



47
2y

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

**EL LIMON MEXICANO,
FACTORES DE CALIDAD
Y
PERSPECTIVAS DE DESARROLLO**

TESIS MANCOMUNADA

QUE PRESENTAN:

ALEJANDRA GARCIA FIGUEROA SANCHEZ

Y
RAFAEL COLUMBA JIMENEZ

PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

México, D.F., 1996

**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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE PROF. ENRIQUE GARCIA GALIANO PEREZ
VOCAL PROF. FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS
SECRETARIO PROF. SERGIO A. HERNANDEZ SANDOVAL
1er. SUPLENTE PROF. LUCIA CORNEJO BARRERA
2do. SUPLENTE PROF. MARIA VICTORIA COUTIÑO COVARRUBIAS

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: UNION NACIONAL DE PRODUCTORES
DE ACEITE ESENCIAL DE LIMON
(UNPAL)

SUSTENTANTES: ALEJANDRA GARCIA FIGUEROA SANCHEZ
RAFAEL COLUNBA JIMENEZ

Alejandra Garcia Figueroa Sanchez
Rafael Colunba Jimenez

ASESOR DEL TEMA: PROF. ENRIQUE GARCIA GALIANO PEREZ

[Handwritten signature]
14 de marzo de 1996

A MIS PADRES
POR LO QUE SOY
GRACIAS.

A MIS HERMANOS

OLIVIA

JOSE FRANCISCO

HECTOR

A MIS HERMANOS

OLIVIA

JOSE FRANCISCO

HECTOR

A TI LULU POR SER
MI MOTIVO Y APOYO.

A CRYSTAL
RAFAEL A.

RICARDO

A MIS COMPADRES
ALEJANDRA Y SERGIO POR
SER LOS MEJORES AMIGOS.

| | |
|--|----|
| B) Puntos de control de calidad en el proceso (diagrama de flujo y controles)..... | 64 |
| C) Composición del limón mexicano..... | 67 |

CAPITULO 111 Conservación

| | |
|---|----|
| A) Métodos de conservación: jugo enlatado..... | 75 |
| Jugo refrigerado..... | 75 |
| Jugo envasado asépticamente... 76 | 76 |
| Jugo reconstituido a partir de concentrados..... | 76 |
| Concentrados..... | 78 |
| Productos deshidratados..... | 80 |
| B) Adición de conservadores..... | 81 |
| C) Métodos experimentales propuestos..... | 89 |
| Descripción del diagrama de bloques a nivel laboratorio... 92 | 92 |
| Parámetros de calidad durante su conservación..... | 97 |

CAPITULO IV Perspectivas de Desarrollo

| | |
|---|-----|
| A) Importancia de la promoción de nuevas perspectivas de desarrollo..... | 103 |
| B) Mecanismo para el desarrollo de nuevas perspectivas de consumo del jugo de limón mexicano..... | 105 |
| C) Ensayos de nuevas presentaciones..... | 109 |

| | |
|-----------------------|-----|
| Conclusiones..... | 119 |
| Apendice..... | 123 |
| Lista de figuras..... | 159 |
| Lista de cuadros..... | 161 |
| Bibliografía..... | 165 |

| | |
|---|-----|
| A N E X O : EVALUACION DE LAS PERSPECTIVAS DE DESARROLLO HASTA EL AÑO DE 1990..... | 170 |
|---|-----|

OBJETIVO

Con este trabajo se tratará de dar un panorama de la Industria del Jugo de Limón Mexicano, como un paso a futuras investigaciones en este campo.

Los puntos concretos a considerar son los siguientes:

- 1) Exponer las características de la producción del jugo de limón mexicano.
- 2) Determinar los factores de calidad adecuados a las cualidades naturales del jugo de limón mexicano.
- 3) Establecer algunas posibilidades de introducción de nuevos productos afines a la idiosincrasia nacional.

INTRODUCCION

La situación del limón mexicano en nuestro país queda de --
finida por: los factores que influyen en su demanda, vías
posibles para el excedente de su producción, limitaciones --
en su uso actual, la problemática de la alta y baja de cos-
tos, debida entre otras causas, a falta de efectivos méto -
dos de conservación que impidan la escasez por épocas, y a
malos canales de comercialización.

Ahora bien ya que el principal derivado del limón, es el --
aceite esencial; y siendo, uno de sus subproductos durante
el proceso, el jugo; se le debería de dar igual empuje.

Por otro lado se tiene el problema de que si el aceite esen -
cial se obtiene por destilación, el jugo resultante tiene --
un fuerte sabor a cocido, motivo por el cual no es muy co -
merciabile.

Actualmente la cantidad de jugo de limón cocido, obtenido
como subproducto, es demasiado; tanto, que no habiendo una
industrialización adecuada y suficiente para éste, se malba
rata y en ocasiones se llega a desechar en cantidades con--
siderables.

Un proceso industrial poco difundido en la obtención del --
aceite esencial, es el método de centrifugación, con el --
cual es posible obtener un jugo con buenas características
nutricionales y organolépticas. Este proceso no tiene acep--
tación en la actualidad debido a que el tipo de aceite obte

nido no va de acuerdo a las propiedades establecidas para este producto. Si se contara con una solución eficaz a este problema, el siguiente paso sería la obtención de un jugo comercial sin la pérdida de sus propiedades naturales; ya que, el jugo sufre cambios rápidamente, limitando su vida de anaquel y sus cualidades organolépticas; por lo que se necesita buscar nuevas formas de conservación y proporcionarle una presentación adecuada al consumidor al que va dirigido.

CAPITULO I
GENERALIDADES

ANTECEDENTES HISTORICOS DEL LIMON

El limón como muchos de los cítricos conocidos, se ha -- considerado como originario del Sureste de Asia, China - principalmente, Este de la India, Indochina y posterior- mente de Filipinas en donde fueron encontrados sometidos a cultivo. Chekiang, en su libro Wen-Chow (1179-1189 a.c. de la antigua China) consigna datos valiosos referidos a la monografía de Han Yen Chis "Chu Lu", en relación con el cultivo de naranjos y otras especies de cítricos. Entre ellos agrupa o enlista los tipos entonces existentes, no rebasando una docena de ellos, pero cinco o seis son para él de mayor importancia comercial o de otra índole. De ese grupo destaca el naranjo chino (*Citrus sinensis* - (L) Osbeck), y *Citrus aurantium* como cítricos conteniendo alta graduación azucarada. Dentro del grupo contenido de ácidos, el limonero (*Citrus limona*, Risso) y la lima ácida (*Citrus aurantifolia* (L) Swingle), así como un ter cer grupo de los llamados mandarinos (*Citrus nobilis* deliciosa (L) Swingle), y otras conocidas actualmente como la Satsuma var. unshiu (L) Swingle.

En los Jardines de las Hespérides y Babilonia constituyeron los principales adornos y se les asignaron ciertos - valores míticos.

Según Theophrastus, filósofo y botánico griego (372-334 a.c.) al estudiar las Rutáceas (en las que incluía al limonero) indudablemente fueron introducidos a las regiones mediterráneas del oriente, mencionando precisamente Asia, India e Indochina; datos consignados en la monografía de Han Yen Chis "Chu Lu".

Los principales ejemplares de cítricos que aparecen en el Mediterráneo, fueron llevados por los portugueses mucho antes del descubrimiento de América y lógico es pensar que así fuera, ya que siendo navegantes incansables pudieron importar a Europa especímenes que consideraron de gran importancia económica.

Siendo posiblemente las primeras plantaciones, las que realizaron en los jardines del Conde de San Lorenzo, en Lisboa, según afirmación que hace Dionicio Pérez en 1520, en que Juan Castro realizó dichas plantaciones.

El naranjo dulce fue aparentemente introducido a mediados del siglo XV, lo propio del limón y la lima que son más o menos de la misma época, descubriendo algunas variedades según lo consigna Ferrarius y otros tratadistas de la época.

El limón como cultivo cobra importancia en las regiones de Sicilia, Córcega, Génova y otras zonas del Sur de Europa.

De su introducción a la América especialmente México, de los datos de cronistas de la Nueva España, nos dice Bernal Díaz del Castillo en su viaje con Grijalva; aquél -- sembró las primeras pepitas de semillas de naranjo, limón y otros en nuestro país.

Indudablemente que habiendo encontrado condiciones ecológicas para el limón y otros cítricos, por razones económicas de alimentación se diseminaron profusamente los cítricos en México y otros países de América; datos al respecto, indican que en 1579 fueron llevados y cultivados en San Agustín al este de la Florida en donde prosperaron constituyendo la base de una riqueza que perdura actualmente.

En 1581 se introdujeron a Perú y aproximadamente a fines del siglo XVII por el Jesuita Eusebio Francisco Kino y, el Franciscano Junípero Serra en el XVIII en que los llevaron a la Alta California, que hoy constituye la riqueza citrícola de esa región de los Estados Unidos.

(Ref. 2)

COMPOSICION DE LOS CITRICOS.

Es notorio que los cítricos están constituidos esencialmente de tres partes principales: el epicarpio, el mesocarpio y el endocarpio. Comúnmente, el epicarpio y el mesocarpio en conjunto, son denominados cáscara o corteza, éstas tienen una importancia diferente en la industria cítrica.

Al epicarpio, la parte coloreada de la cáscara, se le denomina flavedo y en éste se encuentran los pigmentos (cloroplastos y cromoplastos) y las células conteniendo el aceite esencial; el mesocarpio, llamado comúnmente albedo, es la fracción interna de la cáscara blanca, constituida principalmente de celulosa, carbohidratos, sustancias pécticas y flavonoides, mientras el endocarpio, que es la parte comestible del cítrico, está constituido de segmentos o gajos, en el interior de los cuales se encuentran las celdillas fusiformes conteniendo el jugo y las semillas.

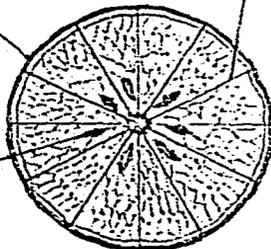
FIG. 1

CROQUIS MORFOLOGICO
DEL LIMON MEXICANO
y productos que se obtienen en sus diferentes partes.

- EPICARPIO**
1. Células epidérmicas
2. Estomas
3. Cloroplastos
4. Glándulas de aceite
Productos obtenidos
a. aceite esencial destilado
b. aceite esencial centrifugado
c. aceite esencial desterpenado
d. terpenos
e. esteroaterpenos
f. clorofila
g. pectina
h. ác. galacturónico

- SEMILLAS**
Productos obtenidos
a. aceite de semilla
b. peroxidasa
c. forraje

**CORTE
TRANSVERSAL**



- ENDOCARPIO**
1. Carpelo
2. Sacos de jugo
Productos obtenidos
a. ác. cítrico y éster
b. jugo simple
c. jugo concentrado
d. jugo pasteurizado
e. jugo congelado
f. jugo en polvo
g. vitamina C
h. citrato de sodio

- CORTEZA**
1. Epicarpio
2. Endocarpio
Productos obtenidos
del prensado.
a. pectinas y ác. péctico
b. vitamina C y P
c. melazas de agrios
d. alcohol y ác. láctico
e. forrajes fresco, seco, molido
f. confitados
g. arancini
h. compotas
i. en salmuera
j. cáscara cristalizada
k. enzimas

Ref.26

CLASIFICACION

Todos los frutos agrios cultivados usualmente, se clasifican dentro de los géneros *Citrus*, *Fortunela* y *Porcirus*, de la sub-familia *Aurantioideas* incluida a su vez en la familia *Rutáceas*.

El limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle) pertenece a la familia de las *Rutáceas*, al género *Citrus* y a la especie *aurantifolia*. Botánicamente hablando, el limón mexicano es una lima ácida variedad mexicana.

Las características botánicas del género *Citrus* son las siguientes: hojas dotadas de glándulas, persistentes, aparentemente simples (en realidad compuestas de hojas unifoliadas), insertadas sobre pedúnculos más o menos alados o emarginados; las alas generalmente se articulan a las hojas y al tallo; espinas por lo general presentes, nacen solitarias en las axilas de la yemas foliáceas; flores -- en racimos o raramente solitarias en las axilas de las hojas, o en pequeñas cimas o panículos laterales o terminales, blancas o con manchas purpúreas en los botones; cinco pétalos (raramente cuatro o seis) gruesos, alargados -- en forma de cinta o correa, no tienen forma de uña en la base, imbricados, numerosos estambres 16 a 60 (aunque generalmente de 20 a 40); por regla general el número de pé

talos, poliadelfos, unidos cerca de la base, formando algunos haces; ovario con 8 a 15 lóculos, con estilo prominente y caduco, conteniendo tantos conductos como lóculos tiene el ovario; fruto en esperidio globuloso, oval u oblonga esferoidal; los gajos llenos de una pulpa jugosa, compuesta de sacos de 6.3 a 18.8 mm de largo. Cotiledones carnosos y gruesos, generalmente con varios embriones que se forman a semejanza de yemas originadas del tejido nuclear de la planta.

Especie aurantifolia. Botones florales blancos; pecíolos más o menos alados. Frutos ovales, a menudo con pezón pequeño, de 25 a 37.5 mm., de diámetro en su eje menor, de color amarillo verdoso cuando están maduros; de cáscara delgada y lisa, flores pequeñas, de color verde pálido - en el haz, más o menos terminadas en punta, obtusa; espinas cortas muy puntiagudas.

La lima (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) es una de las especies de agrios más delicados, por lo que es muy propensa a sufrir daños por heladas. Del mismo modo que el limón, sus frutos son ácidos y muy aromáticos, con una acidez en el jugo que alcanza valores promedios tan elevados como el 7.7%, siendo bajo por el contrario, su contenido de azúcar (0.3%).

El aceite esencial de la corteza, igual que sucede con -

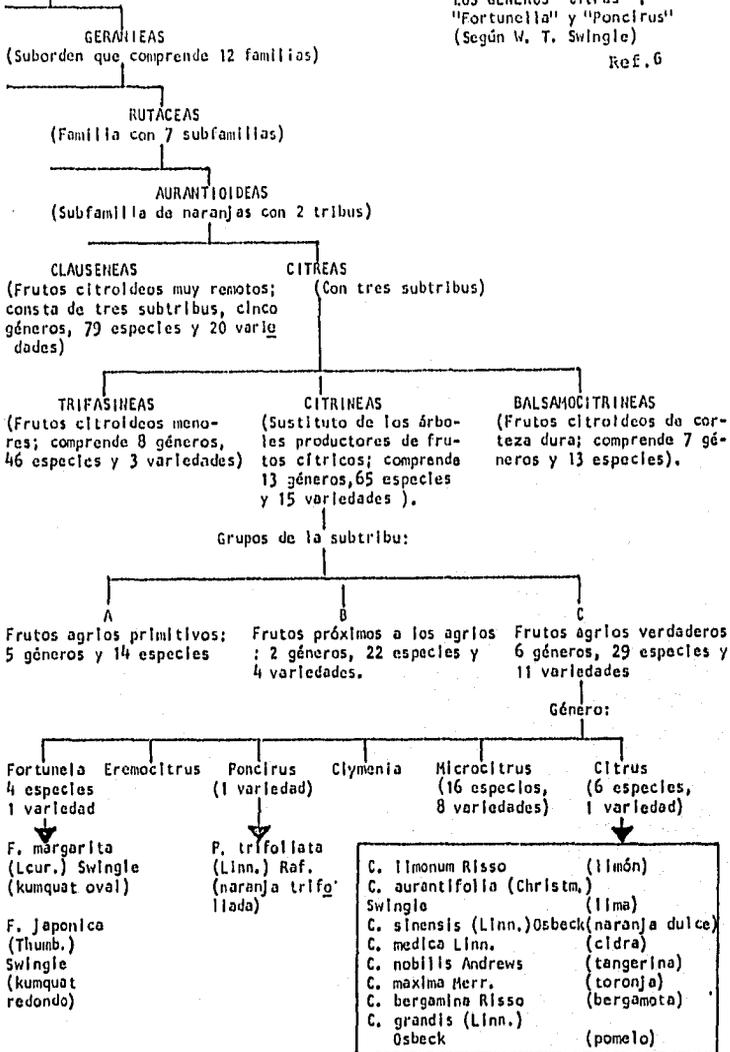
el jugo presenta un fuerte olor característico. Las limas tienen los mismos usos que los limones y como bebidas, son preferidas a estos últimos por algunos consumidores. El fruto por término medio, es mucho más pequeño que el del limón.

Se cultivan extensamente en México, Estados Unidos y las Antillas, especialmente la República Dominicana, Santa Lucía, Montserrat, Jamaica y Trinidad. Ultimamente el -- cultivo de las limas en las Antillas ha recibido un serio retraso, debido a los estragos producidos por la enfermedad llamada antracnosa (*Gloesporium limeticolum*) y al daño sufrido por los huracanes. (26).

GERANIALES
(Orden natural, que comprende unas 21 familias).

CUADRO No. 1
CUADRO TAXONÓMICO DE LA
CLASIFICACION DE LAS
PRINCIPALES ESPECIES DE
LOS GENEROS "Citrus",
"Fortunella" y "Poncirus"
(Según W. T. Swingle)

Ref. 6



PRODUCCION EN MEXICO

La producción de limones y la industria elaboradora de derivados de esta fruta, se ha incrementado significativamente en los últimos años.

En la actualidad, la producción nacional de limones se estima en 557,000 toneladas (para 1979) de las cuales el 80% se consume en el mercado doméstico como fruta fresca, utilizándola como condimento y en la elaboración de aguas frescas; y el 20% restante, lo absorbe la industria procesadora que lo dedica a la obtención de sus derivados.

La producción de derivados industriales del limón se orienta principalmente hacia el mercado externo, en donde México figura como principal oferente, en tanto que la producción de fruta se dedica fundamentalmente a satisfacer la demanda interna.

La producción de las plantas industriales es por temporadas. Algunas plantas trabajan todo el año, sin embargo la mayoría de ellas solamente trabaja durante los meses de mayo a octubre, que es la época de mayor producción de limón fruta.

En los meses restantes de noviembre a abril, muy pocas

plantas trabajan, porque en el mercado de limón fruta, -- éste - incluso el de desecho- se cotiza a precios superiores a \$ 500.00/Ton. , que es lo que más se puede pagar por el limón industrial.

