas barométricas permiten extraer el jugo concentrado o los condensados de vapor, sin que cese el vacío, los dos tipos de evaporadores más utilizados son:

a) Evaporador a "Baja Temperatura" ("Low Temp", Mojonnier o Kelly), construido enteramente en acero inoxidable, es un aparato enorme de diversos efectos y en los cuales se procura, sobre todo, reducir el consumo de calorías y de agua de refrigeración. Hay que señalar el empleo de la bomba de calor, en la que las calorías proceden directamente del jugo entrante y los vapores son condensados por un cambiador de amoníaco. Es un evaporador de película líquida, deslizante, que funciona bajo vacío. El vapor formado también pasa de arriba abajo en los tubos del cambiador (de algunos cm de diáme-

FIGURA 5.7
EVAPORADOR A TRIPLE EFECTO. ALIMENTACION EN CONTRA-CORRIENTE



INTRODUCCION A LA BIOQUIMICA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS;
CHEFTEL, JEAN-CLAUDE. VOLUMEN I 1988.

tro hasta 10 m de alto); esto aumenta la velocidad y la turbulencia de la delgada capa de líquido y favorece la transferencia de calor. La evaporación se hace en una sola pasada, a unos 20 °C. El vapor formado se condensa a unos 0 °C, con la ayuda de un fluido refrigerante, generalmente amoníaco. Después del pase en el condensador los vapores de este fluido se recalientan por compresión y sirven de fluido calórico para el evaporador, luego el amoníaco líquido se enfría por expansión y devuelve al condensador. Este circuito cerrado se llama una bomba de calor ("Heat pump cycle"). Permite evitar el consumo de agua a 15 - 20 °C, que exige el funcionamiento de los condensadores clásicos.

La evaporación a baja temperatura, no afecta prácticamente al pardeamiento no enzimático o degradación de los constituyentes termolábiles, sustancias aromáticas, vitaminas.

Al igual que en la mayoría de los otros evaporadores, el jugo debe pasteurizarse antes de la concentración, porque la baja temperatura de ebullición favorece el desarrollo de microorganismos y la acción de las pectinesterasas. El evaporador, debe ser casi estéril. Se necesita una limpieza frecuente; en efecto, el depósito de sales minerales o de productos quemados sobre las superficies de intercambio, reduce la transferencia de calor y favorece el desarrollo de microorganismo y la corrosión del metal.

b) Evaporador "Alta temperatura - corto tiempo" (temperature accelerated-short time evaporator - T.A.S.T.E., Gulf). Se trata también de un evaporador con película líquida deslizante, que fun-

ciona bajo vacío. El cambiador consiste igualmente en un conjunto de largos tubos de acero. El producto pasa sucesivamente en 7 etapas, a temperatura diferente, seguido de un enfriamiento "relámpago" .

El vapor se recupera en 4 efectos. A causa de las temperaturas elevadas, la evaporación solo exige tiempos de permanencia muy cortos, inferiores al minuto; los constituyentes termolábiles resultan poco degradados. Por otra parte, la temperatura, mantenida en las etapas 2 y 3, permite suprimir la etapa previa de pasteurización. El aparato se limpia diariamente (ver cuadro 5.2). (12)

Cualquiera que sea el tipo de evaporador utilizado, los concentrados de jugos cítricos se someten, generalmente, además a otras dos operaciones:

a) La recuperación y reincorporación de los constituyentes aromáticos del jugo. La concentración origina la pérdida de moléculas aromáticas muy volátiles o de las que forman azeótropos. Después de la extracción y antes de la concentración se efectúa inmediatamente una "separación" (Stripping) . Bajo vacío o a presión atmosférica y a alta temperatura; se evapora así del 10 al 20% del agua del jugo y la mayor parte de los constituyentes aromáticos. Estos vapores pasan a una columna de destilación en contra corriente, donde se separan del agua los constituyentes aromáticos más volátiles, que se condensan a continuación en una serie de condensadores cada vez más fríos (son condensados 100 a 200 veces, para conseguir productos concentrados de los aromas). En algunos aparatos, la destilación se facilita por un flujo de nitrógeno en la columna; de esta forma los

CUADRO 5.2

FASES DE FUNCIONAMIENTO DE UN EVAPORADOR DE 7 ETAPAS

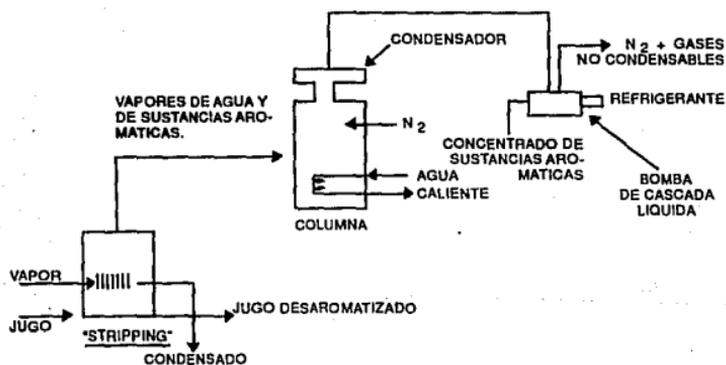
ETAPAS	Tm de producto que pasan por hora a través de c/etapa.	Concentración del producto (Brix)	Temperatura (° C)
Líquido de Alimentación	40	12	21
1	37	13	40
2	30	16	96
3	20	33	86
4	12	40	76
5	10	48	63
6	9	56	46
7	7.6	63	40
Enfriador "relámpago"	7.5	65	16

Según M.K. Veldhuis, en " Fruit and Vegetable Juice Processing Technology ".

INTRODUCCION A LA BIOQUIMICA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS;
CHEFTEL, JEAN-CLAUDE VOL I 1988

aceites esenciales quedan en el agua, de donde pueden separarse por decantación y centrifugación, mientras los constituyentes aromáticos más volátiles se recuperan por disolución en el agua mediante una bomba de cascada líquida (ver figura 5.8).

FIGURA 5.8
 SISTEMA WURVAC PARA LA RECUPERACION DE CONSTITUYENTES AROMATICOS
 DE JUGOS.



INTRODUCCION A LA BIOQUIMICA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS;
 CHEFTEL, JEAN-CLAUDE, VOLUMEN 1 1988.

Frecuentemente los sistemas de recuperación de constituyentes aromáticos están incorporados de forma directa al evaporador. Los aceites esenciales y los concentrados de sustancias aromáticas deben conservarse a bajas temperaturas. Se aconseja no incorporarlos al concentrado de jugo hasta poco antes del consumo. Esto evidentemente, no es posible para los concentrados de cítricos empacados en recipientes individuales y congelados. Para la concentración de un producto de calidad es importante que el tiempo de permanencia en el evaporador sea el mínimo posible.

b) La redilución parcial con jugo fresco ("cut-back"). Frecuentemente los concentrados de jugos de cítricos con 60 - 65^o Brix (7 veces la concentración del jugo inicial) se lleva a 45^o Brix (5 veces la concentración inicial) por adición de jugo fresco (6% del jugo total utilizado). De esta forma, el producto final siempre contiene una cierta proporción de los constituyentes aromáticos, incluso los más volátiles del jugo fresco. (12)

Otro método consiste en eliminar los aromas del jugo, en un evaporador continuo, en el que se destila el 25% del agua mediante una serie de ciclos de calefacción y evaporación relámpago. El jugo desaromatizado se conserva con 1 300 mg/Kg de SO₂ almacenándose en depósitos inatacables. Los condensados aromáticos se concentran en columna de destilación fraccionada, con una temperatura de 90 C, ^{o una} en la parte más alta, obteniéndose una esencia cuya concentración es 150 veces mayor que en el jugo. Este concentrado aromático se conserva congelado a -18 C. En el momento de envasar el jugo debe de-

sulfitarse, lo que se realiza con un triple sistema de calefacción y expansión, con evaporación relámpago. El jugo desulfitado se reconstituye por adición de la fracción aromática evaporada y por una adición complementaria de aceite esencial. (30)

La concentración por congelación consiste en la congelación parcial del producto y la separación de los cristales de hielo puro formados dejando intactos todos los constituyentes no acuosos en la fase concentrada. Los cristales se separan por centrifugación o prensado; se lavan para reducir la pérdida de concentrado. Con el empleo de este método es posible concentrar jugos hasta un 50% de sólidos totales. El punto de congelación de un jugo con aproximadamente 10% de sólidos está alrededor de -2°C . Durante la congelación a -14°C , el contenido de sólidos en la fase líquida en equilibrio es aproximadamente del 50%, y por lo tanto el 90% del agua inicial presente en el jugo se encuentra en forma de cristales. El control de la cristalización es el paso más importante en la concentración de jugos por este método los cristales muy pequeños dificultan la adecuada separación del agua y del producto. Debe ser una congelación lenta para obtener grandes cristales de hielo puro. Unión Carbide y Common Weath Engineering Co., han desarrollado numerosos procedimientos para controlar la formación de núcleos cristalinos y el crecimiento de los cristales.

Un sistema tipo de concentración por congelación consta de 3 componentes fundamentales:

- 1.- Un cristizador o congelador donde son formados los cristales de hielo.

- 2.- Un sistema de separación en el que son separados los cristales de líquido concentrado.
- 3.- Una unidad de refrigeración para enfriar el líquido, eliminando el calor de cristalización y el producido por la fricción de flujo y agitación.

El diseño de los congeladores usados comunmente en este proceso, se basa en el contacto indirecto del refrigerante (comunmente freón) el cual se encuentra separado del líquido a procesar por una placa metálica rígida. (33)

La concentración por congelación presenta las siguientes ventajas en comparación con la concentración por evaporación y ósmosis inversa.

- Los jugos son concentrados sin pérdidas apreciables en sabor, constituyentes aromáticos, color o valor nutritivo.
- Se requieren diferencias de temperatura pequeñas entre el jugo y el refrigerante.
- Con un adecuado lavado y proceso de precristalización. La eliminación de agua es selectiva.
- La concentración se lleva a cabo a temperatura abajo de los 10 ° C.
- El aroma permanece en el jugo y no se llevan a cabo reacciones de polimerización y condensación entre los compuestos aromáticos como ocurre en la concentración por evaporación.

Principales inconvenientes:

- El consumo de energía es alto comparado con procesos como ósmosis inversa.
- El costo de inversión es alto.
- Ocurren pérdidas de sólidos ocluidos en los cristales durante el tratamiento.
- El jugo a concentrar debe ser de muy alta calidad dentro de los límites de calidad deseados en el producto final. (33)

Este método se emplea poco ya que los evaporadores de efecto múltiple consumen poca energía y permiten una buena recuperación de los constituyentes aromáticos y una operación de concentración mucho más rápida.

Otro procedimiento físico para la obtención de una concentración, es la ósmosis inversa que permite extraer el agua o las moléculas ligeras de las soluciones azucaradas (compuestos de peso molecular <500 Daltons), a través de una membrana semipermeable por el simple procedimiento de someter la solución a una presión superior a su presión osmótica. Al quedar suprimido todo fenómeno térmico y al ser inerte la membrana, las alteraciones quedan reducidas al mínimo y el rendimiento energético es bueno. (ver figura 5.10) (29)

Cuando una solución es separada de agua pura (disolvente) por una membrana semipermeable, el agua se difundirá a través de la membrana, diluyendo la solución hasta alcanzar un equilibrio osmótico

en ambos lados de la membrana, figura 5.9 A . Si una presión hidráulica es aplicada en exceso a la solución concentrada como para superar la presión osmótica diferencial entre una solución concentrada y el disolvente, la dirección del flujo del líquido se invertirá. El resultado de esta acción es que la solución concentrada se concentrará cada vez más, figura 5.9 B.

Para que pueda llevarse a cabo una concentración por ósmosis inversa, las características del producto y de proceso deben ser las siguientes:

- 1.- El líquido a concentrar debe tener un pH que sea resistido por la membrana semipermeable (entre 3 y 8 si se emplean membranas de acetato de celulosa).
- 2.- La presión osmótica de la solución y la presión de la operación deben ser reguladas para evitar la ruptura de la membrana.
- 3.- La viscosidad de la solución no debe ser mayor a 10 centipoises para facilitar el bombeo.
- 4.- El soluto rechazado no debe coagular de modo que forme una capa que bloquee el paso del disolvente a través de la membrana.

Las principales ventajas de la ósmosis inversa en relación a los métodos tradicionales empleados en la concentración son:

a) Características del producto final:

- . Se eliminan los daños térmicos en los compuestos aromáticos que imparten el sabor.

FIGURA 5.9
Representación del proceso de Osmosis (A) y de Osmosis Inversa (B)

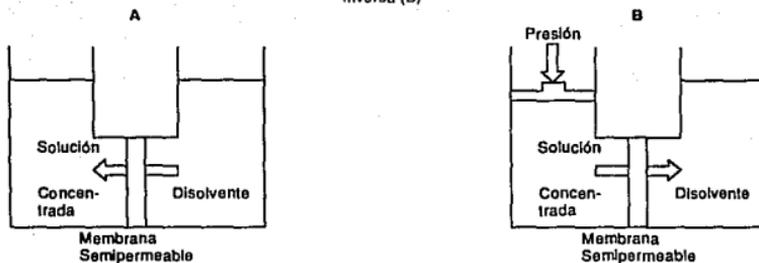
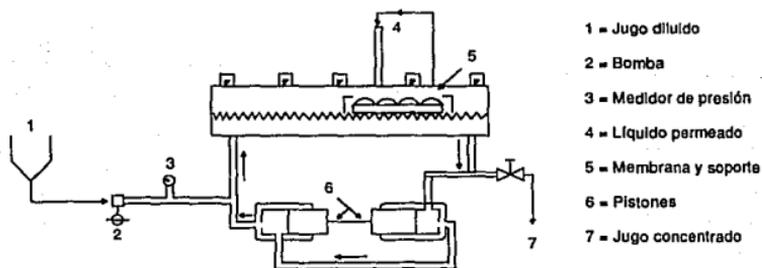


FIGURA 5.10
Diagrama de concentración de Jugos por Osmosis Inversa.



ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS EN LA ELABORACIÓN DE JUGOS Y BEBIDAS;
RODRIGUEZ MAYA, DORA MA. TESIS F.Q. 1988.

- . Aumento en la vida de anaquel y en calidad.
 - . Esterilización de la solución permeada por la retención de microorganismos.
 - . Eliminación de compuestos ácidos.
- b) Manejo y Almacenamiento.
- . Reducción del volumen de líquidos por lo que disminuyen los costos de empaque, congelación, almacenamiento y transporte.
 - . Sustitución de procesos con varias etapas por procesos simples.
 - . Establecimiento de procesos continuos.
 - . Menores requerimientos de energía en comparación con los procesos de evaporación por calentamiento.

La principal desventaja de la ósmosis inversa es la vida de la membrana que afecta los costos de operación de la planta, la vida es de 6 meses a 2 años. Otro factor de importancia es la limpieza de las membranas que deben hacerse frecuentemente. Y la necesidad de mantener presiones elevadas. Con la concentración de jugos por ósmosis inversa se retienen en el jugo los azúcares, ácidos orgánicos, sales minerales (excepto fósforo) y el nitrógeno y pasan a través de la membrana el 28% de la acidez, 61% de fósforo, sin pérdidas de Zn, serina, ácido aspártico y prolina.

La ultrafiltración es un proceso similar a la ósmosis inversa, pero usa membranas más porosas. Por este motivo únicamente moléculas grandes son retenidas por la membrana. Generalmente es combinada con otros procesos de concentración. Mediante la ultrafiltración con

membranas plásticas selectivas se logran separar partículas con pesos moleculares hasta de 2,500 g/mol. La permeabilidad de estas membranas es de 1 ml/cm² h. Los jugos así obtenidos están libres de pectina y proteínas por lo que no existe actividad enzimática. (33)

Soavi, F.B., recomienda la homogenización de los jugos para lograr una mayor estabilidad y una mejor dispersión de las sustancias aromáticas. El producto así obtenido tiene ventajas económicas ya que se reduce la necesidad de adición de saborizantes y colorantes además tiene una mayor aceptación. Blake J.R., patentó en 1980 un producto sólido elástico con retención de humedad prolongada y con un contenido de 20 - 90% de jugo de naranja. Nuevos aditivos como el alginato de propileno glicol (3%) que actúa como estabilizante, son empleados en la industria juguera principalmente en el jugo de papaya, con que se evita la formación de sedimento.

Para reducir los gastos de energía se ha propuesto el uso combinado de varios procesos de concentración por ejemplo: Evaporación simple con recuperación de aroma del condensado mediante concentración por congelación u ósmosis inversa. También se recomienda una preconcentración a 15 - 20% de sólidos por ósmosis inversa seguida de una evaporación: concentración por congelación. (33)

Los jugos concentrados pueden ser:

- Comercializados en tantos productos intermedios utilizados por la industria nacional o de exportación; elaboración de jugos, de bebidas a base de frutas, de jugos en polvo, extracción de aromas, etc).

- Almacenados en la fábrica, para luego ser rediluidos en jugo de fruta en la planta misma durante los periodos sin recolecta de la fruta. (9)

Un problema que concierne a los concentrados es el de la buena conservación. Un concentrado de naranja, incluso fabricado en las mejores condiciones, se degrada rapidamente debido a la oxidación y la luz, por lo que son sumamente sensibles a las oxidaciones, así como al pardeamiento no enzimático. Este último origina no sólo oscurecimiento del color, sino también una pérdida de vitamina C así como una producción de anhídrido carbónico que, en algunos casos, puede hacer estallar el recipiente.

Para evitar una alteración rápida, se conserva hasta su distribución este concentrado en forma congelada, a - 18 ó - 20 ° C e incluso con adición de anhídrido sulfuroso (a fin de evitar el enmohecimiento, pardeamiento no enzimático, formación de gruesos cristales de hielo que provocarían la desestabilización e incluso para retardar las oxidaciones) esta temperatura permite retener todas las propiedades organolépticas del producto durante más de un año, lo que representa otra ventaja para aprovechar excedentes de cosecha y para regularizar los precios. Durante su almacenamiento en las cubas, se aconseja mantenerlo bajo nitrógeno (lo que reduce el peligro de la proliferación de mohos osmófilos en la superficie). (12, 29)

Cabe decir que ésta es la mejor manera de conservar y distribuir el jugo de cítricos, ya que el frío extremo ejerce una acción

auténticamente eficaz contra el envejecimiento, pero se trata de un procedimiento caro y sobre todo, solo es realizable en aquellos países en los que la cadena del frío está completamente equipada para la supercongelación comercial. Para mejorar la calidad se puede entonces reincorporar los aromas al momento de reconstituir las bebidas o jugos destinados al consumidor. (9, 29)

Modos de conservación: el comercio internacional se polariza cada vez más (llegando a la casi-exclusividad) sobre los concentrados congelados. Sin embargo se dispone de otros tres modos de conservación:

- Envasado aséptico y conservación en frío sobre cero.
- Barriles pasteurizados (en vías de desaparición del mercado).
- Barriles o latas conservadas con SO₂. (9)

2

En la figura 5.11 se observan todos los pasos descritos con anterioridad desde la recepción hasta el almacenamiento en forma simplificada. Y así teniendo el conocimiento de la elaboración del jugo fresco y concentrado en la figura 5.12 se muestra la fabricación de bebidas tomando como materia prima el jugo fresco y concentrado.

