

75
29.



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS EN LA ELABORACION DE
JUGOS Y BEBIDAS DE FRUTAS.

Trabajo Monográfico de Actualización

Que para obtener el Título de:
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

presenta

DORA MARIA RODRIGUEZ MAYA



México, D. F.

EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

1988

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Materiales y Métodos.....	5
II. SITUACION DEL MERCADO DE FRUTAS FRESCAS, JUGOS Y BEBIDAS DE FRUTAS.....	6
2.1 Producción Nacional de Jugos de Frutas.....	6
2.1.1 Naranja.....	9
2.1.2 Piña.....	18
2.1.3 Mango.....	25
2.1.4 Manzana.....	31
2.1.5 Guayaba.....	36
2.1.6 Papaya.....	40
2.2 Situación del Mercado Mundial de Jugos.....	44
2.3 Usuarios Finales en la Industria Internacional.....	45
III. TECNOLOGIA ACTUAL DE PROCESO PARA LA ELABORACION DE JUGOS Y BEBIDAS DE FRUTAS.....	47
3.1 Naranja.....	49
3.2 Piña.....	53
3.3 Mango.....	53
3.4 Manzana.....	54
3.5 Guayaba.....	57
3.6 Papaya.....	59

IV. ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS DE PROCESOS Y PRODUCTOS.....	60
4.1 Concentración y Deshidratación.....	60
4.1.1 Osmosis Inversa.....	61
4.1.2 Ultrafiltración.....	66
4.1.3 Otros Métodos de Concentración Empleando Membranas Semipermeables.....	67
4.1.4 Concentración por Congelación.....	68
4.1.5 Liofilización.....	70
4.1.6 Otros Métodos de Concentración.....	71
4.2 Tratamientos Enzimáticos.....	72
4.3 Clarificación.....	75
4.4 Tratamiento Térmico.....	76
4.5 Envases.....	77
4.6 Maquinaria.....	78
4.7 Nuevos Procesos y Productos.....	80
V. ANALISIS COMPARATIVO ENTRE TECNOLOGIAS ACTUALES Y ALTERNATIVAS.....	82
5.1 Osmosis Inversa.....	82
5.2 Ultrafiltración.....	83
5.3 Concentración por Congelación.....	84
5.4 Liofilización.....	86
5.5 Tratamientos Enzimáticos.....	88
VI. CONCLUSIONES.....	90
VII. BIBLIOGRAFIA.....	93

INDICE DE FIGURAS

1. Areas que Conforman la Tecnología.....	3
2. Estrategia de Estudio y Análisis de la Tecnología.....	3
3. Producción Nacional de Naranja.....	11
4. Exportaciones Nacionales de Naranja.....	13
5. Producción Nacional de Jugo de Naranja.....	14
6. Importaciones Nacionales de Jugo de Naranja.....	15
7. Exportaciones Nacionales de Jugo de Naranja.....	17
8. Producción Nacional de Piña.....	20
9. Exportaciones Nacionales de Piña.....	21
10. Producción Nacional de Jugo de Piña.....	22
11. Exportaciones Nacionales de Jugo de Piña.....	24
12. Producción Nacional de Mango.....	28
13. Exportaciones Nacionales de Mango.....	30
14. Producción Nacional de Manzana.....	33
15. Importaciones Nacionales de Manzana.....	34
16. Exportaciones Nacionales de Manzana.....	35
17. Producción Nacional de Guayaba.....	38
18. Exportaciones Nacionales de Guayaba.....	39
19. Producción Nacional de Papaya.....	42
20. Exportaciones Nacionales de Papaya.....	43
21. Diagrama del Proceso para la obtención de Jugos de Frutas.....	48
22. Diagrama del Proceso para la obtención de Jugo de Naranja Concentrado y Congelado.....	51

23. Representación Esquemática del Proceso de Osmosis.....	62
24. Representación Esquemática del Proceso de Osmosis Inversa.....	62
25. Diagrama del Proceso para la Concentración de Jugos por Osmosis Inversa.....	64
26. Diagrama del Proceso para la Recuperación de Jugo de Manzana por Licuefacción Enzimática.....	73
27. Extractor-Refinador Marca "Brown" Modelo 2503.....	79
28. Extractor-Refinador Marca "Brown" Modelo 202.....	79

INDICE DE CUADROS

1. Producción Nacional de Jugos de Frutas.....	7
2. Exportaciones Nacionales de Jugos de Frutas.....	8
3. Producción Nacional de Naranja por Entidad Federativa.....	10
4. Exportaciones Nacionales de Naranja.....	13
5. Importaciones Nacionales de Jugo de Naranja.....	15
6. Exportaciones Nacionales de Jugo de Naranja.....	16
7. Producción Nacional de Piña por Entidad Federativa.....	19
8. Exportaciones Nacionales de Piña.....	21
9. Exportaciones Nacionales de Jugo de Piña.....	23
10. Producción Nacional de Mango por Entidad Federativa.....	27
11. Exportaciones Nacionales de Mango.....	29
12. Producción Nacional de Manzana por Entidad Federativa.....	32
13. Importaciones Nacionales de Manzana.....	34
14. Exportaciones Nacionales de Manzana.....	35
15. Producción Nacional de Guayaba por Entidad Federativa.....	37
16. Exportaciones Nacionales de Guayaba.....	39
17. Producción Nacional de Papaya por Entidad Federativa.....	41
18. Exportaciones Nacionales de Papaya.....	43

I. INTRODUCCION

La tecnología es el conjunto organizado de conocimientos aplicados para alcanzar un objetivo específico, generalmente el de producir un bien o servicio. La tecnología como un todo, esta conformada de diversas etapas entre las que sobresalen las mostradas en la figura 1. Sin lugar a dudas, la tecnología existente en unidades de producción de características industriales, contempla algunas de las etapas mencionadas en la figura 1.

El planteamiento de objetivos y la estrategia tecnológica que un país adopta sólo puede ser realista si está sustentado en la propia infraestructura tecnológica del país. El nivel de excelencia alcanzado por cada uno de los elementos que forman la infraestructura tecnológica aunado al nivel de integración que tienen entre ellos es lo que se denomina capacidad tecnológica.

En el campo de la tecnología no se pueden resolver los problemas de forma efectiva con soluciones de tipo general. Los componentes o dimensiones que definen cada necesidad tecnológica son muchos y todos ellos interrelacionados; cada problema tecnológico tiene sus propias características y requiere de soluciones específicas. El caso de estudio del presente trabajo no escapa a esta premisa. Sin embargo, resulta importante conocer el estado actual de la tecnología involucrada en el procesamiento de frutas tropicales en el

pais, así como las innovaciones en el extranjero, con el fin de detectar posibilidades de innovación-asimilación en la planta productiva nacional.

La tecnología existente, referida a una planta industrial, puede ser estudiada si se sigue un esquema como el propuesto en la figura 2.

La tecnología de producción es el conjunto de conocimientos técnicos y experiencia relacionados con la operación de la unidad de producción.

La tecnología de proceso es el conjunto de conocimientos técnicos y experiencia relacionados con el diseño y optimización del proceso original, así como de otros nuevos o alternativos.

La tecnología de producto es el conjunto de conocimientos técnicos y experiencia relacionados con el desarrollo de productos así como de sus aplicaciones.

En este trabajo de revisión bibliográfica, el análisis de la tecnología involucrada en el procesamiento de frutas, incide tanto en la tecnología de producción, proceso y de producto.

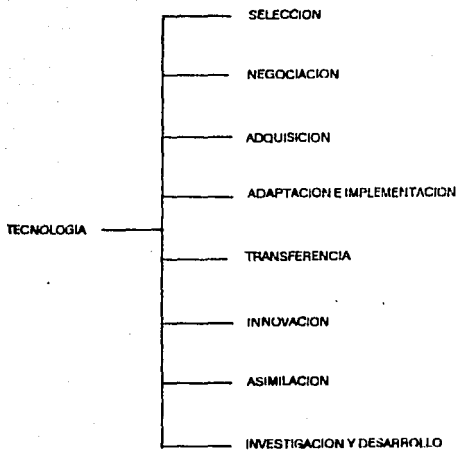


FIGURA 1. AREAS QUE CONFORMAN LA TECNOLOGIA.

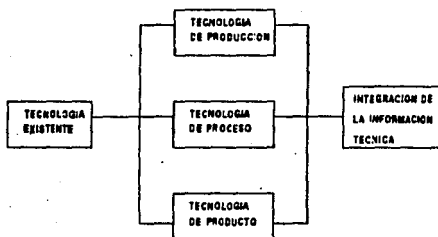


FIGURA 2. ESTRATEGIA DE ESTUDIO Y ANALISIS DE LA TECNOLOGIA.

El objetivo de este estudio es el proporcionar a los interesados en el tema una visión general sobre la situación nacional e internacional de las bebidas a base de frutas y una descripción de los avances tecnológicos ocurridos en los últimos años en las principales operaciones involucradas en el procesamiento de jugos.

Se mencionarán además los procesos operantes actualmente en la industria nacional y se compararán estos procesos con las nuevas alternativas tecnológicas.

La discusión sobre la posibilidad de asimilación-adaptación de las alternativas tecnológicas en nuestro país queda fuera de los alcances de este trabajo, ya que dicha discusión, tiene que ser basada en estudios económicos y sociales profundos, los cuales no están contemplados en los objetivos de esta revisión bibliográfica.

1.1 Materiales y Metodos.

En la realización de este trabajo de revisión bibliográfica se aprovecharon los recursos y experiencia proporcionados por INFOTEC.

Para la recopilación de información de mercado lo más reciente posible, se acudió a instituciones como la antes llamada Dirección General de Economía Agrícola y la biblioteca del Banco Nacional de Comercio Exterior. Los datos presentados en las tablas y gráficas fueron copiados fielmente de las fuentes originales.

El seguimiento de los avances tecnológicos a nivel internacional relacionados con jugos de frutas se llevó a cabo mediante la revisión y selección de los resúmenes de las publicaciones mundiales sobre el particular reportadas en fuentes secundarias como el Chemical Abstracts y el Food Science and Technology Abstracts de 1969 a febrero de 1988.

Después de la revisión y selección antes mencionada, se procedió a la localización de los artículos más relevantes disponibles en México para ser estudiados en su totalidad. Fueron consultados también libros y revistas especializados en el tema.

Una vez recopilada toda la información disponible se procedió al análisis y ordenamiento de los conceptos generales obtenidos para dar forma al trabajo final.

II. SITUACION DEL MERCADO DE FRUTAS FRESCAS, JUGOS Y BEBIDAS DE FRUTAS.

En el presente capitulo se estimarán los recursos con los que dispone México en lo referente a la producción de frutas, particularmente naranja, piña, mango, manzana, guayaba y papaya, y su posible industrialización en jugo y derivados.

Se porporcionará además un panorama general sobre la situación del mercado mundial de frutas.

2.1 Producción Nacional de Jugos de Frutas.

Los cultivos frutícolas aportan el 20 por ciento del valor de la producción agrícola mexicana. A nivel mundial México es de los primeros productores de frutas tropicales como es el caso del mango, piña y papaya (1).

Los jugos de frutas con mayor importancia comercial en México son los de cítricos (en especial el de naranja) y el de piña, alcanzándose volúmenes importantes de producción y exportación en los últimos años. Los datos reportados en los cuadros 1 y 2 corresponden a los volúmenes de producción y exportación de jugos de frutas, incluyendo jugos concentrados (congelados o no) y jugos en polvo, en el caso de la naranja se incluyen jugos con una densidad hasta de 1.25 g/ml a la temperatura de 15°C.

Entre las principales empresas productoras de jugos se encuentran: Alimentos de Baja California, S. A. (B.C.N.), Alimentos de Veracruz, S. A. (Ver.), Alimentos del Fuerte, S. A. (Mex.), Citro México, S. A. de C. V. (N. L.), COFRINSA (Ver.), Empacadora de Frutas y Jugos, S. A. (Mex.), Frutico, S. A. (Tams.), Jugos Concentrados, S. A. de C. V. (N. L.), Jugos del Valle S. A. de C. V. (Mex.), Oranjugos, S. A. (N. L.) y Zano Alimentos, S. A. (Mex.) (2) (3).

En los últimos años la industria de los jugos de frutas ha ocupado un papel importante en el comercio nacional.

CUADRO 1
PRODUCCION NACIONAL DE JUGOS DE FRUTAS

AÑO	JUGO DE NARANJA	JUGO DE PIÑA	JUGOS Y CONSERVAS DE OTRAS FRUTAS
	(TONS)	(TONS)	(TONS)
1981	6,770	8,353	69,233
1982	13,388	4,431	93,413
1983	19,310	3,693	84,455
1984	18,834	3,373	75,014
1985	24,963	4,032	82,425
1986p	23,912	3,925	76,122

P= CIFRAS PRELIMINARES

fuentes: ENCUESTA INDUSTRIAL MENSUAL
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA
E INFORMATICA

CUADRO 2.
EXPORTACIONES NACIONALES DE JUGOS DE FRUTAS

ANO	1981	1982	1983	1984	1985	1986
JUGOS	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.	KGS.
LIMON	1,070,634	1,495,423	2,078,531	2,333,000	1,923,425	2,291,471
MORANJA	5,410,610	16,679,338	20,712,758	21,246,912	3,997,241	27,039,511
PIÑA	2,009,239	412,623	325,622	627,187	1,414,471	1,284,146
YORONJA	1,595,373	277,726	379,917	1,010,313	833,504	3,091,936
OTRAS FRUTAS	1,590,327	1,290,850	4,086,249	6,486,209	5,094,630	6,372,600

FUENTE: SECOFI

Dirección General de Estadística Sectorial e Informática.

2.1.1 Naranja.

La naranja es atractiva desde el punto de vista comercial en comparación con otros frutos, ya que existe producción gran parte del año, el fruto tiene un periodo de madurez amplio, resiste manejo relativamente duro y todas sus partes pueden industrializarse (4).

Tanto en el mercado nacional como internacional se ha registrado una tendencia general ascendente en los precios de la naranja durante los últimos años, así como del jugo de la misma fruta (5).

La producción y el consumo nacional han aumentado. Las entidades productoras por excelencia son Nuevo León y Veracruz. En estas zonas las cosechas se inician en la segunda quincena de octubre y terminan en mayo o junio al igual que en California y Florida (5).