En México sólo se obtienen, a nivel comercial, aceite esencial destilado, aceite esencial centrifugado, jugo simple o natural, jugo concentrado, cáscara fresca y cáscara seca, ácido cítrico y citrato de sodio (Ver cuadro No. 2) En este cuadro se puede observar que los únicos productos que obtienen todas las plantas son el aceite esencial destilado y la cáscara fresca. El aceite centrifugado lo producen solamente 11 plantas, o sea el 22% del total. El jugo simple lo producen 8 plantas , el 16% del total de las plantas .El jugo concentrado lo producen 5 plantas, el -- 10% del total. La cáscara seca la producen 5 plantas, el 10% del total.

Capacidad de producción instalada.-

Los siguientes datos fueron obtenidos de la bibliografía (26) usando como metodología en la determinación de la capacidad instalada, la siguiente:

Se obtuvo la capacidad de producción diaria instalada para cada producto (mediante un cuestionario), y se multiplicó por 150 días hábiles correspondientes (de lunes a - sábado) de los meses de mayo a octubre que, como se explicó anteriormente, son los meses de mayor producción ---

de limón fruta, y que por consiguiente son los meses en que hay mayor disponibilidad de limón industrial. Así mismo, se consideró un turno de trabajo de 8 a 10 horas al día (Cuadro Número 3).

Tomando en cuenta datos complementarios sobre la capacidad potencial de producción anual (Cuadro número 3) se observa que esta enorme capacidad instalada se encuentra subaprovechada, debido a las elevadas inversiones que se han hecho en las plantas sin tener conocimiento del comportamiento del mercado actual y futuro.

El volumen producido de los diferentes productos en 1971 se encuentran expuestos en el Cuadro No. 4.

Relacionando estos datos con los valores obtenidos de capacidad instalada, tenemos que: con respecto al jugo simple o natural el porcentaje de este producto es casi nulo 3.57% ya que Guerrero y Tamaulipas no produjeron nada, y Michoacán tiene un porcentaje de 0.59%.

Así mismo, el jugo concentrado tiene un porcentaje total de 16.31% Tamaulipas no produjo nada, Colima un 35.65% y Michoacán un 17.44% (Cuadro número 5).

Los datos citados corresponden al año de 1971, siendo éstos los últimos datos registrados bibliográficamente, sin

embargo , no hay cambios apreciables que se puedan considerar de importancia, tomando en cuenta las deficiencias posteriormente expuestas. (pág.22 Cap. 1).

CUADRO No. 2.

PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS DERIVADOS DEL LIMON MEXICANO POR LAS
PLANTAS EXISTENTES EN MEXICO.

| ESTADOS | NUMERO DE PLANTAS QUE PRODUCEN LOS DIFERENTES PRODUCTOS. | | | | | | |
|------------|--|------------------|---------------------|-------------|------------------|----------------|--------------|
| | NUMERO DE PLANTAS | ACEITE DESTILADO | ACEITE CENTRIFUGADO | JUGO SIMPLE | JUGO CONCENTRADO | CASCARA FRESCA | CASCARA SECA |
| Colima | 15 | 15 | 5 | 4 | 3 | 15 | — |
| Michoacán | 16 | 16 | 2 | 2 | 1 | 16 | 2 |
| Oaxaca | 8 | 8 | — | — | — | 8 | 1 |
| Guerrero | 5 | 5 | 3 | 1 | — | 5 | — |
| Veracruz | 2 | 2 | — | — | — | 2 | 1 |
| Tamaulipas | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Jalisco | 1 | 1 | — | — | — | 1 | — |
| Nayarit | 1 | 1 | — | — | — | 1 | — |
| Sinaloa | 1 | 1 | — | — | — | 1 | — |
| Total | 50 | 50 | 11 | 8 | 5 | 50 | 5 |

FUENTE: Investigación Directa.

Ref. 2

CUADRO No. 3

CAPACIDAD DE PRODUCCION ANUAL* INSTALADA DE LOS DIFERENTES PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS -
DERIVADOS DE LIMON MEXICANO

| ESTADO | NUMERO DE PLANTAS | ACEITE DESTILADO (Kg.) | ACEITE CENTRIFUGADO (Kg.) | JUGO SIMPLE (lt) | JUGO CONCENTRADO (lt) | CASCARA FRESCA | CASCARA SECA |
|------------|-------------------|------------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|----------------|--------------|
| Colima | 15 | 333,000 | 51,750 | 8.201,250 | 124,800 | 31.760,550 | |
| Michoacán | 16 | 178,350 | 49,050 | 11.790,000 | 900,000 | 12.792,000 | 1.581,750 |
| Oaxaca | 8 | 89,250 | | | | 7.140,750 | 499,950 |
| Guerrero | 5 | 70,500 | 23,700 | 600,000 | | 8.268,900 | |
| Veracruz | 2 | 21,600 | | | | 1.800,000 | 555,000 |
| Tamaulipas | 1 | 27,150 | 9,000 | 1.200,000 | 210,000 | 2.799,900 | 420,000 |
| Jalisco | 1 | 18,000 | | | | 1.350,000 | |
| Nayarit | 1 | 18,000 | | | | 1.265,400 | |
| Sinaloa | 1 | 24,000 | | | | 1.999,950 | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | 50 | 779,850 | 133,500 | 21.791,250 | 1.234,800 | 69.357,450 | 3.056,700 |

FUENTE: Investigación directa.

* Considerando 150 días de trabajo correspondientes a los días hábiles (lunes a sábado) de mayo a octubre que son los meses de mayor producción de limón fruta, y considerando así mismo un turno por día (8-10 horas/turno).

Ref. 2

CUADRO No. 4

VOLUMENES PRODUCIDOS EN 1971 DE LOS DIFERENTES PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS DERIVADOS DE LIMON MEXICANO.

| Volumenes Producidos en 1971 por Productos. | | | | | | | |
|---|-----------------|-------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| ESTADOS | NUM. DE PLANTAS | ACEITE DESTILADO (Kg.). | ACEITE CENTRIFUGADO (Kg.). | JUGO SIMPLE (lt) | JUGO CONCENTRADO (lt) | CASCARA FRESCA (Kg). | CASCARA SECA (Kg). |
| Colima | 15 | 105,885 | 16,109 | 710,000 | 44,500 | 10,259,179 | _____ |
| Michoacán | 16 | 119,208 | 362 | 70,000 | 157,000 | 6,918,298 | 494,505 |
| Oaxaca | 8 | 15,246 | _____ | _____ | _____ | 1,185,000 | _____ |
| Guerrero | 5 | 27,406 | 1,996 | _____ | _____ | 2,394,059 | _____ |
| Veracruz | 2 | 5,430 | _____ | _____ | _____ | 240,000 | 105,000 |
| Tamaulipas | 1 | 18,697 | 1,593 | _____ | _____ | 555,569 | 224,989 |
| Jalisco | 1 | 5,249 | _____ | _____ | _____ | 377,000 | _____ |
| Nayarit | 1 | 3,077 | _____ | _____ | _____ | 222,800 | _____ |
| Sinaloa | 1 | 2,172 | _____ | _____ | _____ | 180,000 | _____ |
| | 50 | 302,370 | 20,060 | 780,000 | 201,500 | 22,331,905 | 824,494 |

FUENTE: Investigación directa.

Ref. 2

CUADRO No. 5

PORCENTAJE DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION INSTALADA QUE SE APROVECHO EN 1971*

| ESTADO | NUMERO DE PLANTAS | Porcentaje de la capacidad aprovechada por productos (%). | | | | | |
|------------|-------------------|---|---------------------|-------------|------------------|----------------|---------------|
| | | ACEITE DESTILADO | ACEITE CENTRIFUGADO | JUGO SIMPLE | JUGO CONCENTRADO | CASCARA FRESCA | CASCARA SECA. |
| Colima | 15 | 31.79 | 31.12 | 8.65 | 35.65 | 32.30 | _____ |
| Michoacán | 16 | 66.83 | 0.73 | 0.59 | 17.44 | 53.33 | 31.26 |
| Oaxaca | 8 | 17.08 | _____ | _____ | _____ | 16.59 | _____ |
| Guerrero | 5 | 38.87 | 8.42 | 0.00 | _____ | 28.95 | _____ |
| Veracruz | 2 | 25.13 | _____ | _____ | _____ | 13.33 | 18.91 |
| Tamaulipas | 1 | 68.86 | 17.70 | 0.00 | 0.00 | 19.84 | 53.55 |
| Jalisco | 1 | 29.16 | _____ | _____ | _____ | 27.92 | _____ |
| Nayarit | 1 | 17.09 | _____ | _____ | _____ | 17.60 | _____ |
| Sinaloa | 1 | 9.05 | _____ | _____ | _____ | 9.00 | _____ |
| Total | 50 | 38.77 | 15.02 | 3.57 | 16.31 | 32.19 | 26.97 |

FUENTE: Investigación directa.

* Se calculó dividiendo el volumen de producción en 1971 de cada uno de los productos en tre la capacidad instalada anual de cada producto.

Ref. 2

ZONAS PRODUCTORAS

Las plantaciones de tipo comercial, se localizan principalmente en lugares de clima tropical en las costas del Océano Pacífico y del Golfo de México.

En la gráfica se muestra la localización geográfica de la producción de limón en la República Mexicana, y la importancia relativa de cada una de las zonas productoras.

Los estados de mayor producción y superficie plantada con limonero en términos relativos se muestran en el Cuadro No. 6.

Es necesario aclarar, que los estados de Colima y Michoacán se han mantenido como líderes de la producción nacional y que su posición no ha cambiado en los últimos años; durante los cuales se han alternado el primero y el segundo lugar.

CUADRO No. 6
PRINCIPALES PRODUCTORES DE LIMON
PORCIENTO DEL TOTAL NACIONAL
PROMEDIO 1966 - 1970.

| ENTIDAD FEDERATIVA | PRODUCCION | SUPERFICIE |
|--------------------|------------|------------|
| Colima | 41.8 | 36.7 |
| Michoacán | 27.8 | 23.2 |
| Veracruz | 6.6 | 7.6 |
| Jalisco | 3.5 | 1.1 |
| Tamaulipas | 3.5 | 3.0 |
| Guerrero | 2.3 | 3.4 |

La explotación agrícola del limonero con carácter comercial, tiene un alto grado de concentración, ya que sólo seis estados aportan el 85% de la producción anual, por lo que se registra una disponibilidad abundante en el mercado y precios relativamente bajos, dado que la demanda es más o menos constante.

LOCALIZACION DE LAS PLANTAS INDUSTRIALIZADORAS:

En la actualidad, existen 50 plantas industrializadoras de limón mexicano localizadas en las principales zonas productoras de esta especie frutal.

ESTADO DE COLIMA: 16 Plantas.

| | | |
|--------------------|-------------|------------|
| <u>Municipios:</u> | Tecomán | 7 Plantas. |
| | Colima | 4 Plantas. |
| | Armería | 2 Plantas. |
| | Manzanillo | 1 Planta. |
| | Coquimatlán | 1 Planta. |
| | Comala | 1 Planta. |

ESTADO DE MICHOACAN: 16 Plantas.

| | | |
|--------------------|---------------------|-------------|
| <u>Municipios:</u> | Apatzingán | 10 Plantas. |
| | Buenavista | 2 Plantas. |
| | Gabriel Zamora | 2 Plantas. |
| | Francisco J. Mújica | 1 Planta. |
| | La Huacana | 1 Planta. |

ESTADO DE OAXACA: 8 Plantas.

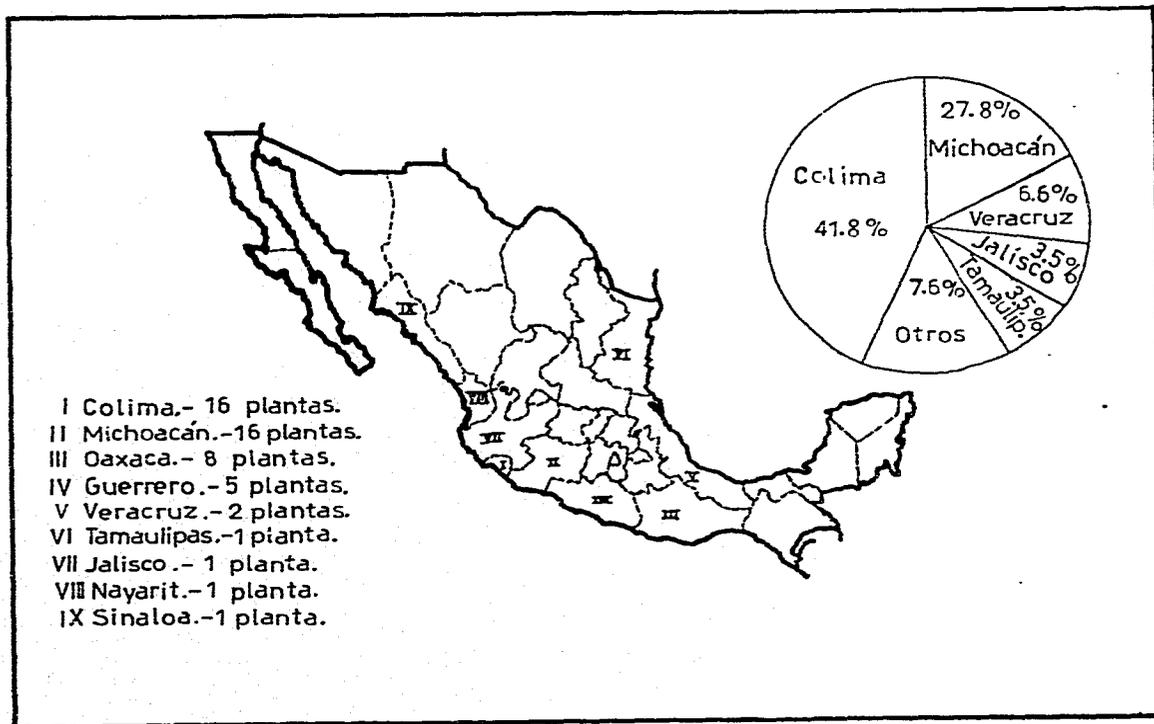
| | | |
|--------------------|---------------|------------|
| <u>Municipios:</u> | Tututepec | 5 Plantas. |
| | Huazolotitlán | 1 Planta |

| | |
|--------------------------------|------------|
| Teotitlán del camino | 1 Planta. |
| Chahuities | 1 Planta. |
| <u>ESTADO DE GUERRERO:</u> | 5 Plantas. |
| Municipios: Acapulco | 5 Plantas. |
| <u>ESTADO DE VERACRUZ:</u> | 2 Plantas. |
| Municipios: Veracruz | 1 Planta. |
| Paso de Ovejas | 1 Planta. |
| <u>ESTADO DE TAMAULIPAS:</u> | 1 Planta. |
| Municipios: Llera | 1 Planta. |
| <u>ESTADO DE JALISCO:</u> | 1 Planta. |
| Municipios: La Huerta | 1 Planta. |
| <u>ESTADO DE NAYARIT:</u> | 1 Planta. |
| Municipios: Santiago Ixcuintla | 1 Planta. |
| <u>ESTADO DE SINALOA:</u> | 1 Planta. |
| Municipios: Escuinapa | 1 Planta. |

Todas las plantas son miembros de la "Unión Nacional de --
Productores de Aceite de Limón", a excepción de tres plan-
tas que pertenecen al Fideicomiso de Limón "Fidefrut", - -
siendo éstos los únicos organismos legalmente autorizados
para canalizar las ventas de aceite esencial de limón mexi-
cano.

La ubicación de las plantas es satisfactoria, ya que se encuentran en las principales zonas productoras de limón mexicano, haciendo que los costos de transporte de la materia prima de la huerta a la planta industrial, sean muy bajos.

LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA PRODUCCION
DE LIMONES EN MEXICO.



Ref. 2

FIG. 2

CONSUMO EN MEXICO

En general los factores que determinan la demanda de productos agropecuarios y principalmente de aquéllos que se destinan a la alimentación son:

- a) El número de consumidores.
- b) El ingreso de los consumidores.
- c) El precio del producto.
- d) Los precios de los productos relacionados (substitu--tos o complementarios).
- e) Otros de relativa menor importancia como son: las ne--cesidades de alimentación de la población, tradición de consumo, etc.

La población de México ha tenido una de las tasas más altas de crecimiento en el mundo, por lo que es posible suponer un incremento en la demanda, aunque en forma len--ta, dado que los precios al consumidor se presentan cre--cientes, desalentando el mercado de la fruta.

El ingreso de la población medido a través del producto interno bruto (PIB) por habitante ha crecido en los últimos 10 años a una tasa promedio de 3.5% aproximadamente, lo cual señala la posibilidad de una mayor capacidad de compra por parte de los consumidores. Sin embargo, lo --más relevante es conocer como se refleja el incremento del ingreso, haciendo a un lado su distribución, en la -

demanda.

El coeficiente de elasticidad ingreso de la demanda de limón, plátano, manzana y pera, es igual a 0.236 para la población total, según cálculos realizados por el Banco de México. (10).

Cabe señalar que los alimentos tradicionales (maíz, frijol y chile) presentan un coeficiente negativo, en tanto que, los que son fuente de proteína de origen animal, -- así como los frutos enlatados, presentan una alta elasticidad.

El limón, al igual que otros alimentos de uso común presenta una elasticidad ingreso de la demanda más bien baja.

Aún cuando el coeficiente de elasticidad puede variar según la información y el método utilizados para el cálculo, se puede asumir una baja elasticidad ingreso de la demanda en base al uso limitado que se le da al limón.

El limón, en su uso como condimento, no tiene sustitutos cercanos. Sin embargo, en su utilización para la elaboración de aguas frescas se presentan un gran número de sustitutos, como son las frutas frescas de temporada, -- las frutas enlatadas y los refrescos embotellados.

Otros factores de menor importancia que influyen en la de

manda, tienen vigencia principalmente a nivel regional, ya que comprenden factores de orden cultural, histórico, climatológico, etc.

Finalmente, si se toma en cuenta que los usos principales del limón son como condimento y como fruta en la elaboración de aguas frescas, es lógico suponer que las necesidades alimenticias de la población no influyan - prácticamente en la determinación de la demanda de limones, aún cuando contienen como muchas frutas, vitamina - C.