Merece una mención especial el caso de la naranjada, ya que aunque los consumidores tienden a confundirla con jugo de naranja, estas contienen más de un 50% de agua y sólo un 25 a 42% de jugo de naranja constituido por jugo concentrado a 65 Brix lo que representa únicamente el 5% del contenido total. Las marcas que comprenden este mercado son Naranjada Bonafina, Legal, Valencia y Jalapa, en-

FIGURA 5.11
"JUGO DE NARANJA"

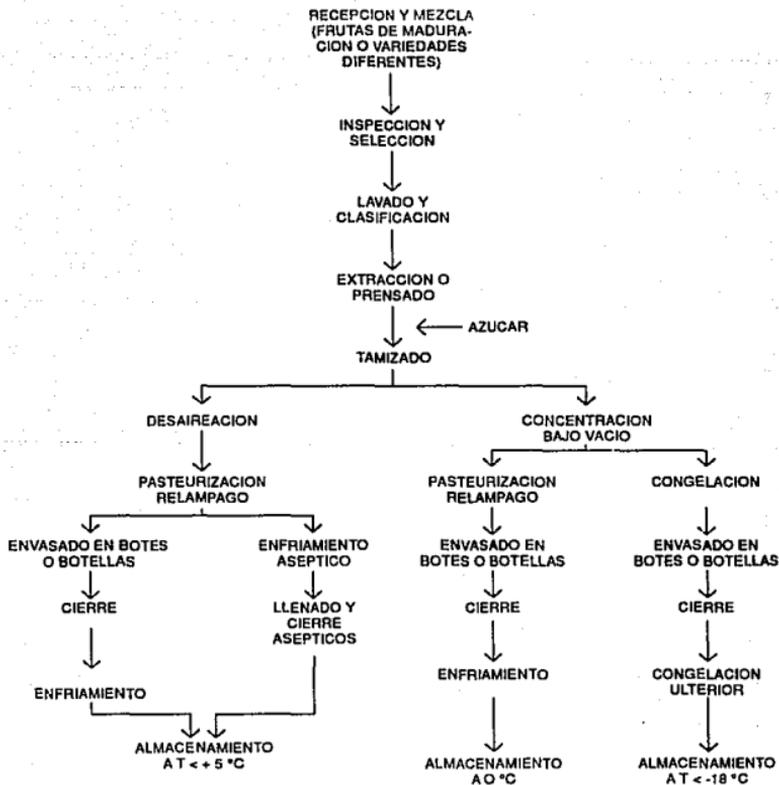
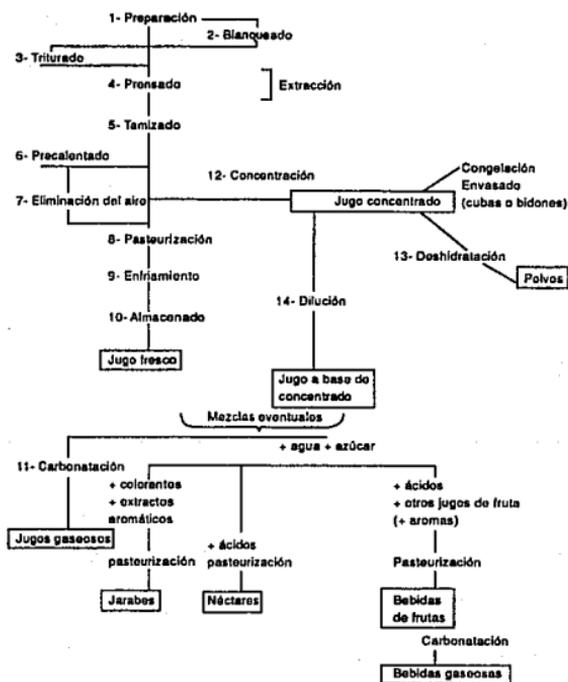


FIGURA 5.12
FABRICACION DE JUGOS Y BEBIDAS A BASE DE FRUTAS

DIAGRAMA GENERAL



BEBIDAS A BASE DE FRUTAS; CANACINTRA 1990.

tre otras, presentadas en envases de cartón con un contenido neto de entre 950 a 1 000 ml. (39)

CANALES DE COMERCIALIZACION

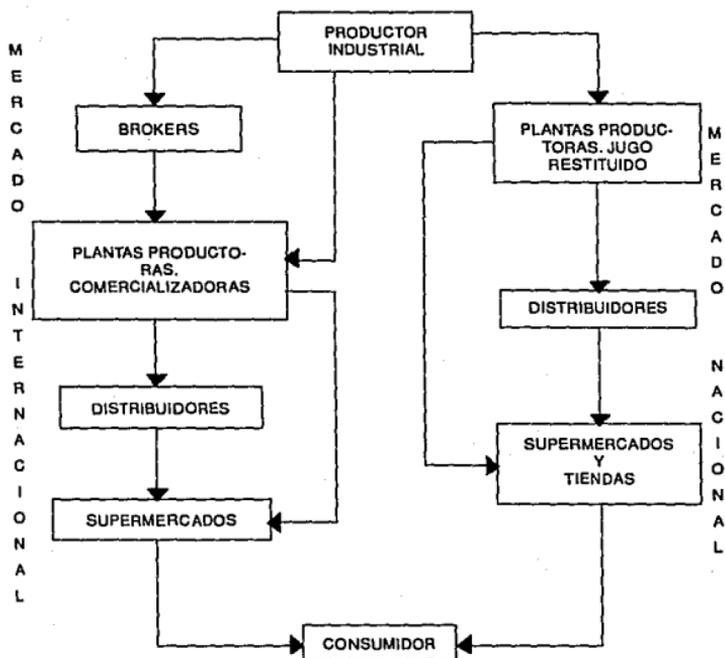
En la figura 5.13 se esquematiza el sistema de comercialización del jugo concentrado de naranja tanto en el mercado internacional como nacional. (40)

C) JUGO DESHIDRATADO.

Se trata de un producto biológico, totalmente privado de agua y mantenido fuera de todo contacto con el oxígeno y la luz, se mantiene sin cambio alguno y su rehidratación devuelve el líquido de origen si la deshidratación no ha modificado la estructura física de la bebida. En el cuadro 5.3 se muestran los pasos a seguir para su elaboración.

Se presenta una acusada pérdida de aromas, por eso es frecuente que los polvos de jugos se aromaticen artificialmente, especialmente por la adición de aromas "encapsulados" y sirven especialmente de soporte a las bebidas instantáneas en polvo. Andaramanan S.(1987) indica que los sabores encapsulados protegen la poca estabilidad de los componentes del sabor a las degradaciones oxidativas y fotoquímica. El aceite esencial de cítricos consiste en una mezcla de mono y sesquiterpenos insaturados altamente susceptibles a este tipo de degradación. Tal deterioro resulta en la desaparición del sabor des-

FIGURA 5.13
 CANALES DE COMERCIALIZACION DE JUGO CONCENTRADO DE NARANJA



ESTUDIO DEL MERCADO INTERNACIONAL DE LA NARANJA FRESCA;
 SARH MAYO 1987.

CUADRO 5.3
DESHIDRATACION DE FRUTAS

OPERACIONES	FUNCIONES	TECNOLOGIAS POSIBLES
Materia prima		
Preparación		
"Blanqueado"	Inhibición de enzimas.	
Sulfizado	Mejora la estabilidad de los productos.	Operación facultativa. Puede molerse antes del secado.
Secado		<ul style="list-style-type: none"> - Secado en "cama fluidizada": on continuo con aire caliente, rápido e uniforme. Utilizado sobre todo con productos molidos. - Secado en cilindro. La materia prima ha sido con anterioridad transformada en puré, el producto pastoso es dispuesto en un cilindro caliente y luego raspado después de la deshidratación. - Secado por atomización: utilizado sobre todo con los líquidos concentrados. Rápido pero costoso en energía. - Secado por liofilización; congelación y luego sublimación. Costos altos en inversión y en energía, excelente conservación de las características organolépticas. <p>Estas técnicas pueden ser acopladas con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calentamiento bajo presión; previa deshidratación parcial, la cual crea una estructura porosa. - Secado al vacío: permite trabajar con bajas temperaturas.
Enfriamiento		Sea en "cama fluidizada", sea con corriente de aire pulsado a contra corriente.
Acondicionamiento		<ul style="list-style-type: none"> - Eventual; molido antes del acondicionamiento. - Acondicionamiento en general al vacío o bajo atmósfera modificada, en un embalaje estanco al agua, a los aromas, opaco y resistente.
Almacenado		

crita como "Painty" o "Turpentine-like". Los sabores encapsulados varían en estabilidad dependiendo de los constituyentes del sabor, el agente encapsulante y el proceso de encapsulamiento. Elegir un agente encapsulante con adecuadas propiedades de barrera (al oxígeno) nos guía a una mayor estabilidad en sabores secos. Algunos de los agentes encapsulantes comúnmente utilizados incluyen alimentos con un cierto grado de almidón, proteínas y gomas; la FDA aprobó modificaciones en almidones y proteínas. La deshidratación permite transformar las materias primas pesadas y perecederas en productos livianos y conservables a la temperatura ambiente. (2, 12, 29)

La deshidratación se efectúa por "atomización" (pulverización en una corriente de aire caliente), utilizado sobre todo con los líquidos concentrados. Rápido pero costoso en energía. Por liofilización, ésta es aplicable a líquidos acuosos, puros y sólidos. Las operaciones básicas involucradas son la formación de cristales de hielo por congelación seguida de una sublimación; de este modo es separada el agua del alimento en forma de vapor. El proceso se lleva a cabo a alto vacío y con temperaturas por debajo del punto eutéctico del agua. (9, 12, 33)

El porcentaje de agua eliminada en base a la cantidad inicial en el producto puede llegar a ser del 99%, la pérdida de compuestos volátiles en el jugo es en general pequeña.

Las principales ventajas de este método en comparación con los métodos tradicionales empleados (como son el secado por asperción,

secado en charolas, etc.), son:

- Pérdidas mínimas en color y sabor, las bajas temperaturas de proceso evitan que se lleve a cabo reacciones degradativas en los compuestos aromáticos.

Sauvageot y colaboradores (1969) demostraron que se puede retener el 80 - 90% de los compuestos volátiles naturales del jugo de naranja con la adecuada selección de las condiciones de proceso durante la liofilización.

- No existen cambios químicos ni físicos en los componentes sólidos del jugo.

- La estructura porosa del material sólido obtenido por liofilización facilita la rehidratación instantánea del producto.

LAS PRINCIPALES DESVENTAJAS SON:

- Los costos de inversión y de consumo de energía son altos.
- El tiempo necesario para deshidratar el producto es largo.
- Es necesario el uso de aditivos y empaques especiales para evitar cambios oxidativos y de descomposición y para impartir mejor estructura al producto final.

A veces la deshidratación se efectúa por secado bajo vacío ("puff drying"), después de una eventual formación de espuma ("foam-mat drying"), esta permite trabajar con bajas temperaturas.

(9, 12. 33)

5.3.2 ALTERACIONES Y ADULTERACIONES.

Los compuestos presentes en la fruta, que son convenientes para los jugos y que al mismo tiempo conviene proteger contra las alteraciones son los siguientes:

- a) Sustancias aromáticas, por ejemplo ésteres, aldehídos, alcoholes.
- b) Azúcares.
- c) Pigmentos, especialmente carotenoides y flavonoides.
- d) Vitaminas, tanto la C como otras hidrosolubles y la provitamina A (β -Caroteno) liposoluble.
- e) Pectinas.

Por el contrario, se procura no extraer mucho aceites esenciales. (12)

Las alteraciones más frecuentes del jugo de naranja son la pérdida de la turbiedad y la aparición de aromas extraños. Las causas más notables de la aparición de aromas extraños son la contaminación bacteriana y los tratamientos térmicos excesivos durante la fabricación y la oxidación de lípidos en el almacenamiento. La presencia en los jugos de diacetilo o de acetofina, se atribuye a la acción microbiana debida a una falta de higiene durante los procesos industriales previos a la pasteurización, el daño térmico se mide por la formación de furfural. La alteración de los lípidos del jugo es también causa de aromas extraños. En el almacenamiento se detecta la formación de oxiácidos y compuestos carbonílicos de la autooxidación

de las grasas, unidas a la hidrólisis de fosfolípidos, con aumento de ácidos grasos insaturados que son precursores de olores rancios.

(30)

El flavedo, rico en carotenoides contiene aceites esenciales; si bien se considera conveniente una proporción de 0.02% de aceite esencial se procura no sobre pasar esa cantidad para evitar exceso de aroma que haría la bebida poco agradable, también afecta la presencia de terpenos, pues su oxidación da lugar a la formación de olores indeseables. Estos terpenos son principalmente el sinensal, también se encuentran en la pulpa de la naranja aceite esencial de composición practicamente igual pero en cantidades mucho más bajas. La adición de antióxidantes no impide la oxidación de estos terpenos. Un procedimiento al que se recurrió para obviar este inconveniente consiste en eliminar el aceite por tratamiento con vapor de agua, recuperar el aceite esencial, al que se eliminan los terpenos e inmediatamente incorporarlo al jugo.

Compuestos indeseables incluye algunos glucósidos amargos o sus precursores, localizados especialmente en el albedo y en las membranas intercarpelares, también muy ricas en celulosa y vitamina C: son concretamente la naringina, la limonina (no se debe confundir con el limoneno) de las naranjas navel y la hesperidina que se encuentran en la mayoría de los cítricos.

La adulteración más corriente del jugo de naranja es la adición de agua, ácido cítrico y azúcar, para aumentar su volumen. Algunas correcciones, no autorizadas por las reglamentaciones, también pue-

den ser fraudulentas. Tales son la adición de la sacarosa a jugos muy ácidos y la mejora del color con carotenoides sintéticos.

La adición de cítrico y sacarosa se puede detectar por la disminución del índice de formol, representativo de los aminoácidos totales y que mide el aumento de acidez que se produce al añadir a un jugo neutralizado una solución de formol que se combina con el grupo amino. La proporción de cenizas de Na y K, de la suma Ca + Mg y P pueden servir como índice de adulteración y también la proporción K/Na. Estos valores se determinan en el suero filtrado, ya que la proporción de pulpa influye mucho en ellos y se comparan con valores estadísticos típicos. También el contenido de lípidos puede servir como prueba de dilución y la relación entre fosfolípidos totales permite detectar las adiciones de estos compuestos. La cromatografía G.L. de los trimetilsilil derivados de los azúcares permite detectar adiciones de sacarosa por la variación que se produce en la relación de los distintos picos. La adición de β -carotenos puede detectarse por el cambio de la relación de carotenos oxigenados, que se hace mayor de 15% y que se determina por elución de una columna de alúmina con éter de petróleo y metanol, respectivamente. (12, 30)

5.4 ACEITES ESENCIALES.

El proceso para la obtención de jugo, es aprovechado para la extracción de aceite esencial de naranja: La Association Francaise de Normalisation (AFNOR) designa como aceites esenciales a "Los productos generalmente olorosos obtenidos ya sea sometiendo al vapor de

agua vegetales o partes de vegetales, o bien al exprimir el pericarpio fresco de los frutos de los hesperídios".

Los aceites esenciales son líquidos oleosos, estéreos insolubles en agua, solubles en alcohol en diversas proporciones. En los cítricos se les encuentra en las diferentes piezas florales - pétalos, estilo y estambres - así como en la corteza de los frutos. El aceite esencial está encerrado en bolsas pequeñas o glándulas de forma esférica, llamadas glándulas de esencia o sacos de aceite, que se localizan fuera del mesocarpio del fruto e incluidas en los tejidos subepidérmicos. Estas glándulas o cavidades intracelulares no tienen pared de tipo usual y se encuentran a diferentes profundidades en el flavedo, esto es en la parte coloreada de la porción externa del fruto. Son visibles a simple vista sobre la corteza de los frutos, señaladas por pequeñas depresiones de la epidermis que pueden llegar a tener 50 de ellas por cm². Las glándulas de esencia se forman en origen por la diferenciación de 4 células poliédricas cuyos tabiques internos se separan para formar una bolsa central en la que segregan, estas células circundantes se modifican y se amoldan al tamaño de la glándula. (25, 29)

En las plantaciones si se procede a la eliminación parcial del fruto sin madurar, tales frutos no son aptos para la producción de jugo. Sin embargo, ha dado resultados óptimos además de económicos, en la naranja el proceso basado exclusivamente en la extracción del aceite y de los bioflavonoides. (14)

Dentro de los diferentes tipos de aceites se pueden citar:

- Aceite destilado o peratoner
- Aceites esenciales concentrados
- Aceites esenciales desterpenados y desesquiterpenados, etc.

(38)

Todos los métodos de extracción tienen por fundamento la ruptura de las glándulas aludidas y la recolección rápida del aceite esencial. Así todas las máquinas destinadas a esta clase de trabajo tienen una disposición en la que la superficie del fruto se mantiene constantemente mojada con un rocío de agua. Este rocío persigue los siguientes objetivos:

- 1.- Llevarse con tanta rapidez como sea posible el aceite esencial, formando con el agua una emulsión.
- 2.- Evitar la pérdida de aceite esencial.
- 3.- Llenar las células esponjosas del flavedo y albedo que rodean a los sacos del aceite y evitar que reabsorban este producto después de su extracción.
- 4.- Aumentar la presión de turgencia de las glándulas de aceite al aumentar la presión osmótica de las células que la rodean.

Es conveniente agregar un antiséptico al agua que circula continuamente a través de la máquina que extrae la esencia y del sistema de separación de la emulsión.

(14, 25)

La recuperación del aceite de naranjas se aplica al fruto entero antes de la extracción del jugo o durante la misma.

(25)

A partir de los frutos las esencias son obtenidas por medios mecánicos, estos pueden ser clasificados en tres categorías, según actuen por deformación de la corteza, por presión o por abrasión.

Las máquinas que proceden por deformación, como en el procedimiento de la esponja, tratan los casquetes de corteza procedente de la extracción del jugo. Estos casquetes son impulsados a través de un pasillo cada vez más estrecho, bajo la acción de violentos chorros de agua. Enrollados y doblados, sus tejidos superficiales son desgarrados y la esencia liberada de su prisión celular, es arrastrada por el agua.

Las máquinas que funcionan por presión tratan también los casquetes de corteza, pero son en este caso aplanadas o fragmentadas, con la ayuda de dos cilindros acanalados que giran en sentido contrario y dejan entre ellos un espacio suficiente para que la presión ejercida haga estallar las células de esencia sin triturar los tejidos de la corteza. También han utilizado prensas de tornillo continuas, que impulsan los restos de corteza hacia el interior de un cono perforado donde un chorro de agua conduce la esencia a través de éstas perforaciones. La más moderna de éstas máquinas y la más común en la fábrica de jugos de cítricos funciona también por presión-deformación. El fruto entero es arrastrado al exterior por un chorro de agua, el jugo del fruto sometido a presión es aspirado por una cánula perforada hundida en su centro.

Los procedimientos basados en la abrasión permiten tratar el

fruto entero (por ejemplo la máquina "Indelicato"). La parte superficial de la corteza es rallada por frotamiento del fruto contra una superficie abrasiva. Entre unas máquinas el fruto es proyectado contra un tabique circular tapizado con placas de vidrio o de acero inoxidable provistas de puntas. La esencia extraída es arrastrada junto con los vestigios vegetales por un fuerte chorro de agua, después del tamizado, la esencia es decantada o separada por centrifugación, posteriormente, como el aceite lleva algo de cera y agua, es llevado a una segunda centrifuga. El aceite esencial obtenido de esta forma, presenta aún partículas de cera, las cuales se sedimentan al mantener el aceite a temperaturas de 0 a 3 C. Después este se decanta y se obtiene así un aceite preferentemente clarificado, listo para ser envasado y almacenado. No se busca un rendimiento óptimo y lo mas corriente es que se obtenga 1 Kg de aceite esencial por tonelada de fruta. (29, 39)

El extractor de aceite Brown (BOE) se usa para la recuperación de aceite en el fruto entero antes del jugo. Bushman (1978), McKinney (1981), Shaw (1979), describieron el BOE como una máquina que consiste de una serie de rollos cubiertos con agujas salientes que son sumergidas superficialmente en un tanque de agua. El fruto entero es transportado en una sola capa a través de unos rodillos dentados juntos que rotan en la misma dirección. Las agujas salientes penetran las células donde se localiza el aceite, en la parte exterior de la cáscara liberandolo debajo del nivel del agua. El flujo del fruto se mantiene uniforme debido a una paleta superior; el agua entra al fruto en contrz corriente al flujo del fruto, formando una

emulsión con el aceite liberado. La emulsión es llevada a una centrifuga de 2 etapas.

El extractor FMC in Line recupera jugo de naranja y cáscara de naranja durante el proceso de extracción de jugo usando la misma operación de presión aplicada al fruto entero por encima y debajo de las tazas del extractor rompiendo los sacos de aceite así como la cáscara con una tendencia alrededor de la taza con dedos. En este tiempo el agua introducida con un spray en el flujo del anillo alrededor del fruto capturando el aceite y pequeñas piezas (frit) en una emulsión de aceite en agua, esta es conservada a parte del jugo extraído y se pasa a través de un eliminador final de partículas de cáscara. (25)

Proceso de centrifugación a dos etapas: Es usado en la recuperación del aceite de la emulsión de aceite en agua obtenida de los extractores FMC y BOE. La primera etapa comunmente esta referida como un sedimento operada con una fuerza centrifuga de 7 - 10 mil rpm a un porcentaje típico de alimentación de 150 l/min. El aceite es separado en 3 fases, una acuosa, un sedimento y una emulsión rica en aceite. En este grado de concentración las partículas de aceite se encuentran en una emulsión rica en el mismo, la cual tiene del 60 al 80% de partículas sólidas eliminadas.

Esta emulsión rica en aceite es utilizada para la segunda etapa de centrifugación el cual es muy común y es referida como pulidor. Esta opera con una fuerza centrifuga de 8-10 mil rpm y con un por-

centaje de alimentación por debajo de 4 l/min., descarga continuamente el aceite de naranja y descargas intermitentes del sedimento o desperdicio acuoso el cual contiene aceite de naranja y quizás cáscara de naranja adicionados antes del proceso de deshidratación y el aceite residual es recuperado como d-limoneno.