Veracruz es el primer productor y ha contribuido en los últimos años con más del 50 por ciento de la producción nacional (cuadro 3).

Las variedades comerciales de naranja cultivadas en México son: Valencia, Valencia temprana, Valencia tardía, Washington navel, Hamlin, Pineapple, Pearson brown, Esparza, San Miguel y diferentes tipos criollos. De estas variedades las que más se emplean en la elaboración de jugos son las Valencia y la Pineapple.

De 1980 a 1986 se recuperó sensiblemente el mercado de

la naranja con diferencias dadas por las condiciones climatológicas. De 1980 a 1983 aumentó la producción de 1,743,212 a 2,068,862 tons./año, sin embargo, en 1984 se observa una caída hasta un mínimo de 1,719,555 tons./año (fig. 3).

CUADRO 3
PRODUCCION NACIONAL DE NARANJA POR ENTIDAD FEDERATIVA

ANO ENTIDAD	1982 (TONS)	1983 (TONS)	1984 (TONS)	1985 (TONS)
AGUASCALIENTES	20	0	30	40
B.C.M.	2448	2456	2585	2643
B.C.S.	3229	3516	4096	3010
CAMPECHE	5381	5381	4020	5420
COAHUILA	0	0	0	1845
COLIMA	540	0	679	0
CHIAPAS	32662	28662	10661	13917
CHURANGO	808	740	198	60
GUANAJUATO	222	159	159	0
GUERRERO	5780	699	1690	0
HIDALGO	18911	17766	7950	67
JALISCO	9555	1366	8763	9126
MEXICO	12268	9312	0	437
NICHUACAN	1168	1279	906	1265
MORELOS	1155	402	423	0
MAYRIT	316	196	152	205
NUevo LEON	348665	415988	41602	11334
OAXACA	20691	22190	64295	44184
PUEBLA	18255	0	24677	46913
QUERETARO	569	539	980	937
QUINTANA ROO	229	771	1070	1466
S.L.P.	152172	196299	216864	270205
SINALOA	8336	569	8336	0
SONORA	52938	62122	63545	0
TABASCO	6500	12568	12568	22552
TAMULIPAS	238519	176889	137114	152923
VERACRUZ	952660	986400	1041820	1116618
YUCATAN	100179	122020	44328	65016
ZACATECAS	45	44	44	45
TOTAL	1994571	2068862	1719555	1770208

Fuente:

DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS, INFORMACION Y ESTADISTICA SECTORIAL
SARH

PRODUCCION NACIONAL NARANJA

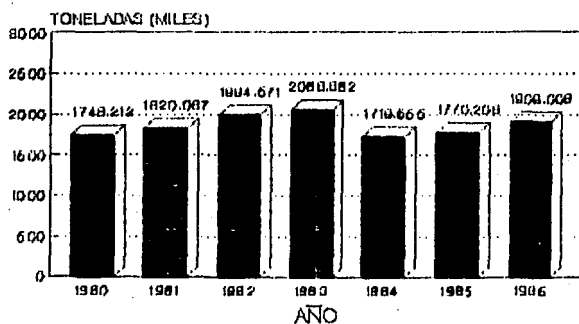


FIGURA 9.

Las exportaciones de naranja en la actualidad son del orden de 12 millones de kilogramos al año y los principales importadores de naranja mexicana son Estados Unidos y Canadá (cuadro 4).

El volumen de las exportaciones en 1986 fue de 12,525,366 ^{Kg.} tons./año, cifra superior a las obtenidas en los últimos cinco años (fig. 4).

El 85 por ciento de la producción de cítricos se consume como fruta fresca en los principales centros de población del país (1), sin embargo la industria extractora ha cobrado importancia en el mercado de la naranja, nada más en el periodo enero-agosto de 1986 se procesaron 15,140 toneladas de naranja para jugo que en parte se destina para el mercado nacional y la mayor porción va al mercado de exportación (6).

En Nuevo León existen cuatro plantas que producen jugo concentrado congelado de cítricos, en Veracruz hay dos y en San Luis Potosí una (4).

La producción nacional de jugo de naranja ha aumentado enormemente en los últimos seis años de un valor de 6,770 tons./año en 1981 a 23,912 tons./año en 1986 (fig.5).

A pesar de la abundante producción de naranja en nuestro país, en años anteriores se importaron cantidades considerables de jugo de naranja principalmente de los Estados Unidos para cubrir parte del mercado nacional (cuadro 5). En 1982 se redujeron en forma importante las

CUADRO 4

EXPORTACIONES NACIONALES DE NARANJA

AÑO PAIS	1981 (Kg)	1982 (Kg)	1983 (Kg)	1984 (Kg)	1985 (Kg)
ALEMANIA R.F.	0	0	0	745	251
ARGENTINA	490166	0	0	0	0
BELICE	0	0	0	0	60
CANADA	21200	123520	32720	1397	33120
ESTADOS UNIDOS	6661336	12285116	6062938	8064317	697637
FRANCIA	0	0	46480	0	7480
HOLANDA	0	0	0	0	3840
HONG KONG	0	0	0	0	0
JAPON	0	10175	0	0	0
REINO UNIDO	0	0	735	0	0
TOTAL	7162702	12418811	6142873	8066459	742388

fuente:

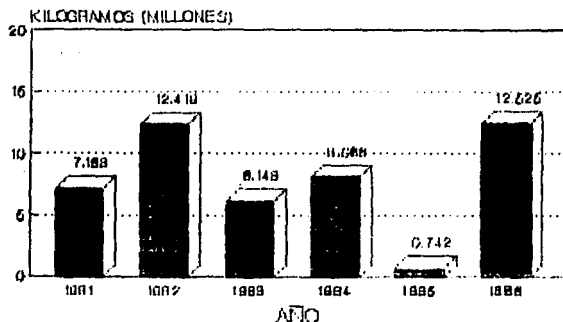
DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA
SECOFIEXPORTACIONES NACIONALES
NARANJA

FIGURA 4

PRODUCCION NACIONAL JUGO DE NARANJA

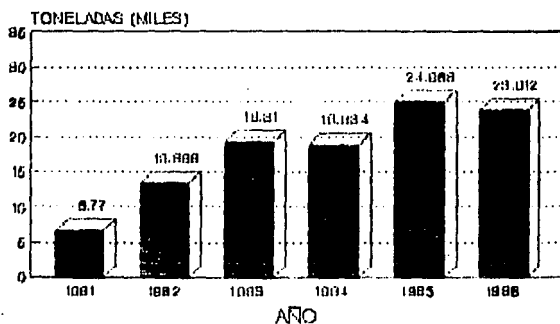


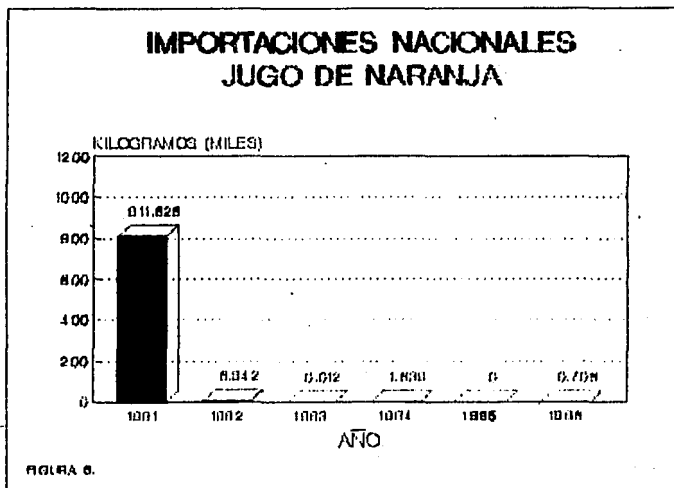
FIGURA 6.

CUADRO 5

IMPORTACIONES NACIONALES DE JUGO DE NARANJA

AÑO	1981	1982	1983	1984	1985	1986
PAYS	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
ESTADOS UNIDOS	811626	6342	8	1639	0	706
JAPON	0	0	8	3	0	0
TOTAL	811626	6342	12	1639	0	706

fuentes: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA
SECOFI



importaciones de 811,626 tons./año a 6,342 tons./año. En los últimos años las importaciones fueron ya mucho menores (fig.6).

Como se mencionó anteriormente la mayor parte de la producción se destina a la exportación siendo los principales importadores Estados Unidos y Canadá (cuadro 6).

El volumen de las exportaciones en 1986 fue de 27,039,511 Kgs. con un valor de 17,635,029 Dlls. (fig. 7) (7).

CUADRO 6
EXPORTACIONES NACIONALES DE JUGO DE NARANJA

AÑO	1981	1982	1983	1984	1985
PAIS	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
ALEMANIA R.F.	0	5573	0	0	0
BELICE	0	0	300	0	0
BRASIL	0	0	0	0	0
CANADA	521260	1768293	1454282	657812	0
COLOMBIA	0	0	28404	7840	0
ESTADOS UNIDOS	4884829	14883570	19194976	20581260	3997241
GUATEMALA	0	0	11595	0	0
ITALIA	0	0	1428	0	0
IRLANDA	0	0	0	0	0
JAPON	0	43	0	0	0
PUERTO RICO	0	16859	26573	0	0
URUGUAY	4521	0	0	0	0
TOTAL	5410610	16674338	20717758	21246912	3997241

fuentes:

DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA
SECOFI

EXPORTACIONES NACIONALES JUGO DE NARANJA

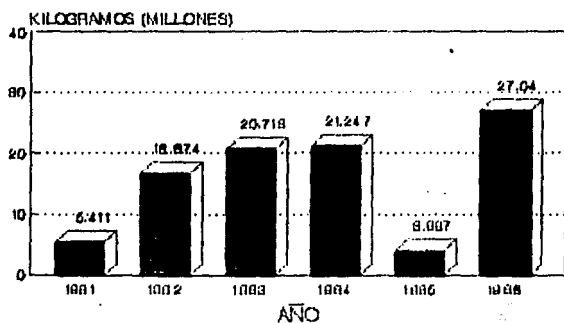


FIGURA 7.

2.1.2 Piña.

México es el octavo productor mundial de piña (1). Los principales estados productores son Veracruz y Oaxaca, y en menor proporción Jalisco, Nayarit y Tabasco (cuadro 7).

Las variedades comerciales cultivadas en México que son más empleadas en la fabricación de productos enlatados son: Cayena lisa, Esmeralda, Cabezona y Española roja.

El mercado nacional de piña ha sufrido una notable caída en los últimos años, pasando de volúmenes de producción de 622,729 tons./año en 1980 a 319,814 tons./año en 1985 (fig. 8). Como consecuencia, las exportaciones de esta fruta a los Estados Unidos, quien es el principal importador de piña mexicana, también han disminuido considerablemente de 30 a 18 tons./año de 1981 a 1986 (cuadro 8 y fig. 9).

Después del jugo de naranja, el jugo de piña ocupa un papel muy importante dentro del mercado nacional. La producción en los últimos 5 años ha permanecido alrededor de las 4,000 tons./año, después de una disminución de 1981 a 1982 de 8,353 tons./año a 4,431 tons./año (fig. 10).

México es de los primeros países exportadores de jugo de piña siendo Estados Unidos y Alemania los principales compradores (cuadro 9).

A pesar de la disminución en producción de piña, el volumen de las exportaciones de jugo ha aumentado paulatinamente en los últimos cinco años, siendo las

exportaciones en 1986 de 1,284,146 Kgs. con un valor de 1,098,356 Dlls. (fig. 11) (7).

CUADRO 7

PRODUCCION NACIONAL DE PIÑA POR ENTIDAD FEDERATIVA

AÑO ENTIDAD	1982 (TONS)	1983 (TONS)	1984 (TONS)	1985 (TONS)
GUERRERO	0	0	6	0
JALISCO	11455	2890	13500	12470
MEXICO	0	0	0	2
MAYAGIT	7144	2899	2825	4891
NUEVO LEON	55287	0	0	0
ORIZACA	0	61370	55850	58310
TAMASCO	10300	7500	7250	6000
VERACRUZ	360000	355055	373828	238141
YUCATAN	400	0	0	0
TOTAL	448286	429424	453260	319814

Fuente:

DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS, INFORMACION Y ESTADISTICA SECTORIAL
SARH

PRODUCCION NACIONAL PIÑA

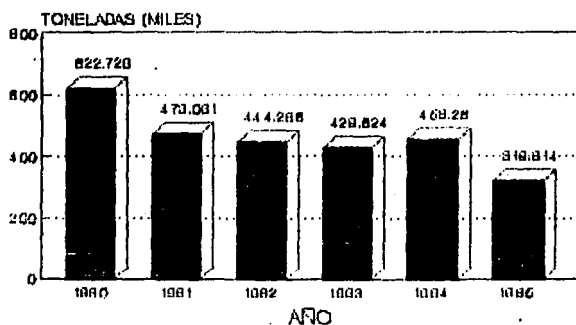


FIGURA 8.

CUADRO 8

EXPORTACIONES NACIONALES DE PIÑA

AÑO PAIS	1991 (Kg)	1992 (Kg)	1993 (Kg)	1994 (Kg)	1995 (Kg)
ALEMANIA R.F.	0	0	0	0	52
BELGICA-LUX	0	0	0	0	35520
BELICE	2400	1500	175	152	10845
CAYMAN-ISLAS	0	0	455	0	0
CANADA	0	0	0	511	15
ECUADOR	0	0	0	0	120
ESPAÑA	0	69	18593	36	242
ESTADOS UNIDOS	30718184	21256559	26579322	16772113	13091568
HOLANDA	0	0	743	0	0
JAPON	0	5250	0	0	0
REINO UNIDO	0	1000	0	0	0
OTROS	0	0	14750	0	300
TOTAL	30720584	21311728	26620770	16772912	13138662

fuentes: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA
SECOFI

EXPORTACIONES NACIONALES PIÑA

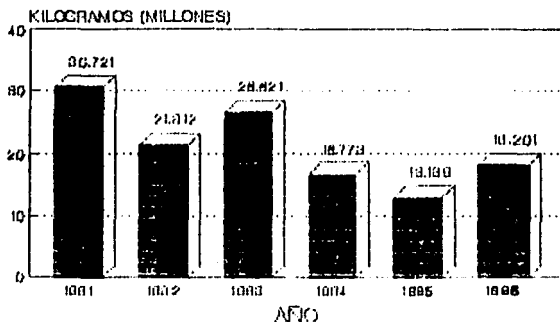


FIGURA 8

PRODUCCION NACIONAL JUGO DE PIÑA

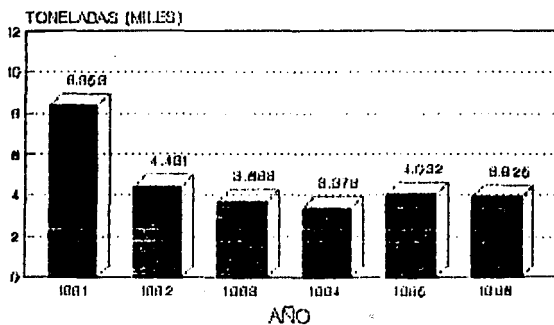


FIGURA 10.