Siendo el precio del producto uno de los factores de mayor importancia y cuya variabilidad es muy grande en este caso, se observa que esta situación es común para todos los precios de los productos agrícolas de consumo directo, debido a que la conservación de productos no es - muy eficiente y a la insuficiencia de bodegas para su almacenamiento, no obstante el estímulo que significan los precios altos en época de escasez.

El excedente producido en el período de cosecha tiene sólo dos alternativas de utilización: su conservación como fruta fresca o su transformación industrial, de otra manera se pierde.

Parece ser que la mayor proporción de la fruta se concentra

tra en el Distrito Federal, donde los precios son más bajos que en algunas ciudades cercanas a las zonas productoras.

Las ciudades del norte, así como algunas intermedias entre la capital y los centros productores podrían representar una buena posibilidad para aumentar el consumo de esta fruta.

Sin embargo, esto sólo funcionará como un paliativo al problema y no como solución del mismo, por lo menos a corto plazo.

Por otra parte, un precio cada vez menor al productor -- significa la posibilidad de precios menores al consumidor, por lo que debe revisarse el sistema de comercialización, a fin de conocer las causas que impiden la realización de esta posibilidad.

DERIVADOS INDUSTRIALES

El limón mexicano es una especie frutícola que por sus componentes químicos es susceptible a industrializarse integralmente.

Muchos de estos productos se obtienen actualmente en forma sintética, o a partir de otro producto diferente del limón mexicano, tales productos son los siguientes:

- Aceite esencial destilado.
- Aceite esencial centrifugado.
- Aceite esencial desterpenado.
- Terpenos.
- Estearoterpenos.
- Pectinas.
- Jugo simple o natural (pasteurizado y/o congelado).
- Jugo concentrado (pasteurizado y/o congelado).
- Jugo en polvo.
- Citrato de sodio.
- Acido cítrico.
- Forrajes (cáscara fresca, seca, molida).

Uso de estos productos.-

Los tres tipos de aceite esencial (destilado, centrifugado, desterpenado) se utilizan como materia prima para la obtención de diversos productos que a su vez se utilizan en la elaboración de otros.

Utilización de los derivados de aceite de limón en los Estados Unidos de Norte America.

Bebidas no alcohólicas.

Galletas.

Pastelería.

Extractos aromáticos.

Perfumes y cosméticos.

Farmacia.

Otros de menor importancia.

Los terpenos y los esteroaterpenos se utilizan como solventes en la elaboración de pinturas y barnices.

Las pectinas, que se obtienen de la cáscara del limón, se utilizan en la elaboración de jaleas, mermeladas y gelatinas, por tener propiedad gelificante.

El jugo en todos sus tipos se utiliza en la alimentación humana, ya sea en forma directa o en la elaboración de refrescos.

Del jugo cocido resultante de la destilación del aceite esencial, puede obtenerse ácido cítrico. Este producto se emplea para preparar bebidas efervescentes, para aumentar la acidez de vinos, en la industria textil, en la industria farmacéutica, en la elaboración de mermeladas y jaleas, etc.

La cáscara resultante de la separación del aceite y jugo del fruto, puede utilizarse para la obtención de pectinas y como forraje, ya sea fresco, seco o molido, para el ganado.

(Ref. 2, 27)

CARACTERISTICAS Y DENOMINACIONES DEL JUGO.

Este producto se obtiene por prensado de la parte pulposa de los cítricos. Por su compleja composición es de considerarse un alimento líquido de elevado valor biológico. - Agua, azúcares, ácidos orgánicos, sales minerales, aminoácidos, vitaminas, pigmentos, enzimas y sustancias pécticas son los constituyentes más importantes del jugo de los cítricos. No es, sin embargo, la cantidad de cada una de estas sustancias, determinante del aspecto dietético del jugo, sino su estado particular y el equilibrio biológico en el cual se encuentran, lo que confiere al jugo sus propiedades nutritivas, que son sensiblemente superiores a aquéllas que se podrían deducir de la suma de cada uno de los componentes.

Los jugos más utilizados como alimento líquido son aquellos de naranja y de toronja, mientras el jugo de limón, - por el alto contenido de ácido cítrico, es utilizado para la preparación de bebidas.

Los procesos de elaboración tienden a conservar íntegras, lo más posible, las características nutritivas y organolépticas de los productos.

Los jugos naturales se presentan en latas o botellas para el consumo directo, o concentrados y entregados a in --

dustrias de reelaboración para la preparación de bebidas.

En relación a las características físicas de los jugos, éstos se clasifican en:

Jugo Fresco.-

Jugo obtenido por extracción del fruto y sin someterlo a ningún tratamiento físico o químico.

Jugo Pasteurizado.-

Jugo sometido a tratamiento térmico para la destrucción de la carga microbiana y enzimática, esto mantiene la turbiedad característica del jugo natural.

Jugo Clarificado.-

Jugo que ha perdido el aspecto turbio característico -- por la acción ejercida por la pectinesterasa sobre las moléculas pécticas.

Jugo Pulposo.-

Jugo que contiene en suspensión una cierta cantidad de pulpa.

Jugo Concentrado.-

Jugo que por concentración al vacío o con otro sistema apropiado ha perdido una parte de agua. El grado de concentración se indica con los símbolos 4:1, 5:1, etc., -- que representan la reducción en peso del concentrado con

respecto al jugo de partida y del cual se puede recabar cuántos volúmenes de agua es necesario agregar para llevar el jugo concentrado a las características del jugo natural, por ejemplo: a una parte del jugo concentrado 5:1, se deben agregar cuatro partes de agua para obtener el jugo natural. La concentración se expresa también de manera más correcta, en grados Brix.

(Ref. 12,27)

CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DEL JUGO DE LIMON MEXICANO.

El limón es como todos los frutos y vegetales, susceptible de variaciones en el porcentaje de cada uno de sus componentes, debido a la influencia que tiene la tierra donde fue cultivado y condiciones climatológicas durante su crecimiento.

Al ser sometido el limón a un proceso, al igual que otros frutos, modifica el valor nutritivo de sus productos, ya sea aumentándolo o disminuyéndolo. (Cuadro No. 7).

La mayoría de los artículos dedicados al valor nutritivo de los cítricos, en general hacen resaltar una riqueza relativa en vitamina C, debido a que es un compuesto fácil de dosificar y bien conocido después de los primeros trabajos sobre el escorbuto. A principio de la década de los 70's el ácido ascórbico fue algo olvidado y puesta en su lugar la vitamina P, flavonas y bioflavonoides, que muestran un efecto protector interesante sobre el ácido ascórbico natural. Dicha vitamina está presente en forma más abundante en los cítricos que en los otros frutos.

Es evidente que el limón tiene la ventaja de tener un sabor característico por el cual es buscado instintivamente por el consumidor; ya sea en helados, bebidas refrescantes o dulces. La vulgarización de este sabor, su imita-

ción por sabores artificiales representa ciertamente un riesgo comercial, que seguirá en aumento, mientras que - el consumidor no reaccione y vuelva a recordar que hay limón fresco de buena calidad, con el cual puede preparar bebidas refrescantes o en su defecto productos elaborados que contengan limón natural procesado, rechazando productos no naturales y por ende no nutritivos si es que no están complementados.

(Ref. 6,25)

CUADRO No. 7

COMPOSICION DEL JUGO DE LIMON MEXICANO (por 100 g)
(B.K. WATT ET MERRIL, USDA ,ARS, N.8, DEC. 1963)

| | JUGO FRESCO | JUGO CONSERVADO SIN AZUCAR |
|---------------------------|-------------|-------------------------------|
| % HUMEDAD | 90.3 | 90.3 |
| VALOR CALORIFICO (cal) | 26.0 | 26.0 |
| PROTEINAS (g) | 0.3 | 0.3 |
| LIPIDOS (g) | 0.1 | 0.1 |
| HIDRATOS DE C TOTALES (g) | 9.0 | 9.0 |
| CELULOSA (g) | trazas | trazas |
| CENIZAS (g) | 0.3 | 0.3 |
| Ca (mg) | 9.0 | 9.0 |
| P (mg) | 11.0 | 11.0 |
| Fe (mg) | 0.2 | 0.2 |
| Na (mg) | 1.0 | 1.0 |
| K (mg) | 104.0 | 104.0 |
| VIT. A (U. I.) | 10.0 | 10.0 |
| VIT. B1 (mg) | 0.02 | 0.02 |
| VIT. B2 (mg) | 0.01 | 0.01 |
| NIACINA (mg) | 0.1 | 0.1 |
| VIT. C | 12.0 | 21.0 |

Ref. 25

EXPORTACION DEL JUGO DE LIMON MEXICANO

El crecimiento que experimentaron las exportaciones que realizó nuestro país al Reino Unido en el período de 1963 a 1966, en el cual de 960 litros comprados pasó a más de 3 millones de litros, se debió a una catástrofe ocurrida en las plantaciones de sus proveedores habituales. Pero al recuperarse dichos proveedores desplazaron a México de ese mercado, puesto que casi todos son miembros del Comonwealth, y por tal motivo tienen tasas impositivas mucho más favorables que México, la recuperación del mercado del Reino Unido está sujeta a lograr una reducción substancial de los impuestos establecidos en este país para la importación de jugo de limón de origen mexicano; el nivel de las exportaciones mexicanas que están determinadas por las compras realizadas por el Reino Unido se estimó en cero para 1970.

Respecto al mercado habitual, las compras por los Estados Unidos de Norteamérica de jugo de limón presentan una tendencia claramente decreciente, habiendo pasado de más de medio millón de litros comprados en 1963 a menos de 100,000 litros en 1970. Esto se debe a la creciente producción de limón de los Estados Unidos de Norteamérica.

Una buena posibilidad para mantener este rubro de exportación puede consistir en buscar un mayor grado de elabora-

ción del producto (por ejemplo deshidratación) a fin de reducir los costos de envase y transporte que en la actualidad, al parecer, hace menos competitivo el precio al que se puede vender en los mercados externos.

Por otra parte, el carácter estacional de las cantidades de jugo exportadas, tiene su máximo en los meses de agosto y septiembre, y la periodicidad de los precios de exportación que registran los precios más altos en los meses de octubre, marzo y principalmente junio, señalan la posibilidad de incrementar los ingresos si se logra una mayor venta en estos meses.

Los datos que se mencionan se encuentran señalados en la bibliografía. (2).

CAPITULO II

INDUSTRIALIZACION
DEL JUGO DE LIMON MEXICANO

DESCRIPCION DEL PROCESO.

Este proceso corresponde al realizado por el Fideicomiso del Limón en sus instalaciones localizadas en Tecomán, - Colima; las cuales por el tamaño y productividad del estado, tienen una ubicación inmejorable. En la elección - de esta fábrica, también se tomó en cuenta la diversificación de procesos que maneja y la disponibilidad de acceso a éstos.

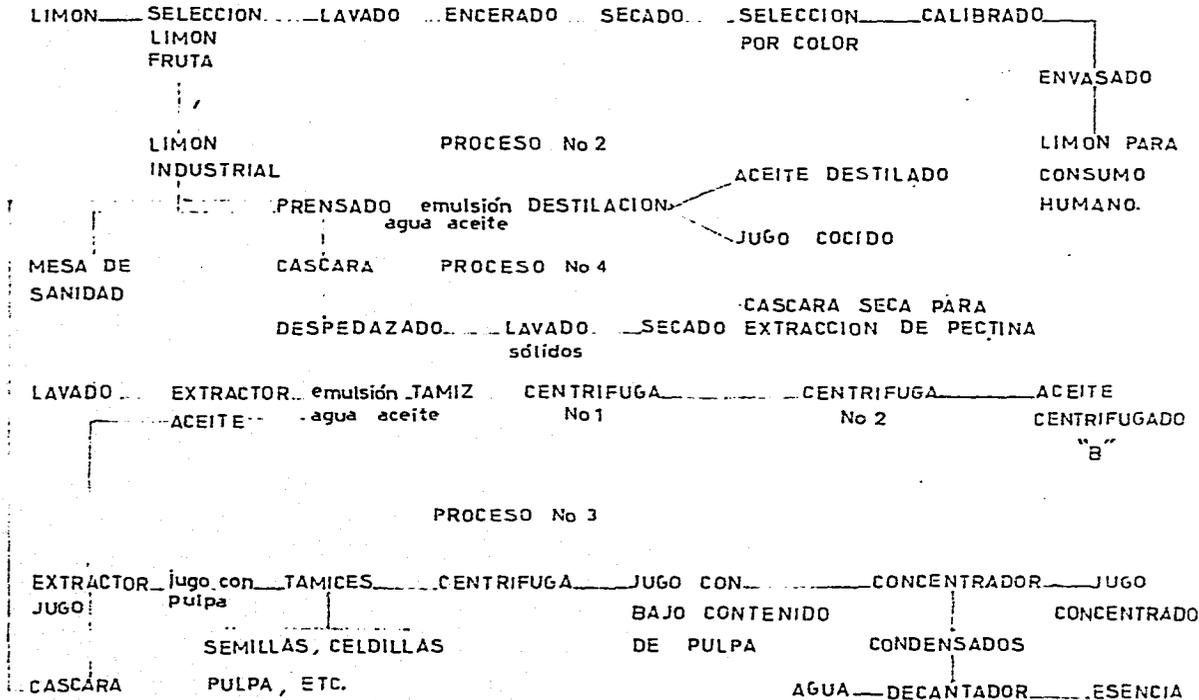
Otra nota de interés en la descripción del proceso de -- elaboración del jugo de limón es la estrecha relación -- que éste tiene, con respecto a la línea de extracción -- del aceite de limón; siendo ésta la razón por la cual se mencionarán puntos importantes en la obtención de ambos.

RECEPCION.-

Los frutos arriban al establecimiento generalmente en ca mión, en donde están cargados a granel. Algunas veces se les transporta en sacos o cajas, pero este sistema involucra gran cantidad de mano de obra requerida durante la operación de descarga. Los frutos recibidos se pasan por una banda de selección para separar por tamaños el li- - món, para consumo humano y el limón destinado a la industrialización, separando a la vez el fruto dañado o de un grado de madurez tal, que no resista el periodo de alma--

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA INDUSTRIALIZACION DEL LIMON MEXICANO.

PROCESO No 1.



cenaje y venta del limón tratado. Una vez hecha esta operación, los frutos se almacenan en silos de madera subdivididos en compartimientos. Los silos son asignados a un operador, el cual bajo instrucciones del laboratorio, expide los frutos de los diversos compartimientos en el momento de la elaboración según el producto que se desea obtener.

SELECCION Y LAVADO.-

Los frutos que salen del silo son sometidos a una cuidadosa selección para eliminar aquéllos inadecuados para el proceso por estar dañados, inmaduros o alterados de algún modo. De aquí los frutos son enviados al lavado y al cepillado para eliminar cualquiertraza de suciedad de eventuales plagicidas, etc. Los cepillos son blandos para evitar la ruptura de las celdillas de aceite esencial. Si las condiciones de los frutos lo imponen, al agua de lavado se le puede agregar un detergente o un germicida.

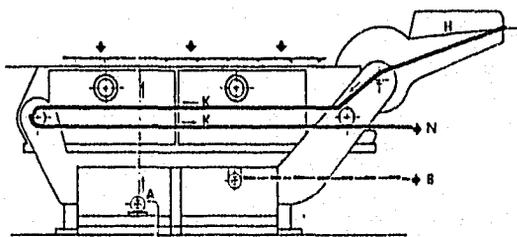
EXTRACCION DEL JUGO Y DEL ACEITE.-

Los procedimientos de extracción del jugo y del aceite son diferentes en relación al sistema adoptado en cada planta industrial, si bien substancialmente han permanecido invariables los principios sobre los cuales se ba--

san.

De hecho, es posible extraer primero el aceite esencial y después el jugo o viceversa, o llevar a cabo las dos operaciones al mismo tiempo. Cada uno de los tres sistemas de elaboración y en general, la selección se hace en base a las convicciones personales sobre la eficiencia - de las diversas máquinas, al rendimiento y a la calidad de los productos terminados obtenibles, pero también está ligada a la cantidad de fruta procesada y al grado de automatización que se quiere dar a la planta, los siguientes diagramas ilustran los sistemas empleados para la extracción del aceite esencial y el jugo y la sucesión de las diferentes operaciones.

FIG. 3



Sfumatrice MF: esquema de funcionamiento.

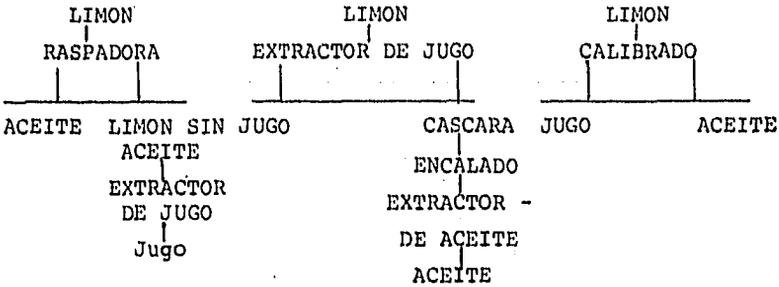
- H= Tolva de alimentación.
- K= Puntas vibrantes.
- A= Agua de circulación.
- B= Salida de la emulsión.
- N= Descarga de frutos.

Ref. 27

Extracción del aceite seguida por la extracción del jugo.

Extracción del jugo seguida por la extracción del aceite

Extracción simultánea de jugo y aceite.



En las instalaciones localizadas en Tecomán, Colima se utiliza actualmente el primer sistema ilustrado.

Extracción del aceite.-

La máquina consiste en una estructura en cuya base se encuentran los rodillos de sección poligonal revestidos de lámina de acero inoxidable perforada como raspador, con las puntas abrasivas hacia el exterior. Los frutos avanzan a lo largo de los rodillos, al mismo tiempo que una lluvia de agua es rociada por boquillas adecuadas que permiten el arrastre del aceite de limón bajo la forma de emulsión conteniendo detritos en suspensión, éstos se eliminan haciendo pasar la emulsión a través de tamices adecuados, la esencia se separa después por centrifugación.