Un sistema de reciclaje del extractor FMC fue descrito por Steger (1979) reduciendo el problema de agua desperdiciada de las centrifugas en este sistema el sedimento es filtrado y regresado al extractor de jugo para recuperar el aceite; el uso del agua para recuperación de aceite de naranjas Valencia fue 11.4 l/caja de naranja para un sistema sin reciclaje y 3.8 l/caja en un sistema con reciclaje. La descarga desperdiciada calculada como demanda química de oxígeno (kg/1,000 cajas) fue reducida de 467 kg en un sistema sin reciclaje a 5 kg en un sistema con reciclaje. (25)

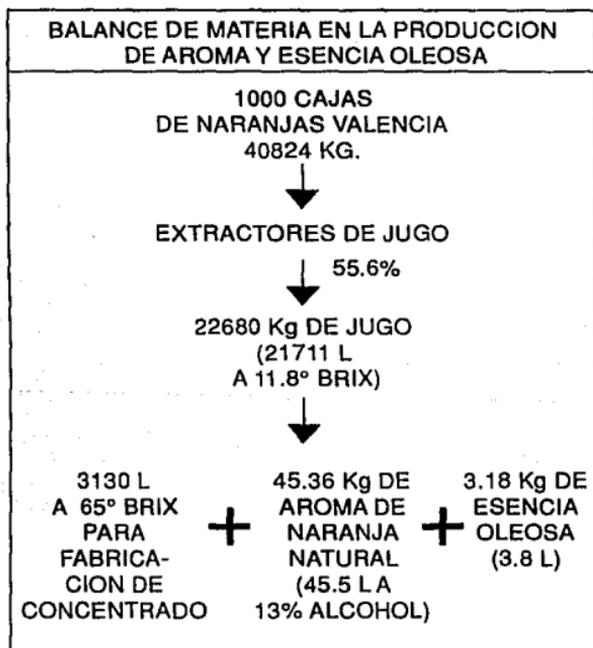
Además del aceite esencial de corteza, existen en el mercado otros productos aromáticos. Son importantes la esencia oleosa volátil y la esencia soluble volátil o esencia de naranja o aroma de naranja. Estas esencias volátiles se obtienen, al concentrar el jugo, cuando se recuperan los compuestos volátiles evaporados, mediante una columna de concentración de aromas. Estos componentes del sabor son separados en una fase acuosa y en una fase de aceite; la fase acuosa es referida como "aroma" y la fase de aceite es llamada "esencia oleosa". En las primeras fracciones condensadas de los evaporadores, se pierden los aromas volátiles, que se pueden recuperar, por rectificación, recogiendo las fracciones de cabeza. En ellas se

concentran los compuestos aromáticos, separándose los más insolubles en agua, en la capa oleosa y quedando el resto disuelto en la capa acuosa. Este es utilizado para reforzar el aroma de los jugos concentrados-congelados y para bebidas refrescantes sintéticas de alta calidad. (21, 30)

Si bien las esencias naturales son recuperadas durante la concentración de la mayoría de los jugos cítricos, la esencia de naranja es la más importante y la esencia de cítricos más ampliamente utilizada. Un balance de materia típico para la producción de aroma de naranja y de esencia oleosa de naranja se muestra en la figura 5.14; la esencia obtenida durante esta concentración consiste en aproximadamente 45.36 kg de aroma de naranja y alrededor de 3.18 kg de esencia oleosa de naranja. Esta esencia es regulada a producir aroma de naranja que contiene aproximadamente 13% de alcohol.

La identificación de los constituyentes volátiles del sabor de la esencia oleosa natural ha sido sujeta a una considerable búsqueda en el desarrollo de la cromatografía de gases como una técnica analítica para la evaluación rápida de esencias y aceites esenciales, habiendo sorprendentes progresos en las aplicaciones con un amplio rango de separación y técnicas de identificación. Los componentes volátiles del sabor presentes en la esencia de naranja son los responsables del sabor fresco del jugo de naranja; los compuestos oxigenados principalmente alcoholes, aldehídos y ésteres proporcionan el sabor característico de la esencia de naranja. Moshonas y Shaw en 1983 desarrollaron un método analítico para la determinación cuali-

FIGURA 5.14



tativa de la composición de los componentes volátiles del aroma de naranja. En esta técnica el aroma de naranja es inyectado por capilaridad directamente dentro de la columna del cromatógrafo de gases. El análisis cromatográfico se llevo a cabo por inyección directa de 1 microlitro de sustancia, con una dilución de 100:1 ; una columna de capilaridad con silica fundida utilizada como una fase líquida. La temperatura de la columna fue de 45 - 185 °C a 6 °C/min, manteniendo inicialmente 11 min y al final 10 min. La temperatura en la inyección fue de 200 °C y la del detector de 250 °C. La rapidez de la gráfica fue de 1 cm/min. Por espectroscopía de masas fueron identificados los componentes principales y menores del aroma de naranja. Algunos de los componentes incluye acetaldehídos, etilacetato, acetal y etilbutirato; otros componentes importantes son metanol, 1-propanol y d-limoneno (ver cuadro 5.4). Componentes menores también fueron identificados en el concentrado del aroma de naranja, este fue preparado por destilación y el destilado analizado por el cromatógrafo de gases y espectrometro de masas; encontrandose 2-metil-3 buten-2-ol; 1 etoxi-1 metoxi-etano; etilpropionato; metilbutirato; 3-metil- 1 butanol; 1-pentanol; 2-metil etil - butirato y 3-hexen-1-ol. (21)

Datos típicos de la composición cuantitativa y cualitativa de la esencia oleosa de naranja se dan en el cuadro 5.5; los más importantes contribuyentes del sabor en ésta son etilacetato, acetal, etil butirato, hexanal, trans-2 hexenal, ocatanal, decanal, neral y geranial. El principal componente de la esencia oleosa es el d-limoneno (93.6%) el principal sesquiterpenos es el Valenceno (1.7%).

Puesto que la esencia oleosa es un aceite destilado es más susceptible a la oxidación, por eso el extraordinario cuidado en el almacenaje y manipulación en este producto. Los componentes volátiles menores presentes en la esencia oleosa se identificaron, una fracción concentrada con estos componentes volátiles se preparo por destilación y ésta analizada por cromatografía de gases y espectrometría de masas; los compuestos identificados se muestran en el cuadro 5.6. La mayoría de los componentes identificados en esta fracción volátil de la esencia oleosa también estaban presentes en el aroma de naranja concentrado, sin embargo, un componente interesante, 1,1-dietoxi-propano no fue identificado en el aroma de naranja concentrado. (21)

Una solución más concentrada de aromas acuosolubles puede prepararse por una segunda rectificación, y conserva sus cualidades aromáticas cuando se almacena congelada. Estos productos tienen un gran porvenir en la industria de jugos.

Otros productos aromáticos concentrados interesantes se obtienen, actualmente en muchas fábricas, a partir de productos residuales: la corteza que previamente ha sido raspada, para la obtención del aceite esencial, se tritura con agua y se destila y rectifica una fracción volátil, dando una esencia concentrada. Igualmente se evaporan y rectifican los aromas contenidos en la capa acuosa que se separan, en las centrifugas, cuando se obtiene el aceite esencial de corteza. (30)

- Índice de calidad del aceite esencial y de la esencia de naranja:

CUADRO 5.4

COMPONENTES PRINCIPALES DEL AROMA DE NARANJA	
COMPONENTE	CONCENTRACION
ACETALDEHIDO	600 ppm
METANOL	0.5 %
ETANOL	13 %
1 PROPANOL	100 ppm
ETIL-ACETATO	100 ppm
ACETAL	70 ppm
HEXANAL	trazas
ETIL BUTIRATO	50 ppm
1-2 HEXANAL	trazas
d- LIMONENO	200 ppm
AGUA	85 %

CUADRO 5.5

COMPONENTES PRINCIPALES DE LA ESENCIA OLEOSA DE NARANJA	
COMPONENTE	CONCENTRACION
ETANOL	0.1 %
ETILACETATO	50 ppm
ACETAL	20 ppm
HEXANAL	200 ppm
ETIL BUTIRATO	0.1 %
1-2 HEXENAL	50 ppm
ALFA PINENO	0.4 %
SABINENO	0.4 %
MIRCENO	1.8 %
OCTANAL	0.5 %
d- LIMONENO	93.6 %
LINALOOL	0.5 %
DECANAL	0.6 %
NERAL	0.2 %
GERANIAL	0.1 %
VALENCENO	1.7 %

CUADRO 5.6

COMPONENTES IDENTIFICADOS EN LA FRACCION VOLATIL DE ESENCIA OLEOSA	
ETANOL	ETIL BUTIRATO
1 PROPANOL	1,1 - DIETOXIPROPANO
ETIL-ACETATO	1-2 - HEXENAL
ETIL PROPIONATO	2 - METIL - ETIL -
3 - HEXEN - 1 OL	BUTIRATO
METIL BUTIRATO	ALFA PINENO
ACETAL	HEXANAL
3 - METIL - 1 - BUTANOL	

En la fracción oxigenada del aceite esencial está la parte más valiosa del mismo. El índice de aldehído se utiliza en las transacciones comerciales, se basa en valorar el HCl liberado, cuando el clorhidrato de hidroxilamina reacciona con los aldehídos del aceite, estando ambos previamente neutralizados al punto de viraje de la fenolftaleína. Otros parámetros, que se consideran, son el espectro U.V., el poder rotatorio, el índice de refracción y el peso específico del aceite y del primer 10% destilado del mismo. Estos métodos no distinguen entre componentes más valiosos, como los aldehídos insaturados y los no significativos como el etanol. En el caso de la esencia, que es una solución acuosa con una concentración de aromas cien veces mayor que el jugo original es importante determinar el contenido total de solutos orgánicos, lo que se hace por valoración con permanganato o con bromato. (30)

Un método para valorar aldehídos se basa en la reacción colorada que producen con dinitrofenilhidrazina, o con N-oxi-bencensulfonamida y cloruro férrico, comparando la intensidad de color con una curva tipo, construida con una mezcla equimolecular de trans-2-hexanal y n-octanal (Braddock y Petrus, 1971). También se usa el índice de éster, o miligramos de KOH necesarios para saponificar los ésteres contenidos en 1 g de aceite esencial. Puede determinarse midiendo la absorbancia I.R. a 1.949 cm^{-1} y comparando con disoluciones patrón de butirato de etilo.

Con el desarrollo de la cromatografía G-L, la comparación de muestras de aceites esenciales o de esencias por sus cromatogramas,

se utiliza cada vez más. No obstante, el método usual para valorar, la calidad sigue siendo el panel de catadores, utilizando jugos des-aromatizados para reforzarlos con las muestras aromáticas, o bien mezclas artificiales de azúcar, ácido cítrico y pectina. (30)

- Almacenaje y tratamiento:

Una vez extraídos los aceites esenciales pueden ser conservados por lo menos un año, con la condición de observar unas reglas estrictas de envasado y almacenaje. Conviene ante todo, evitar la acción del aire, del agua y de los oxidantes en general, así como de la luz.

Para las cantidades pequeñas de aceite esencial se utilizan unos recipientes de color, obturados por tapones de vidrio o de corcho recubierto por una capa inatacable. Para cantidades importantes, se emplean bidones o barriles interiores.

El aceite esencial filtrado y si presenta un aspecto turbio, convenientemente desecado sobre sulfato sódico, debe llenar por completo el recipiente. El almacenaje se efectúa en lugar fresco, con una temperatura constante. Siguiendo estas normas sencillas cabe evitar el empleo de los antioxidantes.

Las esencias de cítricos suelen ser sometidas a la desterpeneación (concentración de esencia), esta operación tiene por objeto hacer que la esencia sea soluble en alcohol de poca graduación y en el agua, concentrar los principios odorantes y aumentar su estabilidad.

Se recurre a diversos procedimientos para eliminar terpenos y sesquiterpenos, hidrocarburos poco odorantes que constituyen hasta el 95% del aceite esencial. La destilación fraccionada (utilizándose pequeños alambiques de cobre), la extracción selectiva con disolventes, o la combinación de ambos métodos. En la práctica, una concentración de seis veces a seis veces y media en peso es suficiente para obtener un extracto conveniente. (29, 39)

Los aceites esenciales contienen compuestos poco estables que son transformados o degradados en el transcurso de la extracción o del almacenaje. La hidrodestilación es responsable de numerosas transformaciones y del nacimiento de nuevos compuestos que no existían en la esencia original. En medio acuoso el acetato de linalilo es hidrolizado y se convierte en linalool, esta reacción se produce igualmente en frío en los jugos de naranja conservados durante un tiempo excesivo y produce una cierta aspereza. Las esencias extraídas por disolventes o por rallado en frío de las cortezas, sin adición de agua son las que sufren menor modificación.

Se cree que el aceite esencial de la piel de los frutos desempeña un papel protector ante los depredadores. El aceite esencial que es considerado producto, se utiliza como materia prima para la obtención de otros productos. El aceite de cítricos se somete a una invernización que se hace con el propósito del desencerado del mismo eliminándose materiales que producen con el frío una nube que aparece en el producto final. El proceso es establecido por un enfriamiento del aceite y precipitación de la cera sólida. El desencerado

es una función del tiempo y la temperatura; cuando el aceite se encuentra a -29°C 3 o 5 días son suficientes para acompletar el proceso. Se requiere de 4 a 5 semanas para un adecuado desencerado cuando el aceite se encuentra a -4°C . Cuando el aceite se encuentra unos cuantos días a -29°C es centrifugado eliminandose el precipitado de cera, cuando se encuentra por semanas de 12 a 24 $^{\circ}\text{C}$ el aceite es normalmente decantado en un tanque; los tanques son altos y angostos con un fondo cónico que facilita el proceso de separación. El aceite desencerado es almacenado a $15 - 22^{\circ}\text{C}$, esta temperatura no fomenta la precipitación de las ceras y la calidad del sabor se mantiene. Los aceites son almacenados bajo una atmósfera de gas inerte (nitrógeno) previniendo con esto el deterioro debido a la oxidación. (21)

APLICACIONES:

Son sorprendentes las aplicaciones y finalidades que tiene el aceite de cítricos en la industria como lo son en orden de importancia en la elaboración de bebidas no alcohólicas, galletas, pastelería, extractos aromáticos, perfumes y cosméticos, productos farmacéuticos, dulcería, repostería, condimentos, helados de crema, insecticidas, hules y gomas, pinturas así como en la industria textil.

Las industrias alimentarias y farmacéuticas absorben una cantidad importante de esencias de cítricos. Las esencias de cáscara de naranja, así como la propia cáscara de la naranja amarga son utilizadas en confitería y en la elaboración de licores. Los aromas alimentarios han adquirido impulso en fecha más reciente. El aroma es

preparado mediante lavado del aceite esencial con alcohol diluido; se trata, en cierto modo de una solución hidroalcohólica de aceite esencial desterpinado. Los aromas alimentarios perfuman las bebidas dulces, los jarabes, las galletas y ciertos manjares ligeros; los terpenos y sesquiterpenos se aprovechan como disolventes en la elaboración de pinturas y barnices. En farmacia, su misión suele consistir en disimular el sabor desagradable de un medicamento. También se puede usar para saborizante en algunos tipos de productos; el mercado más importante para el aceite es la industria de saborizantes, la cual consume cantidades importantes de aceite natural y concentrado. Para cada destino se requiere un aceite con especificaciones especiales tal es el caso del aceite esencial de petit-grain extraído de aceite de naranjo amargo que es particularmente apropiado para los jabones de tocador. (29, 38)

El principal terpeno es el d-limoneno, este componente es usado como material para hacer algunos materiales sintéticos como es en la síntesis del aceite sabor menta, 1-carveno. También cantidades considerables de resinas terpénicas y adhesivos son fabricados con d-limoneno. Recientemente el aceite de cítricos tiene usos interesantes como solvente en shampoos, en el uso de limpiadores de mano, el aceite de cítricos destilado es usado en la industria de alimentos y saborizantes, impartiendo sabor y aroma a productos que por ausencia de color es desagradable. La esencia de naranja se usa en la producción de reforzantes en el jugo y bebidas de naranja.

(21, 25, 29, 39)

5.5 GAJOS (SECCIONES) ENLATADOS Y CONGELADOS.

Se selecciona la fruta grande por su uniformidad en tamaño y lo adecuado en su manejo para pelarla y separar con facilidad las secciones. Por el mayor tamaño de las toronjas, el manejo es más fácil que con las naranjas, pero ha existido un aumento en la demanda de una mezcla de frutas en las ensaladas, así que aumenta el volumen de naranjas que se utiliza con este fin.

El primer paso es sumergir la fruta en agua caliente (1 a 2 minutos) para reblandecer las cáscaras que puedan ser eliminadas con facilidad por las máquinas. Después de calentarla, la fruta se enfría en agua fría para poder manejarla. Las máquinas restiran el flavado y el albedo, pero el segmento exterior, o membrana locular permanece. Este se elimina sumergiendo en solución de lejía caliente al 1 o 2% durante 1 o 2 minutos seguido por aspersión de agua fría para eliminar la lejía y desintegrar el tejido.

Los gajos o segmentos, casi siempre se eliminan a mano con un cuchillo de aluminio sin filo, cuya hoja tiene aproximadamente 20 cm de longitud y con un desnivel de 4 a 1 cm. Se emplean algunas máquinas automáticas para eliminar las secciones y éstas han mejorado considerablemente en los últimos años. Las secciones o gajos, se empacan en latas para ser sometidas a procesamiento térmico en agua caliente, o bien se envasan en recipientes de vidrio utilizando un poco de benzoato de sodio se refrigeran y se venden como un producto congelado. En los gajos fríos hay algo de enzima pectinesterasa

presente que ayuda a la conservación de la pectina de bajo metoxilo. Hay suficiente calcio presente para reaccionar y formar un gel, así que se consiguen gajos de naranja de mayor firmeza. El empaque de los segmentos enlatados y fríos durante muchos años llevo a ser de cuatro millones de cajas aproximadamente, pero ha disminuido debido al aumento de costos de mano de obra aún contando con equipo automático.

(13)

5.6 EMPRESAS PROCESADORAS DE CITRICOS.

Las empresas procesadoras de cítricos en México están consideradas, en diversas clases industriales. La más importante son las de preparación, congelación y elaboración de conservas y encurtidos de frutas y legumbres, incluso jugos y mermeladas y las de fabricación de aceites esenciales a base de cítricos.

(39)

Conforme al beneficio, procesamiento y/o transformación de los frutos cítricos, las plantas agroindustriales se clasifican en:

a) Empacadoras.- Plantas que benefician los frutos a través de un proceso de recepción, lavado, encerado, selección y empaque. Destinan el producto para consumo en fresco.

b) Frigoríficos.- Plantas que conservan los frutos a bajas temperaturas para impedir su madurez y deterioro normal.

c) Jugueras.- Plantas que transforman los productos frutícolas para obtener jugos simples y concentrados.

d) Industria envasadora.- Empresas con gran diversificación de su producción. Destinan una pequeña parte de sus actividades al en-

vase de productos derivados de las frutas (jugos y néctares), combinados con otros ingredientes. Obtienen su materia prima, principalmente de otras plantas (jugueras) y de la transformación directa de los frutos en sus plantas, en menor medida.

e) Industria refresquera.- Empresa que utiliza como materia prima y/o insumos, el jugo simple y concentrado, en la elaboración de sus productos.

El gran numero de plantas que comprende la industria cítricola estan muy dispersas, se localizan principalmente en las zonas de producción primaria, con las consiguientes ventajas que tal situación origina: generación de empleos; distribución de ingresos y disminución del desempleo y subempleo rural. (39)

Con respecto a la cobertura de mercado, las principales empresas que llevan los productos al consumo final son:

Empacadora de Frutas y Jugos, S.A. (JUMEX)	(México)
Jugos del Valle, S.A. de C.V.	(México)
Loma Linda, S.A.	(Qro.)
Alimentos Welch's, S.A. de C.V.	(Qro.)
Alimentos del Fuerte, S.A.	(Sinaloa)
Herdez, S.A.	(México)
Refrescos Pascual, S.A.	(Veracruz)
Gerber Products, S.A. de C.V.	(Qro.)
Alimentos de Baja California, S. A., (S.C.N.)	(B.C.)
Alimentos de Veracruz, S.A.	(Ver.)
Citro México, S.A. de C.V.	(N.L.)

COPRINSA	(Ver.)
Frutico, S.A.	(Tamps.)
Oranjugos, S.A.	(N.L.)
Zano Alimentos, S.A.	(México)

(14, 33, 39)

Las principales empresas extranjeras que proporcionan la tecnología necesaria para la obtención de los jugos y derivados de los cítricos son las siguientes:

F.M.C. Corporation	(E.U.)
Brown International Corporation	(E.U.)
Gulf Machinery, Corporation	(E.U.)
Bertuzzi	(Italia)
A.P.V. Corporation	(E.U.)
Taste Corporation (Subsidiaria F.M.C., Co.)	(E.U.)