CUADRO 9

EXPORTACIONES NACIONALES DE JUGO DE PIÑA

AÑO PAIS	1981 (Kg)	1982 (Kg)	1983 (Kg)	1984 (Kg)	1985 (Kg)
ALEMANIA R.F.	8930	43953	52	189	36087
ALEMANIA R.D.	0	0	0	0	0
ARABIA SAUDITA	0	0	20785	0	0
ARGENTINA	822971	0	37550	0	0
BELGICA	0	0	470	0	0
BRASIL	0	0	0	0	0
CANADA	129459	0	0	0	10560
COLOMBIA	0	0	5013	10563	0
CHILE	0	0	0	0	10
ESPAÑA	6118	0	0	0	550
ESTADOS UNIDOS	1004318	177534	277307	609601	1201802
FRANCIA	0	0	0	1395	0
GUATEMALA	88	43	0	0	0
HOLANDA	0	183555	0	0	166276
ITALIA	1	0	1348	0	5
JAPON	0	0	75	0	0
REINO UNIDO	0	1014	0	0	0
SUECIA	0	0	540	0	0
SUIZA	0	6524	2167	5398	0
URUGUAY	39254	0	0	42	31
TOTAL	2009239	412623	346407	627187	1414471

fuentes

DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA
SECOFI

EXPORTACIONES NACIONALES JUGO DE PIÑA

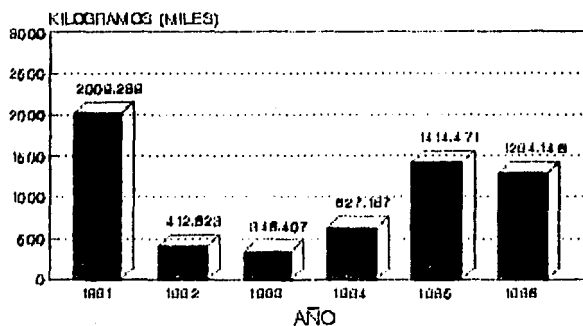


FIGURA 11.

2.1.3 Mango.

El mango es un cultivo que a la fecha supone casi un siete por ciento de la producción frutícola nacional (8).

Las entidades productoras de mango en orden de importancia de acuerdo a la superficie cultivada son: Veracruz, con una superficie de 18,969 ha; Oaxaca, con una superficie de 10,253 ha; Guerrero, con 8,969 ha; Chiapas con 5, 331 ha; y Jalisco con una superficie de 3,444 ha (8). Nayarit y Sinaloa ocupan también un lugar importante en la producción de mango (cuadro 10).

Las variedades comerciales de mango cultivadas en México son: Manila, Criollo, Kent, Haden, Diplomat, Sensation, Zill y Keitt.

El ritmo de crecimiento anual promedio es de 6.8 por ciento en cuanto a nuevas áreas de cultivo (8).

La producción de mango ha aumentado notablemente en los últimos años, siendo el volumen en 1985 de 1,109,355 tons./año (fig. 12). Se espera que el ascenso en la producción continúe en los próximos años (fig. 22).

México es el cuarto productor mundial de mango (1) y ha venido participando en el comercio internacional con volúmenes cada vez mayores (fig. 13), cuyo destino básicamente se concentra en el mercado de Estados Unidos y de otros países como Japón, Reino Unido, Canadá, Francia y Alemania (cuadro 11).

Las exportaciones de mango en 1986 fueron de 38,894,812 Kgs. con un valor de 7, 088,296 Dlls (7).

La industria de transformación utiliza el mango en almibar, y otro tipo de procesamientos como la producción de jugos y bebidas, aprovechan cerca del 20 por ciento de la producción nacional (8).

La aceptación a nivel mundial de las bebidas y otros alimentos elaborados a base de mango es notable, sin embargo a pesar de los volúmenes de producción y exportación de mango fresco en México, no se reportan datos de exportación del jugo.

CUADRO 10

PRODUCCION NACIONAL DE NANGO POR ENTIDAD FEDERATIVA

ENTIDAD	1982 (TONS)	1983 (TONS)	1984 (TONS)	1985 (TONS)
B. C. S.	1445	753	1333	2243
CAMPECHE	9028	10819	12407	12893
COLIMA	12568	8555	18959	51491
CHIAPAS	54982	55926	52900	56297
CHURANGO	680	528	0	0
GUANAJUATO	274	326	405	363
SUENEGRO	51615	108291	126727	189641
MIDAGO	166	174	89	75
JALISCO	57682	27022	57208	56526
MEXICO	1431	2049	3295	3456
MICHOACAN	39500	53162	53307	63047
MORELOS	9522	10726	9125	9429
NAJARIY	69471	65339	119898	94313
OAYACA	126789	150779	116945	177690
PUEBLA	1969	2118	2205	2348
BUENETARO	1057	1094	720	748
QUINTANA ROO	0	89	20	90
S. L. P.	4696	4690	7055	6752
SINALOA	90500	11897	90500	89090
SONORA	0	189	1326	557
TAMASCO	4800	6000	6000	8700
TAMULIPAS	4792	5593	1004	0
VERACRUZ	147102	145525	157381	266645
YUCATAN	6896	13143	10251	16149
ZACATECAS	541	526	462	792
TOTAL	708705	685412	950051	1109355

fuentes:

DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS, INFORMACION Y ESTADISTICA SECTORIAL
SARH

PRODUCCION NACIONAL MANGO

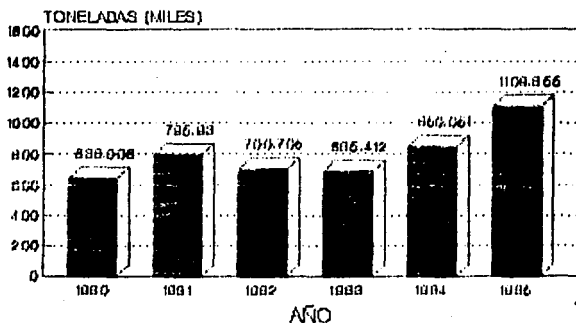


FIGURA 12.

CUADRO 11

EXPORTACIONES NACIONALES DE MANGO

AÑO PAIS	1981 (Kg)	1982 (Kg)	1983 (Kg)	1984 (Kg)	1985 (Kg)
ALEMANIA R.F.	5200	17690	29950	289331	190883
ARABIA SAUDITA	0	0	0	4050	0
AUSTRALIA	0	0	0	4300	0
AUSTRIA	0	0	0	4952	0
BELGICA- LUX	0	0	19330	48675	12600
CANADA	35500	48375	41550	61292	271362
COLOMBIA	0	0	0	15000	0
ESPAÑA	25	0	0	0	3551
ESTADOS UNIDOS	15040415	24757313	14855466	34580326	30909583
FRANCIA	76610	63531	126670	375860	219970
HOLANDA	0	8973	94204	196252	226095
HONOLULU	6250	0	0	0	0
ITALIA	0	7392	1250	36155	15630
JAPON	479925	348196	212604	269178	180132
KUWAIT	0	0	0	2790	0
REINO UNIDO	46838	251595	183394	557694	314561
SUECIA	0	0	0	100	0
SUIZA	0	0	3300	9128	4000
URUGUAY	0	0	0	7500	0
TOTAL	15690763	25503065	15567618	36481583	32348367

fuentes

DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA
SECOFI

EXPORTACIONES NACIONALES MANGO

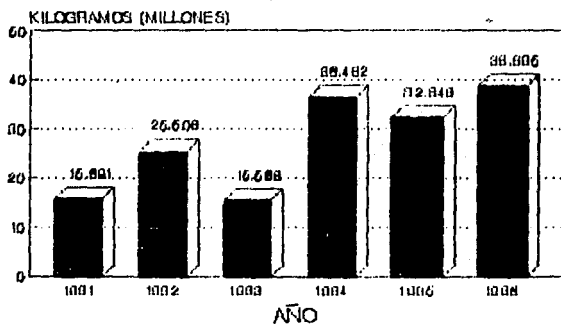


FIGURA 19.

2.1.4 Manzana.

La manzana es de las frutas preferidas a nivel mundial. Por su gusto agridulce, interviene en una gama amplísima de platillos, bebidas y postres.

La manzana se produce en gran parte de la República Mexicana, principalmente en Chihuahua (cuadro 12). La producción ha aumentado poco en los últimos años, siendo para 1986 de 447,804 tons./año (fig. 14).

Las principales variedades comerciales cultivadas en México son: Red delicious, Golden delicious, Starking, Rayada, Winter banana y Winter permian.

México importa manzana principalmente de Belice y Estados Unidos (cuadro 13). Las importaciones disminuyeron considerablemente de 1981 a 1982 cambiando de un volumen de 2,153,951 a 129,665 Kgs./año. Para 1986 las importaciones fueron de 579,501 toneladas (fig. 15).

En los últimos años México ha destinado parte de su producción de manzana a la exportación dirigiéndola principalmente al mercado norteamericano (cuadro 14). El volumen exportado en 1986 fue de 38,515 Kilogramos con un valor de 5,538 Dlls (7). En el periodo de 1981 a 1986 han aumentado casi cuatro veces los volúmenes de exportación (fig. 16) (7).

El jugo de manzana ocupa un papel importante en el mercado internacional. Los Estados Unidos y Canadá importan

grandes cantidades de jugo de manzana concentrado procedente de países en desarrollo (9), pese a esto no se reportan en México datos de producción de jugos de manzana destinados a la exportación.

CUADRO 12

PRODUCCION NACIONAL DE MANZANA POR ENTIDAD FEDERATIVA

ANO ENTIDAD	1982 (TONS)	1983 (TONS)	1984 (TONS)	1985 (TONS)
AGUASCALIENTES	0	1	0	0
B.C.N.	1	0	0	0
B.C.S.	0	0	0	60
CDMX	45053	33244	18890	52557
CHIAS	564	564	564	564
CHIHUAHUA	10244	9767	27819	20814
DISTRITO FEDERAL	424	1056	586	350
DURANGO	13417	31920	50355	58106
GUANAJUATO	1737	1574	1060	534
GUERRERO	0	0	4	0
HIDALGO	2952	3412	232	426
JALISCO	1272	239	1296	1201
MEXICO	7371	15251	97	571
MICHACAN	2378	3293	2406	2491
MORELOS	1234	157	203	0
NEVO LEON	22696	20718	18777	9801
OAXACA	13507	6477	7183	7914
PUEBLA	24065	27618	24752	24565
QUERETARO	3307	3444	2240	920
S.L.P.	726	214	220	30
SINALOA	306	0	306	140
SONORA	350	1110	3008	6103
TASCALA	489	145	1590	600
VERACRUZ	34016	39171	33545	34811
ZACATECAS	9835	991	7958	8086
TOTAL	292749	287766	458503	423071

fuentes:

DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS, INFORMACION Y ESTADISTICA SECTORIAL
SARH

PRODUCCION NACIONAL MANZANA

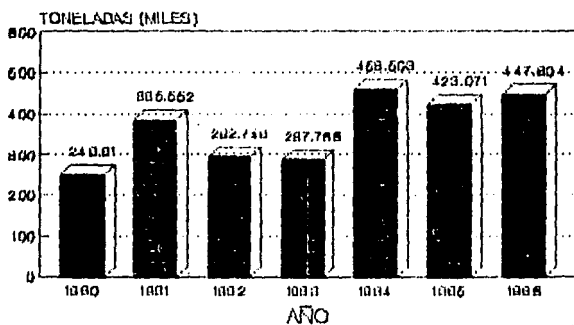


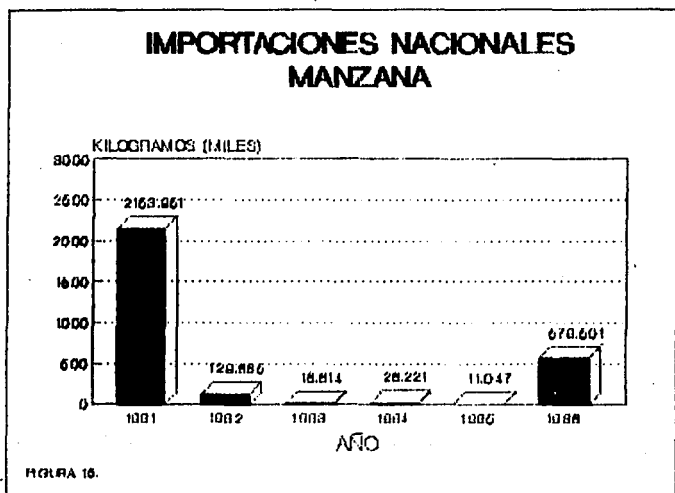
FIGURA 14.