Extracción del jugo.-

Los limones una vez desaceitados pasan automáticamente a la

sección de extracción del jugo, en donde son cortados por cuchillos adecuados en dos mitades. Las mitades son entonces recogidas por la sección móvil de la máquina, constituidas por rodillos de perfil apropiado y prensadas contra una lámina perforada fija de acero inoxidable, la distancia entre estos dos órganos de la máquina se reduce -- progresivamente hasta la descarga de las cáscaras, recogiendo el jugo en un canal de acero inoxidable. Esta máquina no requiere calibración preliminar de los frutos, trabaja prácticamente sin el empleo de la mano de obra.

Otros sistemas de extracción de jugos.-

Explicado en términos simplistas, la extracción del jugo, consiste en romper las celdas en las cuales se encuentra, de manera de liberar el contenido. El mayor número de aparatos contruidos operan sobre el fruto cortado a la mitad; la extracción del jugo se realiza por medio de bulbos adecuados introducidos en los medios frutos, que presando y, eventualmente, girando provocan la salida del jugo de las celdas que lo contienen.

Un principio completamente diferente, por el contrario, es el adoptado en los extractores In-Line.

En estos aparatos el fruto entero es prensado del exterior por la acción de dos copas adecuadamente calibradas, mientras en el interior del fruto penetra un tubo perforado a través del cual pasa el jugo exprimido por las copas, el que es enviado a los procesos siguientes.

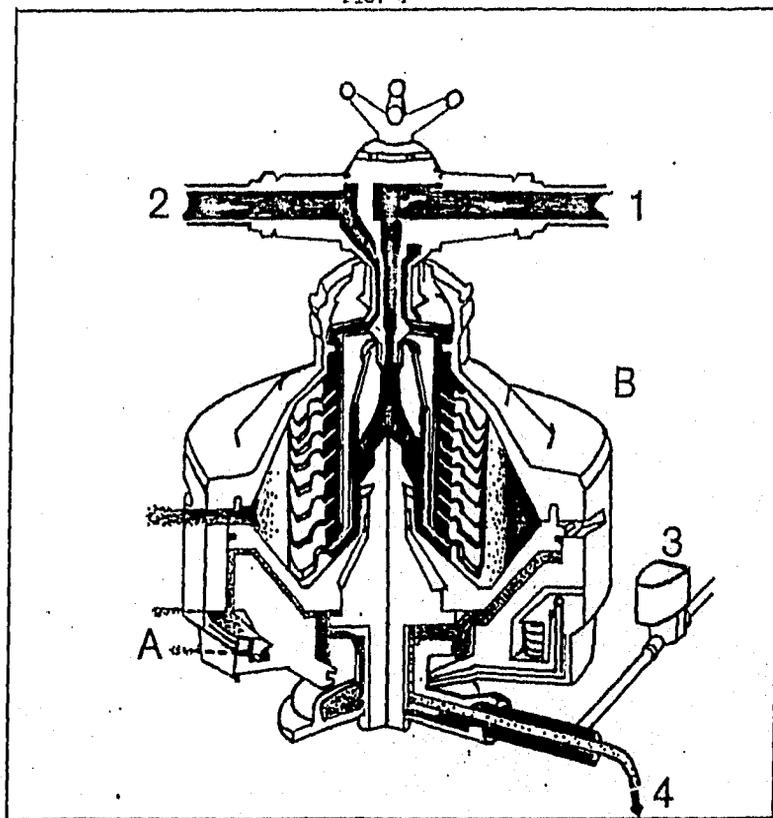
Un tercer sistema, mucho menos racional y usado por fábricas de modesta capacidad, opera sobre los medios frutos privados mecánicamente de la cáscara. Estos medios frutos se trituran burdamente con cuchillos y, después son golpeados con fuerza por dos palas rotatorias, contra la pared interna de un tamiz cilíndrico horizontal; a esta máquina se le llama "Passatrice".

Con las operaciones de extracción pasan al jugo fragmentos de albedo, membranas y de celdillas que es necesario eliminar para mejorar el aspecto del jugo y evitar causas de degradación como será explicado más adelante. Una separación preliminar de los fragmentos sólidos más grandes se realizan en los mismos extractores, gracias a dispositivos particulares de los que están provistos, la separación completa de las partículas sólidas se obtiene haciendo pasar el jugo a través de los llamados refinadores, constituidos por cedazos con perforaciones muy pequeñas, para una eliminación de pulpa más grande es necesario recurrir a los separadores centrifugos, que permiten obtener jugos con un contenido de pulpa de alrededor de -

1%, mientras que con los refinadores sólo se puede obtener un jugo con un contenido final de pulpa de 4 a 5%.

Un tipo de centrífuga apta para esta finalidad se ilustra a continuación:

FIG. 4



Separador centrífugo: Sección del tambor autolimpiador.
(Alfa Laval - Milán)

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| A = tambor abierto | B = tambor en funciones |
| 1 = alimentación | 3 = válvula |
| 2 = salida de líquido clarificado | 4 = descarga |

Este tipo de centrifuga permite realizar tres funciones simultáneamente:

- de centrifuga propiamente dicha.
- de filtro, gracias a una red filtrante adecuada.
- de medio arrastre, dado que el transportador arrastra y descarga de modo continuo los sólidos retenidos por la red filtrante.

Lavado de la pulpa para la recuperación del jugo.-

El procedimiento consiste en recuperar los sólidos solubles de la pulpa provenientes de la refinadora, mediante agitación de ésta con una cantidad adecuada de agua y en proceder, después, a la separación de la pulpa residual por un prensado ligero. La cantidad de agua a adicionar para tener la recuperación óptima está en relación del sistema adoptado. Generalmente se agrega a la pulpa una cantidad igual de agua y, después de la mezcla apropiada, la masa se pasa a través de un grupo de tamices montados en serie, en contracorriente con el agua de lavado.

Cuando la capacidad de elaboración de las plantas no justifica la instalación de una línea para el lavado de la pulpa, es posible recuperar buena parte del jugo en ella contenido, gracias al empleo de aparatos centrifugos particulares construidos por varias firmas con detalles diferentes, pero con características similares. Estos apa-

ratos permiten la separación continua de sólidos de los líquidos mediante la acción de una elevada fuerza centrífuga (Figura No. 5).

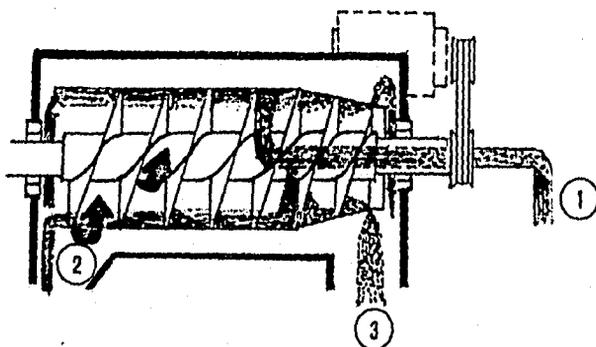


Figura No. 5 . Super D-Canter (Sharples-Milán): Esquema de funcionamiento.

1 = entrada producto

2 = descarga líquido

3 = descarga sólidos

Ref. 27

DEAERACION.-

El fin de este tratamiento es el de eliminar el aire -- eventualmente mezclado al jugo durante las diferentes -- operaciones de preparación.

De hecho, el aire, o mejor dicho el oxígeno en él contenido, es un factor determinante en destrucción del ácido ascórbico y en otros procesos de oxidación que pueden -- llevarse a cabo en el jugo. Para esta operación se em- -- plean aparatos en los cuales se aprovecha la acción del vacío y del calor.

Con el perfeccionamiento de muchos equipos la cantidad de aire presente en los jugos no es tan alta como hace -- tiempo, además no se tienen datos seguros acerca de la -- cantidad de oxígeno que permanece disuelto en el produc- -- to después de la deaeración y, también ha sido observado que las pequeñas cantidades de aire son eliminadas rápi- -- damente en el curso de las operaciones de eliminación -- de aceite, enlatado en caliente o concentración. Estas -- consideraciones inducen a muchos técnicos a considerar -- superada la deaeración de los jugos, como se cree suce- -- dió en el diseño de esta planta en estudio, en cuyo caso no se presenta esta operación.

DESACEITADO.-

Para mantener con el tiempo características organolépti-

cas aceptables, el jugo, sobre todo el preparado en con--
fecciones listas para el consumo no debe sobrepasar un --
cierto contenido de aceite esencial (0.01 - 0.03 %). Can--
tidades superiores pueden ser la causa de sensibles alte--
raciones del aroma y del sabor durante el almacenamiento,
sobre todo si la temperatura no es lo suficientemente baja.

Los aparatos usados como desaceitadores son, esencialmen--
te, pequeños evaporadores en los cuales el jugo, calenta--
do a cerca de 50°C, entra a una cámara de expansión bajo
la forma de fina lluvia, los vapores que se separan arras--
tran las trazas de aceite. Los vapores se condensan y, del
líquido obtenido, se puede separar el aceite, pero aún con
aroma, puede ser agregada al jugo ya sea para regresarlo--
a los °Ex iniciales, o bien, para reintegrarle una parte--
del aroma que el desaceitado ha eliminado.

En el diagrama de flujo no se encuentra incluido el desa--
ceitado ya que está involucrado dentro de la operación de
concentración por evaporación.

PASTEURIZACION.-

La pasteurización tiene la función de destruir la carga--
microbiana y enzimática de los jugos. Con la destrucción
de los microorganismos y el sucesivo envasado en recipien--
tes herméticos, el jugo no está ya sujeto a fenómenos de--
alteración, mientras que con la destrucción de enzimas termo

lábiles y, sobre todo de la pectinesterasa, éste mantiene con el tiempo la turbiedad característica. Esta destrucción está condicionada por la temperatura y por la duración del calentamiento, así como por el pH del jugo.

Profundos estudios e investigaciones han demostrado que es más conveniente, también para fines de preservación de aroma, tratar el jugo de cítricos por breve tiempo a temperatura elevada, más bien que a temperatura más baja pero por tiempo prolongado; es por esto que el sistema de pasteurización más utilizado es el H.T.-S.T. (Alta temperatura-corto tiempo).

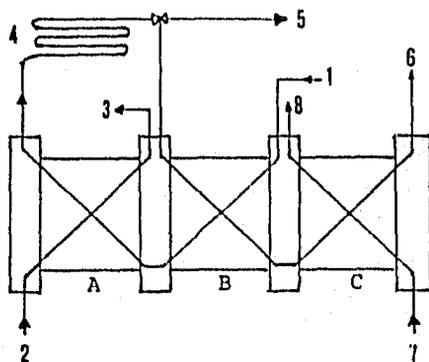
La pasteurización se realiza como un proceso de intercambio térmico entre dos fluidos, uno de los cuales, en nuestro caso es el jugo de limón y el otro un medio de calentamiento que puede ser vapor o agua caliente. En este proceso se cuenta con un intercambiador de placas, -- siendo sus principales características las siguientes:

- Elevado coeficiente de transferencia térmica y rapidez de calentamiento del jugo, que corre en capas muy delgadas.
- Turbulencia continua en el flujo de los fluidos, gracias al perfil de las placas que hace recorrer a los líquidos un camino sinuoso.

- Posibilidad de variación rápida de la capacidad del -- aparato por adición o reducción del número de placas.
- Exigencia modesta de espacio para las instalaciones.
- Posibilidad de reunir en la primera unidad las secciones de precalentamiento, calentamiento y enfriamiento.
- Facilidad de inspección y limpieza de placas.

FIG. 6
ESQUEMA DEL PASTEURIZADOR DE PLACAS DE TRES ETAPAS.

A = Etapa de calentamiento B = Etapa de recuperación de calor
C = Etapa de enfriamiento



- 1=Entrada de jugo. 5= Salida de jugo caliente.
2=Entrada de agua caliente 6= Salida de jugo frío.
3=Salida de agua caliente 7= Entrega de agua de enfriamiento
4=Tubo de sostenimiento para jugo. 8= Salida de agua de enfriamiento.

A fin de que el jugo pueda permanecer a la temperatura -- apropiada por el tiempo necesario, se le hace pasar, a la salida del grupo de placas, a través de un tubo de acero de sección y largo adecuados (tubo de sostenimiento). Si el jugo/pasteurizado está destinado al enlatado directo, se le envía, aún caliente al grupo dosificador engargolador, mientras que si va a ser concentrado o almacenado en recipientes no herméticos, se realiza en el mismo pasteurizador, la recuperación de calor y el enfriamiento definitivo del producto. En este caso el jugo es enviado, del tubo de sostenimiento, a otro conjunto de placas en las cuales se realiza un intercambio de calor entre el jugo caliente y el jugo a tratar, que llega así, a la fase de calentamiento a una temperatura sensiblemente más alta -- respecto a la ambiente.

CONCENTRACION. -

La concentración presenta múltiples ventajas: disminu- -- ción de peso y volumen; menores costos por manejo, almacenamiento y transporte con respecto a la cantidad correspondiente de jugo natural, así como la posibilidad de satisfacer los requerimientos del mercado todo el año. La - concentración se efectúa, generalmente en aparatos que -- operan al vacío y emplean vapor como medio de calentamiento. Generalmente se prefiere alimentar el concentrador -- con jugo pasteurizado, para eliminar las causas de altera

ción por desarrollo de microorganismos, que sería favorecido por las temperaturas de concentración aplicadas. La tendencia actual, en la concentración de jugos cítricos, es la de operar en el tiempo más breve, aunque si para obtenerlo es necesario recurrir a un aumento de la temperatura de evaporización.

En la planta en estudio se tiene un concentrador de tres efectos que opera con varias fases de calentamiento y de concentración para alcanzar la capacidad de evaporización óptima con el máximo ahorro de vapor de agua de condensación. Este concentrador opera sobre el principio -- del calentamiento en haces de tubos y del triple efecto.

Mediante una bomba dosificadora, el jugo se envía a la parte superior del haz de tubos, para escurrir a lo largo de éstos calentándose hasta llegar a la cámara de expansión, en donde se libera de una parte del agua. El jugo parcialmente concentrado se envía, mediante una bomba, al segundo haz de tubos, en donde se calienta con los vapores del primer efecto. Se vuelve a repetir la misma operación y el jugo aún más concentrado, se envía al tercer haz de tubos en donde se calienta con vapor de la caldera. A la salida de esta fase, el jugo pasa a una cámara con un vacío más elevado con respecto al que se tiene en el resto del concentrador, en donde se enfría --

rápida^{mente} a 13°C (Flash Cooler).

Los vapores del tercer efecto se aspiran y condensan en una columna barométrica. El aparato es continuo, y el jugo, con excepción del breve tiempo inicial para el equilibrio de las operaciones, no recircula en el mismo haz de tubos. Un sistema de automatización y controles asegura el buen funcionamiento del aparato.

OTROS SISTEMAS DE CONCENTRACION DE JUGOS.-

Basados en el mismo principio que el concentrador anteriormente descrito, están los concentrados de: simple efecto, doble efecto, y el T.A.S.T.E. (con siete fases de concentración y cinco de calentamiento).

El evaporador Centri-Therm funciona a base de fuerza centrífuga y vapor; la fuerza centrífuga destruye el jugo en una capa fina sobre las superficies calientes, dado el muy reducido espesor de la película de jugo, la resistencia que éste ofrece al paso del calor es muy pequeña. El jugo ya concentrado se envía a una cámara de recolección circular, mientras que los vapores se envían a un condensador, para ser eliminados ya como concentrado por acción de la fuerza centrífuga. Otro concentrador basado en el mismo funcionamiento que el anterior es el concentrador Ultra-rápido Luwa.

Por último se describirá brevemente la base del funcionamiento del evaporador de placas APV. Se trata de un evaporador al vacío, en el cual el jugo se somete a una alta temperatura por breve tiempo; pudiendo llegar de una concentración inicial de 10° Brix a los 65 ° Brix finales en 60-70 segundos. Proyectado para una concentración de película ascendente y descendente, el evaporador está constituido por una serie de placas que, similares a las de un intercambiador de calor, están construidas de manera de suministrar un determinado flujo de vapores y de producto.

CONGELACION.-

El proceso consiste en ya una vez concentrado el jugo -- pasteurizado (llevado generalmente a 40 °Brix), enfriar rápidamente y diluirlo con jugo natural no pasteurizado hasta alcanzar una concentración final de 28-30°C Brix, y finalmente congelar rápidamente el producto ya confeccionado. La adición de jugo natural permite reintegrar -- gran parte de los aromas perdidos durante la concentración; más por no estar pasteurizado es necesario impedir, de otro modo, los fenómenos de hidrólisis enzimática y de alteración microbiológica que pudieran llevarse a cabo. Es to se obtiene congelando el producto terminado lo más rápidamente posible y teniéndolo almacenado, hasta el momento de usarlo, a una temperatura no superior de -18 °C.

Para un enfriamiento rápido se utiliza un enfriador continuo tipo Votátor. Se trata de un intercambiador de calor continuo que opera en ausencia de aire y que está constituido, en sus partes fundamentales, por tres tubos coaxiales con un árbol giratorio.

El producto por enfriar entra por un extremo y sale por la parte opuesta del aparato, después de haber atravesado el estrecho espacio anular formado por la pared interna del tubo de menor diámetro y el árbol giratorio, que está provisto de hojas raspadoras. Al exterior del tubo circula en contracorriente, el medio refrigerante.

Una vez que el producto está frío, se envasa ya sea en latas de tamaño pequeño para el consumo directo o en bolsas de cloruro de polivinilo, si está destinado a la industria de la transformación, como ocurre en la planta en estudio; dichas bolsas tienen una capacidad de 50 litros -- por lo que para su mejor manejo se introducen en tambores de igual capacidad. Ya envasado el producto se congela rápidamente en un túnel adecuado de corriente de aire frío (alrededor de $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$), almacenándose posteriormente en cámaras a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En el caso de bolsas de material plástico de menor capacidad, es posible utilizar para la congelación rápida en vez del túnel, el llamado congelador de placas. Este tipo

de congelador permite obtener productos compactos y uniformes con un alto rendimiento gracias a las placas dobles de contacto que comprimen el producto asegurando -- una congelación rápida.