(39)

En los cuadros 5.8 y 5.9 se mencionan las empresas procesadoras de cítricos en el país y las empresas con inversión extranjera respectivamente.

Con respecto a la capacidad de procesamiento, se ha considerado que para que una planta procesadora de cítricos funcione de manera rentable, es preciso que cumpla la siguiente condición; una juguera que obtenga el jugo de naranja como producto principal, debe tener una capacidad de procesamiento de materia prima de 10 toneladas por hora. Esto equivale a entre 80 y 100 toneladas diarias, si se trabaja un turno diario lo que corresponde al 33% de la capacidad instalada total (3 turnos diarios durante 6 meses).

Cabe señalar que la industria juguera y la dedicada a la obtención de aceites esenciales, se caracteriza por la poca mano de obra y el bajo grado de especialización que requieren para su funcionamiento.

De la naranja, el 50% de la producción de jugo concentrado se destina al consumo interno. El resto se exporta al igual que la mayor parte del aceite esencial y la cáscara seca. (ver cuadro 5.7)

En los productos elaborados de consumo final, son las empresas líderes, quienes fijan los precios, por ejemplo Jumex y del Valle lo hacen con los de jugos y néctares enlatados y embotellados. Es conveniente señalar que éstos contienen sólo del 8 al 12% del jugo natural, por lo que alcanzan un aumento hasta 700% del precio pagado a las plantas procesadoras de materia prima. (39)

CUADRO 5.7

PRINCIPALES CANALES DE DISTRIBUCION.

M E R C A D O	Aceites Esenciales (95%)		Venta Directa	Industria alimentaria y refresquera
	Jugos Concentrados	Naranja (50%)	Comisionista	Industria Alimentaria
	Gajos Refrigerados		Comisionistas	Restaurantes, Hospi- tales y Escuelas
E X T E R N O	Cáscara Deshidratada (80%)		Venta Directa	Industria Química
M E R C A D O	Jugos Concentrados (50%)	Naranja	Mayoristas	Industria Envasadora
	Aceites Esenciales (5%)		Venta Directa	Industria alimentaria y refresquera
I N T E R N O	Cáscara fresca (100%)		Venta Directa	Ganaderos de la zona o industriales de ali- mentos balanceados
	Cáscara Deshidratada (20%)		Venta Directa	Industria Química, extractora de pectina

EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL Y LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS BASICOS

" FRUTAS " ; SARH 1982

CUADRO 5.8

EMPRESAS PROCESADORAS DE CITRICOS

NOMBRE	PRODUCTO OBTENIDO	UBICACION DE LA PLANTA
1.- Derivados Industriales Veracruzanos, S.A.	Jugos concentrados, aceites esenciales y pasturas de naranja y toronja.	Coatepec, Ver.
2.- Alimentos Urlegas, S.A.	Gajos de naranja y toronja.	Linares, N.L.
3.- Jugos Concentrados, S.A.	Jugos Concentrados, aceite esencial y Ver. pastura de naranja, mandarina, toronja y mandarina.	Martínez de la Torre,
4.- Alimentos de Veracruz, S.A.	Jugos concentrados, aceite esencial y Ver. pastura de naranja, mandarina, toronja y LÍMÓN.	Martínez de la Torre,
5.- Juguera Veracruzana, S.A. (Filial de Refrescos pas-cual, S.A.)	Jugos naturales y concentrados y pastura de naranja, toronja y LÍMÓN.	Poza Rica, Ver.
6.- Delicias Tropicales, S.A.	Gajos y pastura de naranja y toronja.	Nuevo Laredo, Tamps.
7.- Cítricos Refrigerados y exportación, S.A.	Jugos naturales y concentrados de naranja y toronja.	Linares, N.L.
8.- Cítro México, S.A.	Jugos concentrados, aceite esencial y pastura de naranja y mandarina.	Montemorelos, N.L.
9.- Industrias Cítricas de Montemorelos, S.A.	Gajos y pasturas de naranja y toronja.	Montemorelos, N.L.
10.- Neshek de México, S.A.	Jugos concentrados y pastura de naranja, toronja y mandarina.	Linares, N.L.
11.- Mexicana de Jugos y Sabores S.A.	Jugos concentrados, aceite esencial y pastura de naranja, toronja y mandarina.	Guadalupe, N.L.
12.- Frutas Concentradas, S.A.	Jugos concentrados.	Coahuatlán, Méx.

13.- Empecadora de Fruta y Jugos, S.A. (Zuma)	Jugos y néctares de cítricos	Xalostoc, Méx.
14.- Jugos del Valle, S.A. Cuatlilán, Méx.	Jugos y néctares de cítricos	Cuatlilán, Méx.
15.- Nacional Jugo de Naranja, S.A.	Jugo de naranja.	México, D.F.
16.- Estrella de Jalpa, S.A.	Maranjada Jalapa.	Huehuetoca, Méx.
17.- Industria de Alimentos, S.A. de C.V.	Maranjada Legal.	Puebla, Pue.
18.- Industrias Cítricas, S.A.	Citrato de sodio y ácido cítrico.	Guadalajara, Jal.
19.- Alimentos Welch, S.A. de C.V.	Jugos de cítricos.	San Juan del Río, Gro.
20.- Alimentos del Fuerte, S.A.	Jugos y néctares.	El Fuerte, Sln.
21.- Herdez, S.A.	Jugos y néctares.	San D Naucalpan, Méx.
22.- Zano Alimentos, S.A.	Maranja Valencia y jugos concentrados.	Iztapalapa, D.F.
23.- Gerber Products, S.A. de C.V.	Jugos colados de naranja para niños.	Querétaro, Qro.
24.- Productos de Leche, S.A.	Maranjada Bonafina.	México, D.F.
25.- Del Centro, S.A.	Jugos y néctares.	Irapuato, Gto.
26.- Loma Linda, S.A.	Jugos concentrados.	San Juan del Río, Gro.

CUADRO 5.9

**EMPRESAS PROCESADORAS DE CÍTRICOS CON
INVERSIÓN EXTRANJERA**

N O M B R E	P R O D U C T O O B T E N I D O
Alimentos Welch, S.A. de C.V.	Elabora jugos cítricos y le maquila a L.G. Aguilar productos de jugos
Gerber Products, S.A. de C.V.	Elabora jugo de naranjo colado para alimentación infantil.
McCormick de México, S.A.	Verdez, S.A. le elabora su mermelada.
Cítricos Refrigerados y Ex- portaciones, S.A.	Exporta produce jugo concentrado, aceite esencial y pastura cítrica.
Industrias Cítricas, S.A.	Fábrica productora de citrato de sodio y ácido cítrico.
General Foods de México, S.A.	Elabora productos sintéticos en polvo, sustitutos de los jugos cítricos.

CAPITULO VI

SUBPRODUCTOS DE LA NARANJA.

6.1 Aprovechamiento industrial de subproductos

6.2 Productos brutos.

6.2.1 Piensos (pastas para la alimentación de ganado).

A) Cortezas secas.

B) Melaza de cítricos.

C) Alimentos compuestos.

6.2.2 Cáscara en salmuera.

6.2.3 Aceite de semillas.

6.3 Productos de extracción.

6.3.1 Productos derivados de la cáscara

6.3.2 Pectinas.

A) Preparación industrial de la pectina.

B) Aplicaciones de las pectinas.

6.3.3 Acido cítrico.

6.3.4 Flavonoides, extractos vitamínicos y colorantes.

6.4 Productos que necesitan una transformación más profunda.

6.4.1 Productos de fermentación.

A) Etanol

D) Metano

B) Vino

E) Proteínas

C) Vinagre a partir de
desperdicios.

F) Otros productos de
fermentación.

6.5 Elaboración de comminuted (triturado).

6.6 Confituras-conservación de azúcar.

6.6.1 Jaleas y mermeladas

6.1 APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DE SUBPRODUCTOS.

La utilización de los subproductos de los cítricos tiene cada vez más importancia. La fabricación industrial de los jugos ha promovido el aprovechamiento de los subproductos. Los derivados que se obtienen de ellos tienen aceptación, en el mercado internacional como en el nacional.

Un estudio realizado por James M. Bonnell en 1985 nos indica que uno de los mayores problemas que se encontraron con respecto a la producción de jugo, concentrado y gajos de naranja son la gran cantidad de productos de desperdicio entre los cuales se incluyen la cáscara, semillas, bagazo y pulpa. En años recientes se ha tenido que establecer esfuerzos para proporcionar productos los cuales sean adecuados para un buen consumo humano así como animal; es también deseable el proporcionar una diversidad de productos para el procesamiento de tales materiales tomando ventaja de los materiales crudos que se encuentran en ellos. En el cuadro 6.1 se da la composición de algunos subproductos de la naranja.

Desafortunadamente, los materiales de desperdicio no son fácilmente procesados en una prueba con este fin. En un proceso el cual la cáscara es tratada con cal proporciona un producto adecuado como alimento para ganado, sin embargo, el uso de la cal no es ventajoso ya que generalmente da un producto de sabor amargo; además la pectina presente en la cáscara es dañada o destruida durante el procesamiento con cal eliminándose uno de los componentes deseables desde

CUADRO 6.1
COMPOSICION DE SUBPRODUCTOS DE NARANJA.
(EN PORCENTAJE)

	Cáscara Seca	Melazas	Pulpa seca	Semillas
Azúcares	38 - 40	43 - 46		
Cítrico		4 - 5		
Proteínas	7 - 8	4 - 4,5	6 - 7	9 - 15
Grasas			3 - 4	20 - 26
Fibra bruta	9 - 10		12 - 15	7 - 15
Cenizas	3 - 4		4 - 5	2,5 - 3,5
E.L.N.	75 - 80		60 - 65	25 - 40
Pectinas	16 - 30	0,5 - 2	4 - 8	

QUIMICA AGRICOLA III:
 PRIMO YUFERA, EDUARDO. 1982.

el punto de vista humano y animal. Sin embargo, el proceso con cáscara es dificultoso cuando no se utiliza cal o algún material relacionado (p. ej. magnesio o componentes que contengan aluminio) dado que son similares. El proceso es dificultoso en seco debido a la estructura celular de la misma el cual es inutilizada al contacto con materiales tales como la cal. (7)

En comparación con otras frutas, la utilización de subproductos y desperdicios de cítricos como substratos en fermentación esta relacionado obviamente por su habilidad a través de una extensa temporada de procesamiento. El mayor subproducto y desperdicio identificado durante la producción de jugos y concentrados, son residuos extraídos del jugo, licor de prensa (el lavado de las cáscaras previo al secado) y descarga acuosa de las centrifugas. Otro desperdicio es generado durante el procesamiento, son usualmente de naturaleza muy diluida o producidos en un volumen muy bajo; estos últimos con un contenido significativo de sólidos, como desperdicio generado durante la extracción del jugo y el lavado del evaporador, puede ser concentrado con licor de prensa y agregarlo a la cáscara durante las operaciones de manufactura del alimento para el ganado. Un diagrama de flujo y balance de materia para el procesamiento del jugo de naranja que muestra la producción de residuos extraídos del jugo y licor de prensa o del jugo de la cáscara es presentado en la figura 6.1.

También la composición es un factor importante en la determinación de la utilización de los subproductos. Los sólidos solubles en alcohol representan del 30-50% de los sólidos totales de la cáscara

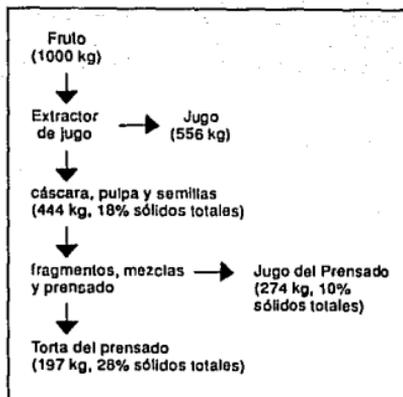
(Ting y Deszyck 1961). Aproximadamente el 80% de sólidos solubles en alcohol son sacarosa, glucosa y fructosa. Los sólidos solubles en alcohol incluyen 30-50% de sustancias pécticas, 20-40% de celulosa y 10-20% de hemicelulosa (Braddock y Graumilich, 1981; Eaks y Sinclair 1980; Ting y Deszyck, 1961). La oxidación biológica de desperdicios es favorecida por un BOD:N:P en relación 100:5:1 (Green y Kramer, 1979). (16)

Un desperdicio común de gran volumen es el licor de prensa, el cual es posible concentrarlo a melaza de cítricos. Durante la manufactura de cáscara seca de cítricos, la operación de eliminación del agua reduce el peso de los residuos extraídos del jugo a 44-55%. Los azúcares representan aproximadamente 65% del total del peso seco de licor de prensa y un BOD:N:P en relación de 100:1.2:0.11 el cual se representa en el cuadro 6.2.

Un diagrama de flujo de la producción de la descarga acuosa durante la manufactura de aceite de cáscara de cítricos se muestra en la figura 6.2 adaptado por Braddock y Miller (1982).

Volumenes corrientes de la descarga acuosa de la centrifuga son reportados en un rango de 46 a 370 l/tm (Kesterson 1979), el contenido total de sólidos en este desperdicio es de 0.5 a 5% por aceite extraído en un sistema sin reciclaje de la descarga acuosa y de 4 a 8% en un sistema con reciclaje (Veldhuis 1972; Steger, 1979). Un BOD:N:P en relación de 100:1.6:0.06 se reportan en el mismo cuadro. A causa del aceite esencial presente en la descarga acuosa, se dis-

FIGURA 6.1



CUADRO 6.2

	CASCARA	LICOR DE PRENSA	DESCARGA ACUOSA
Sólidos Totales (%)	17.9	8.8	3.2
Sólidos volátiles (% ST)	96.1	91.9	96.0
Nitrógeno (% ST)	1.06	0.84	1.07
Fósforo (% ST)	0.121	0.085	0.038
Potasio (% ST)	1.18	1.55	1.87
COD (% ST)	114	109	105
BOD (5 ST)	72	72	70

FIGURA 6.2



pone de un riego o adición de licor de prensa previo a la concentración. (16)

Debido a la composición bastante especial de las mermas y a causa de la enorme cantidad de tales restos disponibles "in situ" se han hecho rentables varias industrias anexas. Durante los años de penuria fueron posibles muchas utilizaciones y, si bien en el momento actual no ocurre lo mismo, ello no impide que muy a menudo una fábrica compleja obtenga mayor provecho de los subproductos que de ciertos productos clásicos como el jugo.

Para introducir un cierto orden lógico en el estudio de los subproductos, cabe dividirlos según varios sistemas de tratamiento :

1. Productos brutos:

- a) Piensos: cortezas secas, melazas, alimentos compuestos.
- b) Aceite de semillas.

2. Productos de extracción (se requieren operaciones más complejas):

- a) Pectinas.
- b) Acido cítrico
- c) Flavonoides, extractos vitamínicos, colorantes, etc.

3. Productos transformados de forma todavía más completa:

- a) Alcohol etílico, ácido acético, ácido láctico, butilenglicol.
- b) Levaduras.
- c) Productos químicos a partir de flavonas o de terpenos. (29)

6.2 PRODUCTOS BRUTOS.

6.2.1 PIENSOS (PASTAS PARA LA ALIMENTACION DE GANADO).

A) CORTEZAS SECAS.

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 EE.UU., Israel y España, entre otros. Es designado bajo el término de piensos o "provendes" el conjunto de materias alimenticias destinadas al ganado, en general bovino y a veces ovino. En primer lugar, hay una materia prima de bajo precio si puede ser consumida "in situ" se trata de la corteza bruta, tal como sale de fábrica. Esta corteza es rica en azúcares y celulosa, pero es evidente que debe mezclarse con un alimento proteínico por ejemplo: leguminosas. Estas cortezas fermentan rápidamente si no son tratadas y se vuelven tóxicas.

El primer procedimiento utilizado para estabilizarlas y almacenarlas temporalmente, consiste en ensilarlas al abrigo del oxígeno; si se desea conservar el azúcar intacto, cabe añadir un antiséptico ligero, sin embargo, se prefiere inducir una fermentación láctica (como en los residuos de remolacha) que proporciona una masa homogénea que el ganado admite fácilmente. Para evitar una pérdida importante de materias solubles. los silos son simples trincheras tapizadas con hojas de polivinilo y una vez llenas, recubiertas con tierra.

El procedimiento más corriente, pero también más oneroso, es el que consiste en desecar la masa de los residuos en un túnel secadero. Con ello, el producto conserva sus propiedades nutritivas con un débil volumen y por tanto, es fácil de almacenar y vender. Para mejorar el rendimiento del secadero, se empieza por retirar de los residuos húmedos un líquido azucarado y rico en pectina, por medio de una prensa continua: según los casos, este líquido es purificado, desacidificado y filtrado, de él se obtiene una solución péctica o bien una melaza azucarada.

Esta mezcla es perfectamente conveniente para enriquecer en azúcares el polvo obtenido a la salida del secadero (que contiene gran cantidad de celulosa), pero es posible venderla aparte. (29)

Cuando las cortezas se prensan antes de secarse, el líquido de prensado (o licor de prensa) contiene de 9-15% de sólidos disueltos (especialmente azúcar y es fuertemente contaminante si se vierte en los ríos) pudiendo así obtener alcohol por fermentación o como hacen muchas fábricas se concentra (en vapores) hasta el 70% de sólidos solubles dando las llamadas melazas de cítricos, que también se usan en la alimentación del ganado.

El proceso consiste en moler las cáscaras por medio de un molino adecuado, como uno de martillos, estos giran a altas velocidades, cortan las cáscaras 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 contenido muy alto de pectina, son pegajosas y diffi-

les de secar. A fin de destruir el efecto de la pectina, se añade un material alcalino (cal o carbonato de calcio en proporción de 0.3 - 0.5% del peso de la cáscara). La alcalinidad total cambia el color del residuo a un amarillo brillante, que desaparece lentamente para dar un producto amarillo pajizo, a medida 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 desmetoxilación 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, se lleva a cabo en prensas continuas de discos o bien de tornillos vertical.

La operación final consiste en secar la pulpa, a fin de eliminar el agua que se halla en proporciones de 60-65%. Se lleva a cabo en secadores rotatorios, obteniéndose un producto final con menos del 10% de humedad; después del secado la pulpa pasa a un ciclón separador de donde continua a un refrigerador de tambor rotatorio con flujo de aire contracorriente, en el cuál, la pulpa seca se divide en tres fracciones: los materiales finos que son arrastrados por el aire frío en contra corriente, la llamada "harina de cítricos" que se separa por medio de un tamiz rotatorio y por último, la pulpa que se encuentra seca. 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, éste alimento tiene un alto contenido de carbohidratos y de calcio. La "harina de cítricos" se utiliza en forma de "pellets", fabricados con adición de melazas o con inyección de vapor, estos "pellets" se mezclan con la pulpa seca o se usan directamente, su valor alimenticio es esencialmente el mismo que el de la pulpa.

B) MELAZA DE CITRICOS.

Se obtiene por concentración de jugo liberado cuando se prensa la pulpa de la fruta, hallandose al jugo liberado "licor de prensa", y contiene de 9-15% de sólidos disueltos, más de la mitad de los cuales son azúcares. La porción de licor de prensa que se obtiene depende de la variedad de la fruta, contenido de humedad de la pulpa y presión ejercida por las prensas. Los Brix del jugo de la cáscara son aproximadamente más altos que el del jugo de la fruta.

La conversión del licor de prensa en melaza comienza con la separación de partículas grandes de pulpa presente en los líquidos por medio de tamices de malla 40-80. Después de un intercambiador de calor se lleva el líquido a 115 °C y alta presión, expandiéndose hasta condiciones atmosféricas; aquí se evapora el aceite de las cáscaras 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 suspen-

sión se deja que sedimente para obtener así, sedimento y licor clarificado. Dicho licor se concentra en vapores de múltiple efecto hasta 50 Brix, después 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 vapor de circulación forzada así se obtiene un producto con buena cantidad de sólidos, los cuales la mayoría son azúcares.

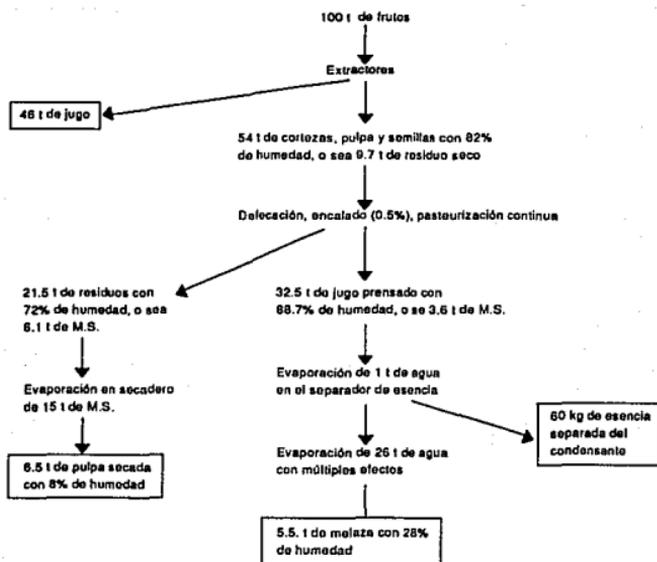
C) ALIMENTOS COMPUESTOS.