CUADRO 13

IMPORTACIONES NACIONALES DE MANZANA

AÑO PAIS	1981 (Kg)	1982 (Kg)	1983 (Kg)	1984 (Kg)	1985 (Kg)
ALEMANIA R.F.	2	0	0	0	0
BELICE	168	0	0	10786	0
ESTADOS UNIDOS	2152281	129665	16614	15435	11046
JAPON	1500	0	0	0	0
SUIZA	0	0	0	0	1
TOTAL	2153951	129665	16614	26221	11047

fuente:

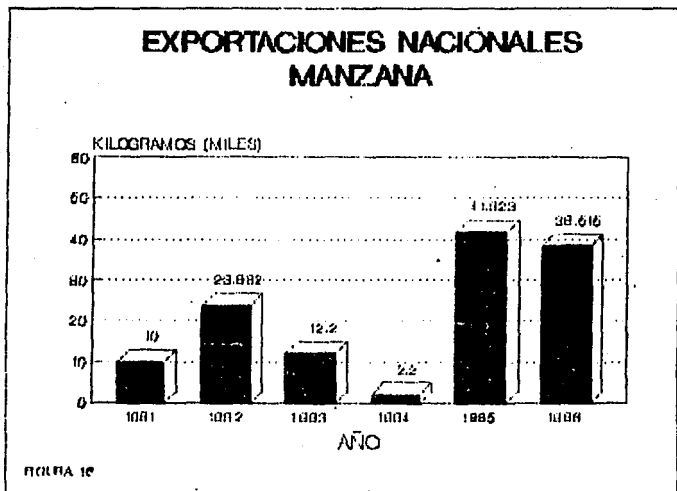
DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA
SECOFI

CUADRO 14

EXPORTACIONES NACIONALES DE MANZANA

AÑO PAIS	1981 (Kg)	1982 (Kg)	1983 (Kg)	1984 (Kg)	1985 (Kg)
BELICE	10000	23932	12200	0	0
ESTADOS UNIDOS	0	0	0	2200	41823
TOTAL	10000	23932	12200	2200	41823

fuentes: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA
SECOFI



2.1.5 Guayaba.

En la República Mexicana existen plantaciones de guayabo en casi todo el territorio, aunque las principales zonas productoras se localizan en los estados de Aguascalientes, Oaxaca, Zacatecas y Guerrero que aportan, respectivamente, el 45.22, 9.12, 7.54 y 6.51 por ciento a la producción total del país (10) (cuadro 15).

Las variedades comerciales de guayaba cultivadas en México son: Regional de Calvillo, China, Media china y otras criollas.

Por la facilidad de su cultivo, rapidez y abundancia fructífera, así como por su calidad, la guayaba forma parte importante de la dieta alimentaria mexicana. A pesar de esto, la producción disminuyó en forma pronunciada de 1980 (284,565 tons./año) a 1985 (60,365 tons./año) (fig. 17).

Se estima que del total de la producción el 70 por ciento se consume en estado fresco, destinándose el 30 por ciento restante a procesamientos industriales de los cuales se pueden obtener jaleas, ates, mermeladas, jugos, néctares, etc.

México exporta guayaba en pequeña proporción a los Estados Unidos, Canadá y Alemania. Las exportaciones en 1986 fueron de 137,691 Kgs./año (cuadro 16), cifra que supera en mucho a los volúmenes de exportación de años pasados (fig. 18).

En lo relacionado a jugos y néctares no existen

reportados datos de exportación en México.

CUADRO 15

PRODUCCION NACIONAL DE GUAYABA POR ENTIDAD FEDERATIVA

AÑO	1982	1983	1984	1985
ENTIDAD	(TONS)	(TONS)	(TONS)	(TONS)
AGUASCALIENTES	12359	8773	11295	9520
B. C. S.	9	0	6	14
CAMPECHE	254	254	254	254
CHIAPAS	89	890	809	890
CHIRANCHO	170	165	88	0
GUANAJUATO	2000	1729	2911	2465
GUERRERO	4780	2442	239	0
HIDALGO	34	114	0	123
JALISCO	5612	1864	2262	2915
MEXICO	8719	6732	1985	1506
NICHUACAN	2908	5833	1454	2577
MORELOS	2766	1231	1309	0
NAVARRIT	726	719	557	668
ORIZABA	1444	1595	1427	2681
PUEBLA	123	128	172	198
QUERETARO	967	1060	531	180
SINALOA	128	0	128	0
TABASCO	200	300	150	100
VERACRUZ	133	143	167	292
YUCATAN	1829	2032	1879	2004
ZACATECAS	5253	3326	29200	34388
TOTAL	212781	148253	158079	60345

Fuente:

DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS, INFORMACION Y ESTADISTICA SECTORIAL
SARH

PRODUCCION NACIONAL GUAYABA

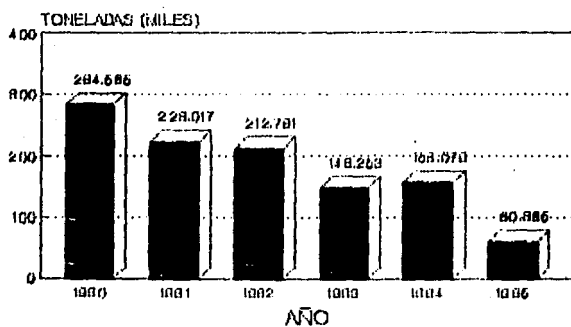


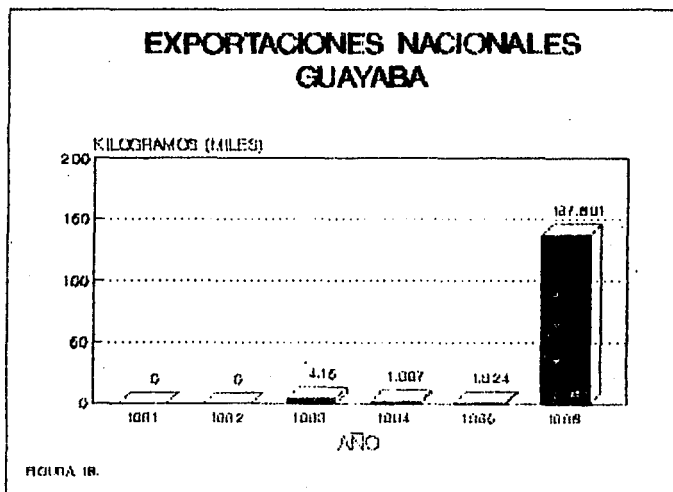
FIGURA 17.

CUADRO 16

EXPORTACIONES NACIONALES DE GUAYABA

AÑO	1981	1982	1993	1984	1985
PAIS	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
ALEMANIA R.F.	0	0	0	45	0
CANADA	0	0	0	671	280
ESTADOS UNIDOS	0	0	4150	1281	1044
TOTAL	0	0	4150	1997	1324

fuentes:

DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA
SECOFI

2.1.6 Papaya.

La papaya es originaria de México y actualmente se encuentra en todas las regiones tropicales cálidas del mundo (1).

Entre las frutas tropicales la papaya tiene un lugar especial en el mercado mundial, ya que se utiliza en gran escala, mezclada con otras frutas en la preparación de refrescos mixtos, yogures y alimentos para bebés.

México es de los primeros productores mundiales de papaya. Este fruto crece en gran parte de nuestro país, siendo Guerrero y Veracruz los principales estados productores (cuadro 17).

Son muy heterogéneos los tipos de papayo que se cultivan en nuestro país, circunstancia que ha impedido uniformar la producción de la fruta en cuanto al tamaño, forma, color y sabor. Los tipos de fruta que generalmente se obtienen se conocen con los siguientes nombres comunes: Papaya verde, papaya amarilla o de cera, papaya mamey, papaya chichona, papaya pájaro y papaya de las variedades "solo" y "Bluesterm".

La producción nacional ha crecido en forma constante y considerable en los últimos años cambiando de 194,677 tons./año en 1980 a 659,524 tons./año en 1985 (fig. 19).

Las exportaciones de papaya van dirigidas principalmente al mercado de Estados Unidos (cuadro 18), quienes han

aumentado 10 veces sus volúmenes de importación en los últimos 6 años (fig. 20). En 1986 se exportaron 2,808,864 Kgs. de papaya con un valor de 213,868 Dlls (7)

A pesar de que México cuenta con materia prima abundante para la elaboración de jugos de papaya y de la gran aceptación a nivel internacional de dicho producto, no se reportan datos de exportación de bebidas de papaya.

CUADRO 17

PRODUCCION NACIONAL DE PAPAYA POR ENTIDAD FEDERATIVA

ENTIDAD	1982 (TONS)	1983 (TONS)	1984 (TONS)	1985 (TONS)
B.C.S.	0	0	0	18
CAMPESHE	6585	4538	4538	4545
COLIMA	1265	2379	1471	1890
GUERRERO	21560	168342	351261	351261
MIANAGO	31	0	0	105
JALISCO	21820	23362	22534	22990
MEXICO	2763	2240	0	0
NICHUACAN	11559	19533	23800	23396
NORELOS	3797	1124	988	0
MAYARIT	7320	8235	15558	32384
QUAYACA	25011	20228	26419	19474
PUEBLA	2115	10194	9596	7144
QUJERETARO	530	1149	240	157
S.L.P.	7452	11769	10132	8640
SINALOA	420	452	420	1960
SONORA	0	164	0	0
TABASCO	1540	800	800	800
TAMMULPAS	271	483	343	3533
VERACRUZ	69125	6500	129658	120617
YUCATAN	18214	35310	30595	60580
TOTAL	201379	316806	628343	659524

Fuente:

DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS, INFORMACION Y ESTADISTICA SECTORIAL
SARH

PRODUCCION NACIONAL PAPAYA

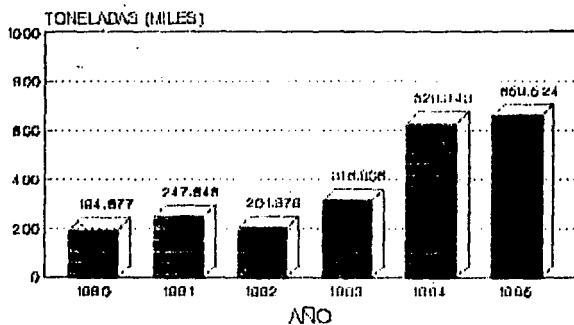


FIGURA 18.

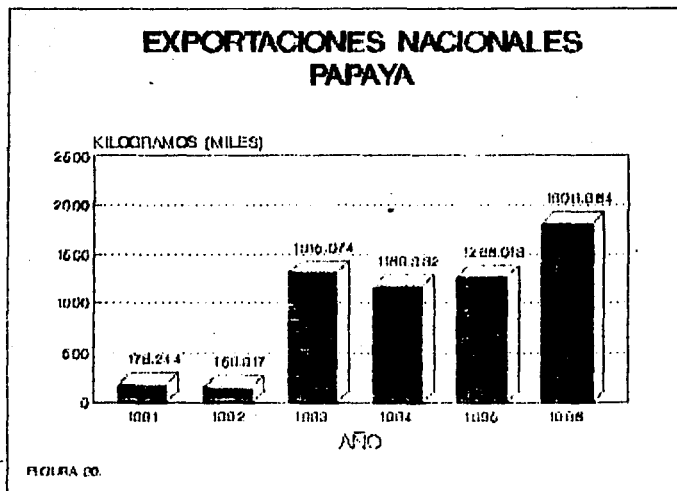
CUADRO 18

EXPORTACIONES NACIONALES DE PAPAYA

AÑO PAIS	1991 (Kg)	1992 (Kg)	1993 (Kg)	1994 (Kg)	1995 (Kg)
ALEMANIA R.F.	0	50	0	0	0
ESTADOS UNIDOS	178244	158967	1315074	1165232	1266013
JAPON	0	0	0	100	0
TOTAL	178244	158917	1315074	1165332	1266013

fuentes

DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA SECTORIAL E INFORMATICA
SECOFI



2.2 Situación del Mercado Mundial de Jugos.

El mercado mundial de jugos de frutas ha crecido considerablemente en los últimos años y se espera un aumento en el consumo general.

Los principales países importadores de jugos son Estados Unidos, República Federal Alemana, Canadá, Reino Unido y Arabia Saudita, quienes absorben más del 60 por ciento de las importaciones mundiales (9).

La mayoría de los mercados piden a los países en desarrollo principalmente jugos de frutas envasados a granel en forma de concentrados, y el término comercial normal para el de naranja es "fcoj", es decir, "frozen concentrated orange juice" (jugo de naranja concentrado congelado).

Algunos jugos de frutas tropicales se venden en forma de jugo natural o concentrado, pero la mayoría se venden en forma de pulpa de fruta.

El jugo de fruta para exportación no debe contener aditivo alguno.

Un néctar de fruta se compone normalmente de jugo o pulpa, o ambos, con azúcar y agua, por lo general con un contenido mínimo de jugo o pulpa que varía entre el 25 y 50 por ciento, según las frutas (9).

Las bebidas o refrescos de frutas tienen mucho menor contenido de jugo y pueden tener ingredientes como ácido

citrico, ácido ascórbico, aceites esenciales, aromas y conservadores.

Los precios de exportación-importación varían según factores como el tipo de jugo, el método de elaboración, envase utilizado (jugo natural o concentrado, envasado en caliente o congelado, a granel o en envases para el consumidor), la calidad y la fuente de suministro.

Existe en Estados Unidos interés por las bebidas formuladas con polvo de frutas (9).

Cabe señalar que la comisión de Comercio Internacional de Estados Unidos, ha aprobado la petición de la Florida Citrus Mutual de imponer sanciones a las importaciones subvencionadas de jugo de naranja concentrado y congelado procedentes de Brasil (quien ha sido el mayor exportador de jugos en las últimas décadas) (11).

2.3 Usuarios Finales en la Industria Internacional.

La industria de la bebida es con mucho el más destacado usuario final de los jugos, concentrados y pulpas de frutas tropicales. Utiliza tales productos para fabricar una amplia gama de bebidas con fruta, bebidas dietéticas, bebidas para diabéticos, jarabes, licores, etc. Esta industria absorbe probablemente más del 80 por ciento de todas las materias primas (9).

La industria de los productos lácteos utiliza jugos,

concentrados y pulpas para producir yogures, helados, postres, pudines, etc. Absorbe probablemente el 10 por ciento de todas las importaciones.

Otras industrias alimentarias que consumen jugos y derivados son las productoras de confituras, mermeladas, jaleas, alimentos para niños pequeños, dulces y otros productos, que absorben poco menos de un 10 por ciento de las importaciones totales (9).

III. TECNOLOGIA ACTUAL DE PROCESO PARA LA ELABORACION DE JUGOS Y BEBIDAS DE FRUTAS.

En la elaboración de jugos de frutas se siguen las operaciones generales mostradas en la figura 21.

La fruta destinada a la elaboración de purés y néctares debe reunir características específicas de calidad, el aspecto más importante a evaluar es la madurez ya que determinará el rendimiento y las características sensoriales del producto final.