ENVASADO.-

El jugo de limón ya sea natural o concentrado puede ser conservado en recipientes no herméticos o herméticos. -- Mientras que en el segundo caso por la hermeticidad de los recipientes el jugo no tiene necesidad de preservativos, en el caso de recipientes no herméticos es necesaria la adición de tales sustancias para mantener, con el tiempo, las condiciones de esterilidad. Los preservativos más frecuentemente usados son: el anhídrido sulfuroso, que puede emplearse en estado gaseoso o bien bajo la forma de sales del ácido sulfuroso, como el metabisulfito de potasio y el bisulfito de sodio; el ácido benzóico generalmente empleado bajo la forma de sal sódica, -- más soluble, el ácido sórbico, empleado comunmente como sorbato de potasio.

RECIPIENTES NO HERMETICOS.-

Se han adoptado recipientes de material plástico (cloruro de polivinilo) y tambores metálicos. Estos últimos deben estar revestidos interiormente con una capa de material plástico o cuando menos contener dos bolsas de PVC, para evitar el contacto directo entre el jugo y el me--

tal. Este tipo de envasado es el que se utiliza en la ---
planta de Tecomán.

RECIPIENTES HERMETICOS.-

Se utilizan, ya sea para los productos destinados al consumo directo, o bien, para los productos destinados a las industrias de transformación. Para el primer caso, el recipiente puede estar constituido por botellas de vidrio - o por latas metálicas, mientras que para los productos -- destinados a las industrias de transformación, el único - tipo de recipiente hermético está constituido por latas - de lámina estañada. La selección del tipo de lata representa un problema complejo que requiere un profundo conocimiento de los tipos y calidades de lámina estañada y de los barnices protectores empleados. Así tenemos, que para jugo de limón natural, las latas deben ser fabricadas de lámina estañada a la cual se le ha dado una doble mano de barniz, y también, deben barnizarse toda la cara interna correspondiente al engargolado longitudinal; mientras que las latas destinadas a contener jugo de limón concentrado es preferible que estén sin barniz y con un fuerte recubrimiento de estaño. (26).

El llenado de las latas se efectúa en caliente, (la temperatura óptima para el jugo de limón es alrededor de 80°C), generalmente con dosificadoras automáticas sincronizadas, en la velocidad , con la capacidad - - - - -

de producción de la engargoladora. Antes de llegar a la dosificadora-engargoladora, las latas pasan por un túnel corto en donde se les somete a esterilización con chorros de vapor. Las engargoladoras deben estar dotadas de un dispositivo que inyecte vapor en la lata en el mismo instante en que la tapa está por ser engargolada, ya que las trazas de aire contenidas en el "espacio de cabeza" de las latas pueden a la larga provocar fenómenos de oxidación y encafecimiento del jugo. El enfriamiento de las latas es una operación muy importante, ya que de su eficiencia depende, en buena parte, la calidad del producto terminado. Las latas apenas llenas con jugo caliente y engargoladas, después de haber recorrido un breve trecho de cabeza o girando sobre su eje, de manera de esterilizar la tapa, entran en un túnel en donde unos chorros de agua permiten un enfriamiento rápido, ayudado por los movimientos de rotación a que son sometidas las latas. Una vez frías, las latas se secan, cuando menos parcialmente mediante chorros de aire, se envían a la etiquetadora -- (si es necesario) y, finalmente, se colocan en cartones utilizando máquinas semiautomáticas o automáticas. Por último otras máquinas permiten el embalaje automático y el marcado de los cartones.

PUNTOS DE CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO.

Es importante que cada planta elaboradora de productos alimenticios cuente con un sistema de detección de daños, errores y problemas comunmente presentes en la línea de producción, cuya previsión evitaría consecuentes pérdidas de producto y una calidad afectada.

Este programa consiste en contar con un diagrama de flujo del proceso en el cual se encuentran señalados los puntos críticos del mismo, sirviendo ésto para recopilar objetivamente los factores involucrados que lleven a un control total programado del sistema.

PUNTOS DE CONTROL.-

- 1.- Selección por tamaño, grado de madurez y daño.
- 2.- Eliminación de frutos dañados e inadecuados para el proceso; con picaduras de insectos, muy maduros y podridos.
- 3.- Control de concentración del detergente o germicida en el agua de lavado (10 ppm).
- 4.- Inspección de una eficiente extracción de aceite.
- 5.- Determinación de densidad, ° Brix, % de acidez y pH.
- 6.- Determinación de densidad, ° Brix, % de acidez, pH, % de pulpa. Inspección de una correcta acción de conservadores.
- 7.- Control del registro de temperaturas de pasteuriza-

ción y enfriamiento (75-78 °C/40 seg a 30 °C).

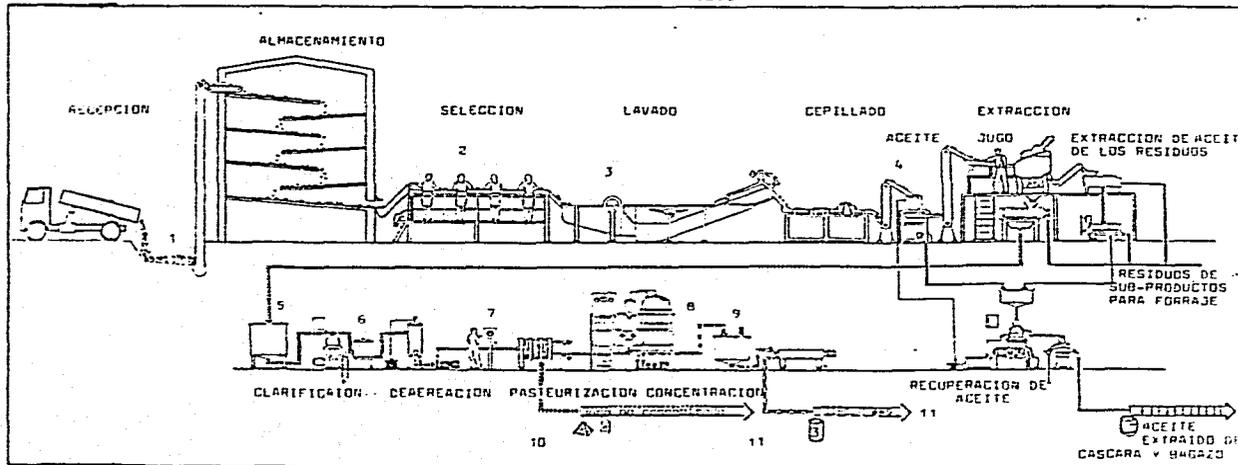
8.- Control de registros de temperaturas de calentamiento y enfriamiento, de presión de vacío, etc.

9 y 10.-

Determinación de densidad, ° Brix, % de acidez, pH, - vitamina C, turbiedad o índice de pasteurización; y - análisis microbiológico (hongos, levaduras, cuenta total, coliformes).

11.- Pruebas de liberación del producto terminado.

FIG. 7
 DIAGRAMA DE FLUJO GRAFICO DE INDUSTRIALIZACION DEL LIMON MEXICANO



Ref 25

COMPOSICION DEL LIMON MEXICANO.

En México no se cuenta con una norma establecida de la -- composición del jugo de limón mexicano, que se pudiera -- utilizar en este trabajo como referencia en el control de factores de calidad. Por tal motivo se procedió a reali-- zar un análisis de los parámetros característicos del lí-- món mexicano.

Para contar con una muestra representativa del limón mexi-- cano, se programó la recolección de muestras durante la -- temporada de máxima producción (mayo- septiembre).

La primer muestra se tomó en la primera semana del mes de mayo, y las sucesivas cada 14 días hasta completar los 5- meses señalados.

Cada muestra constó de 40 limones, que a su vez se divi-- dieron en dos lotes para realizarles análisis por duplica-- do.

Para la recolección de muestras se recurrió a centros de-- abastecimiento a granel, localizados en el Distrito Fede-- ral como son:

Mercado de la Merced.

Mercado de Jamaica.

En la preparación de las muestras de jugo, se procedió a-- tratar los frutos en forma similar al proceso industrial-- para posteriormente determinárseles los siguientes análi--

| sis: | unidades |
|----------------------------------|--|
| 1.- % Jugo | g jugo/100 g fruto |
| 2.- % Bagazo | g bagazo/100 g fruto |
| 3.- °Bx | °Bx corregidos |
| 4.- Densidad Relativa | - |
| 5.- pH | - |
| 6.- % acidez | g cítrico anhidro/l jugo simple |
| 7.- Acido ascórbico | mg. ác. L-ascórbico/100ml. jugo simple |
| 8.- Azúcares Reductores directos | g/ l jugo simple |
| 9.- Índice de formol | ml NaOH 0.1N/100ml jugo simple |
| 10.- % de cenizas | g cenizas/100g jugo simple |
| 11.- % de Nitrogeno | g N ₂ /100g jugo simple |

Para la selección de los factores, se procedió a determinar inicialmente las características fisicoquímicas y nutricionales más importantes del producto; para lo cual se recurrió a los métodos analíticos comúnmente utilizados en los productos cítricos, así como a los métodos más versátiles y con mayor rapidez de aplicación en una planta industrial (ver apéndice).

Con los datos obtenidos se procedió a determinar los valores medios para cada factor, así como a establecer límites teóricos considerando la desviación típica (S) como rango tolerable, por involucrar el 68.27% de los casos comprendidos en la relación $(\bar{X} \pm S)$. Rango tomado por considerarse que puede comprender variables determinadas y no determinadas como serían:

- a) Cambios en el fruto utilizado (plagas y cambios climatológicos),

- b) Muestras recolectadas en los centros de producción
- c) Incluir una misma cosecha.
- d) Considerar el grado de maduración de la cosecha o la muestra según el caso.
- e) Error experimental en las determinaciones analíticas.
- d) Contar con un rendimiento costeable.
- e) Parámetros de estandarización de jugos.

TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES. ANALISIS DE JUGO DE LIMON MEXICANO

| FECHA | Z JUGO | Z BAGAZO | *Bx | DENSIDAD | PH | Z ACIDEZ | VITAMINA "C" | AZI- CARES | INDICE DE FORMOL | Z CENIZAS | Z NITROGENO |
|-----------|-----------|-------------|------|----------|------|-------------|-----------------|---------------|------------------------|--------------|----------------|
| Mayo 6 | 37.12 | 57.92 | 8.80 | 1.0390 | 2.08 | 7.48 | 37.34 | 0.9 | 0.90 | 0.248 | 0.070 |
| Mayo 6 | 36.70 | 58.12 | 8.60 | 1.0355 | 2.05 | 7.48 | 37.34 | 0.8 | 1.80 | 0.149 | 0.099 |
| Mayo 20 | 36.50 | 58.23 | 8.60 | 1.0349 | 2.06 | 7.30 | 38.32 | 0.74 | 1.18 | 0.369 | 0.075 |
| Mayo 20 | 38.10 | 56.84 | 8.90 | 1.0350 | 2.10 | 7.15 | 43.73 | 0.73 | 1.01 | 0.239 | 0.071 |
| JUNIO 3 | 37.92 | 57.00 | 8.60 | 1.0350 | 2.10 | 7.23 | 38.32 | 0.82 | 1.18 | 0.227 | 0.074 |
| JUNIO 3 | 44.80 | 50.18 | 8.60 | 1.0375 | 2.13 | 7.23 | 38.32 | 0.89 | 1.90 | 0.138 | 0.104 |
| JUNIO 17 | 44.70 | 50.23 | 8.50 | 1.0375 | 2.12 | 7.48 | 37.34 | 1.13 | 1.90 | 0.152 | 0.111 |
| JUNIO 17 | 45.30 | 44.63 | 8.70 | 1.0375 | 2.08 | 7.48 | 40.00 | 1.68 | 1.90 | 0.350 | 0.122 |
| JULIO 1 | 43.07 | 51.82 | 8.60 | 1.0370 | 2.10 | 7.30 | 39.60 | 1.86 | 1.70 | 0.241 | 0.101 |
| JULIO 1 | 41.58 | 53.34 | 8.80 | 1.0375 | 2.10 | 7.15 | 40.00 | 1.93 | 1.80 | 0.249 | 0.107 |
| JULIO 15 | 50.86 | 44.13 | 9.40 | 1.0350 | 2.06 | 7.30 | 37.34 | 1.46 | 2.00 | 0.257 | 0.114 |
| JULIO 15 | 50.06 | 44.53 | 9.50 | 1.0370 | 2.07 | 7.15 | 34.30 | 1.5 | 2.10 | 0.154 | 0.120 |
| JULIO 29 | 49.80 | 46.10 | 9.40 | 1.0350 | 2.23 | 6.92 | 34.40 | 2.34 | 1.80 | 0.178 | 0.098 |
| JULIO 29 | 52.59 | 43.00 | 9.60 | 1.0350 | 2.24 | 7.01 | 38.20 | 2.47 | 1.70 | 0.193 | 0.088 |
| AGOSTO 5 | 51.02 | 44.01 | 9.30 | 1.0355 | 2.30 | 6.80 | 32.10 | 2.53 | 1.80 | 0.305 | 0.093 |
| AGOSTO 5 | 47.39 | 47.72 | 9.20 | 1.0350 | 2.30 | 6.80 | 34.40 | 2.62 | 1.90 | 0.324 | 0.103 |
| AGOSTO 19 | 48.13 | 46.93 | 9.40 | 1.0355 | 2.40 | 6.80 | 32.10 | 2.09 | 1.18 | 0.299 | 0.073 |
| AGOSTO 19 | 57.10 | 38.01 | 9.20 | 1.0348 | 2.50 | 6.60 | 34.40 | 1.97 | 2.0 | 0.215 | 0.118 |
| SEPT. 2 | 55.30 | 39.80 | 9.10 | 1.0339 | 2.50 | 6.60 | 31.10 | 2.27 | 1.80 | 0.137 | 0.072 |
| SEPT. 2 | 52.10 | 42.87 | 9.40 | 1.0350 | 2.30 | 6.60 | 32.10 | 3.00 | 1.70 | 0.284 | 0.069 |

CUADRO No. 10

CARACTERISTICAS Y COMPOSICION DEL LIMON MEXICANO
(RESULTADOS EXPERIMENTALES)

| DETERMINACIONES (UNIDADES) | VALOR MEDIO (\bar{X}) * | LIMITE EXPERIMENTAL | LIMITES A $\bar{X} \pm S$ * |
|--|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| % Jugo (g jugo/100g fruto) | 46.00 | 36.50 - 57.10 | 39.71 - 52.29 |
| % Bagazo (g bagazo/100g fruto) | 48.77 | 38.01 - 58.23 | 42.52 - 55.02 |
| °Bx (°Bx corregidos) | 9.01 | 8.50 - 9.60 | 8.64 - 9.37 |
| Densidad relativa (-) | 1.0359 | 1.0339 - 1.0390 | 1.0347 - 1.0371 |
| pH (-) | 2.19 | 2.05 - 2.50 | 2.04 - 2.33 |
| % Acidez (g cítrico/1 jugo anhidro/ simple) | 7.09 | 6.60 - 7.48 | 6.79 - 7.38 |
| Ac. ascórbico (mg. ascórbico/100ml jugo) | 36 | 31 - 43 | 33 - 39 |
| Azúcares Reductores directos (g/l jugo) | 1.69 | 0.73 - 3.00 | 0.98 - 2.39 |
| Índice de formol (ml NaOH/100ml, 0.1N/ jugo) | 1.66 | 0.90 - 2.10 | 1.311 - 2.009 |
| % Cenizas (g cenizas / 100g jugo) | 0.235 | 0.137 - 0.369 | 0.166 - 0.304 |
| % Nitrógeno (g N ₂ / 100g jugo) | 0.094 | 0.069 - 0.122 | 0.07 - 0.112 |

*Cálculos en el apéndice

CAPITULO III

CONSERVACION

C O N S E R V A C I O N

A) Métodos de conservación.

B) Adición de conservadores.

C) Métodos experimentales propuestos:

Diagrama de flujo a nivel laboratorio.

Parámetros de calidad durante su conservación.

METODOS DE CONSERVACION

Se considera en forma cada vez más frecuente, que preservar el alimento de que el hombre ya dispone es más económico que producir más.

Ya se ha realizado una importante inversión para llevar el producto a la etapa de producción.

Afectar dicha inversión con subsecuentes mermas y pérdidas y luego volver a invertir a fin de reponer lo perdido es doblemente antieconómico. La cantidad invertida en la preservación de los alimentos, inmediatamente después de su producción, incluyendo su empaque apropiado, para asegurar pérdidas mínimas y retención del máximo de calidad, es de mayor beneficio a la economía que la misma inversión en la producción.

Parece simple el hecho de exprimir limones para extraer un jugo agradable y poder conservarlo, de beberlo durante todas las estaciones, y en todo el país.

Sin embargo, la conservación no es una simple inactivación de levaduras u otros microorganismos susceptibles de desarrollo en el jugo; conviene en particular, evitar las transformaciones químicas y enzimáticas que comienzan desde que el jugo es liberado de sus células.

a.1.- JUGO ENLATADO.-

Las precauciones que deben de ser tomadas para evitar la oxidación, seguida de una degradación enzimática, que ocasiona una sedimentación rápida de la pulpa en suspensión, alteraciones en sabor y color son: deareación, el tratamiento rápido a alta temperatura, y empaçado al vacío, -- que son métodos ya utilizados.

Algunas veces se recurre a una homogenización, al empleo de antioxidantes o de enzimas específicas.

El jugo pulposo es muy inestable por su composición y contenido en microorganismos, por lo que no se puede conservar y transportar en grandes cantidades, pasando directamente al llenado y estabilización en pequeños recipientes, no así el jugo clarificado y filtrado.

a.2.- JUGO REFRIGERADO.-

Para la obtención de este jugo se sigue la misma operación que para el jugo normal ligando al final una refrigeración moderada para un transporte masivo.

Después de un tratamiento térmico rápido destinado a inactivar las enzimas, el jugo es enseguida llevado a 0°C y transportado en grandes recipientes a esta temperatura -- hasta los lugares de su consumo.