Los fabricantes de piensos a base de cítricos proponen actualmente alimentos compuestos, equilibrados o suplementados, de un precio más elevado pero de mejor presentación, que faciliten la tarea del ganadero; por lo tanto, han de importar otras materias primas y a veces producir lo que les falta con los demás residuos de los cítricos; materias grasas extraídas de las semillas, levaduras producidas en las aguas residuales, etc. Esta actividad se ha convertido a menudo en una industria especial, que en ciertos países parece muy rentable.

He aquí un ejemplo de la composición relativa de "provende" desecada no suplementada (en porcentaje):

- Materia seca: 89; proteínas: 6.5; celulosa: 12; hidratos de carbono: 61; materias grasas: 3; cenizas: 6. En la figura 6.3 se dan las operaciones, según una publicación de la Universidad de Florida, que presenta un orden de magnitud de los tonelajes a tratar para los residuos de un fábrica de jugos y concentrados de cítricos. (29)

FIGURA 6.3
TONELAJES RELATIVOS EN LA PREPARACION DE PIENSO DESECADO



6.2.2 CASCARA EN SALMUERA.

A fin que la cáscara sea apta para la producción de cáscara en salmuera, debe de tener buen color y debe provenir de fruta madura, pero si la cáscara se destina a la producción de pectina es la fruta verde la que da el máximo rendimiento. La cáscara privada de la pulpa, puede emplearse convenientemente para la preparación de cáscara en salmuera.

Se utilizan las cáscaras cortadas en dos mitades privadas de cualquier fragmento de membrana. Las cáscaras que se utilizan pueden tener aún todo su contenido de aceite y se llaman "toda esencia" o bien puede estar parcialmente privadas en cuyo caso se llaman "esencia media".

Las mitades limpias son "coronadas" es decir, dispuestas una en la otra ordenadamente, en anillos concéntricos y sobrepuestos, los recipientes son grandes tinas de madera o barriles parafinados adecuados; las cáscaras se recubren con agua de mar o con una solución de cloruro de sodio al 10% 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 integrar continuamente la salmuera. Una vez realizada la fermentación se descarga la salmuera y se sustituye por otra al 15% a la cual puede agregarse un poco de SO_2 . La cáscara debe permanecer sumergida en salmuera así 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, se ha sugerido otro sistema de preparación de la cáscara, se escalda por vapor directo en un recipiente adecuado que contiene un volumen triple de agua, después de 2-3 min. de ebullición, se agrega al agua una cierta cantidad de SO_2 (1500-2000 ppm) y el 0.5% de ácido cítrico. Se mantienen las cáscaras en agitación por 3 min., se drena el agua y las cáscaras escu- rridas se envasan en barriles o tanques de plástico. Este sistema se opera más a menudo por las cáscaras cortadas en tiras delgadas, así pues este tipo de producto se designa por su tipo de envase, como sistema "dry pack" porque no es necesario usar líquido para conser- var las cáscaras.

Cuando se pasa a unos productos más concentrados o más ricos en azúcar, se piensa en las pastas de naranja que contienen un conge- lante y una proporción notable de pulpa y de aceite esencial y en las cortezas confitadas de naranja, así como en los frutos enteros o en gajos, obtenidos en confitería. (5)

6.2.3. ACEITE DE SEMILLAS.

Los frutos contienen una proporción variable de semillas y des- de luego, los esfuerzos en la producción de frutos para la mesa se orientan hacia las especies sin semillas. Sin embargo, los frutos destinados a la industria poseen todavía un número importante de se-

millas (las planta de origen nuclear, por ejemplo, dan a menudo frutos de semillas), ya que la calidad del jugo depende de otros factores. Las semillas de los cítricos, separadas fácilmente por tamizado del líquido que sale del extractor del jugo, son lavadas y secadas, cuando ello es posible, en el mismo secador de los demás residuos.

La almendra contiene entonces más de la tercer parte de su peso en aceite y es especialmente rica en ácidos linoleico, palmítico y oleico.

La simple presión, acompañada de un ligero calentamiento, proporciona fácilmente un aceite extraordinariamente amargo, pero la saponificación corrige este defecto y el aceite finalmente obtenido posee un sabor que recuerda el aceite de olivo. El hecho de que sea rico en grasas no saturadas permite presentarlo como aceite dietético, producto que parece difundirse de nuevo tras haber sido abandonado después de la guerra. Puesto que, por sí sola, su extracción no permite amortizar la prensa en una fábrica de tamaño mediano, el fabricante de jugos cítricos puede contenerse con reunir, lavar, secar y, si es preciso mondar las semillas para vender sus almendras a una fábrica diferente (de aceite o de margarina, por ejemplo). (29)

6.3 PRODUCTOS DE EXTRACCION

6.3.1 PRODUCTOS DERIVADOS DE LA CASCARA

La cáscara contiene una gran cantidad de azúcares los cuales se

desean recuperar reduciendo el contenido calórico del producto terminado. Los azúcares son muy higroscópicos y están presentes en cantidades importantes además hacen el proceso muy dificultoso al secar la cáscara. Además la cáscara contiene cantidades importantes de aceites esenciales (teniendo aceites volátiles) los cuales son componentes del olor y/o sabor de la cáscara, estos pueden proporcionar sensación de sabor amargo o desagradable por lo que es necesario eliminar o recuperar de la cáscara. (7)

Así una alternativa es el proceso con cal, la cáscara se lava con agua eliminando proporciones de los azúcares y mal sabor presentes. También los carotenoides se encuentran presentes y después de un tiempo corto producen una oxidación dando un sabor desagradable "haylike". Los productos del agua de lavado son también dificultosos al prensado para eliminar el exceso de agua, por lo que el producto terminado por lo general contiene una alta cantidad de agua (85% en peso) dando un producto caro al secado. Además los materiales de desperdicio son también dificultosos al tratarlos debido a la presencia de los azúcares de otros componentes derivados de la cáscara que tienen que extraerse de ella.

Por lo que es conveniente proporcionar un proceso que tenga mejoras en el tratamiento de los materiales derivados del procesamiento de la naranja y producir una variedad de productos útiles adecuados para el consumo humano y animal; proporcionando un proceso el cual sea más atractivo económicamente así como más eficiente que los procesos empleados con anterioridad en la industria.

Uno de los procesos que ofrece el aprovechamiento de los desperdicios de la cáscara de naranja obtenidos en un proceso convencional como lo es el de obtener su jugo, según se muestra en la figura 6.4. La cáscara alimenta a un molino (zona 2) este puede ser un molino de martillos. La cáscara es una base amplia tal que esta sea desmenuzada sustancialmente, la base de cáscara pasa a una zona de blanqueado a vapor (zona 4) el cual al contacto con el vapor por algunos minutos es seguida por una extrusión en un tornillo sinfin (zona 6). La cáscara esta en contacto con el vapor en la zona 4 de 5 a 15 min. suavizando así la cáscara y haciendo más sencilla la extrusión en el tornillo; este último sirve para eliminar algunas semillas, tallos u hojas que se pudieran encontrar incluidas en la cáscara, así bien se da una cáscara más finamente dividida, por lo que el proceso de extracción es más efectivo.

La combinación del blanqueado a vapor y los grados de extrusión no son solamente aplicables, en procesos a donde la cáscara de naranja son procesadas. Ventajosamente, estos grados también realzan el procesamiento de extracción de varios tipos de cáscaras derivadas de los frutos cítricos (por ejemplo: cáscara de pomelo, limón, lima, etc.) haciendo las cáscaras más tratables al proceso de extracción con varios tipos de líquidos acuosos o no acuosos como lo son agua, alcoholes inferiores, cetonas inferiores, etc. (7)

La cáscara pasa a una zona de mezclado (zona 8) en donde se mezcla con un líquido tal como un disolvente no acuoso o una parte del extracto (zona 10) extrayendo el disolvente hasta formar una suspensión.

La cáscara suspendida (zona 12) es sometida a una extracción con disolvente en una zona de extracción a contracorriente (zona 14), la cáscara extruída es puesta en contacto con un disolvente no acuoso (zona 10) que proporciona un grado deseado para la extracción. El disolvente no acuoso debe ser miscible en agua, el azúcar debe ser también soluble en solución acuosa del disolvente. El disolvente tiene relativamente bajo punto de ebullición de modo que facilite su recuperación de la solución acuosa, preferentemente no forma azeotropos con el agua; los disolventes no acuosos convenientes para este proceso incluyen alcoholes inferiores como metanol, etanol, propanol, isopropanol, etc; cetonas inferiores, como dimetil cetona, metiletil cetona, etc.; mono y dialquil éteres de etilenglicol o sus ésteres tal como acetatos. El metanol es el disolvente preferido porque no forma azeotropos con el agua ya que tiene relativamente un punto de ebullición bajo; ventajosamente el metanol también disuelve insecticidas en aceite que se encuentran presentes en la cáscara. La cáscara puesta en contacto con el disolvente no acuoso en la zona 14 de alguna manera y por un periodo de tiempo suficiente contiene el extracto todos los componentes deseados de la cáscara.

En la extracción a contracorriente en grados múltiples (zona 18) como se ilustra en la figura, un conjunto de operaciones de extracción con disolventes apropiados y no es una zona donde se lleve a cabo beneficios en este proceso. La extracción en contracorriente es sin embargo, el método preferido de extracción. El disolvente no acuoso (zona 16) alimenta a la zona de extracción (zona 14) y es preferentemente sin diluir (por ej. sustancialmente no acuoso o con

grado de pureza comercial). El disolvente proveniente de una fuente externa puede consistir de una fracción de disolvente el cual puede ser reciclado de procesamientos subsecuentes (con pequeñas cantidades de agua, arriba del 15% de peso de agua basado en el peso de la solución total) sin adversidades que afecten la efectividad del proceso de extracción. (7)

En el momento en que el disolvente (zona 16) esta en contacto con la cáscara en la etapa anterior de la zona de extracción a contracorriente, los aceites esenciales y los componentes solubles en aceite como son carotenos, clorofila, flavononas, etc.; que se encuentran presentes y son extraídos de la cáscara. El agua es gradualmente eliminada de la cáscara durante el proceso de extracción, como el disolvente pasa de etapa en etapa en la zona de extracción el contenido de agua en la solución extraída aumenta los componentes solubles en agua como son varios azúcares, ácido cítrico, algunas sales presentes en la cáscara son eliminados también. La separación de los saborizantes como lo son los aceites esenciales facilita la producción de productos al tratar la cáscara, los cuales son utiles en una gran variedad de aplicaciones sin impedir la presencia del sabor fuerte de naranja.

La cáscara a la cual se le extrajo el disolvente (zona 20) se saca de la zona de extracción (zona 14) conteniendo pocos azúcares y una baja cantidad de aceites esenciales (menos de 0.005% de peso en base al peso de sólidos secos). La pectina que esta presente en la cáscara no es afectada por el proceso de extracción ya que en el

proceso de secado (zona 22) normalmente contiene un mínimo de 30% de peso de pectina. Es importante la capacidad de retención del agua que tiene la cáscara ya que no perjudica los resultados en el proceso de extracción.

La cáscara ya sin disolvente (zona 20) es secada (zona 22) por medios convenientes tal como poner en contacto con vapor sobrecalentado para eliminar el disolvente y humedad remanente. La cáscara seca bajo vacío asegura sustancialmente la eliminación completa del disolvente y/o humedad. El secado, elimina el disolvente de la cáscara y ésta es molida en una zona de molinos (zona 24) por medios apropiados como un molino de martillos a un tamaño apropiado como por ejemplo ya con la cáscara procesada se puede utilizar un tamiz con malla 80 utilizando un micropulverizador, dando un producto fino comenzando a colocarlo en sacos para almacenarse o embarcarse.

El extracto líquido (zona 26) sale de la zona de extracción (zona 14) conteniendo varios componentes derivados de la cáscara de naranja los cuales son eventualmente separados. La principal parte del extracto líquido incluye el disolvente no acuoso en un 60-65% de peso; otros componentes que se encuentran presentes incluyen a los componentes solubles en alcohol como lo son aceites esenciales (el d-limoneno predomina), bioflavonoides como la hesperidina, pigmentos carotenoides y clorofila. (7)

Un orden para efectuar la separación de los aceites esenciales y otros componentes solubles en alcohol del extracto, es alimentando

con el extracto líquido una zona de separación (zona 28) donde se diluye con agua procedente de una fuente externa (zona 30) o del disolvente libre de extracto reciclado (zona 32). Sobre la conveniente dilución, los aceites esenciales solubles en alcohol se encuentran presentes (clorofila y pigmentos carotenoides) se dan en forma insoluble formando una emulsión. Los aceites esenciales pueden estar aglomerados y se eliminan fácilmente del extracto por medios tal como la centrifugación; así son separados productos altamente coloreados (zona 34) los cuales contienen también clorofila y pigmentos carotenoides. La clorofila y los pigmentos carotenoides se pueden eliminar de los aceites por destilación, si se desea. (7)

El hecho que los aceites esenciales sean solubles en alcohol pueden hacerse fácilmente insolubles por dilución del extracto con un diluyente, es realmente sorprendente la separación de los aceites esenciales de la solución por medios como la destilación fraccionada, esta es extremadamente dificultosa por la formación de azeotropos naturales de la solución. Sin embargo, se ha establecido que la dilución del extracto con un diluyente acuoso origina que los aceites esenciales los cuales están en solución son realmente separados de ahí, después de la cual se pueden separar fácilmente por medios convenientes como es la centrifugación.

El disolvente que permanece en el extracto es retirado mediante métodos convenientes tal como la destilación a vapor en una zona de separación "stripper" (zona 36). El disolvente (zona 38) es recuperado del extracto quizá reciclado de la zona de extracción (zona

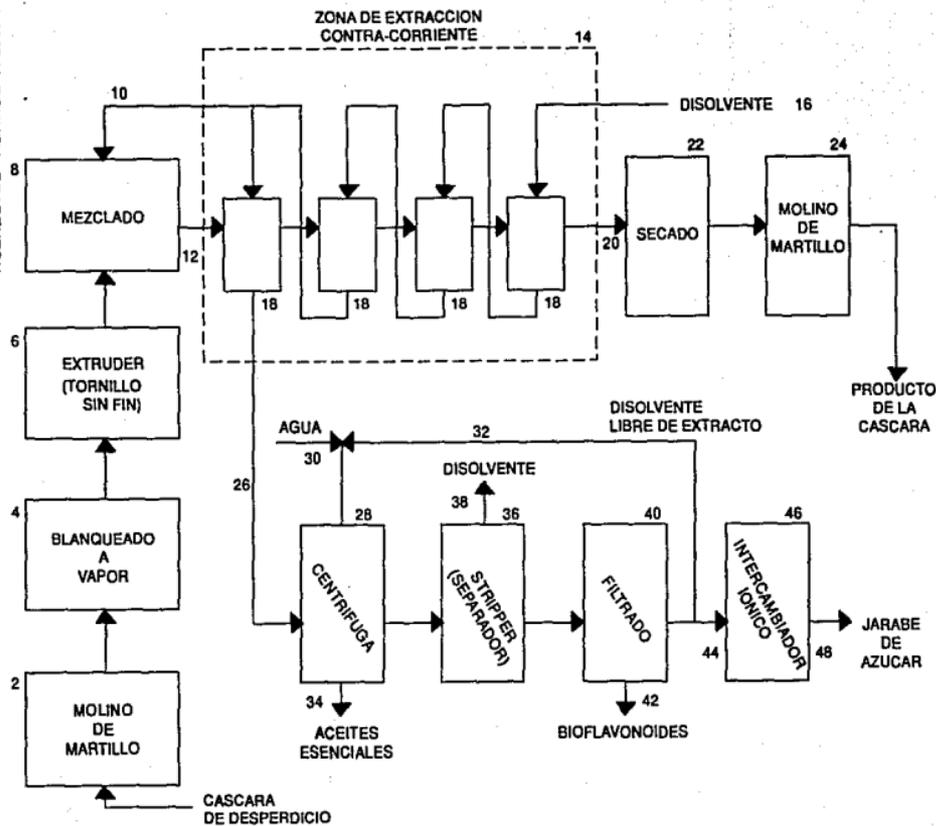


FIGURA 6.4

14). Después de que el disolvente no acuoso ha sido retirado del extracto, los bioflavonoides derivados de la cáscara de naranja son obtenidos como insolubles debido a una concentración menor de disolvente en el extracto y esto hace que precipiten de la solución. Los bioflavonoides pueden así retirarse como un producto separado (zona 40) por filtración en la zona de filtración (zona 42).

Una porción del desolventizado y el extracto filtrado (zona 44) puede ser reciclado a la centrifuga (zona 28) para utilizarse como diluyente acuoso (zona 32) descrito anteriormente, sin embargo, el remanente del extracto se puede procesar mas adelante para proporcionar un jarabe purificado como producto. (7)

El residuo del extracto puede pasar através de una zona de intercambio iónico (zona 46) para retirar algunas impurezas residuales ventajosamente el extracto puede ponerse en contacto secuencialmente con una resina de intercambio iónico con un ácido fuerte, una resina de intercambio iónico con base débil y una resina de intercambio iónico con un ácido débil. El extracto puede tenerse purificado mas adelante al pasarlo por carbón activado (no descrito). Como resultado de este tratamiento de purificación, un extracto (zona 48), en la forma de un jarabe de azúcar es producido y básicamente consiste en una solución acuosa de sacarosa, dextrosa, levulosa y pequeñas trazas de impurezas.

En este proceso se producen así una variedad de productos que tienen usos múltiples; la cáscara procesada presentan retención sus-

tancial de agua por lo que se puede utilizar como espesante, emulsificante o estabilizante; por ejemplo el producto fino de la cáscara se puede utilizar para mantener fresca y humedad en productos horneados como pan, rosas, galletas y pasteles. La cáscara procesada reduce deterioro inhibiendo la formación de mohos. Generalmente, las cantidades en un rango alrededor de 1-3% de peso en base al peso del producto horneado es suficiente para proporcionar los resultados deseados. El jarabe de azúcar se puede emplear como un agente endulzante natural en bebidas comestibles como lo son jugos de frutas, productos horneados, etc.. (7)

6.3.2 PECTINAS.

Las pectinas tienen numerosas aplicaciones, no sólo en la alimentación, sino también en farmacia y en industrias muy diversas. Las cortezas de cítricos constituyen una de las fuentes principales, y son tratadas "in situ" o enviadas desecadas a fábricas especiales que tratan a veces productos similares (como algas, para obtener de ellas alginatos). Otra fuente es el orujo de las manzanas, estas materias primas se deshidratan, por lo que puede disponer de ellas durante todo el año. (12, 29)

La materia prima de naranja se prepara en las fábricas de jugo para ser enviadas a las de pectina, una vez estabilizada y desecada. En algunos casos, la fábrica de pectina está alejada de la de jugos y puede utilizar el residuo húmedo. Los residuos obtenidos en la elaboración de jugos de cítricos sirven para la preparación de pec-

tinias. Los demás residuos se utilizan para alimento para el ganado, como abono (o bien son quemados). (5, 12)

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. El contenido en pectina de las mondas de cítricos, es del 20 al 50% del peso seco. (12)

A) Preparación industrial de la pectina.

Las mondas de cítricos, que durante la extracción del jugo quedaron exentas del aceite esencial, se lavan en agua fría, para eliminar las semillas, restos de pulpa y membranas intercarpelares y se trituran; después se lavan en agua tibia (50-60 °C) para eliminar los restos de glucósidos amargos, que aún pudiesen estar presentes; finalmente se calientan a 95 - 98 °C, para inactivar las enzimas pectinolíticas. Es muy importante emplear agua pobre en elementos minerales, especialmente calcio y magnesio, incluso desmineralizada; así mismo, para no degradar la pectina, el calentamiento debe ser lo más breve y moderado posible. Las condiciones de trabajo exactas se establecen en función de la materia prima.