Las principales pruebas a realizar en la materia prima son: Sabor, color, textura, aroma, cantidad de fruta descompuesta o maltratada, porcentaje de sólidos solubles, rendimiento, acidez, pH y contenido de vitamina C (12).

Antes de ser procesada la fruta, se separan manualmente las piezas picadas o podridas que no reúnan las características de calidad necesarias.

El lavado se realiza en tanques con agitación mecánica o manual, pueden ser adicionados detergentes para facilitar la operación. Después del lavado, la fruta es enjuagada espreando agua limpia durante el trayecto del tanque de lavado a la tina de maceración o cortado.

La maceración se lleva a cabo con palas de acero, madera o goma, inmediatamente después se separan la cáscara y las semillas haciendo pasar el macerado por un tamiz de 0.7-1.0

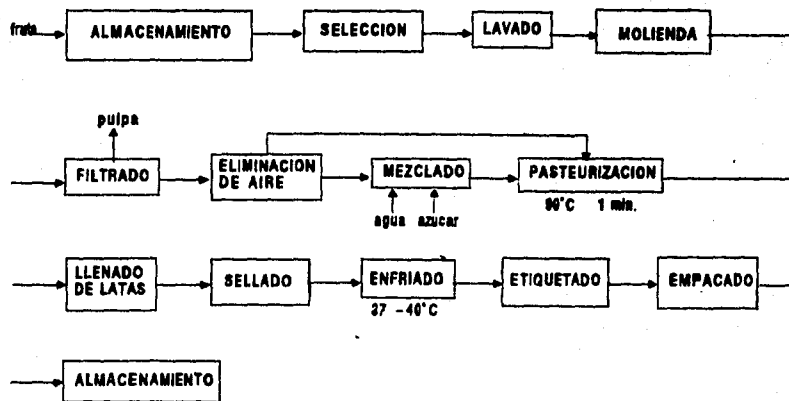


FIGURA 21. DIAGRAMA DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DE JUGOS DE FRUTAS.

mm de diámetro (12).

La eliminación de la cáscara y las semillas influye en la textura y color del jugo.

Para evitar pérdida de vitamina C, formación de sabores y olores extraños e incorrecto llenado de los jugos, es recomendable eliminar el aire atrapado en el jugo.

Antes de la pasteurización se adiciona agua y azúcar al puré para la elaboración de néctares.

Las temperaturas empleadas comunmente para la pasteurización están alrededor de los 90°C con un tiempo de calentamiento de 1 minuto. Inmediatamente después del tratamiento térmico, se llenan las latas, se cierran y se enfrían a una temperatura entre 37 y 49°C para facilitar el secado exterior de la lata. Finalmente las latas se etiquetan, empaican y almacenan (12).

3.1 Naranja.

La relación Brix/acidez en las naranjas destinadas a la elaboración de jugos de frutas es un factor importante que sirve para evaluar el grado de madurez de la fruta. En la estandarización del sabor y color del producto final se realiza comunmente una mezcla de jugos obtenidos de diferentes lotes.

Los métodos más sencillos para obtener jugo de naranja

siguen las operaciones generales descritas anteriormente (fig. 21).

En la figura 22 se describe el proceso de fabricación del jugo de naranja concentrado y congelado (13), el cual es un producto con excelentes características sensoriales.

Antes de ser procesadas, las naranjas se lavan con cepillos mecánicos y detergente para eliminar la cera y productos químicos que pudieran estar presentes. Posteriormente son enjuagadas con agua limpia.

La separación de la fruta infectada, golpeada, verde o demasiado madura se hace en forma manual.

Para facilitar la eliminación de la cáscara, la naranja es escaldada calentándola con vapor a una temperatura de 90-95°C durante aproximadamente un minuto.

La eliminación de la cáscara se hace mecánicamente. Una vez peladas se lleva a cabo la clasificación por tamaños .

En el extractor las naranjas son picadas, maceradas y filtradas por centrifugación en mallas cilíndricas con perforaciones de 1.5 mm de diámetro. Para eliminar los residuos de semillas, piel y fibra, el jugo se hace pasar por una malla con perforaciones de 0.5-0.8 mm de diámetro (13).

La eliminación del aire se logra espreado el jugo en la cámara de vacío del desaereador, con esto se evitan

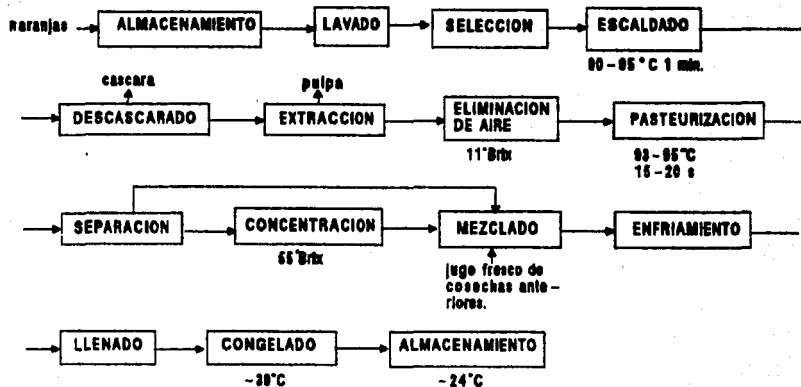


FIGURA 22. DIAGRAMA DEL PROCESO PARA LA OBTENCION DE JUGO DE NARANJA CONCENTRADO Y CONGELADO.

reacciones de oxidación y crecimiento de algunos microorganismos.

Con el fin de evitar actividad enzimática y desarrollo de microorganismos, el jugo es calentado en un intercambiador de calor a 93-95°C durante 15-20 s (13).

Para obtener un jugo claro la pulpa fina es separada por centrifugación.

El evaporador al vacío en el que se concentra el jugo, emplea altas temperaturas y tiempos cortos de calentamiento. Las temperaturas de evaporación están entre los 45 y 50°C, el tiempo requerido es de 3 minutos.

Durante la concentración al vacío se pierde el sabor fresco del jugo ya que se evaporan compuestos aromáticos. Para recuperar el sabor perdido después de la concentración a 55-60 °Brix, se agrega de 7 a 10 por ciento en peso de jugo fresco separado en la operación anterior, obteniéndose así jugo con aproximadamente 42 Brix (13).

Otro método para darle el sabor característico al jugo es adicionar jugo fresco refrigerado de cosechas anteriores haciendo mezclas hasta obtener la acidéz, color y sabor deseados. También se pueden recuperar por condensación las esencias perdidas para regresarlas al concentrado.

El producto es envasado a -8°C y posteriormente es congelado a -20 °C en aproximadamente 10 mins., si es necesario la temperatura de proceso puede bajar hasta -30°C.

El jugo ya congelado se almacena a -24°C .

3.2 Piña.

La materia prima para la elaboración de jugos y néctares de piña la constituyen los residuos de los procesos de enlatado de piña rebanada y picada en almibar como son los centros, recortes, fruta pequeña y jugo drenado.

Los líquidos drenados se almacenan para ser mezclados después con los líquidos extraídos de las partes sólidas de la fruta.

Durante el tratamiento térmico, se inactivan enzimas como la bromelina (que es una proteasa presente en la piña) y la peroxidasa.

El jugo obtenido tiene una acidéz aproximada de 0.8 % como ácido cítrico y un $\text{pH} = 3.3-3.7$.

Comunmente el jugo de piña se combina con otras frutas como toronja y papaya, y es fortificado con vitamina C.

3.3 Mango.

El proceso para la obtención de purés y néctares de mango sigue las operaciones generales descritas anteriormente (fig.21)(14). El mayor problema en la elaboración de bebidas de mango es la eliminación de la cáscara y las semillas, operaciones que se realizan con cuchillos en forma

manual. El rendimiento así obtenido es de 50% aproximadamente.

La fórmula básica para la fabricación de néctar es la siguiente (12):

	Kgs.
puré de mango	100
azúcar	30
agua	17
ácido cítrico	10

La concentración del néctar se encuentran entre 12 y 15 °Brix y la acidez entre 0.20 y 0.25 % como ácido cítrico. El porcentaje de jugo de fruta en la bebida varía del 20 al 30 % (12).

Para disminuir los cambios durante el almacenamiento por oxidación o acción microbiológica, se usan aditivos como benzoato de sodio (0.1%), ácido sórbico (0.1%) y dióxido de azufre (0.02%).

3.4 Manzana.

El control del grado de madurez de la materia prima para la elaboración de jugo de manzana es de suma importancia, ya que si las manzanas son demasiado verdes, se obtendrá un jugo con sabor almidonado, ácido, astringente, poco dulce y sin cuerpo. Si las manzanas son muy maduras el sabor del jugo será también desagradable (característico de las manzanas podridas) y se dificultará la clarificación.

Comunmente se combinan diferentes variedades de manzana para regular la calidad dependiendo de los °Brix, porcentaje de taninos, acidez total y pH.

El rendimiento en la obtención de jugo de manzana es de 58-70 lts. por cada 100 Kgs. de materia prima (12).

El jugo recibe durante su preparación diferentes tratamientos y adición de sustancias químicas para evitar obscurecimiento, cambios oxidativos y desarrollo de microorganismos. Se practican también diversos métodos de clarificación para darle las características deseadas al producto final.

El tratamiento térmico que recibe el jugo durante la pasteurización además de disminuir la carga microbiana, inactiva enzimas como la polifenol oxidasa y la peroxidasa.

Los principales aditivos empleados en el jugo de manzana son:

Acido ascórbico.- La adición de vitamina C durante la molienda o inmediatamente después de ésta, previene la oxidación y el obscurecimiento. El ácido ascórbico en concentraciones de 20-25 mg/100g evita cambios durante el desaereado y filtrado. El producto final es fortificado con una concentración de 35 mg/ 100 ml de ácido ascórbico.

Dióxido de azufre.- Este compuesto puede ser agregado en el momento de la adición del ácido ascórbico. Las concentraciones empleadas son 0.02% aproximadamente para prevenir oxidación y alrededor de 0.1% para inhibir el desarrollo de microorganismos. No es muy recomendable su uso ya que imparte sabor extraño al jugo y lo decolora.

Benzoato de sodio.- Este aditivo se emplea para evitar el desarrollo de microorganismos, las concentraciones recomendadas son de 0.1 a 0.3 % dependiendo de la acidez del jugo (15).

Cuando se emplean juntos el dióxido de azufre y el benzoato de sodio, se incrementa la sedimentación, ya que afectan el balance coloidal del jugo.

Acido sórbico.- La concentración de ácido sórbico recomendada para jugos de manzana con un pH de 3.2 es de 0.6 g/l. La combinación con sorbato de sodio al 0.06-0.12 % da buenos resultados (16).

Acido cítrico.- El ácido cítrico además de ser potenciador de sabores frutales, actúa como secuestrante de los iones cobre y fierro que catalizan la oxidación del ácido ascórbico.

Entre los métodos de clarificación empleados destacan:

Tratamiento enzimático.- Existen un gran número de preparaciones enzimáticas recomendadas para la clarificación de jugo de manzana, presentadas en forma líquida o en polvo. Las enzimas en polvo contienen además, dextrosa, ayuda filtros o gelatina. Las condiciones de proceso en la clarificación dependen del tipo de jugo, enzimas empleadas y características finales deseadas en el producto.

Tratamiento térmico y filtración.- El jugo se somete a un calentamiento flash a una temperatura entre 82 y 87°C e

inmediatamente después se filtra a presión usando tierra de diatomáceas o bentonita como ayudafiltro (17). La desventaja de este método de clarificación es que el jugo se somete a un doble calentamiento (el de clarificación y el de pasteurización) por lo que se ven afectadas las características sensoriales del producto.

Tratamiento con taninos y gelatina.- El material coloidal suspendido en el jugo es precipitado con gelatina. Parte de los taninos presentes en forma natural se pierden con este tratamiento, por lo que son agregados posteriormente para recuperar el color y la astringencia del jugo.

Centrifugación.- El jugo es centrifugado a 15,000 rpm separándose así parte de los sólidos suspendidos. El principal inconveniente de este método es la incorporación de gran cantidad de aire, sin embargo, esto puede ser evitado usando gas inerte durante la operación (18) (19).

En muchos casos el producto terminado se almacena en congelación a -17°C para preservar su calidad antes de ser consumido o empleado en la elaboración de otros productos.

El jugo de manzana concentrado se obtiene en evaporadores al vacío similares a los empleados en la fabricación de jugos de naranja.

3.5 Guayaba.

Para la elaboración de jugos de guayaba se prefieren las

especies con menor cantidad de semillas y con color rosá mas intenso, el pH de la fruta debe estar entre 3.0 y 3.5 (20).

Las temperaturas recomendadas para el almacenamiento son de 2 a 7°C. La pérdida de vitamina C durante el almacenamiento es indicador de la calidad de la fruta.

Para la preparación de néctar a partir de puré los ingredientes y las concentraciones recomendadas son (12):

	Kgs.
puré (7% de sólidos)	100
azúcar	48
agua	352
néctar	500

En ocasiones se adiciona ácido cítrico, benzoato de sodio y vitamina C. El néctar obtenido tiene una acidéz de 0.17-0.20 % como ácido cítrico y de 12 a 14°Brix (21).

Para la elaboración de jugo clarificado se puede partir de guayabas congeladas o puré congelado. Con la congelación se rompe la estructura interna de la fruta y se facilita la separación por filtración de parte de los sólidos suspendidos.

Pectinasa de origen fungal se usa comunmente para hidrolizar parte de la pectina del jugo en la preparación de jugos clarificados (22).

3.6 Papaya.

Una vez inspeccionadas y seleccionadas las papayas son sumergidas en agua a una temperatura de aproximadamente 49° C durante 20 mins. para evitar daños durante la maduración (23). La fruta se madura en el almacenamiento a temperatura ambiente durante 5-6 días. Es recomendable enfriar las papayas a 2°C antes de ser procesadas para disminuir la posibilidad de formación de gel.

La eliminación de la cáscara, cortado y separación de las semillas se realiza mecánicamente (24).

Para lograr la conservación de la calidad del jugo durante el almacenamiento es necesario inactivar algunas enzimas. La gelificación se evita calentando el producto a temperaturas entre 94 y 100° C durante un minuto para desnaturalizar la pectinesterasa. Con este tratamiento térmico se inactivan también la catalasa, peroxidasa y papaina con cambios mínimos en el sabor y color del puré(24).