Este procedimiento da muy buenos resultados si la temperatura

ra no sufre alguna elevación accidental, exigiendo una clientela segura y una excelente distribución, y naturalmente no puede realizarse más que en la época de mayor producción frutícola.

a.3.- JUGO ENVASADO ASEPTICAMENTE.-

En este proceso el jugo recibe un tratamiento térmico Flash, seguido de una refrigeración también rápida, con lo cual se conserva su frescura y de esta manera la preferencia del público. Si se establece un diagrama de temperaturas para el jugo, en los diferentes procedimientos, se observa fácilmente la ventaja de un embalaje aséptico. (Fig. No. 8).

a.4.- JUGO RECONSTITUIDO A PARTIR DE CONCENTRADOS.-

Aquí interviene una controversia, entre los países de vocación agrícola y los países industriales, estos últimos desean que no haya discriminación entre estos jugos y los definidos anteriormente, evitando aclarar al consumidor por medio de la etiqueta el producto de que se trata. En efecto, el término "reconstituido", les parece despectivo, mientras que, en ciertos casos, un reconstituido obtenido a partir de un buen concentrado es mejor que un jugo clásico industrial.

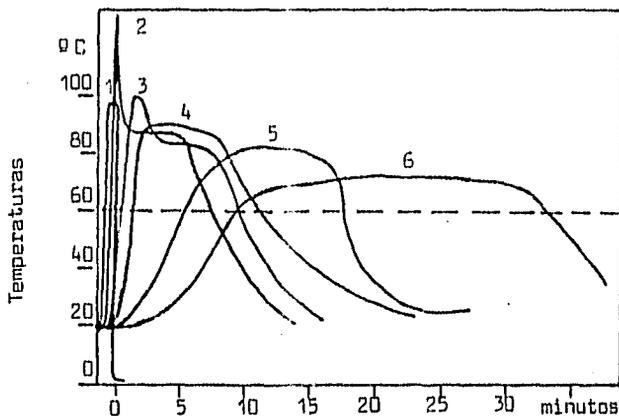


Fig.8

COMPORTAMIENTO DE DIVERSAS CURVAS DE PASTEURIZACION

1. Calentamiento Flash, permanencia de 9 segundos 98 °C, - refrigeración a +2°C y llenado estéril.
2. Esterilización Flash, llenado en caliente, refrigera- - ción.
3. Pasteurización Clásica.
4. Llenado en caliente, refrigeración.
5. Llenado en frío y pasteurización alta.
6. Llenado en frío y pasteurización baja.

Nota.- Se trazó la isoterma a 60°C a partir de la cual se producen los fenómenos de cocimiento.

Es evidente que el almacenamiento y el transporte de concentrados es mucho menos grave que el de jugos simples. La difusión de bebidas obtenidas a partir de concentrados de cítricos podrá tener mayor adhesión de consumidores siempre y cuando el concentrado sea de buena calidad, y ésto se le haga saber al público por medio de publicidad y la etiqueta.

a.5.- CONCENTRADOS.-

Un concentrado de jugo de cítricos es simplemente un jugo al que se le ha retirado por un medio físico una parte de su agua de constitución. Es evidente, que si el procedimiento empleado para retirar esta agua es bueno, esto es, que no tenga efectos de destrucción o de modificación de las propiedades de los otros constituyentes, que el concentrado guarde todas sus propiedades a la salida del concentrador y pueda proporcionar al adicionarle agua destilada en igual cantidad a la que se le retiró, un jugo semejante al primitivo. Desgraciadamente, ésto no es tan simple, en general, la extracción de agua es producida por evaporación, la cual arrastra materias volátiles y produce alteraciones por calentamiento. En seguida el concentrado permanece como un producto inestable y oxidable, que se degrada en su curso de almacenamiento y transporte.

Otro problema concerniente a los concentrados, como todos los productos biológicamente inestables, es su conservación. Una parte de los concentrados de los cítricos es simplemente conservada por enlatado o envasado en caliente en frascos de vidrio (Hot pack), en general el tipo de evaporación es controlado, de manera que la riqueza natural en azúcar y en ácidos sea suficiente para evitar la fermentación. Si son preparados, evitando todo cocimiento y oxidación, serán buenos productos utilizables por ejemplo: en confitería, bebidas gaseosas, etc. Pero el mayor volumen de la producción permanece como se indicó anteriormente en concentrados congelados.

La fórmula de concentrado congelado no puede ser definitiva, ya que se involucra a la evaporación que es obtenida por procedimientos clásicos, pero tratando de evitar los calentamientos con una densidad final de 40 °Brix -- aproximadamente. Su volumen se reduce (debido a la frescura del almacenamiento, transporte y distribución) a 3/4 partes aproximadamente. Por el contrario a fin de evitar una rápida alteración, este concentrado se conserva hasta su distribución bajo su forma congelada de -18 a -20 °C, esta temperatura permite guardar todas las propiedades organolépticas del producto por más de un año, esta es otra ventaja para aprovechar los excedentes del producto y regularizar el precio.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Para disminuir la pérdida de aroma resultante de la evaporación, se comienza por separar mecánicamente la parte pulposa del jugo, de la parte clara, la cual se concentra sola, para reincorporar enseguida la fracción pulposa dentro del concentrado, añadiendo también una pequeña cantidad de aceite esencial, si se requiere. Se puede -- decir, por el momento, que la mejor manera de conservar y distribuir los jugos de cítricos, es la concentración; debido a que la refrigeración es un proceso caro, a pesar de ser verdaderamente eficaz contra las alteraciones producidas durante el almacenamiento.

a.6.- PRODUCTOS DESHIDRATADOS.-

Los productos de este tipo tienen un porvenir más brillante que los concentrados, ya que un producto biológico totalmente privado de agua y mantenido fuera de todo contacto con el oxígeno y la luz, se mantiene sin cambio; su rehidratación proporciona el líquido original, siempre y cuando la deshidratación no haya modificado -- la estructura química de la bebida y si son reincorporados los compuestos volátiles.

Por otra parte, se observa que el espacio de almacenamiento se reduce a un mínimo ya que el extracto seco del jugo varía de un 12 - 15%.

ADICION DE CONSERVADORES

b.1.- Argumentos en pro y en contra de la elaboración de jugos de frutas conservados químicamente.

Argumentos a favor:

- i) Prevención de desperdicio de materia prima - debido a exceso en fruta (producción).
- ii) Posibilidad de que más procesos eficientes - sean adoptados a costos económicos durante - el almacenamiento de materia prima y el embotellamiento de un producto estable.
- iii) Un químico SO_2 , el cual debe ser primeramente visto como un conservador (por ejemplo -- inhibidor del crecimiento microbiano), tiene también propiedades antioxidantes en jugos - de frutas embotellados.
- iv) El procesamiento de jugos frutales químicamente conservados son capaces de bajar en -- costo a los jugos conservados por medios físicos solamente.

Argumentos en contra:

- i) Jugos puros de fruta son aceptados por el público en varios países debido a su valor nutritivo, pureza y a que están libres de químicos extraños. De hecho la descripción "jugos

puros de frutas conservados químicamente" - contiene una completa contradicción de términos.

- ii) No existe aún un registro que observe un -- 100% de seguridad sobre la toxicidad del -- SO_2 y ácido benzoico usados en el presente.
- iii) Su uso degrada la calidad de imagen de di-- chos productos.
- iv) Para bebidas listas para tomar resultan in-- necesarios debido a la disponibilidad de -- los métodos físicos.
- v) El uso de conservadores puede ser usado co-- mo excusa en la falta de cuidado en muchas fa-- ses del proceso en la fábrica.
- vi) Pueden ser usados para enmascarar el uso de materia prima (jugo frutal en no muy buenas condiciones).
- vii) En los casos del SO_2 y el ácido benzoico, - es imposible obtener una adecuada inhibición de microorganismos simultáneamente con la - ausencia de cualquier sabor proporcionado - por dichos conservadores.
- viii) El SO_2 tiene efecto blanqueador, por lo que-- se hace que se usen colores sintéticos para estandarizar el color (aún estos colores --

son afectados por el SO_2).

b.2.- Significado del término conservador.

Definición británica:

Conservador es cualquier sustancia capaz de inhibir, retardar, o bloquear el proceso de fermentación, acidificación u otra descomposición del alimento, o de enmascarar cualquier evidencia de putrefacción (no incluye NaCl, nitratos de Na y K, azúcares, ácidos láctico y acético, vinagre, glicerina, alcohol, espíritus potables, herbales, extractos de lúpulos, especias y aceites esenciales usados con propósito de saborizar).

b.3.- ¿Son los conservadores necesarios realmente?

Existen técnicas modernas de una naturaleza puramente física, que son capaces de proveer jugos embotellados y enlatados estériles sin la adición de conservadores, entre ellos están:

i) Pasteurización embotellada.-

El tiempo de pasteurización consume y deteriora el sabor. Producto final estéril, sin dar una atención excesiva a esterilidad de la planta, atmósfera, etc.

ii) Llenado en caliente sin enfriamiento subsecuente.-

Generalmente daña el sabor a un mayor alcance

que otros procesos. Provee un producto estéril.

- iii) Llenado en caliente con enfriamiento - subsecuente.-

Alguna reducción en la frescura del sa bor, dependiendo de la eficiencia y ve locidad de operación de enfriado, procesos apropiados dan productos estériles.

- iv) Pasteurización Flash, enfriado y llena do en botellas estériles a través de - un llenador estéril.-

Proceso costoso, sabor débilmente afec tado por la pasteurización (\pm 30 seg).

- v) Proceso en frío de esterilización por filtración y embotellado.-

Dicho proceso da productos con un sa-- bor excelente pero la oxidación puede ser un problema en algunos casos, y la completa esterilidad que se necesita - tener a través de toda la planta es -- muy cara de tener y mantener.

b.4.- ¿Hay un legítimo uso para los conservadores?.

La completa estabilidad de los productos obteni-- dos por b.3.i) y b.3.ii) pueden ser sólo obteni--

das por unas condiciones de excesiva temperatura o tiempo, causando deterioro en el sabor. Si el efecto en el sabor tiene prioridad, se tendrán que reducir estos parámetros dando por consecuencia un pequeño residuo de microorganismos viables, que permanecen después de la pasteurización. Esta condición no estéril puede desaparecer con el uso de una pequeña cantidad de conservador, por lo que se justifica para cuidado del sabor (sobre todo de frutas que se ven seriamente afectadas por el calor), el uso del conservador.

b.5.- En algunos casos los conservadores no son necesarios para mantener la esterilidad en un envase una vez que se ha abierto (en los de 250 ml o algo semejante), ya que que se consume todo el producto, antes de que cualquier desarrollo microbiológico - peligroso pueda ocurrir.

b.6.- Propiedades de conservador o antioxidante.

¿Cuál es el más importante?

El SO_2 se usa principalmente por su poder antioxidante, el cual tiene marcados efectos en el sabor, color y ácido ascórbico en jugos con mucho tiempo de almacenaje.

SO_2 Malas características o efectos.-

Sabor y olor prominentes, blanquea algunos colores naturales y sintéticos, volátil, oxidable (se pierde en el proceso). Y por lo tanto pierde gradualmente su efecto bajo procesos adversos o exposición al aire. No compatible con las latas (ataca la lata).

Buenas características.-

Propiedades antioxidantes, previene el oscurecimiento o alteración de tono de los colores naturales.

Volátil (esteriliza el espacio vacío del envase). No dañino a las dosis permitidas en la actualidad.

Acido

Benzóico Malas características.-

Sabor y olor detectables a varios niveles por consumidores individuales. No tiene propiedades antioxidantes

Buenas características.-

Inhibe activamente hongos y levaduras pero no es tan efectivo contra bacterias. Estable en jugos. No volátil, por lo que no es tan bueno para la conservación en un envase cerrado (como el SO_2).

Acido
Sórbico

Malas características.-
Escaso o nulo efecto antioxidante.

Buenas características.-
No proporciona sabor ni olor en -
jugo a dosis menores de 300 ppm.
Muy efectivo contra hongos, pero
mucho menos contra lactobacilos.-
No es dañino.

b.7.- ¿Cuáles conservadores usar (si se usan) y a que niveles?

Primero usar un eficiente tratamiento físico para reducir a un mínimo la carga microbiana y luego - para inhibir los microorganismos restantes y la posible contaminación que hubiera del pasteurizador al envase, agregar:

| | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-----------|--|
| Con un nivel casi nulo de microorg. | SO ₂ | } 100 ppm | Máximo permitido, para pruebas panel de sabor. |
| | Acido Benzóico | } 250 ppm | |
| | Acido Sórbico | } 200 ppm | |

Acido Benzóico.- 500 - 1000 ppm.- Aunque tales niveles son insuficientes para jugos de baja acidez,

1000 ppm. - Es satisfactorio si se usa simultáneamente refrigeración o CO₂.

Las cantidades de conservadores finalmente permitidos en productos de jugos de frutas serán determinados después de considerar:

- 1) La relación entre la cantidad de conservador - que se ingiere diariamente a través de bebidas de jugos de frutas y el máximo permitido como seguro por FAO/WHO.
- 2) Carga bacteriana que debe ser eliminada.
- 3) Alteración producida por el sabor.

MÉTODOS EXPERIMENTALES PROPUESTOS

Tomando en consideración la información señalada anteriormente, se indujo realizar la técnica que mejor pudiera proveer un producto en condiciones aceptables y económicamente accesibles para un consumidor de exigencia educada.

El método experimental propuesto se puede resumir como sigue:

I.- Se siguieron los pasos mencionados en el proceso industrial; pero llevados a nivel laboratorio se trataron de optimizar las condiciones, con objeto de obtener y conservar el producto con apariencia natural en todos sus componentes.

II.- Se probaron una serie de conservadores en los niveles recomendados para cada uno de ellos, hasta encontrar los más adecuados en el producto requerido.

III.- Se revisaron varios recipientes de diferente composición, para elegir el de mejores resultados conforme a factores como:

Tipo de conservación.

Tipo de mercado al que va dirigido.

Vida de anaquel y condiciones requeridas.

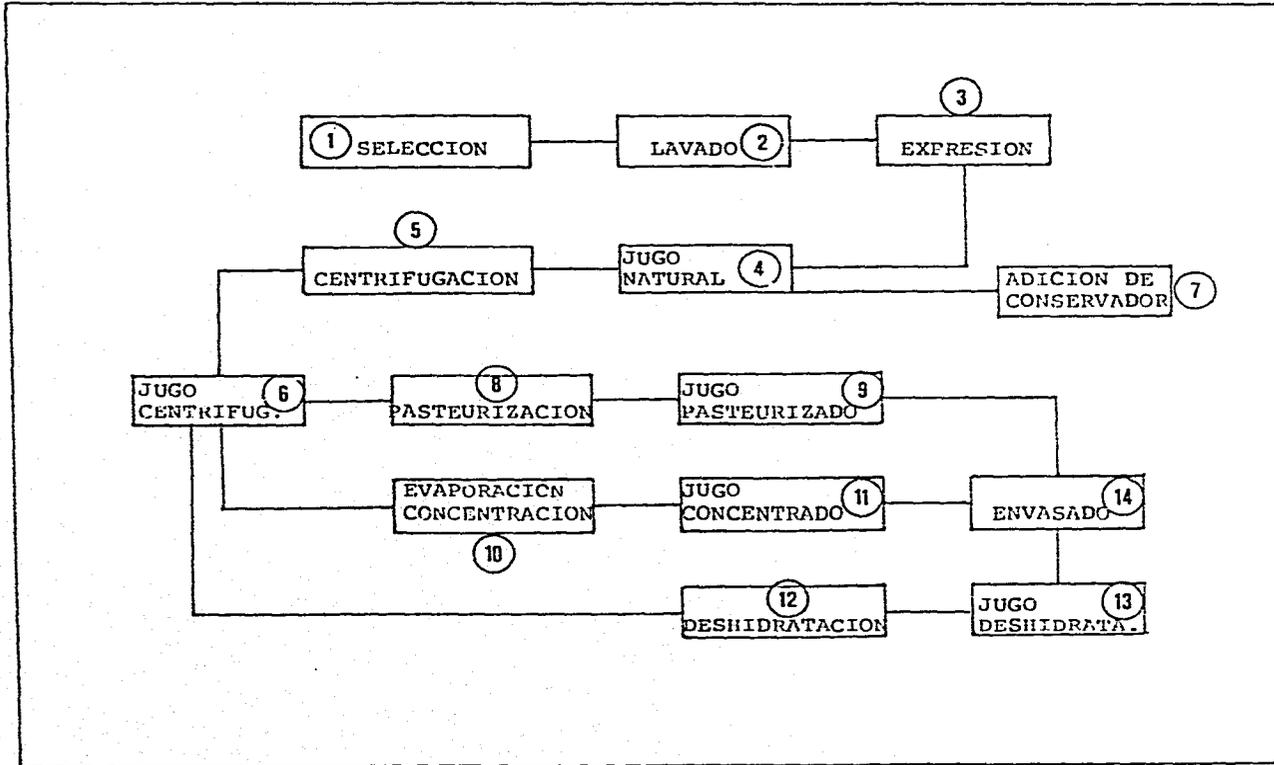
Manejo y costo para el consumidor.

Disponibilidad del material y conveniencia del mismo.

IV.- Teniendo como referencia los datos de composición del jugo de limón mexicano tabulados en la pág. 71 se procedió a checar periódicamente los parámetros de calidad necesarios de mantener para dicho producto durante su almacenamiento.

CUADRO NO. 11

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO REALIZADO A NIVEL LABORATORIO (UNPAL).



C.1.- DIAGRAMA DE FLUJO A NIVEL LABORATORIO
DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE BLOQUES.