A continuación se inicia la extracción de la pectina por calentamiento en agua acidificada, frecuentemente por ácido clorhídrico, sulfúrico o sulfuroso. En el método operatorio hay una gran diferencia de una fábrica a otra, pero por ejemplo, puede considerarse representativo el siguiente: 3 partes de agua para 1 parte en peso de

mondas secas (o consideradas como secas); pH 1.3 a 1.4; temperatura 90 - 100 °C; duración 1 hora. (12)

La mezcla se prensa, en prensas hidráulicas y la solución péctica así obtenida se enfría inmediatamente en cambiadores tubulares y se decanta. En vista de que contiene algo de almidón y proteínas extraídas al mismo tiempo que la pectina, estas impurezas se eliminan por medio de enzimas amilolíticas y proteolíticas; el tratamiento se hace a pH 4.5 ajustado con una solución de carbonato de sodio y a 40 - 50 °C; el avance de la acción enzimática se sigue por la determinación de almidón, con yodo. Cuando el almidón desaparece, se lleva la solución a pH 3 mediante ácido cítrico, se calienta a 80 °C para inactivar las enzimas; algunas veces se decolora por el anhídrido sulfuroso y después se filtra en filtro prensa, con la adición de ayudantes de la filtración (tierra de diatomeas, celulosa "Filter-Cel").

Si es necesario, se concentra la solución péctica ya limpia; después la pectina se precipita por adición de etanol o isopropanol o bien sulfato de aluminio. (cloruro de aluminio y carbonato de sodio o NaOH). Para la precipitación por el alcohol se lleva la solución a una concentración, en alcohol, del 50 al 80%; frecuentemente se efectúa en dos o tres fases, con concentraciones de alcohol de 80 a 90% al principio y 55 a 60% al final; entre una precipitación y la siguiente, la pectina se redisuelve en agua ligeramente acidificada (0,05% HCl). El interés de este método reside en el hecho de que algunas impurezas precipitadas con la pectina en la solución de alco-

hol a 80-90% son por el contrario; solubles en alcohol a 60%, mientras que ésta concentración de alcohol es suficiente para precipitar la pectina cuando ésta ya se encuentra en solución más concentrada.

El alcohol isopropílico tiene la ventaja de no ser bebestible; queda por tanto fuera de robos y no tiene un constante control fiscal. El inconveniente más grave del empleo de etanol o isopropílico reside en la necesidad de recuperarlos por destilación, por lo que este procedimiento no es rentable. (12)

La precipitación por el sulfato de aluminio, utilizado sobre todo para la pectina de cítricos, se realiza por la adición a la solución péctica limpia, llevada a pH 4.0 - 4.2 con amoníaco y agitada vigorosamente (para evitar alcalinizaciones localizadas y la desmetilización que resultaría) de una solución al 25% de sulfato de aluminio; la cantidad a añadir para obtener una precipitación completa se determina antes experimental. El hidróxido de aluminio que se forma precipita al mismo tiempo que la pectina bajo forma de pectato ácido de aluminio. Esta "cuajada verde o pectina verde" se separa por filtración y después se lava con alcohol acidificado con un 10% de ácido clorhídrico, que tiene por objeto transformar el hidróxido de aluminio en cloruro, que es soluble en alcohol. Se prosigue el lavado con alcohol neutro, cuyas últimas trazas se eliminan, después de la filtración con aire caliente. A continuación, la pectina seca puede pulverizarse (en un molino de martillos hasta un tamaño de malla 60 o el grado que se desee), normalizarse por adición

de azúcar, citrato de sodio, fosfato de sodio, para posteriormente ser envasada. La somera descripción dada anteriormente sirve tan sólo para tener una idea de los procedimientos utilizados, que presentan numerosas variantes. (12)

Durante el almacenamiento de las cortezas y durante el proceso las pectinas se degradan. Las enzimas pécticas las desmetoxilan y despolimerizan, antes del escaldado que debe hacerse lo antes posible, y los tratamientos ácidos también contribuyen a la degradación. Por ello, las pectinas comerciales tienen muy distintos grados de polimerización e índices de metoxilo, siendo más cotizadas las que están menos degradadas. (30)

B) APLICACIONES DE LAS PECTINAS.

- Industriales:

Se utilizan en la manufactura de cosméticos, cremas dentrificantes y ungüentos, por tener más estabilidad que otras gomas, por sus características como emulsificante y por no necesitar de sustancias que la preserven.

Como emulsificante y estabilizador se utiliza también en los jugos y principalmente en las salsas de tomate previniendo con ello la formación de un anillo negro en el cuello de las botellas. Se utiliza también con mucha ventaja en el aceite en el templado de acero, ventajas como las siguientes tienen un costo más económico, no es combustible, las soluciones pueden ser fácilmente ajustadas.

En la industria textil puede desplazar al almidón con cierta ventaja pues no necesita de sustancias auxiliares por ser soluble en el agua y puede eliminarse fácilmente. También sirve para prevenir oxidaciones, alteraciones de sabor y color en productos alimenticios y farmacéuticos utilizandola como revestimiento de esos productos. (26)

- Terapéuticos:

Posee acción destoxicante por la propiedad que tiene el ácido galacturónico que es la parte básica de la molécula, de ser un coloide hidrofílico que absorbe materiales tóxicos formando con ellos otros productos.

En gran cantidad de productos medicinales se utiliza básicamente como antidiarreico, auxiliar en algunas enfermedades intestinales, tales como disenteria, colitis, fiebre tifoidea, algunas formas de dispepsia y otras enfermedades entéricas, tal uso fue descubierto por el hecho de que esas enfermedades cedían suministrando al paciente manzana fresca en diversas formas y propiamente este fué el inicio de las pectinas para fines terapéuticos. También es ampliamente utilizada como hemostático en hemorragias gástricas, intestinales, renales, pulmones y algunos otros, administrandola por vía oral y en solución, en forma de pomada se puede aplicar localmente sobre las heridas ya que disminuye notablemente el tiempo de coagulación de la sangre acelerando la cicatrización.

Su propiedad más interesante es la de forma geles consistentes, cuando se mezclan sus soluciones con sacarosa y ácidos. Por esta

propiedad se utilizan, en gran escala, para la fabricación de mermeladas, jaleas y gelatinas. (30, 39)

El grado o poder de gelificación de una pectina, que depende de su grado de metoxilación y de la longitud de su cadena, se mide, empíricamente por la cantidad de sacarosa en gramos, en solución de 63 Brix, que es capaz de convertirse en un gel consistente, mediante 1 kg de la pectina.

Las pectinas de bajo metoxilo no gelifican con azúcar y cítrico, pero lo hacen con iones calcio. Su poder de gelificación puede medirse con una solución de azúcar, citrato sódico y Ca^{2+} , a pH 3 (Joseph, 1949).

En algunos casos se valoran pectinas según su índice de metoxilo o porcentaje de $-\text{OCH}_3$. Para ello se neutraliza exactamente, una solución de pectina, se añade una cantidad de NaOH N/10 y deja el matraz tapado, durante 30 min. a la temperatura ambiente.

A continuación, se valora el exceso de álcali con HCL 0.1 N. Se efectúa, a la vez, esta neutralización en una solución en blanco. La diferencia entre estas dos valoraciones nos indican la cantidad de NaOH consumida en la saponificación. Cada mililitro de NaOH, 0,5 N equivale a 15,52 mg de metoxilo. Las pectinas de bajo índice de metoxilo se obtienen por hidrólisis ácida o enzimática, de los grupos hasta el grado deseado. Gelifican con las sales de Ca^{2+} y se utilizan para obtener mermeladas y jaleas dietéticas, con bajo contenido en azúcar (Black y Smith, 1972). (30)

6.3.3 Acido Cítrico.

Del jugo resultante de la destilación del aceite esencial, puede obtenerse citrato de sodio. De éste se extrae el ácido cítrico, el cual tiene muchas aplicaciones dentro de las actividades relacionadas con la elaboración de alimentos y bebidas; se utiliza como acidulante debido a que es muy soluble, como agente en la conservación de bebidas y jarabes y en la elaboración de bebidas carbonadas. Se emplea en los productos lácteos como aditivo importante, ya que evita la descomposición de alimentos que contienen grasas y aceites (quesos, jamones, tocinos, etc.) (1)

En otras actividades industriales, se usa en forma de ésteres y sales. El citrato de sodio es el más común y se emplea en la elaboración de detergentes, productos para la limpieza de metales, para el encurtido de pieles, etc.) (39)

La fabricación de éste a partir de jugo de los cítricos es un proceso complicado y en la actualidad casi todo el ácido cítrico se obtiene por fermentación microbiana a partir de las soluciones azucaradas que proporcionan, en cultivo inundado con *A. niger*, hasta un 60% de ácido a partir del azúcar y controlando la formación de ácido cítrico durante la fermentación para así determinar el fin de la misma en el momento deseado. Por lo tanto, ha proseguido una producción de este ácido a partir de melazas de cítricos (el limón es pobre en azúcar). Finalmente, los progresos de la química de síntesis han impedido definitivamente este posible mercado. (29)

El ácido cítrico y el tartárico se encuentran como ácidos libres o como sales en las semillas y jugos de la gran variedad de flores y plantas.

El ácido cítrico aparte de obtenerse por fermentación de soluciones azucaradas, por hongos u obtención directa por extracción de jugo de cítricos se puede obtener por extracción del jugo de los residuos de la pifa en las fábricas de conservas, siendo éstas junto con la extracción directa del jugo de las frutas, las tres formas importantes para obtención de ácido cítrico, la recuperación es esencialmente idéntica en los tres casos. (1)

6.3.4 FLAVONOIDES, EXTRACTOS VITAMINICOS Y COLORANTES.

El diagrama de flavonoides, en el jugo o extractos de corteza o de pulpa, se obtiene fácilmente por cromatografía bidimensional en lámina delgada. Para la identificación de cada uno, es muy útil el estudio de los espectros UV en diferentes condiciones y varias reacciones coloreadas específicas, aparte de los estudios de degradación. En el jugo sólo se encuentra del 10 al 20% del total de flavonoides del fruto y su concentración es del orden de 0.05%, pero si se incorpora mucho extracto del albedo, puede ser mayor.

En las naranjas y pomelos helados pueden verse cristales de hesperidina o de naringina, depositados en las membranas; en las fábricas de jugo concentrado, se deposita en los tubos de los concentradores, que deben limpiarse periódicamente.

Del mismo modo pueden disolverse las incrustaciones de los concentradores. Con el FeCl₃ dan color rojo oscuro. En las naranjas heladas se pueden destacar así los puntos oscuros de los cristales de hesperidina. Con el dietilenglicol, en medio alcalino, dan color amarillo y esta reacción es la base del método de Davis para su determinación (Davis, 1947) .

Algunos flavonoides tienen fuertes sabores amargos. El más significativo es la naringina del pomelo y de la naranja amarga. El aglucón (naringenina) es insípido. Otros flavonoides amargos son la neohesperidina y la poncirina. En general los 7- β -neohesperidósidos de la flavanona son amargos y los 7- β -rutinósidos son insípidos.

Otro flavonoide de cítricos, la rhoifolina (flavona análoga a la flavanona naringina), tiene la propiedad de disminuir la sensibilidad al sabor amargo de la naringina y de la limonina . (30)

Entre los productos puros que tienen un efecto farmacodinámico, los más conocidos son los flavonoides, en particular la hesperidina de la naranja y la naringina. En estos frutos hay una buena treintena más que tienen una configuración química bastante similar pero que no están dotados en su totalidad de una actividad vitamínica P (que disminuye la fragilidad capilar) . Los que resultan interesantes en este aspecto son los llamados bioflavonoides. Una tonelada de cortezas frescas puede suministrar alrededor de 5 Kg de hesperidina o 25 Kg de naringina, sobre todo si los frutos están verdes . (29)

A pesar de que las especialidades farmacéuticas basadas en el poder vitamínico P son numerosas, el mercado de los bioflavonoides permanece muy restringido. El abuso de los mismos ha sido sancionado hace poco tiempo por las autoridades federales norteamericanas (FDA), que han limitado su empleo y por tanto los flavonoides de cítricos jamás encontrarán una salida importante en este aspecto .

Otras especialidades farmacéuticas se basan en la vitamina C natural, muy abundante, como ya se vió, en el jugo y las cortezas frescas. El ácido ascórbico de síntesis es menos caro en estado puro y su efecto es equivalente, pero es innegable que el ácido ascórbico de un jugo de naranja está protegido por la presencia de otros compuestos naturales y por está razón se preparan en buenas condiciones de trabajo concentrados de naranja que según el efecto deseado sirven de base a otras vitaminas, aminoácidos, calmantes, etc. Desde luego, esta actividad sólo utiliza una pequeña cantidad total de frutos.

Pero, dado el precio de venta, el costo de instalaciones es amortizado rapidamente. Por ejemplo, se emplea a menudo la liofilización, lo que permite el progreso de la técnica de ésta.

La provitamina A y los carotenoides se hallan también muy difundidos en los cítricos, pero su explotación no ha rebasado la etapa de la fábrica piloto en vista de las fuentes más abundantes que cabe encontrar en otros lugares.

A partir de los componentes ya purificados extraídos de los cítricos, la industria química puede encontrar unas materias dignas de interés; por ejemplo, el floroglucinol, que sirve de base a numerosos derivados, puede ser producido por ahora de forma más económica que mediante la industria de síntesis, a partir de la hesperidina y la naringenina, que a su vez proceden de los flavonoides. Por otra parte, los constituyentes terpénicos, que son en resumidas cuentas unos subproductos en la industria de los aceites esenciales se prestan a numerosas transformaciones. A veces han sido utilizados directamente, como otros hidrocarburos, para servir de soporte o de dispersante para ciertos productos plaguicidas. (29)

La extracción y precipitación de proteínas en semillas de naranja dulce fue estudiada por G. Panades y C. Urra en 1987; ésta fue una prueba muy grasosa.

La precipitación fue llevada a cabo con disolventes orgánicos en diferentes proporciones y con HCl (en un rango de pH de 2-5). Los mejores resultados fueron obtenidos a pH de 4 y 5; la cantidad de proteína precipitada se incremento al ir aumentando la concentración de disolvente (etanol, acetona). (27)

La pulpa es un producto secundario en la extracción del jugo de naranja (la fabricación de pulpas y purés así como de preparados a base de pulpas se dan en los cuadros 6.3 y 6.4 respectivamente y la fabricación de frutas sobrecongeladas en el cuadro 6.5); la pulpa se utiliza para la recuperación de sólidos solubles, solía utilizarse

CUADRO 6.3
FABRICACION DE PULPAS Y PURES

OPERACIONES	FUNCIONES	TECNOLOGIA POSIBLE
<p>Fruta fresca Preparación</p> <p>Fruta sobrecongelada Descongelación</p> <p>Molido</p> <p>(1) Purés (2) Pulpa</p> <p>Calentado</p> <p>Refinado</p> <p>Homogenización</p> <p>Flash Pasteurización</p> <p>Acondicionamiento</p> <p>Pulpa sobrecongelada</p> <p>pasteurización en latas o en toneles</p> <p>Pulpa aséptica</p>	<p>Preparación de la materia prima.</p>	<p>Con molidor en continuo compuesto de 2 rodillos que giran en sentido inverso.</p>
	<p>Tamizado</p>	<p>Es un "termo break" (aparato cilíndrico de doble pared en el cual el vapor circula gracias a un tornillo sin fin).</p>
	<p>Dado que las frutas tienen una madurez diferente.</p>	<p>Por circulación en un tanque provisto de un agitador.</p>
	<p>Conservación</p>	<p>Pasteurización a granel (tubular) ultra rápida (algunos segundos a 65° C-95°C), y luego enfriamiento.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> - Sobre congelación (-40°C) generalmente en tunel ----> bloque de 1,5. a 10 kg. - Pasteurización en latas o en toneles. Acondicionamiento en caliente en tunel. - Pulpa aséptica. El puré es sobrecongelado al vacío durante 15 a 20 seg., enfriado inmediatamente a 15°C y acondicionado asépticamente en sacos estériles.

CUADRO 6.4
FABRICACION DE PREPARADOS A BASE DE PULPAS

OPERACIONES	TECNOLOGIA POSIBLE
<p align="center"> </p> <p align="center"> </p> <p align="center">Descongelación</p>	<p align="center">Por dispersión de jugo caliente sobre la fruta.</p>
<p align="center"> Pasteurización </p>	<p align="center">Alta: 95°C durante 5 min. en un intercambiador de superficie raspada.</p>
<p align="center"> Mezclado </p>	<p align="center">Por agitación lenta en los tanques.</p>
<p align="center"> Enfriamiento </p>	<p align="center">Hasta 25°C en un intercambiador de calor.</p>
<p align="center"> Envasado estéril </p>	

BEBIDAS A BASE DE FRUTAS; CANACINTRA 1990.

CUADRO 6,5
FABRICACION DE FRUTAS SOBRECONGELADAS

OPERACIONES	FUNCIONES	TECNOLOGIA POSIBLE
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Lavado</div>		Tina, aspersión en tambor vibrante.
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Preparación</div>		Manual o mecanizada
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Blanqueado</div>	Inactivación de enzimas; tratamiento anti-oxígeno.	Agua caliente o vapor
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Embalaje</div>	protección, sobretodo en caso de sobrecongelación por contacto directo.	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Sobrecongelación</div>	Estabilización de larga dura- ción por medio del descenso de la temperatura del producto a - 18°C hasta el centro.	<p>Se efectúa en general un primer entramiento. Se distinguen 3 grandes tecnologías de sobrecongelación utilizadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sobrecongelación por contacto directo. ejemplo: congelador de placas; el producto es comprimido entre las placas, que son huecas, al interior de ellas circula el fluido refrigerante -> bloques del producto congelado. - Sobrecongelación por ventilación de aire. ej: "cama fluidizada": las partículas son puestas al aire en suspensión por medio de una corriente forzada de aire frío ascendente -> congelación individual de partículas. - Sobrecongelación por vaporización: ej: pulverización de nitrógeno líquido sobre productos dispuestos en una cinta transportadora. De funcionamiento simple, pero de costos de explotación elevados.
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Acondicionado Almacenado</div>		

BEBIDAS A BASE DE FRUTAS; CANACINTRA 1990.

en los años de abasto limitado. Esta presentación se vendía concentrada para ser utilizada en formulaciones de bebidas a base de jugo, pero puede causar una precipitación blanca en la dilución. Este precipitado fue estudiado; cuando la pulpa se diluyó a 11.8 Brix, tolerancia concedida, éste precipitado ocupó del 20-100% del volúmen del líquido. Todas las substancias de la pulpa fueron obtenidas en 4 centros procesadores de cítricos en Florida, obteniéndose este precipitado, el cual consiste en gran parte, en cristales de hesperidina, con menor cantidad de otras partículas en la nube. Los cristales de hesperidina fueron fácilmente extraídos de la dilución por centrifugación de la pulpa, produciéndose hesperidina de un 50-90% de pureza. (3)

6.4 PRODUCTOS QUE NECESITAN UNA TRANSFORMACION MAS PROFUNDA.

6.4.1 PRODUCTOS DE FERMENTACION.

Las fermentaciones desnaturalizan por completo el fruto de origen, así la vía más natural para obtener el alcohol consiste en dejar fermentar el jugo, aunque desde luego no es fácil obtener un vino de naranja o un alcohol destilado bebible, ya que la flora microbiana que contiene el jugo en bruto es compleja y variable.

Los alcoholes de consumo siguen teniendo, como es bien sabido, una clientela notable, pero se trata en general de maceraciones de cortezas en un alcohol de origen diferente, o de alcoholes perfumados por medio de aceites esenciales. (29)

Varios productos de fermentación con potencial son producidos a base de desperdicios de naranja como son:

A) ETANOL.

Braddock (1977) describe que en una fermentación eficiente del 47%, aproximadamente 3.9 kg de melazas de 72 Brix son requeridas para producir 1 lt de etanol. La fermentación de melazas es un proceso típico para este tipo de sustratos, la melaza es diluida a 25 Brix y se adiciona levaduras; siguiendo la fermentación, el alcohol es recuperado por destilación. El destilado soluble de la bebida tal vez concentrado se tiene la idea como suplemento para alimento animal o ser adicionado a la pulpa de cítricos antes del secado para usarse como alimento para ganado.

La digestión enzimática o hidrólisis ácida de la cáscara al solubilizar un máximo del 85% del total de sólidos de la cáscara, con 65% de sólidos solubles establecidos como azúcares hexosas, (Nishio 1979). Un 80% del total de azúcares son utilizables por levaduras en una fermentación, cuando el máximo de etanol producido de la cáscara suele ser 0.26 l/kg de sólidos secos, con 0.56 kg de sólidos remanentes sin fermentar. La reducida producción de etanol de melazas de bajo Brix producido por el bajo calentamiento de desperdicios en evaporadores (30-50 Brix) debido a la pérdida de azúcares fermentables durante la manipulación y almacenamiento. Esta baja producción tiene además establecido altos niveles de aceite, este último a concentraciones de 0.02-0.2% son reportados como inhibidores de

poblaciones microbianas (Murdock y Allen 1960; Subba 1967). Melazas de bajo Brix por calentamiento de desperdicios en evaporadores requieren una eliminación más a fondo del contenido de aceite de la cáscara a niveles aceptables para la fermentación. (16)

B) VINO.