El néctar de papaya se elabora con aproximadamente 10 partes de puré, 16.4 partes de agua, 2.1 partes de azúcar y la cantidad de ácido cítrico suficiente para ajustar el pH a 4.0 (24).

IV. ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS DE PROCESO Y DE PRODUCTO.

Las operaciones de filtración , pasteurización, concentración, clarificación y empaque involucradas en la fabricación de jugos de frutas se han desarrollado ampliamente en los últimos años ya que son determinantes en la calidad final de los productos.

4.1 Concentración y Deshidratación.

Las condiciones necesarias para obtener jugos concentrados de alta calidad son (25, 26):

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

En los procesos de concentración el contenido de sólidos del producto final es de 50-60% (encontrándose en forma líquida) y en los procesos de deshidratación el porcentaje de humedad es menor de 10 y el producto final tiene aspecto sólido.

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

Procesos de concentración: Evaporación.
(50-60% de sólidos) Concentración por congelación.
Diálisis.
Osmosis inversa.
Ultrafiltración.

Procesos de deshidratación: Secado por esparado.
(10% de sólidos) Secado en tambores.
Secado por congelación.
Secado por formación de espuma.

4.1.1 Osmosis inversa.

La ósmosis inversa es un proceso de separación de solutos de bajo peso molecular de sus solventes por medio de una membrana semipermeable (27).

Cuando una solución es separada de agua pura (solvente) por una membrana semipermeable, el agua se difundirá a través de la membrana, diluyendo la solución hasta alcanzarse un equilibrio osmótico en ambos lados de la membrana (fig.23).

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 solvente, la dirección del flujo del líquido se invertirá. El resultado de esta acción es que la solución concentrada se concentrará cada vez más (fig.24).

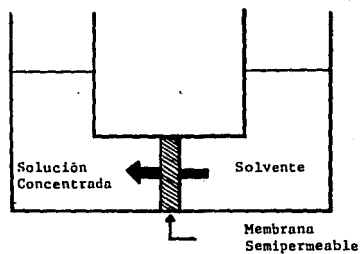


Fig. 23: Representación Esquemática del Proceso de Osmosis.

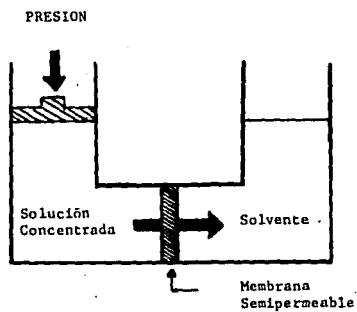


Fig. 24: Representación Esquemática del Proceso de Osmosis Inversa.

Para que pueda llevarse a cabo una concentración por ósmosis inversa, las características del producto y de proceso deben ser las siguientes (28):

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 operación deben ser reguladas para evitar la ruptura de la membrana.
3. La viscosidad de la solución no debe ser mayor a 10 centipoise para facilitar el bombeo.
4. El soluto rechazado no debe coagular de modo que forme una capa que bloqué el paso del solvente a través de la membrana.

A continuación se esquematiza el proceso para la concentración de jugos de frutas por ósmosis inversa:

- 1.- Jugo diluído
- 2.- Bomba
- 3.- Medidor de presión
- 4.- Líquido permeado
- 5.- Membrana y soporte
- 6.- Pistones
- 7.- Jugo concentrado

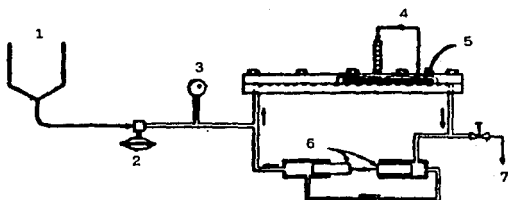


Fig. 25: Diagrama de la Concentración de Jugos por Ósmosis Inversa.

En los últimos años se han desarrollado numerosos tipos de membranas que soportan amplios intervalos de pH y altas presiones de proceso, con gran selectividad y velocidades de permeabilidad altas.

Las membranas empleadas en la ósmosis inversa deben ser semipermeables, es decir que dejen pasar el agua pero eviten el paso de los solutos. Las membranas más empleadas en los últimos años para este fin son las películas de acetato de

celulosa asimétricas de aproximadamente 100 micras de espesor (27).

Polimetilacrilato, poliuretano, óxido de grafito y otros polímeros y químicos orgánicos e inorgánicos son empleados también como membranas semipermeables.

Las Membranas de poliamidas aromáticas son también excelentes en ósmosis inversa con la ventaja de que son estables en amplios intervalos de pH. A un pH de 8 se hidrolizan las membranas de acetato convencionales, en cambio a un pH arriba de 11 la membrana de poliamida es aún estable.

La membrana de acetato de celulosa desarrollada por Loeb y Sourirajan puede retener un 99% de las sales con un flujo de 57 litros por día a una presión de 105.0 Kg/cm² (30).

Telley, C. H. en 1983 desarrolló las membranas no celulósicas denominadas ZF 99, las cuales soportan presiones de 81.6 Kg/cm² (contra 56 Kg/cm² que soportan las membranas de acetato de celulosa T 2/15 W). Además presentan múltiples ventajas; no se degradan con el calor, se retienen en el jugo los compuestos aromáticos y de bajo peso molecular, los costos son menores, la eficiencia es alta, su uso es simple y tienen alta capacidad. Usando una cubierta de malla para retener partículas grandes y dejar pasar las sales inorgánicas, la membrana puede ser usada también para la ultrafiltración de jugos (31).

Recientemente, la "Reverse Osmosis Division of Paterson Candy International" en Inglaterra, desarrolló membranas no celulósicas que son capaces de operar a arriba de los 81.6 Kgf/cm² de presión con un intervalo de pH de 3-11 y temperaturas de proceso arriba de los 80°C. Estas membranas tienen buena permeabilidad y pueden ser limpiadas con ácidos y bases a altas temperaturas (32).

En los procesos de obtención de jugos en los que se emplean membranas semipermeables las operaciones de limpieza de estas membranas son un factor limitante. El uso de enzimas (pectinasas, proteasas) y ácidos (HCl, HNO₂) es poco eficiente en muchos casos. El empleo de agentes oxidantes como el hipoclorito de sodio es un método rápido y eficiente para la eliminación de geles de las membranas celulósicas, las concentraciones recomendadas son: 400 ppm de NaOCl a 40°C y 30 mins., 800 ppm a 30°C y 30 mins., y 800 ppm a 40 °C durante 15 mins (33).

4.1.2 Ultrafiltración.

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.

La ultrafiltración no puede ser empleada en forma aislada en la concentración de jugos ya que no es por sí sola un método adecuado para este fin. 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 (34).

Las operaciones de desacidificación y filtración de los jugos de frutas pueden llevarse a cabo en forma simultánea sin afectar las características sensoriales del producto. En Alemania en 1986 se patentó dicho proceso, mezclando el jugo con polvo de celulosa microcristalina tratada previamente con carbonatos y ultrasonido (35) .

4.1.3 Otros Métodos de Concentración Empleando Membranas Semipermeables.

El agua de los jugos de frutas puede ser eliminada por diálisis usando una solución hipertónica de cloruro de sodio y una membrana de acetato de celulosa.

En Estados Unidos se han desarrollado métodos de concentración por medio de membranas semipermeables en los cuales el jugo ya clarificado se coloca de un lado de la membrana y del otro se hace pasar aire caliente para evaporar el agua que pasa a través de la membrana. El jugo concentrado formado es mezclado con el material insoluble del jugo obtenido en los primeros pasos del proceso (36).

Adhikary, S. K. en 1983 publicó un método de desacidificación de jugos de frutas por electrodiálisis usando membranas de intercambio catiónico y aniónico, y por difusión a través de membranas de intercambio aniónico con o sin Alcalis en la celda de transferencia (37).

4.1.4 Concentración por Congelación.

La concentración por congelación consiste en la congelación parcial del producto y la separación de los cristales de hielo puros formados dejando intactos todos los constituyentes no acuosos en la fase concentrada. Con el empleo de este método es posible concentrar jugos hasta un 50 % de sólidos totales (38).

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.

Un sistema típico de concentración por congelación consta de 3 componentes fundamentales (38):

1. Un cristizador o congelador donde son formados los cristales de hielo.
2. Un sistema de separación en el que son separados los cristales del 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.

Congelador:

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

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.

Unión Carbide y Common Weath Engineering Co., han desarrollado numerosos procedimientos para controlar la formación de núcleos cristalinos y el crecimiento de los cristales (39, 40).

Sistema de separación del hielo:

La separación de los cristales de hielo del concentrado puede realizarse mediante el uso de prensas, centrifugas o columnas de lavado.

El uso de prensas con pistones hidráulicos y prensas de gusano no es recomendable para jugos ya que parte de éste queda ocluido en los cristales en cantidades que varían de 0.03 a 0.1 Kg/Kg de hielo comprimido. Estos sólidos ocluidos no son facilmente recuperados aún despues de moler los

cristales (41, 42).

Las centrifugas son comunmente usadas para la separación del hielo, la cantidad de sólidos perdidos por oclusión en los cristales es mucho menor que en el caso de la separación por medio de prensas. Para minimizar estas pérdidas, se acostumbra lavar los cristales con agua que puede ser obtenida del hielo separado de jugos anteriores.

Las columnas de lavado se prefieren en los procesos de concentración por congelación de líquidos poco viscosos como la cerveza y el vino (38).

4.1.5 Liofilización.

A nivel mundial existen numerosas patentes de los procesos de fabricación de jugos de frutas en polvo.

La deshidratación por congelación o liofilización es de los procedimientos más prometedores para la deshidratación de bebidas.

La liofilización es aplicable a líquidos acuosos, purées y sólidos. Las operaciones básicas involucradas son la formación de cristales de hielo por congelación, seguida de una sublimación. De este modo el agua es separada del alimento en forma de vapor de agua (38).

El proceso se lleva a cabo al alto vacío y con temperaturas por debajo del punto eutéctico del agua.

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

4.1.6 Otros Métodos de Concentración.

Existen numerosos desarrollos de nuevos jugos en polvo en los que se emplean diversos métodos de concentración.

Coca Cola Corp. ha patentado un método de deshidratación de bebidas y aditivos para alimentos el cual se basa en la agitación violenta del producto adicionado de alfa dextrosa anhidra a una temperatura aproximada de 50 C durante corto tiempo (43).

Miller, D. H. y Mutka, J. R. en 1985 desarrollaron un proceso para la elaboración de jugo deshidratado, que consiste en la concentración a aproximadamente 85-90 Brix de jugo clarificado. Por otra parte lactosa y almidón hidrolizado con un equivalente dextrosa de aproximadamente 10 son mezclados y calentados hasta ebullición. Esta mezcla se adiciona al jugo. El producto obtenido es extruido y recibido en isopropanol para solidificarlo. Posteriormente se elimina el solvente, se adiciona un agente antiaglutinante y se seca (44).

4.2 Tratamientos enzimáticos.

El jugo puede ser fácilmente extraído de frutas como limones, naranjas, piña, etc., en cambio en frutas como la guayaba, papaya, mango y manzana, la extracción del jugo se dificulta con el empleo de los métodos tradicionales.

La producción de jugos de frutas y vegetales por licuefacción enzimática de la materia prima es una alternativa tecnológica que ofrece grandes ventajas.

La producción de jugos de frutas y vegetales tradicionalmente utiliza prensas, con las cuales, dependiendo del grado de madurez y condiciones de la materia prima, solo se pueden recuperar del 50 al 80 % del total de los componentes solubles en forma de jugo, mientras que el resto permanece en el bagazo (45).

Las preparaciones enzimáticas licúan el contenido de la fruta completamente y mediante centrifugas decantadoras separan el bagazo del jugo.

La figura 21 muestra el proceso para la recuperación de jugo de manzana por licuefacción enzimática (45).

- 1.- Silo de fruta
- 2.- Banda transportadora
- 3.- Máquina deshuesadora
- 4.- Molino
- 5.- Bomba de pulpa
- 6.- Tanque de balance
- 7.- Intercambiador de calor en espiral
- 8.- Calentador tubular
- 9.- Máquina repasadora (pulper)
- 10.- Sólidos
- 11.- Enzimas
- 12.- Tanque de reacción
- 13.- Decantador
- 14.- De-aromatización
- 15.- De-pectinización, afinación y clarificación
- 16.- A la planta de concentración

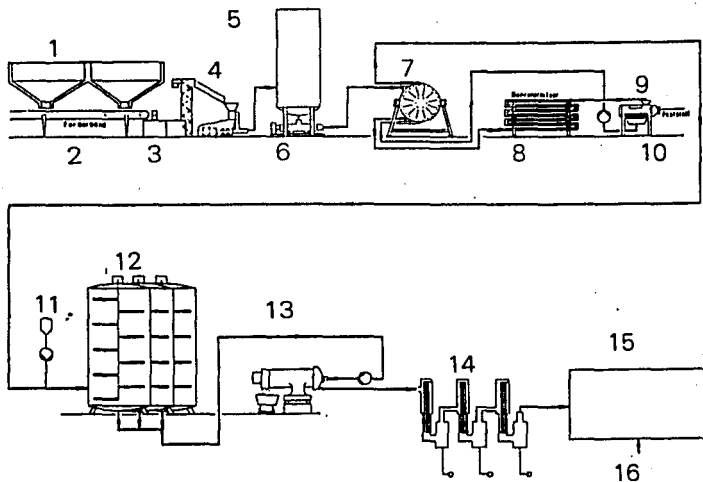


Fig. 26: Diagrama del proceso para la recuperación de jugo de manzana por licuefacción enzimática.

La secuencia de operación es como sigue:

1. Lavado y eliminación de las semillas.
2. Molienda de la materia prima.
3. Separación de los sólidos de la pulpa que pueden dañar el sabor (corazones, piel, etc.) por medio de una refinadora.
4. Calentamiento de la masa hasta 90 °C antes del tratamiento enzimático para inactivar las oxidasas. Al mismo tiempo existen ventajas por la desintegración térmica de la estructura celular.
5. Enfriamiento de la masa en un intercambiador de calor a la temperatura del tratamiento enzimático.
6. Adición continua de las enzimas.
7. Reacción en tanques equipados con sistemas de agitación.
8. Recuperación de los jugos, por centrifugación de la pulpa líquida en centrifugas decantadoras.
9. Procesamiento posterior como en el proceso clásico para la preparación de jugos.