- 1.- SELECCION. Las muestras fueron seleccionadas en -- forma manual, con iguales restricciones que al -- nivel industrial.
- 2.- LAVADO. Se realizó la operación utilizando agua corriente, adicionada de un detergente clorado -- con una concentración de 10 ppm., seguido de un cepillado energético.
- 3.- EXPRESION. Tratando de optimizar condiciones se utilizó un aparato automático de uso casero marca Brown, para no contaminar la muestra con aceite.
- 4.- JUGO NATURAL. El jugo obtenido en esta etapa presentó alto contenido de bagazo en suspensión:
- 5.- CENTRIFUGACION. La muestra se cetrifugó en un e-- quipo semiindustrial de marca "Veronesse" del tipo continuo a 5000 RPM.
- 6.- JUGO CENTRIFUGADO. Este jugo presentó características aceptables en : aroma, turbidez, sabor y apariencia en general. Tomando en consideración que al haberle eliminado el bagazo se redujo el tiempo de contacto de compuestos como son: Flavonas y Bioflavonoides (Vitamina P), las cuales proporcionan notas amargas en el sabor.
- 7.- ADICIÓN DE CONSERVADORES. Los conservadores utilizados fueron:

Benzoato de sodio (0.025%)

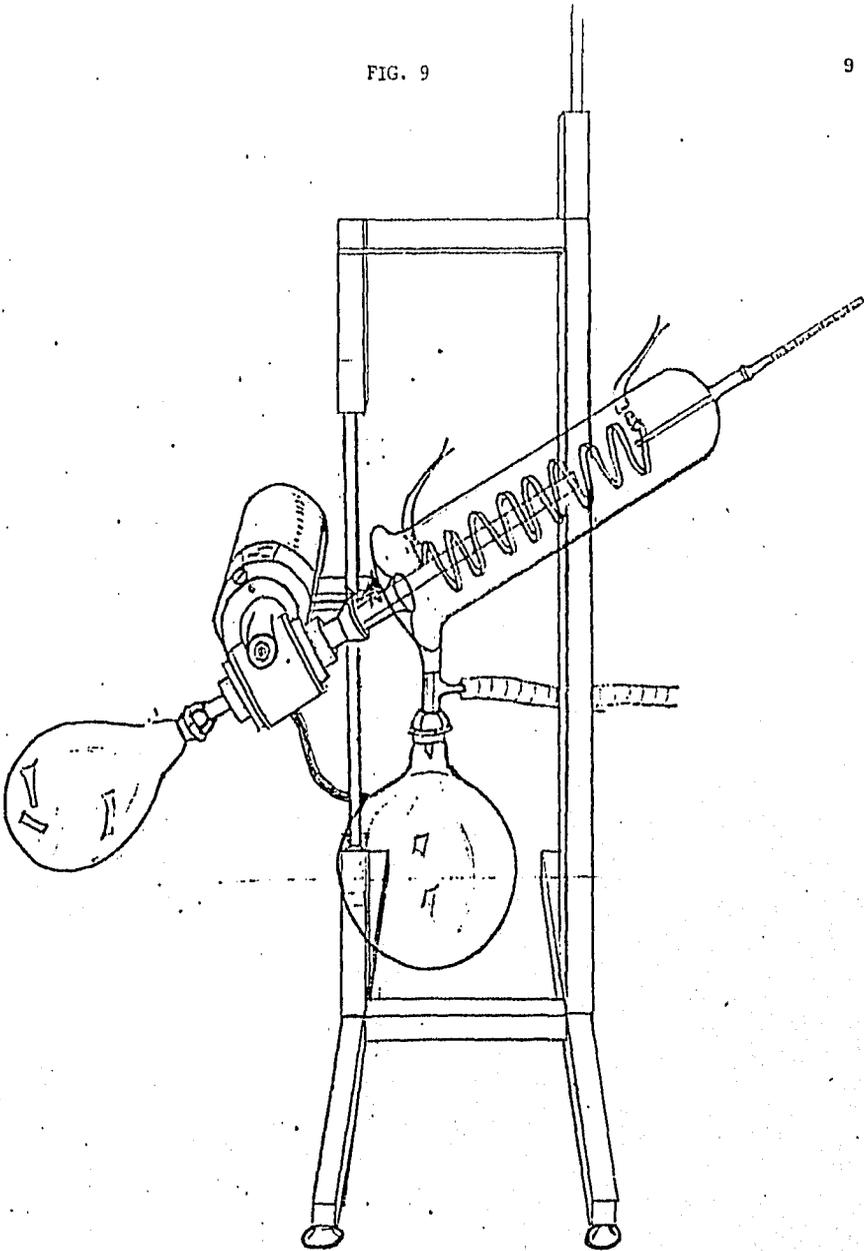
Sorbato de potasio (0.025%)

Acido ascórbico (0.01%)

Dichos compuestos se adicionaron en solución, antes del proceso térmico, para incrementar - el efecto conservador (28).

- 8.- PASTEURIZACION. En esta fase se utilizó un rota vapor de 0.5 lts de capacidad. Para lo cual se sometió el jugo a un proceso térmico de 75-78°C por un minuto, seguido de un enfriamiento rápido al chorro del agua.
- 9.- JUGO PASTEURIZADO. La muestra obtenida no presentó sus propiedades organolépticas afectadas; debido al enfriamiento inmediato a que fue sometida.
- 10.- EVAPORACION o CONCENTRACION. Fue realizada también en un rotavapor bajo las siguientes condiciones de operación: (Figura No. 9).
- | | |
|---------------------------------|-----------|
| Temperatura del baño | 36-42°C |
| Temperatura interna del sistema | 24°C |
| Presión interna del sistema | 22.5 mmHg |
| Tiempo total | 30.0 min. |
- 11.- JUGO CONCENTRADO. El jugo obtenido se apreció ligeramente afectado al presentar sabor a cocido. Esto se debió a que el equipo utilizado no presentaba las condiciones de operación ideales como son las del flujo laminar.

FIG. 9



ROTAVAPOR - Equipo de destilación al vacío (UNPAL México).

12.- DESHIDRATACION. Para tal objeto se utilizó un equipo de secado por aspersión de tipo semiindustrial marca "NIRU ATOMIZER" con las siguientes condiciones de operación:

COMPOSICION DE LA MEZCLA.

| | |
|-----------------------|----------|
| Jugo de limón 36°Brix | 785.0 g |
| Almidón modificado | 280.0 g |
| Bicarbonato de sodio. | 270.0 g |
| Agua. | 1564.0 g |
| | <hr/> |
| | 2899.0 g |

pH de la mezcla 5.5

Porcentaje de sólidos de la mezcla 38%.

Boquilla utilizada 72-17

Presión de la homogenizadora 3800 lb/in²

Temperatura de entrada al secador:

170 - 175 °C

Temperatura de salida del secador:

80 - 85 °C

Rendimiento del proceso: 0.450 Kg con 3.0% de humedad.

Rendimiento total: 39.62 % en base seca.

13.- Jugo deshidratado. Polvo con buena apariencia y sabor aceptable aunque algo insípido por la acidez neutralizada en el proceso de secado.

14.- Jugo envasado.

a). Jugo simple pasteurizado. Se envasó en
en dos tipos diferentes de empaque:

Frasco de vidrio color ámbar de 50.0 ml

Bolsa de papel /polietileno / lámina de aluminio 0.00035 in / polietileno.

b). Jugo concentrado. Se envasó solamente:

en bolsa de papel --

polietileno/lámina de aluminio, 0.00035
in/polietileno por presentar las mejores características de conservación en el jugo simple.

c). Jugo deshidratado. Fue envasado también en bolsa con las características antes señaladas, ya que es el tipo más adecuado para productos en polvo también.

C.2.- PARAMETROS DE CALIDAD DURANTE SU CONSERVACION

Para poder evaluar el tipo de envase que más convenfa al jugo de limón se realizó un estudio de vida de anaquel de 4 semanas eligiendo como métodos comunes de almacenamiento dos:

a) En condiciones normales de temperatura ($\pm 20^{\circ}\text{C}$) luminosidad y presencia de oxígeno.

b) Refrigeración ($6-9^{\circ}\text{C}$) como un sistema de conservación común y accesible a una buena parte de nuestra sociedad de consumo.

Se utilizaron muestras del mismo lote para todos los tipos de envase efectuando un chequeo semanal de parámetros de calidad para poder detectar las anomalías sucedáneas que pudieran presentarse.

Los parámetros de calidad escogidos fueron:

- I.- °Bx.- análisis descrito en el apéndice.
- II.- % acidez.- análisis descrito en el apéndice.
- III.- Ac. ascórbico.- análisis descrito en el apéndice.
- IV.- Índice de madurez.- no existe un criterio uniforme para determinar la madurez de los frutos utilizados en la producción de jugos. En el caso de los cítricos, se acostumbra a determinarlo dividiendo el tanto por ciento de sustancias sólidas solubles, expresado °Bx, entre el % acidez expresado en ácido cítrico anhidro.
- V.- Índice de calidad en el jugo.- análisis descrito en el apéndice.

Los tipos de envase utilizados fueron los siguientes:

| No. de clave | ENVASE |
|--------------|--|
| 1 | Frasco de vidrio color ambár |
| 2 | Bolsa polietileno baja densidad |
| 3 | Botella polietileno alta densidad pigmentada |
| 4 | Papel/ Polietileno/ Lámina de aluminio 0.00035 in/ Polietileno |

Los datos obtenidos se encuentran en el Cuadro No. 12.

Los resultados obtenidos en las muestras conservadas a temperatura ambiente no se mencionan por considerarse - poco significativos para el periodo que se ofrece en éste tipo de conservación comercial.

CUADRO No. 12

Parámetros de Calidad del Jugo de Limón Mexicano
recién exprimido durante su conservación a 6-9°C en envases diferentes

| Parámetros de calidad del jugo | No. Clave de envase | Primera Semana | Segunda Semana | Tercera Semana | Cuarta Semana |
|--|---------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Grados Brix Unidades: °Bx corregidos | 1 | 8.5 | 8.6 | 8.5 | 8.4 |
| | 2 | 8.6 | 8.4 | 8.4 | 8.2 |
| | 3 | 8.6 | 8.6 | 8.6 | 8.6 |
| | 4 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.4 |
| % acidez Unidades: g cítrico anh/100g jugo | 1 | 7.14 | 7.11 | 7.11 | 7.09 |
| | 2 | 7.15 | 7.07 | 7.09 | 7.05 |
| | 3 | 7.15 | 7.15 | 7.10 | 7.08 |
| | 4 | 7.13 | 7.09 | 7.08 | 7.08 |
| Indice de Madurez. Unidades: - | 1 | 1.19 | 1.21 | 1.20 | 1.18 |
| | 2 | 1.20 | 1.18 | 1.18 | 1.16 |
| | 3 | 1.20 | 1.20 | 1.21 | 1.21 |
| | 4 | 1.18 | 1.18 | 1.20 | 1.18 |
| Ac. Ascórbico Unidades: mg. ác.L-ascórbico/ 100ml. jugo | 1 | 34 | 34 | 33 | 32 |
| | 2 | 22 | 5 | 1 | <1 |
| | 3 | 34 | 27 | 26 | 19 |
| | 4 | 35 | 35 | 35 | 34 |
| Indice de Calidad en el jugo Unidades: puntos | 1 | 3.26 | 2.44 | 2.66 | 2.71 |
| | 2 | 2.91 | 2.56 | 1.75 | 1.87 |
| | 3 | 3.22 | 2.56 | 2.55 | 2.18 |
| | 4 | 3.56 | 2.84 | 2.55 | 3.17 |

Ac. Ascórbico. La vitamina C disminuye en todos los casos, a lo largo del período de conservación frigorífica.

La disminución mayor la experimentó el envase de polietileno baja densidad debido a sus características en cuanto a permeabilidad. En segundo término está la botella de polietileno alta densidad pigmentada, ya que por ser pigmentada y de mayor espesor disminuye un poco la permeabilidad al oxígeno y a la luz. Los dos envases restantes presentaron cambios mínimos, siendo el mejor el envase de papel/polietileno/aluminio 0.00035 in /polietileno.

Índice de calidad en el jugo. Se observó una disminución general, del índice de calidad del jugo al final del período de conservación. Dicha disminución fué más marcada en los envases de polietileno, ya que las oxidaciones presentadas en ellos afectaron gravemente sabor y aroma. Una variación aceptable, la presentaron el frasco de vidrio - color ámbar y el envase de papel/polietileno/lámina de aluminio/polietileno. Cuando se intentó prolongar el período de conservación fuera de los márgenes señalados en el cuadro No. 12, aparece un sabor como a viejo llamado vulgarmente "sabor a cámara", debido a compuestos de oxidación intermedia del tipo aldehído y cetónico, que se acentúa en los casos en que no hubo suficiente renovación o eliminación de CO_2 y volátiles, o la concentración de oxígeno fue demasiado alta.

En resumen se encuentra que el envase más adecuado para

La conservación de este producto es el de bolsa de papel/
polietileno/lámina de aluminio 0.00035 in/polietileno.

El frasco de vidrio color ámbar también presenta buenas -
características en cuanto a los resultados, pero por su ma
nejo más delicado y menor resistencia a cambios de tempera-
tura se descarta.

CAPITULO IV

PERSPECTIVAS DE DESAFROLLO

IMPORTANCIA DE LA PROMOCION DE NUEVAS PERSPECTIVAS DE
DESARROLLO.

Actualmente en nuestro país, es un hecho que las empresas, aparte de buscar su crecimiento paralelamente al desarrollo del mercado con los productos de que disponen, tienen la necesidad de lograr su expansión a través de nuevos -- productos y presentaciones. Esta expansión puede tener, a la vez, muy diversos fines ,como son: cubrir determinadas necesidades de la demanda del público; equilibrar fluctuaciones estacionales en las operaciones de la planta; eliminar la ociosidad que puede haber en los fondos, en la - capacidad de las instalaciones de producción, y aún, entre los trabajadores; evitar la pérdida de elementos valiosos, utilizar en la medida de un esfuerzo mayor, la organiza-- ción de ventas de que ya se dispone; y, en no pocas oca-- siones, para mejorar esa organización con la contribución de nuevos productos. Antes de ir más adelante, se debe de jar asentado que, se entiende por productos nuevos, no só lamente aquéllos que tienen un contenido completamente no vedoso; sino también aquéllos que vienen a reemplazar en el mercado una gran cantidad de marcas que ya existen, o aquéllos que llevan una nueva presentación o enfoque.

Sobran posiblemente muchos productos en el mercado, tal - vez, porque sus características y calidades no llenan los fines para los cuales se anuncian. Pero no es menos verdad

que faltan en el mercado muchos productos nuevos para llenar las necesidades de los consumidores actuales, y de los que cada año se incorporan al núcleo de las personas que cuentan con el poder de compra para productos manufacturados y expendidos bajo una marca de garantía.

Ahora bien, antes de lanzarse dentro de este campo tan interesante son muchos y muy variados los estudios que se requieren para hacerlo con éxito, evitando al máximo los siguientes factores, que son motivo de un fracaso en el lanzamiento de nuevos productos:

- A) Falta de un programa de mercados bien estudiado.
- B) Falta de ensayos previos con consumidores.
- C) Falta de ensayos en el mercado.
- D) Insuficiente investigación del producto.
- E) Falta de ensayos previos de los envases.

Solamente estudios completos y concienzudos permitirán -- que el nuevo producto llegue al mercado con algo muy importante, que es, llegar con la mitad del éxito asegurado.

Aquí sólo se propondrán perspectivas de desarrollo, que sirvan de base para un estudio posterior más amplio al -- respecto.

MECANISMO PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS

PERSPECTIVAS DE CONSUMO DEL JUGO DE LIMON MEXICANO.

Para desarrollar un nuevo producto, primero hay que definir su concepto. Para ello habrá primero que tener la concepción de la idea; dar nuevas perspectivas de consumo -- del jugo de limón mexicano. Posteriormente esta idea es evaluada por personal calificado para su aprobación; en este caso, se planteó y discutió el problema, llegando a la conclusión de que sí era operante.

Durante el período de concepto, Desarrollo de Productos y Mercadotecnia hacen investigaciones preliminares para preparar una plataforma de producto, en donde quede especificado:

- 1.- Los antecedentes del producto .- Jugo simple y/o concentrado de limón mexicano, dirigido al pequeño, mediano y gran consumidor.
- 2.- Características del producto .- Simple, concentrado, - pulposo, centrifugado, refrigerado, congelado, etc...
- 3.- Empaque.- Forma y tipo de empaque; individual y corrugados.
- 4.- Nombre del producto.- Elegido después de un estudio selectivo.
- 5.- Mercado potencial.- Sin límite regional, ni de edades; en cuanto a nivel socioeconómico, se localiza entre las - clases media-baja y alta.

6.- Ventajas del producto contra la competencia.- Natural, nutritivo y sabroso.

7.- Precio de venta deseado.- Por presentación individual y caja, de acuerdo con el análisis previo del mercado.

8.- Competencia principal.- Análisis de la competencia: - como bebida refrescante; bebidas en polvo artificiales, - jarabes concentrados y refrescos embotellados; como condimento, a la fecha no tiene competidor.

9.- Volumen de ventas.- Calculado de acuerdo con el mercado.

10.- Ingreso variable .- Estimado de acuerdo con el volumen de ventas calculado.

11.- Equipo/Ingreso requerido.- Se utilizará el equipo existente, adicionando sólo algunos accesorios.Ej.: una empacadora.

Definido y aceptado el concepto de nuevo producto, se comienza el trabajo de desarrollo:

- a) Desarrollo de la formulación.
- b) Desarrollo del proceso de fabricación
- c) Desarrollo del empaque.

a) Desarrollo de la formulación .-En este caso, no existe tal, ya que se trata de un producto natural. En su lugar - se hacen pruebas de estabilidad con diferentes conservadores.

b) Desarrollo del proceso de fabricación .- Se modifica -

el proceso existente para la obtención del jugo seleccionado.

c) Desarrollo del empaque.- Para seleccionarlo son considerados los siguientes aspectos:

- i) Apariencia atractiva
- ii) Tamaño
- iii) Material que lo constituye
- iv) Resistencia a la deformación
- v) Costo
- vi) Disponibilidad del material en el mercado
- vii) Calidad inocua

Mientras que no se tiene el material definitivo, se trabaja sobre el diseño, el cual debe de contener: marca del producto, textos legales y colores seleccionados.

Pruebas de almacenamiento.-Con muestras definitivas se hacen correr pruebas de almacenamiento. (aceleradas, de campo, y/o a temperatura ambiente).

Aspectos legales.- La composición, proceso, empaque, texto descrito y publicidad, en relación al nuevo producto, deben ser aprobados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), antes de que el producto pueda venderse.

Normas y Especificaciones.- El producto debe tener especificaciones de compra, manufactura y control de calidad.

Aprobación del Plan de Mercadotecnia.- Una vez terminado-

el desarrollo del producto y obtenida la aprobación de la SSA ,un plan formal de mercadotecnia se presenta a la gerencia, solicitando su autorización para introducir el -- producto al mercado.

Iniciación de producción.- Una vez que se ha aprobado el plan de mercadotecnia, se dará principio a la producción. Desarrollo de Productos estará presente en la elaboración y control de calidad durante el período inicial de producción, y seguirá el producto en el mercado para confirmar su aceptabilidad en todos sus aspectos.

ENSAYOS DE NUEVAS PRESENTACIONES.