Los jugos tienen uso en la producción de vinos y brandys (Von Loesecke 1936). El problema con el amargor es notable en la producción de vino, en vinos de naranja se reporta oscurecimiento rápido y se muestra rancio, sin gusto a no ser que los niveles de dióxido de azufre se mantengan (Amerine 1972). Un sabor rancio en vinos esta relacionado con la presencia de frutos sobremadurados, la presencia de niveles excesivos de aceite de cáscara en el jugo contribuyen a sabores indeseables así como a inhibir la fermentación, sin embargo, la adición de terpenos o aceites de cítricos en vino se reporta que proporciona un sabor distintivo (Kesterson y Braddock 1976). (16)

C) VINAGRE A PARTIR DE DESPERDICIOS.

La fase siguiente, que exige una segunda fermentación, es el vinagre. El vinagre de cítricos, desconocido en Europa (por muchos años) ha tenido éxito en Estados Unidos, al igual que el vinagre de manzanas, sin duda a causa de la penuria de vinos. Al ser insuficiente el contenido de azúcar de los residuos de naranja para suministrar un vinagre de 4 grados, hay que añadir sacarosa al líquido

del prensado, o bien añadir melazas de cítricos y en todos los casos es necesario un desaceitado completo antes de la fermentación para no comunicar al vinagre acabado sabor de naranja. (29)

Kim G.H.; Parky y Sohni, 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, fue 29% y la concentración óptima de extracto de corteza por medio de fermentación acética, fue de cerca de 29%. La fermentación acética se veía invadida por el extracto cuando éste fue mayor al 70% así la máxima acidez del medio fue obtenida cuando este contenía 90% de extracto de corteza y fue superado al 1%, siendo mayor que aquella cuando el medio contenía el 25% de extracto de corteza.

También a este porcentaje la fermentación acética bajo condiciones aeróbicas fue el rango promedio de producción de ácido acético; 0.062 gr/100 ml/hr y el rango promedio de ácido acético en una fase larga fue de 0.15 gr/100 ml/hr.

El rendimiento de producción basado en acetificación fue de 91.4%. Oxalato, malato y piruvato fueron detectados en el medio de la fermentación y la cantidad de vinagre cuando el medio contenía 25% de extracción fue mejor. (42)

D) METANO.

Lane en 1979 sugirió una fermentación anaeróbica de frutas y

vegetales procesando sus desperdicios en un medio aceptable, en algunos casos el metano producido provee cantidades sustanciales de los requerimientos de energía para la operación del proceso. La conversión anaeróbica de desperdicios de cítricos a metano fueron reportadas por Nishio en 1982, la influencia de factores ambientales en la conversión de la cáscara de naranja a ácidos grasos volátiles fueron examinadas; bajo condiciones anaerobicas la máxima producción de volátiles de cáscara seca fue a pH 8. De 100 gr de cáscara seca se produjo 7.8 gr de ácido fórmico, 21.5 gr de ácido acético, 3 gr de ácido propionico, 6.7 gr de ácido butírico, 1.9 gr de metanol y 3.9 gr de etanol. El máximo porcentaje de producción de volátiles al terminar fue 32 gr/lt/día. Bajo estas condiciones 34% de la cáscara fue convertida a volátiles y el 11% en el interior de las células bacterianas, con 22% de sólidos residuales como remanente.

El mayor problema en la producción de metano a partir de desperdicios es la inhibición por la presencia de aceites esenciales, Mc Nary en 1951, estableció una fermentación anaerobica con niveles bajos de aceites esenciales (0.002%); Lane en 1980 reportó que preparados comerciales de aceites de cítricos, limoneno y la fracción no volátil del aceite del limón fueron tóxicos a la digestión anaeróbica. La toxicidad del aceite fue caracterizada por la aparición de un incremento en los niveles de los ácidos benzoico, fenil acético y fenil propiónico. Lane en 1983 reportó que aunque la alta proporción de aceite en el licor de prensa esta asociada con sólidos suspendidos, la centrifugación no proporciona una adecuada reducción de aceite, la aereación de 8 hr proporciona una reducción en los ni-

veles de aceite por debajo de 0.01%, esto fue suficiente para permitir la digestión anaerobica; Ocurriendo naturalmente una degradación de limoneno en cultivos microbianos y un cultivo comercial aprovechable no proporciona incrementos apreciables en la recuperación de aceite, sin embargo, Lane concluyó que la aereación y centrifugación no son alternativas económicas por una empresa comercial. La acidificación fermentativa del licor de prensa por microflora endógena resulto en un 21.2-37.8% con una reducción del COD y una caída a pH 2.8 de 3.5, el bajo pH estabiliza el licor y permite un largo almacenaje, las condiciones anaerobicas utilizados fueron mantenidas evitando el crecimiento de hongos y bacterias durante el almacenaje.

En una destilación de cáscaras de naranja se recuperaron aceites esenciales seguida de una hidrólisis ácida, se reporto un incremento en la producción de metano (Yamanouchi y Kuno 1977), la cáscara de naranja se ajusto a 5% de sólidos totales con agua, previo a la destilación, el residuo después de recuperado el aceite fue hidrolizado con HCl al 0.5% y se complemento a un C:N:P en relación de 100:5:1. El metano producido se incremento de 250 l/kg de controles sin tratar a 420 l/kg de residuos de cáscara tratados. (16)

E) PROTEINAS.

Un buen número de investigadores ha sugerido la utilización de los desperdicios de cítricos para la producción de proteínas celulares. Nolte en 1942 describió la producción de levaduras en licor

de prensa de cítricos, Mateles en 1975 describió el potencial para la producción de proteínas de cáscara de cítricos por Candida tropicalis; la producción esperada por 100 l de jugo de cáscara con 6-10% de contenido de azúcar fue aproximadamente 4 kg de levaduras, Okada en 1980 describió la selección de 2 tipos de Candida sp y 1 Sacharomyces cerevisiae para el crecimiento y producción en el jugo prensado de cáscara de cítricos. La mayor producción obtenida fue después de complementarlo a materia seca: urea: potasio-fósforo en relación de 50:5:1. Produciendo 3.5 kg/100 lt con un contenido de proteína de 45%. Hang en 1980 sugirió un método para la producción de levaduras como un tratamiento con requerimientos de un pH bajo y baja producción de desperdicios sólidos acuosos durante la producción comercial de limonada. El procesamiento de limonada con desperdicios fue caracterizada por tener un BOD de 4 410 mg/l a pH de 3 y un BOD:N:P en relación de 100:1.5:0.3, C. utilis y S. fragilis tienen producción celular de aproximadamente 2.5 g/l en 32 hr a 30 C y el BOD del desperdicio acuoso fue reducido a 87%. (16)

El incremento del contenido de proteínas en cáscara realiza su valor como alimento para animales, Lequerica y Lafuente en 1977 evaluaron crecimiento de Candida sp en cáscara en base húmeda, como un proceso tecnológico para obtener una alta proteína para alimento animal a partir de la cáscara. La fermentación se llevo a cabo fuera de condiciones asépticas por 48 hr, después se complemento con nutrientes naturales. El contenido en proteínas fue incrementado de 7.3 a 18.5% del peso seco, simultáneamente, Forage y Righelato, 1979 describieron un proceso para incrementar el contenido de proteína de

cáscara de 15-20%, utilizando A. niger, durante el proceso la cáscara fue secada a 50-60% de humedad previo a la inoculación. El contenido de humedad y el control de la temperatura fueron críticos en la producción; inoculación con un alto nivel de esporas resulto después de 36 hr con un máximo contenido de proteínas, la ventaja de este proceso es que es económico en los costos de operación. La producción de hongos por cultivos sumergidos con desperdicios de cítricos fue estudiada por Block en 1953 describiendo la producción de micelios en jugo de naranja, licor de prensa y en un medio sintético. Labaneiah en 1979 reportó la producción de hongos utilizando extractos de cáscara de 10 especies de cítricos produciendose de 35-51.5 gr/100 gr de azúcares disponibles. (16)

F) OTROS PRODUCTOS DE FERMENTACION

Durante cierto tiempo, el ácido láctico ha sido un producto interesante aportado por la fermentación de los líquidos de prensado por medio de Lactobacillus delbrückii. Después de la clarificación, el ácido era recuperado en el licor filtrado por una precipitación con cal, y después purificado.

A título de recuerdo, apuntamos que es fácil obtener a partir de un líquido azucarado y enriquecido en nitrógeno mineral, unas levaduras alimentarias que pueden ser Sacharomyces o Torula. Por lo tanto, este procedimiento es corriente en las fábricas que preparan piensos y que están anexas a las fábricas de jugos o de concentrados cítricos. (29)

Utilizando las melazas cítricas como sustratos para poder producir aminoácidos en Japón, Tsugawa en 1981 reporto un pretratamiento de las melazas antes de ser utilizadas como sustratos para la producción de aminoácidos. Después de la expresión son calentadas a 90 C por algunos minutos, las cáscaras extraídas hasta la coagulación de materiales insolubles, estos son separados por centrifugación continua y el jugo de la cáscara fue concentrado a melazas con un alto contenido de azúcar y bajo contenido en calcio. La producción potencial de ácido piruvico por levaduras utilizando cáscara como fuente de carbono fue investigada por Moriguchi en 1982, el ácido piruvico se utiliza como sustrato para la síntesis de tirosina y triptofano; de las levaduras, *Debaryomyces conderu* produjo la mayor cantidad de ácido piruvico con una acumulación máxima de 970 mg/100 ml de cáscara extraída después de 48 hr. Se concluyó no obstante aunque los desperdicios de la cáscara tienen un potencial como sustratos en fermentación para ácido piruvico la producción fue baja.

Long y Patrick en 1965 investigaron la producción de 2,3-butilen glicol por *Enterobacter aerogenes* y *Bacillus polymyxa* utilizando melazas como sustratos. La máxima producción de butilenglicol en ambos tipos de cultivo con melazas ajustadas a 20 Brix y pH 6.0-6.2, temperatura de 30 C y aereación. Melazas de cítricos con 20 Brix alcanzaron concentraciones máximas de glicol con un 4.8-5.3% de *Enterobacter* isolates y 2.3-4.4% para *B. polymyxa*, la recuperación del glicol se reportó con algunas dificultades, no obstante, Speckman y Collins en 1982 reportaron la separación de 2,3-butilen glicol, acetofina y diacetilo con relativa facilidad en una columna con Sephadex G-10.

Por último, el 2,3-butilenglicol es un alcohol utilizado en industrias tan diversas como la textil, la de colorantes, la del plástico y la del automóvil. Es obtenido fácilmente por medio de una fermentación de los licores azucarados por medio de un "Aerobacter"; el único inconveniente hallado durante las pruebas con jugo de naranja fue el olor que se desprendía durante 2 ó 3 días. La recuperación del glicol a partir de un licor en el que este diluido parece poco económico.

Un método microbiano para la extracción de pectina de la cáscara fue descrita por Sakai y Okushima en 1980, el proceso utilizó una separación de *Trichosporus penicillatum* con producción de una enzima solubilizada, protopectina. La cáscara de cítricos se diluyó 1:2 con agua, inoculando el cultivo y fermentando por 15-20 hr a 30 °C. La pectina fue extraída casi por completo de la cáscara de naranja fuera de maceración. La producción de 20-25 gr de pectina/kg fue similar o más alta que en la producción por métodos convencionales. (16)

6.5 ELABORACION DE COMMINUTED (TRITURADO).

Es un producto homogéneo, de aspecto coloidal, de consistencia de pasta más o menos fluida, que se utiliza para la preparación de bebidas refrescantes. El comminuted es un producto obtenido por trituración y homogenización de materias primas diferentes (cítricos enteros más o menos desaceitados, mezcla de varios constituyentes de los cítricos, etc.). 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 carborundom, sobrepuestas y coaxiales, de las cuales una es fija y la otra es giratoria.

El producto es forzado por una bomba al pasar entre las dos muelas y en ésta operación se homogeniza. Las partículas del producto terminado, tienen un diámetro de varios micrones; en esta 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 desaera, pasteuriza y conserva en latas o barriles (en este caso se agregan antifermentos) . (42)

6.6 CONFITURAS-CONSERVACION DE AZUCAR.

Otro medio de conservar los productos de los cítricos; son las frutas confitadas que se obtienen por tratamiento de las frutas o porciones de ellas, crudas o cocidas y últimamente también conservadas al vacío con azúcar añadido en proporción suficiente para evitar toda fermentación (60 a 65% de extracto seco), a las que añaden pequeñas cantidades de jarabe de almidón con objeto de incrementar la transparencia y blandura del producto. Figura en primer lugar, la

confitura de naranjas o la mermelada, estas frutas confitadas así obtenidas se destinan en gran parte a su ulterior transformación en otros productos de confitería más elaborados, tales como las frutas glaseadas y escarchadas. Las frutas glaseadas se elaboran por tratamiento de las confitadas previamente lavadas con soluciones no muy concentradas de azúcar que contiene también algún polisacárido hidrocóloidal como la goma arábiga y desecación posterior a 30 - 35 °C. Para la elaboración de las frutas escarchadas se recubren las confitadas previamente desecadas con una solución de azúcar fuertemente concentrada y se someten de nuevo a desecación en recipientes especiales para ello. Un producto derivado adicional son las frutas cristalizadas, las cuales se obtienen a partir de las confitadas ya desecadas, por recubrimiento con azúcar cristalino y posterior desecación; para conseguir además un intenso brillo, se hace incidir sobre su superficie una corriente de vapor de agua (su elaboración se muestra en el cuadro 6.6).

(5)

La venta de frutos confitados aumenta con la expansión de las mezclas para repostería y para la pastelería industrial en pleno desarrollo. Las confituras (jams) son elaboradas, al igual que las mermeladas, casi siempre a partir de un solo tipo de fruta, por cocción del material de partida fresco, bien entero o en porciones, o bien a partir de pulpa de fruta, pero en agitación. A diferencia de las mermeladas, contienen cuando ya están preparadas pedazos enteros de fruta.

CUADRO 6.6
ELABORACION DE FRUTA CONFITADA

OPERACIONES	FUNCIONES	TECNOLOGIA POSIBLE
<p style="text-align: center;">Frutas en conserva</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Lavado al agua</p>		<p>En un baño de salmuera o en un baño de anhídrido sulfuroso.</p>
<p style="text-align: center;">Blanqueado</p>	<p>Inactivación de las enzimas.</p>	<p>En una tina con doble fondo calentada al vapor (evita la desintegración de la fruta). Temperatura lovemente más baja que el punto de ebullición. Los productos son enseguida enfríos al agua fría.</p>
<p>Preparación del jarabe de confitado</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Confitado</p>	<p>Integración del azúcar a la fruta</p>	<p>Las frutas son puestas en jarabe hirviente (sacarosa + agua + jarabe de glucosa) durante algunas horas en estufas o en túneles calientes. Esta operación se repite cada 24 horas. La concentración en azúcar del jarabe es aumentada gradualmente. El ciclo varía desde algunos días para las corezas, hasta 12 días para las frutas de gran tamaño.</p>
<p style="text-align: center;">Escurreido</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Glaseado</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Frutas confitadas glaseadas Frutas confitadas no glaciadas</p>	<p>Jarabes regenerados ↑ Tratamiento de jarabes</p>	<p>Glaseado: -> realizado con un jarabe de azúcar concentrado hasta una temperatura de 121 a 123°C. (tratamiento de jarabes: decoloración, filtración, concentración).</p>

6.6.1 JALEAS Y MERMELADAS.

La elaboración de mermeladas y jaleas a partir de cítricos constituyen una forma importante de aprovechamiento de estas frutas. La planta que produce estos productos permite valorizar las frutas que no corresponden a los estándares de la comercialización en fresco o de otras transformaciones. Es una transformación que viene en complemento de otras actividades. Su fabricación se describe en el cuadro 6.7.

Las mermeladas son productos de consistencia pastosa y untuosa elaborados por cocción de fruta fresca separada de huesos o semillas o bien de pulpa de fruta, a la que se añaden grandes cantidades de azúcar. Es habitual la adición de productos tales como fruta con pectina, pectina de frutas, jarabe de almidón y ácidos málico, cítrico o láctico. La mayor parte de las mermeladas se fabrican a partir de un solo tipo de fruta.

Las jaleas son una preparación de consistencia gelatinosa y untuosa, elaboradas a partir de jugos o extractos de frutas frescas por cocción con azúcar. En ellas es muy habitual la adición de pectinas (0.5% añadida en forma de sal cálcica) y ácido málico o láctico (0.5%). El contenido en agua es en general aproximadamente del 42%, y el de azúcar entre el 50 y 70%. Para su elaboración se cuece el jugo de fruta con azúcar (la mitad en peso que el de fruta) en olla abierta o en aparatos al vacío; cuando es necesario, se adicionan pectinas y los ácidos ya mencionados, y si es preciso, se somete

CUADRO 6.7
FABRICACION DE MERMELADAS Y JALEAS

OPERACIONES	FUNCIONES	TECNOLOGIA POSIBLE
	<p>Extracción de la pulpa.</p> <p>En cámaras de pesaje, automáticas, utilización de básculas.</p>	
<p>Aditivos jarabes de azúcar pectinas líquidas</p>	<p>La agitación es necesaria a fin de evitar el problema del floeing, ella debe ser lenta para no deteriorar las frutas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Procedimiento en discontinuo: - Cocción en cuba con presión atmosférica (por "batch", de 60 a 80 kg.) - Cocción en balones al vacío. * Procedimiento en continuo* Evaporador de tornillos sin fin o tubular + evaporador en capas delgadas o intercambiador y evaporador con superficie raspado para purés y jaleas. Mejor calidad, mejor conducción, cantidades grandes.
	<p>Hasta 80°C, temperatura óptima de llenado de botes.</p>	
<p>Limpieza de botes, precalentamiento</p>	<p>Disminuye la diferencia de temperatura entre los botes y la mermelada. T° bote - T° mermelada <15°</p>	<p>1) En túnel, con chorro o al vapor. 2) Con baño de agua caliente.</p>
	<p>Por dosificadores</p>	
	<p>Pasteurización Esterilización</p>	<p>Si la temperatura del producto es > a 85°C (temperatura esterilizante) cerrado al vacío con chorro o al vapor, o dar vuelta al bote (autoesterilización).</p> <p>Temperatura < a 85°C, necesidad de una pasteurización por inmersión en agua caliente o en una estufa con inyección o al vapor.</p>
	<p>Enfriamiento</p>	<p>Descanso hasta enfriamiento completo para obtener una buena gelatinización (jalea).</p> <p>1) Al aire. 2) Bajo ducha de agua.</p>

a desespumación. Se cuece a continuación hasta que el contenido en agua es de un 42%. (5)

Las mermeladas se diferencian de las jaleas, en que las primeras incluyen parte de la pulpa y la cáscara de la misma, mientras que las jaleas se fabrican a partir de jugo refrigerado. Según la legislación francesa por 1,000 gr de producto acabado la mermelada de cáscara de cítricos es una mezcla de 200 gr de pulpa, puré, jugo, extracto acuoso y cáscara de cítricos y de azúcar. (34)

Es necesario disponer de una materia prima abundante a un precio competitivo. El tiempo transcurrido entre la cosecha y el tratamiento debe ser lo más corto posible. Las instalaciones deben por ello situarse en los lugares de producción y establecer, por una parte al menos, contrato con los productores.

En caso de abastecimiento en fruta fresca, el procesamiento comienza por una fase de preparación de frutas. La elaboración se realiza con un lavado, cortado y expresión de la fruta, el jugo pasa por la refinadora para eliminar la semilla y residuos groseros, mientras que las cáscaras se limpian eliminandose las membranas corporales y otras partes adheridas. Estos circuitos de pretratamiento son más o menos mecanizados según el tamaño de la planta. Al término de la fase de preparación la principal opción es la elección del procedimiento de cocción:

- Cocción a la presión atmosférica en grandes palanganas, método tradicional.

- Cocción al vacío

- . En discontinuo en bolas para concentración.
- . En continuo en intercambiadores de superficie raspada (proceso sofisticado, poco utilizado)

La cocción al vacío permite reducir la temperatura de cocción (mejor preservación de las cualidades organolépticas y nutritivas + economías de energía), aumentar la cantidad y mejorar el control de la cocción.

(9, 34)

En la preparación tradicional de confituras, mermeladas y jaleas, se comienzan por cocer rápidamente las frutas en un mínimo de agua, con el fin de ablandar y liberar la pectina de su ligazón con la celulosa. Esta operación se omite cuando se emplean frutas que hayan sufrido una cocción o se usa tan sólo el jugo de frutas.