El rendimiento óptimo depende de los siguientes factores:

1. Grado de molienda de la materia prima.
2. Tipo de enzima.
3. Dosis de enzima.
4. Tiempo de tratamiento.
5. Temperatura de tratamiento.

Janda, W. en 1984 desarrolló la tecnología para lograr una licuefacción enzimática de frutas usando una preparación

enzimática de pectinasas denominada SP-249. El rendimiento del jugo obtenido es del 90% a temperaturas de 20-30 °C sin cambios apreciables en el sabor. La cantidad de pulpa obtenida con los métodos tradicionales, se reduce a un 30-50 % (69).

4.3 Clarificación.

La aplicación de enzimas en la clarificación de jugos de frutas causa la hidrólisis parcial o completa de los almidones, proteínas y pectinas suspendidos.

Las enzimas más empleadas son las enzimas pécicas que hidrolizan los ácidos pectínicos solubles presentes en el jugo que sirven de coloides protectores de las partículas suspendidas. Las enzimas pectinolíticas también reducen la viscosidad de los jugos rompiendo las grandes moléculas de pectina con lo que se facilita la clarificación y la filtración (47).

Además de los métodos de clarificación enzimática, en los últimos años se han desarrollado otros procesos de clarificación como los que a continuación se mencionan:

Otto, K, en 1985 estudió la posibilidad de la clarificación de jugos, aplicando procesos que se basan en la separación de los sólidos suspendidos en los líquidos por flotación (48).

En 1986 Burger, A., patentó en Alemania un producto para la clarificación de bebidas alcohólicas y jugos de frutas. Este producto contiene carbón activado y dióxido de silicio los cuales pueden ser combinados opcionalmente con agua y gelatina (49).

Dumont, Y., en 1986 patentó en Europa un método para clarificar jugos no cítricos. Este método se basa en la floculación de los sólidos suspendidos en el jugo con ayuda de un floculante. Mediante la introducción de microburbujas de gas inerte, los floculos son depositados en la superficie y separados del jugo clarificado. Para mejores resultados parte del jugo clarificado puede ser reciclado (50).

4.4 Tratamiento Térmico.

El tiempo y la temperatura necesarios en la pasteurización se determinan empíricamente con cada tipo de jugo en particular, sin embargo para la mayoría de los jugos es suficiente un tratamiento térmico de 95 °C durante 2 segundos (51).

Existe marcado interés en el procesamiento aséptico de jugos de frutas empleando sistemas de pasteurización con altas temperaturas y tiempos cortos (UHT) (52).

El procesamiento aséptico es ya aplicado en industrias como "Cima Foods". En este sistema la línea de mezclado es controlada automáticamente mediante refractometría para medir exactamente los Brix del producto final y minimizar la

aereación. La eliminación de aire se hace con un control exacto de tiempo y temperatura. El sistema es monitoreado en cada paso por computadora. Las operaciones de limpieza son también automáticas (53).

4.5 Envases.

En la industria juguera tradicionalmente se han empleado envases rígidos como el vidrio y envases semirígidos como las latas.

En los últimos años se han desarrollado nuevos empaques para jugos 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 empaques flexibles (cartón, plásticos, aluminio, papel encerado) son combinados en forma de laminados para formar empaques tipo "Tetra Brik".

Recientes estudios han demostrado que el envase "Tetra Brik" y los termoformados son convenientes para jugos de frutas tropicales obtenidos mediante procesamiento aseptico (54-58).

En Europa se desarrollaron procesos y equipos para el envasado de jugos en bolsas sin penetración de oxígeno (59).

4.6 Maquinaria.

En los últimos años se han patentado en Estados Unidos y Europa numerosos diseños de maquinaria involucrada en la fabricación jugos como es el caso de peladoras y limpiadoras (60), separadores de fruta, cáscara y jugo (61), extractores (62-69), prensas (70-72), concentradores por congelación (73) y equipos de control (75, 76).

Una de las empresas líderes en el mercado de maquinaria para el procesamiento de jugos es "Brown International Corporation". Las figuras 27 y 28 muestran dos tipos de extractores-refinadores, el primero se basa en el empleo de un tornillo helicoidal y el segundo en el uso de paletas rotatorias (77).

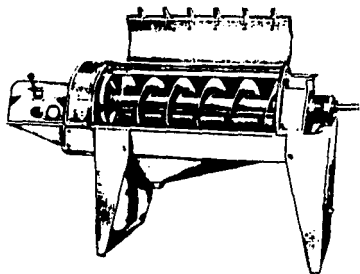


Fig. 27: Extractor-Refinador marca "Brown" Modelo 2503.

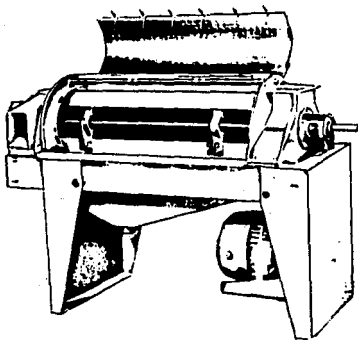


Fig. 28: Extractor-Refinador marca "Brown" Modelo 202.

Dado que el tiempo de residencia del jugo durante la concentración es un factor importante que determina la calidad del mismo, en Estados Unidos se han desarrollado evaporadores al vacío con conos de centrifugación calentados con vapor, los cuales rotan a 600 rev./min. El tiempo que el jugo está en contacto en la superficie caliente es de menos de 1 segundo (78).

4.7 Nuevos Procesos y Productos.

En Estados Unidos se han desarrollado nuevos procesos y productos relacionados con la fabricación de jugos y bebidas de frutas.

Coltart, M. L., en 1972 patentó un proceso y aparatos para aumentar el rendimiento de jugo en frutas y vegetales mediante el empleo de vibraciones ultrasónicas durante las operaciones de extracción y filtración (79).

Douglas, G., en 1979 desarrolló un proceso para obtener purés en el cual la fruta sin pelar es rebanada en una atmósfera de gas inerte a una temperatura de 138-149 °C para inactivar las enzimas, a continuación se macera la fruta para formar el puré (80).

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 y tienen una mayor aceptación (81).

El desarrollo de nuevos productos obtenidos a partir de jugos ha crecido considerablemente en los últimos años. A partir de purés se fabrican nieves y jugos en polvo entre otros productos (82).

Jugo de naranja en polvo empacado al vacío en bolsas flexibles y que puede ser rehidratado en forma instantánea es fabricado comercialmente en Estados Unidos (83).

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 (84).

Nuevos aditivos como el alginato de propilén glicol (3%) que actúa como estabilizante, son empleados en la industria juguera principalmente en el jugo de papaya con lo que se evita la formación de sedimento (85).

V. ANALISIS COMPARATIVO ENTRE TECNOLOGIAS ACTUALES Y ALTERNATIVAS.

A continuación se presentarán las principales ventajas y desventajas de las diferentes tecnologías involucradas en la fabricación de jugos de frutas.

5.1 Osmosis Inversa.

Las principales ventajas de la ósmosis inversa en relación a los métodos tradicionales empleados en la concentración de alimentos son (86):

Características del producto final:

- Se eliminan los daños térmicos en los compuestos aromáticos que imparten el sabor.
- Aumento en la vida de anaquel y en calidad.
- Esterilización de la solución permeada por la retención de microorganismos.
- Eliminación de compuestos ácidos.

Manejo y Almacenamiento:

- Reducción del volumen de líquidos por lo que se 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 ya que dependiendo del tipo de jugo, la vida es de 6 meses a 2 años. Otro factor de importancia es la limpieza de las membranas que debe hacerse frecuentemente.

En bebidas fabricadas por ósmosis inversa y reconstituidas a 10 °Brix, es retenido el 25 % de los compuestos aromáticos originales, en cambio por los métodos convencionales se retienen únicamente el 8-9 % de estos compuestos.

Con la concentración de jugos por ósmosis inversa se retienen en el jugo los azúcares, ácidos orgánicos, sales minerales (excepto fósforo) y el nitrógeno (87).

En el caso de jugos de manzana hay pérdida del 16.7 % de la acidez, 72% de fósforo, sin pérdidas de Mg, Ca, Cu, ácido glutámico y prolina.

En jugos de naranja pasan a travez de la membrana el 28 % de la acidez, 61 % de fósforo, sin pérdidas de Zn, serina, ácido aspártico y prolina (87).

5.2 Ultrafiltración.

Las ventajas de la ultrafiltración comparada con los métodos convencionales de filtración son las siguientes (88):

- Aumento en el rendimiento del jugo.
- Menos etapas de proceso.
- Reducción en el consumo de enzimas.
- No se requiere filtro-ayuda.
- Se eliminan coloides, bacterias y levaduras.
- Se separan macromoléculas como pectina, almidón, proteínas, enzimas y polifenoles.
- Se reducen los costos.
- La operación es continua.
- Hace posible la esterilización en frío.

Los principales inconvenientes de este método son al igual que en el caso de la ósmosis inversa; la corta vida útil de las membranas y su frecuente limpieza.

5.3 Concentración por congelación.

La concentración por congelación presenta las siguientes ventajas en comparación con la concentración por evaporación y ósmosis inversa (89):

- Los jugos son concentrados sin pérdidas apreciables en sabor, aroma, color o valor nutritivo.
- Se requieren diferencias de temperatura pequeñas entre el jugo y el refrigerante.
- Con un adecuado lavado y proceso de recristalización, la eliminación de agua es selectiva.
- La concentración se lleva a cabo a temperaturas 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.
- Para algunos líquidos la concentración no puede ser superior al 50 - 55 % en peso debido a la alta viscosidad que disminuye la velocidad de cristalización y dificulta la separación del hielo.
- Ocurre pérdida 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.

Se han hecho estudios comparativos del consumo de energía para los diferentes métodos de concentración, los datos reportados son los siguientes (90):

- Concentración por evaporación: 1.1 Kg de vapor / Kg de agua evaporada en evaporadores de simple efecto y 0.35 Kg en evaporadores de triple efecto.
- Concentración por congelación: 110 Kcal/Kg (a 0.655×10 Kw h/Kcal).
- Concentración por ósmosis inversa 4.1 Kw h para concentrar

de 10 a 30 % de sólidos con eliminación de 1 tonelada de agua asumiendo 100 % de eficiencia o 6.8 Kw h asumiendo 60 de eficiencia.

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 o concentración por congelación (90).

Una combinación de ultrafiltración y ósmosis inversa, usando membranas no celulosíticas, se ha empleado para preconcentrar jugo de manzana antes de su concentración a 72 Brix en un evaporador (32).

Tulin, M. P., patentó en Estados Unidos un jugo concentrado de muy buena calidad elaborado con jugo de fruta concentrado al vacío y mezclado con jugo concentrado por ósmosis inversa (91).

5.4 Liofilización.

Las principales ventajas de este método de deshidratación en comparación con los métodos tradicionales empleados, como es el secado por esparado, secado en charolas, etc., son (92):

- Pérdidas mínimas en color y sabor. Las bajas temperaturas de proceso evitan que se lleven a cabo reacciones

degradativas en los compuestos aromaticos.

Sauvageot y colaboradores 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 (93).

- No existen cambios físicos ni químicos 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.

Estudios económicos han demostrado que el mercado de jugos tropicales liofilizados puede ampliarse ya que la calidad y los precios de los productos obtenidos por este método son competitivos con los precios de productos similares (94).

5.5 Tratamientos enzimáticos.

La producción de jugos de frutas y vegetales por licuefacción enzimática de la materia prima ofrece las siguientes ventajas (45):

- El proceso de recuperación de jugos se puede operar de forma continua.
- Se obtienen altos rendimientos de jugo, aun con materias primas que son difíciles de prensar; por ejemplo: para manzanas 85-90 % .
- Altos rendimientos en color en el jugo obtenido.
- Al producir jugos que contienen pulpas, se puede regular la viscosidad y el contenido residual de tejido de la fruta por medio de ajustes correspondientes en el decantador. De este modo, el producto se puede adaptar para satisfacer la demanda o las expectativas de los consumidores durante el proceso de producción mismo.
- Elaboración de productos muy estables, ya que la clasificación de las partículas tiene lugar en el decantador durante el proceso de clasificación. Todas las partículas gruesas con tendencia a sedimentar se eliminan de modo que sólo permanecen micelas extremadamente estables en el jugo. El riesgo de formar depósitos se reduce al mínimo.

Principales desventajas:

- Poca disponibilidad a nivel nacional de preparaciones enzimáticas adecuadas.
- No existe gran desarrollo de procesos para recuperar las enzimas con aplicación en la industria juguera, como es el caso de la inmovilización enzimática.
- Alto costo de las enzimas.

VI. CONCLUSIONES

México cuenta con materia prima suficiente para la producción de jugos de frutas y derivados, ya que es de los primeros productores mundiales de frutas tropicales.

México exporta sus excedentes de producción frutícola principalmente como fruta fresca.

La exportación de productos ya procesados como es el caso de los jugos de frutas es un factor importante para el fortalecimiento de la economía mexicana.

La producción y exportación nacional de jugos de frutas ha crecido en los últimos años, sobre todo en el caso de los jugos de cítricos y de piña.

En los últimos 30 años se observa un marcado incremento en el consumo de bebidas elaboradas a base de frutas, no solo en los países industrializados, sino en menor medida, también en los países en vías de desarrollo.

Recientemente se han creado nuevos productos con gran futuro comercial fabricados a base de jugos, como es el caso de jugos en polvo de alta calidad.

La tecnología empleada en la industria de los jugos de frutas data de los años 30 y en muchas ocasiones se sigue utilizando, como ocurre en la industria juguera mexicana.

Nuevas tecnologías aplicables al procesamiento de jugos y bebidas de frutas, existen hoy día en el mercado. Dentro de estas últimas tecnologías se encuentran : Osmosis inversa, ultrafiltración, concentración por congelación, liofilización, tratamientos enzimáticos, y tratamiento térmico y envasado asepticos.

Los nuevos métodos de extracción, concentración, clarificación, esterilización y empaque ofrecen mejoras en calidad y vida de anaquel de los productos.

Debido al enorme auge internacional de las bebidas a base de frutas, en Estados Unidos y Europa se han patentado en los últimos 20 años numerosos diseños de maquinaria para la industria juguera.

México depende en gran medida del extranjero para la adaptación de la nueva tecnología en el procesamiento de jugos ya que no cuenta con una industria sólida de bienes de capital y materias primas (como membranas semipermeables y preparaciones enzimáticas), lo que encarece los costos de inversión y de proceso.

Dado que los precios internacionales de exportación-importación de jugos están determinados por factores como el método de elaboración, envase utilizado y calidad final del producto, es necesario que la planta productiva nacional incorpore en sus procesos las nuevas alternativas tecnológicas para obtener productos con calidad competitiva a nivel internacional.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Avances y logros de la investigación en la fruticultura tropical y subtropical. 1986. Agro-síntesis, 17 (8): 49,50.
2. Industridata. Empresas grandes. 1987. Décima edición, Mercamétrica ediciones, S.A. México.
3. Industridata. Empresas Medianas. 1987. Quinta edición, Mercamétrica ediciones, S.A. México.
4. Pérez, S., y Cervantes, F. 1986. Importancia de los cítricos. Agro-síntesis 14 (10) 49,50.
5. La naranja en Sinaloa. 1987. Agro-síntesis 18 (7) 52-54.
6. El mercado de la naranja se recupera. 1987. Agro-síntesis 18 (4) 70-72.
7. Exportaciones comparativas por producto país. 1986. Banco Nacional de Comercio Exterior.
8. Producción y comercialización del mango en México. 1986. Agro-síntesis 17 (5) 30-37.
9. El mercado mundial de Jugos de frutas. 1982. Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT. Ginebra.
10. Industrialización de la guayaba. 1986. FAI pequeña y mediana industria 6 (61) 24-33.
11. Buchanan, S., y Gaylinn, S. 1987. CRB Commodity Year Book. Commodity Research Bureau. N. Y. p. 1971-1973.
12. Joslyn, M. A. y Tressler D. K. 1971. Fruit and vegetable juice processing technology. 2nd. edition. The AVI Publishing Company, INC. Wesport, Connecticut.
13. Concentrated fruit juice making plant. 1980. How to start manufacturing industries. Japan Consulting Institute. FILE:

A12, ISIC 3113.

14. Brekke, J. Cavaletto, C., y Stafford, A. E. 1968. Mango purée processing. Hawaii Agr. Expt. Sta., Univ. of Hawaii, Tech, Progress Rept. 167.

15. Cruess, W. V. y Richert, P. H. 1929. The effect of H-ion concentration on the toxicity of sodium benzoate to micro-organisms. J. Bacteriol. 17, 363-371.

16. Salunkhe. D. K. 1955. Sorbic acid as a preservative for apple juice. Food Technol. 9, 590.

17. Marshall, R. E. 1947. Apple juice preparation and preservation. Mich. Sta. College. Agr. Expt. Sta. Circ. Bull. 206.

18. Chambers, G. F. 1949. Nitrogen processing of apple juice. Linde Air Products Co. Tech. Memo. 8-28.

19. Chambers, G. F. 1950. Juice color is bettered by gas blanket. Food Inds. 22 (1) 88-90.

20. Boyle, F. P. Seagrave-Smith, H., Sakata, S., y Sherman, G. D. 1957. Commercial guava processing in Hawaii. University of Hawaii, Hawaii Agr. Expt. Sta. Bull. 111, 5-30.

21. Yeh, C. M. 1970. guava juice beverage processing: Food Industries (Food Processing Institute, Taiwan) 2 (1) 10-13.

22. Waldt, L. M. and Mahoney. R. D. 1967. Depectinizing guava juice with fungal pectinase. Food Technol. 21, 305-307.

23. Akamine, E. K. 1960. Temperature effects in fresh papayas processed for shipment, Hawaii Agr. Expt. Sta. Bull. 122.

24. Stafford, A. E. Cavaletto, C. G., and Brekke, J. E. 1966. Papaya purée processing. Hawaii Agr. Expt. Sta. Technical

Progress Rept. 157.

25. Thijseen, H. A. 1969. Freeze Concentration of Food Liquids. *Good Manufacture* 44 (7) 49.
26. Thijseen, H. A. 1970. Freeze Concentration of Food Liquids, in Proc. SOS/70, 3rd Int. Cong. Food Sci. Technol., Washington, D. C.
27. Leightell, B. 1972. Reverse Osmosis. *Process Biochemistry* 7 (3) 40-42.
28. Roosmani, A. B., Saroja, S. y Nanjundaswamy, A. M. 1974. Reverse osmosis and its posible application in the food industries. *Indian Food Packer* 28 (1) 48-64.
29. Potter, C. L. 1972. *Process Biochemistry* 7 (6) 25,26.
30. Sharples, A. 1970. *Chemistry and Industry*, 322-324.
31. Tilley, C. H. 1983. Use of membranes in the fruit juice industry. *Industrie delle Bevande* 12 (64) 100-103.
32. Anon. 1983. Reverse osmosis: Ready for juice?. *Food Eng.* (2) 106.
33. Landi, S. 1981. Cleaning semi-permeable membranes used for ultrafiltration of vegetable juices. *Industries Alimentaires et Agricoles* 98 (4) 283-289.
34. Bokes, P., Klempa, S. y Tamchyna, J. 1979. Membrane purification of juices. *Czechoslovak Patent* AO 189449.
35. Guttes, B., Rosenfeld, E., Millner, R. y Bocker, H. 1986. Filtration of beverages. *German Democratic Republic Patent* DD 235 887.
36. Bolin, H. R. 1972. *United States Patent* 3 634 128.
37. Adhikary, S. D., Harkare, W. P., Govindan, K.P. y Nanjundaswamy, A. M. 1983. Deacidification of fruit juices by

- electrodialysis. Indian Journal of Technology 21 (3) 120-123.
38. Muller, J. G. 1967. Freeze concentration of food liquids: theory, practice and economics. Food Technology 21 (1) 49.
39. Wenzalberger, E. P. 1961. Union Carbide Corp. Method of concentrating fruit juices. U. S. Pat. 2 977 234.
40. Malick, E. A. y Dale, H. 1964. Study of concentrated and reconstituted beers. Presented at the Annual Convention of the American Society of Brewery Chemists. Bartlesville, Okla.
41. Urban, B. y Horacek, B., 1966. Experimental continuous freeze concentration plant for fruit juices in Czechoslovakia. In "Concentration and purification by freezing", Int. Inst. Refrigeration, sous-commission 6-B, Delft, The Netherlands.
42. Kuivenhoven, A. C. J. 1966. Wash columns for the continuous removal of ice crystals from aqueous solutions. Bull. Inst. International Du Froid 46, Annexe 3.45 .
43. Hunter, G. L. K., Dennison, D. B. y Stephens, C. E. (Coca-Cola Co.). 1985. Hydration drying process. United States Patent US 4 537 637.
44. Miller, D. H. y Mutka, J. R. 1985. Process for forming solid juice composition and product of the process. United States Patent US 4 499 112.
45. Westfalia Separator Mexicana, S. A. de C. V. 1988. Producción de jugos de frutas y vegetales por licuefacción enzimática de la materia prima. Directorio de la industria

- Mexicana de bebidas. Alfa Editores Técnicos, S. A., p. 3-7.
46. Janda, W. 1983. Total liquefaction of apples. Technology and economics. *Flussiges Obst* 50 (7) 308-313.
47. Sreekantiah, K. R. 1975. Nature and application of pectinases with special reference to fruit and vegetable processing industry. *Indian Food Packer* 29 (4) 22-35.
48. Otto, L., Gortges, S. y Jost, V. 1985. Flotation- a new possibility for fruit juice clarification. *Flussiges Obst* 52 (9) 471-477.
49. Burger, A y Schober, P., (Bayer AG). 1986. Application of active carbon granulates which precipitate in aqueous systems. German Federal Republic Patent DE 30 15 439 C2.
50. Dumont, Y. 1986. Clarification process for beverages. European Patent EP 0 090 734 B1.
51. Meijer, A. D. 1984. UHT Treatment of fruit juices. *Industrie delle Bevande* 13 (74) 483-488.
52. Sanchelima, J. A. 1984. Aseptic processing of tropical fruit juice in Latin America. Sanchelima Int. Inc., Miami, Florida, USA. p. 215-227.
53. Anon. 1986. Hi- tech fruit juice processing by Cima Foods. *Soft Drinks Trade Journal* 40 (11) 440-441.
54. Gherarde, S., Bisliardi, D., Bazzarini, R. y Trifiro, A. 1985. Aseptic packaging of fruit juices in flexible containers. *Industria Conserve* 60 (1) 29-35.
55. Gherardi, S., Aglio, G. y Carpi, G. 1972. Plastics containers for packaging fruit juicers and nectars. *Industria Conserve* 47 (3) 189-191.
56. Leiris, J. P. 1970. Packaging fruit juices in

- thermoformed containers. Industries Alimentaires et Agricoles 87 (5) 561-567.
57. Tillotson, J. E. 1984. Aseptic packaging of fruit juices. Food Technology 38 (3) 63-66.
58. Gava, A. 1985. Aseptic processing of fruit juices. Alimentacao No. 76, 32-37.
59. Malpas, J. H. y Calder, A. R. 1985. Apparatus for dispensing liquids. European Patent Application EP 148 971 A2.
60. Kunz, P. 1984. Cleaning and peeling machine. United States Patent US 4 448 118.
61. Hemfort, H., Peitzmann, A., Neukotter, W., Pautsch, G. y Guunnewig, H. (Westfalia Separator AG).1983. Arrangement for separating fruits into fruit pulp, fruit skin and fruit core. United States Patent 4 369 698.
62. Janovtchik, V. J. 1978. Juice and pulp extractor. United States Patent US 4 095 517.
63. Ramirez, J. D. 1982. Juicer having improved balance. United States Patent US 4 350 087.
64. Arao, Y., Nishio, K., Mikami, M y Murasawa, T. 1982. Juice extractor. United States Patent US 4 345 517.
65. Nelson, S. C. (Automatic Orange Juicer Corp.). 1984. Fruit cutter and juicer. United States Patent US 4 479 425.
66. Nelson, S. C. (Automatic Orange Juicer Corp.). 1985. Surface for supporting cut fruit in fruit juicer. United States Patent US 4 509 418.
67. Ramirez, J. F. y Ramirez, J. D. 1985. Juice extractor

- with automatic pulp discharge. United States Patent US 4 506 601.
68. Gianfranco, A. 1985. A device for the extraction of juice from fruits, especially citrus fruits and the like. European Patent Application EP 0 133 421 A2.
69. Barrere, R. P. L. 1985. Process and device for extracting fruit juice. French Patent Application FR 2 565 467 A1.
70. Breton, R. J. y Beck, D. F. 1974. Method of coring and pressing juice from fruits having a rind. United States Patent 3 831 515.
71. Johnson, W. J. S. 1974. Continuous press. United States Patent 3 831 516.
72. Hauser, H. R. y Schmid, A. 1979. Liquid-solid separation. United States Patent 4 140 051.
73. Merle, R., Uecker, M y Kozlik, R. 1984. Freeze concentration apparatus. United States Patent 4 438 634.
74. Anon., 1978. Vertical juice extractor gives better yield. Food Engineering International 3 (11) 80.
75. Stanley, R. C. (FMC Corp.). 1982. Method for controlling the flow of fruit and fruit juice through a juice extraction facility. United States Patent US 4 335 145.
76. Rohm, R. F. y Berge, O. (Brown International Corp.) . 1982. Feeder mechanism for controlling delivery of fruit to a juice extractor. United States Patent US 4 337 865.
77. Brown International Corporation. 1988. Pulpers, finishers, dewaterers and extractors.
78. Fischer, M., Jacobsen, J. F. y Robe, K. 1983.

- Evaporator concentrates juices to 70 Brix in single pass vs. 2 to 3 passes before. Food Processing, USA 44 (1) 92-94.
79. Coltart, M.L. y Paton, D. 1972. Apple juice extraction. United States Patent 3 667 967.
80. Douglas, G. 1979. Puree formation. United States Patent 4 139 647.
81. Soavi Figli B. SpA. 1980. Homogenization of fruit juices. Industrie delle Bevande 10 (2) 147-149.
82. Vann, E. L. 1975. Soft frozen all-natural fruit juice. United States Patent 3 922 361.
83. Rahman, A. R. y Deneke, W. A. 1978. Dehydrated fruit juice. United States Patent 4 104 414.
84. Blake, J. R. 1980. Orange juice product. United States Patent 4 205 093.
85. Gatchalian, M. M y Contreras, L. M. 1981. Cloud stabilization of papaya juice. UP Home Economics Journal 9 (1) 19-31.
86. Harrison, P. S. 1970. Chemistry and Industry p. 325-328.
87. Gherardi, S., Porretta, A. y Aglio, G. dall'. 1972. Use of reverse osmosis for concentrarion of fruit juices. Industria Conserve 47 (1) 16-26.
88. Tump, J. 1983. New ways of treating fruit juices by ultrafiltration. Flussiges Obst 50 (10) 550-551, 553.
89. Furia, Th. E. 1984. Freeze concentration of fruit juices. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. CRC Press, Inc. 20 (3) 173-248.

90. Peri, C., 1975. Progress in the concentration of liquid foods. *Scienza e Tecnologia degli Alimenti* 5 (2) 71-77.
91. Tulin, M. P. (Hydronautics Inc.). 1973. Fruit juice concentrates. United States Patent 3 743 513.
92. Arsdel, W. B., Copley, M. J. y Morgan, A. I. 1973. Food dehydration. 2nd. Edition. The AVI Publishing Company, INC. Vol. 1. Westport, Connecticut.
93. Sauvageot, F., Beley, P., Marchand, A. y Simatos, D. 1969. Some experimental results on the behavior of volatile compounds of fruit juicers during freeze drying. In. *Symp. Surface Reactions in Freeze-Dried Systems. Intern. Inst. Refrig., Comm. X, Paris, (French).*
94. Moy, J. H. y Spielmann, H. 1980. Economic feasibility of the freeze-drying of tropical fruit juices. *Food Technology* 34 (2) 32, 34, 36-38.