Las cáscaras se cortan en tiras delgadas, por lo general el jugo sale del refrigerador se le añade ácido cítrico para ajustar el pH a un valor de 3.3 para lograr una buena gelificación. En este momento se inicia la concentración de jugo en ollas con chaqueta de vapor, a presión atmosférica, durante la concentración se añade la cantidad prevista de azúcar, la acidez del jugo, permite que la sacarosa se hidrolice parcialmente, evitándose su posterior cristalización. En caso de utilizar ácido, se mezclan y llevan a una fuerte ebullición, con el fin de alcanzar rápidamente, gracias a la evaporación del agua, el grado de concentración deseado. El motivo de la ebullición no es sólo eliminar agua, sino también conseguir la coc-

ción de las frutas y la pasteurización de la mezcla, ayudando a disolver el azúcar y los otros integrantes solubles y asegurando la inversión parcial de la sacarosa; debe durar de 7 a 8 minutos, con un máximo de 10, pues puede haber peligro de degradar la pectina, invertir demasiado la sacarosa y deteriorar el sabor y aroma del producto. 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 comerciantes, debe hacerse 2 a 3 minutos antes del fin de la cocción pues si se adiciona muy pronto hay peligro de degradarla.

La pectina forma un sistema reticular muy fino, donde quedan encerrados los otros componentes de la mermelada y se agrega mezclada con azúcar que generalmente se determina con el refractómetro.

Se permite una ligera adición de ácidos alimenticios (por lo general cítrico o tartárico) y de pectina, pero sólo se justifica en el caso de que la fruta sea pobre por naturaleza.

Al acercarse el punto óptimo, la mezcla comienza a acusar una tendencia a espesarse: si con un cucharón se levanta y vierte, no se suelta de una forma regular, sino que se fragmenta en gruesos "goterones". Se comprueba entonces el grado de concentración con un refractómetro (no se debe olvidar que es un instrumento graduado para 20 ó 25 °C); después la mezcla que está a unos 104-105 °C, se enfría rápidamente hasta unos 80 °C, y se vierte en los recipientes, envases o frascos, en los que se va a conservar; este enfriamiento hace al

producto lo suficientemente "espeso" para que las frutas o sus trozos quedan repartidos en la masa y no suban a la superficie; también contribuye a evitar la degradación de la pectina. Los recipientes, una vez llenos, se cierran, de preferencia bajo chorro de vapor, con el fin de esterilizar la tapa, las paredes del recipiente y el espacio libre encima del contenido. Si no hay cierre bajo chorro de vapor puede darsele la vuelta a los botes, de modo que el producto caliente quede en contacto con la parte superior del envase y la tapa. No se aconseja este método de auto-pasteurización para los frascos de vidrio, pues el cuello debe quedar limpio; entonces se recurre a una pasteurización en agua a unos 75 C, o bien en estufa. En fin, los recipientes deben enfriarse muy rápidamente al aire o bajo duchas de agua y colocarlos en reposo hasta el enfriamiento completo; estas precauciones son indispensables para evitar la degradación de la pectina y conseguir una buena gelificación, que se realiza entre 50 y 60 C; cuando se calienta un gel del tipo pectina-azúcar-ácido, se encuentra casi la misma temperatura de licuefacción, relativamente brusca, entre gel y la solución; ésta es otra particularidad más para distinguir esos geles de los que dan las pectinas de bajo contenido en metoxilo; en efecto, la rigidez de estos últimos varía sin discontinuidad con la temperatura. (5, 12)

La necesidad de acortar la cocción, con el fin de no degradar la pectina aconseja no hacer "cocciones" en recipientes abiertos de más de 400 kg. aproximadamente; en efecto, la relación superficie de calentamiento/producto disminuye cuando aumenta el contenido de los recipientes.

Sin embargo, se pueden hacer "cocciones" de varias toneladas a la vez haciendo la cocción (y concentración) bajo vacío, a una temperatura en torno a 60 C; antes de llegar al final se aconseja cortar el vacío y tenerla algunos instantes en ebullición, para terminar la operación a la presión atmosférica como en los recipientes corrientes. (12)

Ya se mencionó la influencia del grado de esterificación sobre la velocidad de formación de geles; este efecto se manifiesta sobre todo con las pectinas de alto contenido en metoxilo (>7%) que tienen tendencia a dar espesamientos rápidos cuando el grado de esterificación es muy elevado; dados los numerosos factores que intervienen en la gelificación es prácticamente imposible dar una norma general. Durante la preparación de confituras, jaleas y mermeladas, se busca un espesamiento relativamente lento; por el contrario, para las pastas de frutas, que se vierte en moldes, se prefiere una gelificación rápida (la descripción de su fabricación se da en el cuadro 6.8). Ni que decir sólo es posible de escoger el grado de esterificación cuando se usan pectinas del comercio, cuya preparación se describió anteriormente. (12, 42)

La tecnología debe ser controlada; los parámetros azúcar/fruta/ácido intervienen en la estabilidad de la mermelada. La cocción en palangana es particularmente delicada, debido a los riesgos de recalentado (dentro del personal calificado, un cocinero especializado es necesario).

CUADRO 6.8
FABRICACION DE DULCE (PASTA)

OPERACIONES	FUNCIONES	TECNOLOGIA POSIBLE
<p>Pulpa de frutas pectinas, azúcar, jarabe de glucosa aromas, colorantes, ácidos</p>		
<p>marmita-mezcladora</p>		<ul style="list-style-type: none"> - A la presión atmosférica; tinaja con doble fondo y agitador-raspador. - Al vacío con presión reducida, en pallas cerradas, con bombas de vacío (el producto es mejor, se conservan las pectinas); de mayor capacidad.
<p>moldado</p> <p style="text-align: right;">colada en placas</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Por coladas en moldes formados con almidón seco. - En placas de acero.
<p>separación de bombones, batido, soplado</p> <p>almidón reciclado</p> <p style="text-align: right;">corte de placas</p>	<p>Fabricación de porciones indivi- duales para picar.</p>	<p>Separación de bombones por removido y soplado.</p>
<p>espolvoreado de azúcar</p>	<p>Dulce recubierto de azúcar</p>	<p>Con azúcar fina (semola) o azúcar "flor" (extra fina).</p>
<p>socado</p>	<p>Hasta 75% de M.S.</p>	<p>En la estufa (durante 8 días) o en tunel caliente.</p>
<p>acondicionado</p>		<p>En granel, en cajitas o envases individuales.</p>

- Envasado.

Frasco de vidrio (tamaño más corriente: 375 gr)

Latas 4/4 o de 5/1

Envasados de aluminio o de plástico, en porciones individuales, principalmente destinadas a las colectividades y a los cafés, hoteles, restaurantes.

La exportación de mermeladas es difícil, dados los costos de transporte y el bajo valor agregado del producto acabado. Se debe entonces apuntar esencialmente al mercado interior, o a los mercados de los países limítrofes. (9)

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

Puesto que en una industria procesadora de cítricos es de vital importancia la posibilidad de aprovechar íntegramente, en lo posible los excedentes de la producción primaria, con el fin de disminuir el elevado porcentaje de desperdicios que se traducen en pérdidas económicas para la industria, es de suma importancia el crear una tecnología propia mediante la investigación de procesos industriales adecuados para que nos permitan la obtención de jugos y otros productos finales con procesos similares de tal forma que se prescindiera de la tecnología importada.

La recuperación del aceite de la naranja como un producto evita que llegue a ser un contaminante ambiental muy grave y proporciona un excelente material para la industria de saborizantes en jugos y bebidas entre otros usos.

A pesar de que la utilización de los desperdicios de cítricos en los últimos años ha tenido un gran avance tecnológico, la cáscara para la elaboración de alimento destinado al ganado necesita buscar nuevas alternativas para que los procesos tecnológicos nos ayuden a facilitar las vías de producción de este producto, mejorando la composición química del mismo al terminar su elaboración. Como la cáscara de naranja es un material rico en vitaminas, celulosa y además, cuando es complementada con leguminosas, es rica también en proteínas mediante procesos alternos se podrían agregar otros materiales nutritivos como pueden ser los minerales aumentando el valor nutri-

tivo del producto, también buscar que tengan una mayor digestibilidad en los animales para así poder obtener aún mejores productos derivados de ellos.

A pesar de que la producción de jugos concentrados es aceptable, su consumo es muy reducido aún en la actualidad, esto es debido a la falta de orientación a la población con respecto a este tipo de productos. Los jugos concentrados de acuerdo a la investigación realizada, su utilidad era básicamente como intermediario para ser almacenado y su posterior utilización, pero la tecnología exige ampliar su utilización por lo cual es importante fomentar su consumo a nivel nacional.

Los cítricos son una de las fuentes principales de pectinas, estas tienen numerosa aplicaciones en diversas industrias gracias a sus propiedades fisicoquímicas pueden utilizarse como estabilizantes, emulsificantes y además sirven para evitar oxidaciones, cambios de color y de sabor en algunos productos en donde son utilizadas como revestimientos, entre otros usos además de los ya conocidos.

Una de las aplicaciones más interesantes en donde se ha encontrado utilidad a los subproductos y desperdicios de la naranja es en las fermentaciones dando productos totalmente diferentes aunque no se produzcan en cantidades significantes; cabe mencionar que la producción de alcohol por fermentación de los desperdicios de cítricos ha sido abandonada con anterioridad, pero sería una alternativa viable que se llevará a cabo este tipo de fermentación en algunos paí-

ses donde su producción de etanol es reducida para poder abastecer su requerimiento interno de este producto.

Uno de los posibles usos que pudieran tener los flavonoides, en especial la chalcona, la dehidrochalcona y la 4- β -D-glucósido de la dehidrochalcona es que podrían utilizarse como edulcorantes ya que son de los flavonoides dulces, pero este efecto lo manifiestan cuando se utilizan en grandes cantidades, pero la FDA ha prohibido su uso al rebasar lo establecido por la norma, perdiendo con esto un posible aprovechamiento de un desperdicio de la naranja.

Resumiendo, es de vital importancia para una industria que se dedica a la producción de productos derivados de los cítricos obtener mayores beneficios de ellos, obteniendo productos útiles para la sociedad y realizando su interés industrial.

BIBLIOGRAFIA

- 1 .- AGUILAR GORDILLO, MA. ELENA
PRODUCCION DE ACIDO CITRICO POR METODOS MICROBIOLOGICOS EN
CULTIVOS SUMERGIDOS UTILIZANDO AGITACION Y AEREACION.
TESIS FACULTAD DE QUIMICA. MEXICO D.F. 1978.
- 2 .- ANDANDARAMAN, S. AND. G.A. REINECCIUS, G.A.
STABILITY OF ENCAPSULATED ORANGE PELL OIL.
FOOD TECHNOLOGY. 40 (11) NOVIEMBRE 1986, 88-93
- 3 .- BAKER, R.A., TATUM, J.H.
HESPERIDIN PRECIPITATION FROM ORANGE PULP WASH.
PROCEEDING OF THE FLORIDA STATE HORTICULTURAL SOCIETY
99, 1986, 90-92
- 4 .- BADUI DERGAL, SALVADOR
QUIMICA DE LOS ALIMENTOS
EDITORIAL ALHAMBRA-UNIVERSIDAD
EDICION 1986, PAG 91
- 5 .- BELITZ, HANS-DIETER
QUIMICA DE LOS ALIMENTOS
EDITORIAL ACRIBIA, S.A.
ZARAGOZA (ESPAÑA) 1988.
PAG. 629 - 678
- 6 .- BERRY, ROBERT E; SHAW PHILIP; TATUM JAMES H; AND WILSON III
CHARLES W.
CITRUS OIL FLAVOR AND COMPOSITION STUDIES.
FOOD TECHNOLOGY VOL.37 NO.12, DECEMBER 83; 92-93
- 7 .- BONNEL, JAMES M; BRADENTON,
FLA. PATENTE NORTEAMERICANA NO. 4497838 FEB.5 1985
- 8 .- BRAVERMAN, JOSEPH B.S.
CITRUS PRODUCT. CHEMICAL COMPOSITION AND TECH.
EDITORIAL INTERCIENCE PUBLISHER.
LTD LONDON U.S.A. 1949.
PAG. 170 Y 224
- 9 .- CANACINTRA
BEBIDAS A BASE DE FRUTAS
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO
INDUSTRIAL. COMO INICIAR INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS.
FICHAS TECNICAS. MEXICO D.F. 1990.
- 10.- CENTRO DE COMERCIO INTERNACIONAL.
EL MERCADO MUNDIAL DE JUGOS DE FRUTAS CON ESPECIAL REFERENCIA A
JUGOS DE AGRIOS Y DE FRUTAS TROPICALES.
UNCTAD/GATT GINEBRA 1982.

- 11.- COABASTO
SISTEMA PRODUCTO NARANJA PARA EL D.F.
DIRECCION DE ESTADISTICA COMERCIAL.
SUBDIRECCION DE ESTADISTICA DE LOS SISTEMAS PRODUCTO 5 (NARANJA)
MEXICO D.F. ABRIL 1989.
- 12.- CHEFTEL, JEAN-CLAUDE; CHEFTEL HENRI
INTRODUCCION A LA BIOQUIMICA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS.
VOLUMEN I
EDITORIAL ACRIBIA
ZARAGOZA ESPAÑA.
1ª REIMPRESION 1988.
PAG. 135 - 207
- 13.- DESROSIER, NORMAN W.
ELEMENTOS DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL S.A. DE C.V. MEXICO
LA EDICION EN ESPAÑOL 1983.
PAG. 271, 279.
- 14.- DIAZ DIAZ, LOMBARDO FCO.
EXTRACCION DE ACEITES EN CITRICOS
TESIS FACULTAD DE QUIMICA. MEXICO D.F. 1972.
- 15.- FAO
ANUARIO ESTADISTICO DE PRODUCCION
VOLUMEN 43
AÑO 1989
- 16.- GRAUMLICH, T.R.
POTENTIAL FERMENTATION PRODUCTS FROM CITRUS
PROCESSING WASTES.
FOOD TECHNOLOGY VOL.37 NO.12, DECEMBER 1983, 94-97
- 17.- HARRISON, TORN ADAMS
MEDICINA INTERNA
TOMO I
EDITORIAL LA PRENSA MEDICA
5ª EDICION 1979
PAG. 512-513
- 18.- INEGI
ANUARIO DEL SECTOR ALIMENTARIO EN MEXICO
EDICION 1990.
CONAL (COMISION NACIONAL DE ALIMENTACION)
- 19.- INEGI
ANUARIO ESTADISTICO DEL COMERCIO EXTERIOR DE LOS E.U.M.
TOMO I
SISTEMA ARMONIZADO (S.A.)
EDICION 1988.

- 20.- INEGI
BOLETIN DE INFORMACION OPORTUNO DEL SECTOR ALIMENTARIO.
NO. 65 MAYO, 1991.
CONAL (COMISION NACIONAL DE ALIMENTACION)
- 21.- JOHNSON, J.D. AND. VORA J.D.
NATURAL CITRUS ESSENCES
FOOD TECHNOLOGY VOL.37 NO.12, DECEMBER 1983, 92-97
- 22.- LESLIE HART, F.H.M.
ANALISIS MODERNO DE LOS ALIMENTOS.
EDITORIAL ACRIBIA S.A.
ZARAGOZA ESPAÑA.
LA REIMPRESION 1984
PAG. 275 - 281
- 23.- MARTINEZ FEBER, JOSE
CULTIVO DE NARANJO, LIMONERO Y OTROS AGRIOS
EDITORIAL SINTIS, S.A.
BARCELONA
2A EDICION 1969
PAG. 23 - 48 Y 187 - 205
- 24.- MARTINEZ GARRIDO, D. MANUEL
APROVECHAMIENTO OPTIMO DE LA NARANJA
TESIS FACULTAD DE QUIMICA, MEXICO D.F. 1973.
- 25.- MATHEWS, R.F., AND BRADDOCK R.J.
RECOVERY AND APPLICATIONS OF ESSENTIAL OILS FROM ORANGES
FOOD TECHNOLOGY 41(1), JANUARY 1987, 57-61
- 26.- PALACIOS, JORGE
CITRICULTURA MODERNA
EDITORIAL HEMISFERIO SUR, 1978.
BUENOS AIRES, ARGENTINA.
PAG. 5 - 7
- 27.- PANADES, G; URRÁ, C; CABRERA RABI, L.
PRELIMINARY STUDY OF PROTEIN EXTRACTION FROM SWEET ORANGE SEEDS
TECNOLOGIA QUIMICA 8(3), 1987, 10-14, 87-88
- 28.- POTTER, NORMAN N, PH.D.
LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS
EDITORIAL EDUTEX, S.A.
1A EDICION 1978.
PAG. 34 - 39
- 29.- PRALORAN, J.C.
LOS AGRIOS
EDITORIAL BLUME
1A EDICION 1977.
PAG. 369 - 486

- 30.- PRIMO YUFERA, EDUARDO.
QUIMICA AGRICOLA III
EDITORIAL ALHAMBRA
ESPAÑA 1982.
PAG. 373 - 442
- 31.- REBOUR, H.
MANUAL PRACTICO DE CITRICULTURA
EDICIONES MUNDI-PRENSA
MADRID ESPAÑA 1964.
PAG. 15 - 16
- 32.- RIEDEL, H.R.;
MANUFACTURE OF CANDIED ORANGE PEEL
MANUFACTURE OF CHOCOLATES WITH CANDIED ORANGE AND GRAPEFRUIT
PEEL ZUCKER AND SÜSSWAREN
WIRTS CHALT 36(7/8), 1983, 239-240
- 33.- RODRIGUEZ MAYA, DORA MA.
ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS EN LA ELABORACION DE JUGOS Y BEBIDAS
DE FRUTAS.
TESIS FACULTAD DE QUIMICA, MEXICO D.F. 1988.
- 34.- RODRIGUEZ REYNA, JOEL
PROCESO DE ELABORACION DE MERMELEDA DE NARANJA.
TESIS FACULTAD DE QUIMICA, MEXICO D.F. 1984.
- 35.- SAENZ, C; GASQUE, F; MONTESINOS, M; LAFUENTE, B.
COMMUNUTED ORANGE PRODUCTS IV.
SOFT DRINK STABILITY AND QUALITY
REVISTA DE AGROQUIMICA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
24 (1), 1984, 76-84
- 36.- SARH
BOLETIN MENSUAL DE INFORMACION BASICA DEL SECTOR AGROPECUARIO
Y FORESTAL.
SUBSECRETARIA DE PLANEACION.
AVANCE AL 30 DE ABRIL DE 1991.
EDICION JULIO 1991.
- 37.- SARH
BOLETIN MENSUAL DE INFORMACION.
BANCA DEL SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL.
AVANCE AL MES DE AGOSTO 1990
- 38.- SARH.
ECONOTECNIA AGRICOLA "LA NARANJA"
PRODUCCION Y COMERCIALIZACION
SUBSECRETARIA DE AGRICULTURA Y OPERACION
DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA
VOLUMEN V OCTUBRE 1981.# 10

- 39.- SARH
EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL Y LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS BA-
SICOS "FRUTAS"
DOCUMENTOS TECNICOS PARA EL DESARROLLO AGROINDUSTRIAL.
NO. 6 1982
- 40.- SARH.
ESTUDIO DEL MERCADO INTERNACIONAL DE LA NARANJA FRESCA.
JUGO CONCENTRADO DE NARANJA Y ACEITE ESENCIAL.
DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS INTERNACIONALES.
DIRECCION RELACIONES COMERCIO INTERNACIONAL.
SUBDIRECCION DE ESTADISTICA Y PROYECTOS.
MAYO 1987.
- 41.- SARH
SISTEMA EJECUTIVO DE DATOS BASICOS
SUBSECRETARIA DE PLANEACION
AVANCE AL MES DE MAYO DE 1991.
EDICION JULIO 1991.
- 42.- SUAREZ MARTINEZ, GERARDO JUSTO ANTONIO.
POSIBLES ALTERNATIVAS PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE
LA MANDARINA.
TESIS FACULTAD DE QUIMICA, MEXICO, D.F. 1986.
- 43.- TOVAR, DIVA, J.A.; SATURNO HERNANDEZ, D.M.
EXTN OF HESPEREDIN FROM CITRUS
(MANSATHER S.A.) SPAN-ES 546.924
(CL. C07D311/32) 16 FEBRERO 1986
- 44.- VALDES NIETO, SILVIA MARGARITA.
ESTUDIO DE LA CONSERVACION DE CITRICOS POR MEDIO DE UNA EMULSION
DE CERA DE CANDELILLA.
TESIS FACULTAD DE QUIMICA, MEXICO D.F. 1974.
- 45.- WELTI, J.S.; LAPUENTE, B.
SPRAY DRYING OF COMMINUTED ORANGE PRODUCTS I, INFLUENCE OF AIR
TEMPERATURE AND FEED RATE ON PRODUCT QUALITY.
REVISTA DE AGROQUIMICA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
23 (1), 1983 97-103
- 46.- WOOT-TSUEN, W.V. LEUNG
TABLA DE COMPOSICION DE ALIMENTOS PARA USO EN AMERICA LA-
TINA.
EDITORIAL INTERAMERICANA
PAG. 53 - 54