Para poder proponer nuevas presentaciones del jugo de limón mexicano para el consumidor, se tomaron como base dos puntos, que son:

A) Información obtenida de "Estudios de hábitos y dieta mexicana", preparado por Gaither International, Inc. en 1976 para una compañía de productos alimenticios en México.

"El sabor del limón es preferido por el 62% de aquellos que toman aguas frescas preparadas diariamente; siendo el 27% del total de la población en México, los que las consumen. El consumo del limón se lleva a cabo principalmente a la hora de la comida y no existen diferencias significativas en su consumo, por grupos de edades o regiones del país, dando sólo un diferencial de frecuencia en el uso del producto, marcado por el nivel socio-económico y que está determinado por el mayor poder adquisitivo. (Cuadros No. 13 y No. 14).

Su mercado en México es estacional en cuanto a su disponibilidad, con marcadas diferencias en el precio por kilo al consumidor, llegando a elevarse hasta un 88% por encima del precio promedio anual, durante los meses de Enero a Marzo."

B) Pruebas de conservación realizadas a nivel laboratorio.

CUADRO No.13
 % DE CONSUMO DE LIMON MEXICANO
 A DIFERENTES HORAS DEL DIA , POR NIVELES SOCIO-ECONOMICOS Y EDADES.

| Hora de consumo | Total | Nivel | | | Edad | | | | |
|---------------------------|-------|-----------------|------|-----|-------|-------|-------|-------|----------|
| | | Socio-económico | | | 12-19 | 20-24 | 25-34 | 35-44 | 45 ó más |
| | | A/B | C | D/E | | | | | |
| Desayuno | 1% | 2% | 2% | - | 2% | 1% | 2% | 1% | 1% |
| Almuerzo | - | - | - | 1% | - | 1% | - | 1% | - |
| Comida | 8% | 15% | 12% | 5% | 7% | 4% | 11% | 8% | 7% |
| Cena/Merienda | 2% | 3% | 3% | 1% | 2% | 1% | 2% | 2% | 1% |
| Total de entrevistas 1995 | 110 | 640 | 1245 | 66 | 245 | 559 | 522 | 603 | |

Ref.10

CUADRO No. 14
% DE CONSUMO DE LIMON MEXICANO
A DIFERENTES HORAS DEL DIA , POR REGIONES

| Hora de consumo | I Pacífico | II Norte | III Bajío | IV Centro | V D.F. | VI Sureste |
|-------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|-----------|---------------|
| Desayuno | 1% | 1% | 1% | 2% | 2% | 1% |
| Almuerzo | - | - | 6% | - | - | - |
| Comida | 8% | 6% | 4% | 7% | 10% | 11% |
| Cena/Merienda | 1% | 1% | 1% | 1% | 3% | 2% |
| Total entrevistas | 230 | 530 | 366 | 174 | 500 | 195 |

Ref. 2 2

Dichas pruebas son tratadas con detenimiento en el Capítulo III "Conservación".

Del punto A) se puede deducir que hay que proporcionar al pequeño consumidor, un jugo de limón estable y en porciones adecuadas para preparar bebidas en casa, o usarlo como condimento a la hora de sus alimentos; y al gran consumidor en la misma forma pero en cantidades mayores, para su uso como materia prima en la elaboración de sus productos.

Pequeño consumidor.- Envases de 100, 200, 300, 400 y 500-ml ó g .Para darle uso en: elaboración de agua fresca, paletas heladas caseras, condimento, como ingrediente adicional en postres, pasteles, cocteles, etc...

Mediano consumidor.- Envases de 2,5 y 10 l ó kg .Enfocados a restaurantes y bares.

Gran consumidor.- Envases de 20,50 y 100 l ó kg .Dirigidos a industrias refresqueras, de jugos y de productos congelados.

Ahora bien, analizando el punto B), se tiene que:

I) Las formas físicas del jugo más estables son:

- 1) jugo simple centrifugado pasteurizado - refrigerado.
- 2) jugo centrifugado pasteurizado concen--

trado refrigerado.

II) El envase que protege mejor al jugo es: - papel/polietileno/lámina de aluminio (0.00035 in) /polietileno. Cada película tiene una función específica: La película exterior de papel sirve como una superficie económica y adecuada para imprimir la etiqueta, al mismo tiempo que proporciona resistencia al envase. El polietileno actúa como un adhesivo entre la capa de papel y la de aluminio. La capa de aluminio aún a pesar de tener sólo un espesor de 0.00035 in ,ofrece propiedades superiores de protección. Y por último la película interna de polietileno provee al empaque la propiedad de sellado al calor. Se tuvo el inconveniente al usar este material de empaque, que el papel se humedecía al absorber el agua existente en el medio ambiente dentro del refrigerador, por lo que se piensa se obtendrían mejores resultados con una capa extra de polietileno sobre el papel; y es así como el material de empaque formado, aprovecha las cualidades de cada capa de material, compensando las deficiencias de alguno de ellos , con las cualidades del otro.

En cuanto a la forma del envase, se proponen tres:

- 1) tetra pack
- 2) brick pack
- 3) bolsa tipo cojín

La forma depende de la facilidad en el manejo y transporte, y de los resultados económicos obtenidos por cuestión

del ahorro de espacio en el almacenaje.

Estos tres tipos de empaque están considerados como "empaqués flexibles para alimentos". Aunque en los dos primeros tipos la película de empaque formada por las capas de diferentes materiales sea formada y sellada en un cartón con la forma adecuada.

Dentro también de los empaques flexibles, se encuentra el empaque ideal para alimentos en la actualidad: la bolsa de esterilización (retort pouch); la cual por estar formada de aluminio y polipropileno puede servir muy bien para el jugo de limón.

Típicamente la bolsa de esterilización consiste en una capa de 0.5 mil-in de poliéster, una película de 0.00035 ó 0.0007 in de aluminio y por último una capa de 3 mil-in de polipropileno.

Cada capa tiene un papel importante en el empaque final:-
Poliéster exterior.- Provee resistencia y permite la impresión de la etiqueta.

Aluminio intermedio.- Da estabilidad al almacenaje, sin que se requiera congelación o refrigeración costosa; protege contra luz, humedad, oxígeno y microorganismos.

Polipropileno interno.- Es inerte, provee un fuerte sellado al calor, capaz de resistir fuertes presiones y temperaturas.

Ventajas de la bolsa de esterilización.-

- 1.- Rápida penetración del calor debido al delgado perfil que presenta, así como a su gran superficie de contacto.
- 2.- Como consecuencia del punto anterior, reducción de la exposición al calor (en pasteurización y esterilización) resultando alimentos de mejor calidad (mejor sabor, color y textura).
- 3.- Fácil de abrir por medio de rasgado.
- 4.- Fácil de desechar, sin ocupar mucho espacio.
- 5.- Las orillas rasgadas no son filosas.
- 6.-Puede fabricarse en cualquier tamaño.
- 7.- Su manufactura requiere menos energía que el enlatado o envasado.

Ya que se ha tocado este punto, se mencionará un análisis del ahorro en costo de energía que se tiene al usar este tipo de empaque, así como todos los laminados de plástico /aluminio flexibles; comparados con el enlatado.

Cuadros No. 15 ,No. 16 .

Estos materiales de empaque propuestos son el resultado - de pruebas con distintos materiales ya existentes, así co mo consulta de lo último en empaques, claro está, tomando en cuenta las características buscadas. Aunque faltaría - hacer un estudio económico en México, al respecto, ya que se trata de ofrecer al público un producto al alcance de sus posibilidades.

CUADRO No 15

COSTO ESTIMADO DE ENERGIA EN EL PROCESO

| Sistema | Costos (dólares en 1980) | | | | | |
|--|--------------------------|-------------|-----------------|--------------|-------|-------|
| | Energía Eléctrica | | Energía Térmica | | Total | |
| | 1980 | 1985 | 1980 | 1985 | 1980 | 1985 |
| Línea antigua de enlatado | | | | | | |
| Llenado | 0.5 | 0.6 | - | - | | |
| Agotado | 0.2 | 0.2 | 160.6 | 249.4 | | |
| Engargolado | 0.8 | 0.9 | - | - | | |
| Esterilizado | - | - | 51.1 | 79.3 | | |
| Total | <u>1.5</u> | <u>1.7</u> | <u>211.7</u> | <u>328.8</u> | 213.2 | 330.5 |
| Línea nueva de enlatado | | | | | | |
| Llenado | 0.2 | 0.3 | - | - | | |
| Cerrado de lata | 2.3 | 2.9 | 11.6 | 18.0 | | |
| Esterilizado | - | - | 51.1 | 79.3 | | |
| Total | <u>2.5</u> | <u>3.1</u> | <u>62.7</u> | <u>97.3</u> | 65.2 | 100.4 |
| Línea de bolsas de esterilización | | | | | | |
| Dar forma/llenado y sellado | 31.0 | 38.1 | 11.6 | 18.0 | | |
| Esterilizado | - | - | 12.8 | 19.9 | | |
| Secado | 8.6 | 10.6 | - | - | | |
| Envasado en caja de cartón | 0.8 | 2.6 | - | - | | |
| Total | <u>40.4</u> | <u>51.3</u> | <u>24.4</u> | <u>37.9</u> | 64.8 | 89.2 |

Ref. 5

CUADRO No. 16
USO ESTIMADO DE ENERGIA EN EL PROCESO

| Sistema | Operación | Energía usada | | Termal total (b,c) equivalente (GJ) |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------|---|
| | | Eléctrica (a) (kw-hr) | Termal (GJ) | |
| Línea de enlatado antiguo | Llenado | 11.8 | - | |
| | Agotado | 4.5 | 65.1 | |
| | Sellado | 19.8 | - | |
| | Esterilización | 0.2 | 20.7 | |
| | TOTAL | 36.3 (0.4GJ) | 85.8 | 86.2 |
| Línea de enlatado nueva | Llenado | 6.0 | - | |
| | Sellado | 60.0 | 4.7 | |
| | Esterilización | 0.2 | 20.7 | |
| | TOTAL | 66.2 (0.7GJ) | 25.4 | 26.1 |
| Línea de bolsa de esterilización. | Formado/llenado/sellado | 800.0 | 4.7 | |
| | Esterilización | 0.1 | 5.2 | |
| | Secado | 223.5 | - | |
| | Encartonado | 53.7 | - | |
| | TOTAL | 1077.3 (11.9GJ) | 9.9 | 21.8 |

a) El valor entre paréntesis se sacó usando el factor 1.40769×10^7 J/kw-hr (Grics, 1975)

b) No se tomaron en cuenta la energía usada en procesos comunes a los 3 sistemas.

c) Equivale al equivalente termal de la energía eléctrica más la energía termal.

Ref. 30

Por otro lado, en caso de resultar incosteable cualquiera de dichos empaques, se buscarían otros, similares en características, pero más económicos, con el objeto de reducir costos; teniendo en cuenta, que el desarrollo del empaque de un nuevo producto, es de suma importancia debido a que el consumidor, aun antes de conocer el producto, conoce el empaque; el cual aparte de tener cualidades físicas adecuadas al producto; deberá tener forma, tamaño y apariencia atractiva, que es uno de los puntos importantes para la venta de este producto.

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

CONCLUSIONES.

Analizando las características expuestas de la producción del jugo de limón en México, se observa que a pesar de que la producción del limón ha ido en aumento, solo un 20% de ésta, se destina a proceso; siendo principalmente, a la obtención de aceite esencial y solo un 16% del total de las plantas obtienen también jugo de limón simple, provocando una enorme capacidad instalada subaprovechada.

Esto se debe a que la demanda del jugo de limón es más -- bien baja, en base a su uso poco difundido. Para lograr el aprovechamiento del jugo de limón, se proponen cambios en el proceso de industrialización del limón, condicionados -- por la demanda de los productos que se puedan obtener, así como los costos del proceso seleccionado.

Dichos cambios son:

1) Obtener el aceite por el método de centrifugación y, de esta manera, como producto afín, un jugo de limón de excelentes características organolépticas y nutricionales.

2) Someter el limón fruta a un descascarado previo, -- para incorporar la cáscara por separado al tratamiento pre -- ferido por el industrial, para la extracción del aceite. Y así, al obtener el jugo del fruto descascarado, éste pre -- sentará todas sus características inalteradas.

3) Si por tradición, razones económicas o algún otro argumento factible para el industrial, éste no desea optar por cualquiera de las dos proposiciones anteriores; siguien

do el proceso actual, la meta sería buscar una utilización al jugo cocido; para lo cual se presentan las siguientes proposiciones:

Separación de sólidos, para secarlos y sirvan de alimento para ganado; y al jugo una vez privado de sólidos:

a) Agregarle cal para obtener una materia prima para fabricación de ácido cítrico.

b) Concentración, regeneración de propiedades organolépticas, para obtener un jugo reconstituido.

c) Utilización de caldos residuales por vía fermentativa para la obtención de: Vitaminas, hormonas, antibióticos, enzimas y ácidos orgánicos.

Esto genera el desarrollo de tecnología propia para la obtención a nivel comercial de dichos productos, coadyuvando a la menor dependencia extranjera tanto en productos como en tecnología.

Para todos los casos considerados existen otras alternativas o combinaciones de ellas, que como ya se mencionó, entre otras cosas, estarán en función de los objetivos específicos que se definan y de los costos de cada una de ellas.

Ahora bien, se tiene que en los dos primeros casos propuestos resulta un jugo de limón simple de excelentes características, por lo que a este jugo se le sometería a una pasteurización, centrifugación y concentración, convenientemente combinados, para ofrecerlo al consumidor en --

los empaques apropiados para su conservación (propuestos - en el capítulo IV).

Aunado a todo lo anterior tenemos que la calidad del jugo de limón es un punto importante y trascendental en el concepto e imagen del producto terminado. Es por esto, que se considera de suma importancia la determinación de factores que junto a los expuestos en este trabajo sirvan de control para variables naturales y del mismo proceso, como son; época de cosecha, región, tipo de variedad - utilizada, control en contaminaciones microbiológicas específicas, grado de madurez etc.....

A P E N D I C E

M E T O D O S A N A L I T I C O S

- 1.- % JUGO
- 2.- % BAGAZO
- 3.- °Bx
- 4.- DENSIDAD RELATIVA
- 5.- pH
- 6.- % ACIDEZ
- 7.- ACIDO ASCORBICO (Vitamina C)
- 8.- AZUCARES REDUCTORES DIRECTOS
- 9.- INDICE DE FORMOL
- 10.- % CENIZAS
- 11.- % NITROGENO
- 12.- ANALISIS ORGANOLEPTICO/INDICE DE CALIDAD EN
EL JUGO

§ JUGO.-

Aparatos y reactivos.- 1) Extractor de jugos cítricos,- eléctrico doméstico de piña giratoria, 2) Equipo común de laboratorio.

Procedimiento.- Se toma una muestra de 10 frutos, se lavan, se secan y se pesan. Se cortan por su eje ecuatorial y, las mitades, se presionan sobre la piña giratoria del extractor, de manera que sean exprimidas las celdillas de jugo. El jugo obtenido se recibe en un vaso de precipitados previamente tarado, y se pesa.

Expresión de resultados.- El contenido de jugo se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ en peso de jugo} = \frac{P}{P_1} 100$$

en donde:

P= Peso en gramos del jugo obtenido

P₁ = Peso, en gramos de los frutos

El contenido de jugo se expresa en por ciento y en números enteros. UNIDADES: % (g jugo/100g fruto) Ref.21

§ BAGAJO.-

Se calcula por diferencia entre el peso de los frutos enteros (100%) y el % de jugo calculado anteriormente.

UNIDADES: % (g bagajo/100g fruto) Ref.21

°Dx.-

Aparatos y reactivos.- 1) Refractómetro con escala en °Dx calibrada a 20°C. 2) Baño termostático de circulación exterior con precisión de $\pm 0.2^\circ\text{C}$.

Procedimiento.- Hacer circular agua a 20°C $\pm 0.2^\circ\text{C}$ a --

través del refractómetro con el propósito de estabilizar la temperatura. Limpiar y secar los prismas usando agua -- destilada y un paño limpio y suave. Colocar la muestra en el prisma utilizando un aplicador de madera o hule. Cerrar los prismas y esperar un minuto para la normalización de la temperatura.

Viendo a través del ocular, hacer los ajustes necesarios - de luz, foco, etc. para obtener claramente definida la línea divisoria entre los campos claro y oscuro. Mover la línea divisoria, hasta hacerla coincidir con la marca. Leer en la escala °Bx. Verificar que la temperatura de los prismas sea 20°C, en caso contrario anotar la temperatura a la que se realizó la determinación.

Expresión de resultados.- La lectura efectuada se corrige por temperatura, si no fué realizada a 20°C, y por contenido de ácido cítrico, utilizando las tablas incluidas a continuación. El resultado se expresa hasta la primera cifra decimal como °Bx corregidos.

UNIDADES: °Bx corregidos

Ref. 21

DENSIDAD RELATIVA.-

Aparatos y reactivos.- 1) Densímetro digital 2) Baño -- termostático para circulación de agua con precisión de $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 3) Agua destilada recientemente hervida 4) Alcohol etílico de 96°GL 5) Eter de petróleo.

Procedimiento.- Se enciende el densímetro digital y se hace circular, a través de él, agua del baño termostático a $25 \pm 0.2^\circ\text{C}$, hasta que se establezca la temperatura (± 5 min). Lo cual se verifica cuando la lectura del aparato sólo fluctúa en ± 1 dígito. Se anota la lectura (T_1). Por-

CUADRO No. 17

APENDICE TABLA I

Corrección de los grados Brix en función de la acidez del jugo.

| % ACIDEZ | + °Bx corr. | %ACIDEZ | + °Bx corr. | %ACIDEZ | + °Bx corr. |
|----------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| 1.0 | 0.20 | 13.0 | 2.46 | 25.0 | 4.58 |
| 2.0 | 0.39 | 14.0 | 2.64 | 26.0 | 4.76 |
| 3.0 | 0.58 | 15.0 | 2.81 | 27.0 | 4.94 |
| 4.0 | 0.78 | 16.0 | 3.00 | 28.0 | 5.10 |
| 5.0 | 0.97 | 17.0 | 3.17 | 29.0 | 5.28 |
| 6.0 | 1.15 | 18.0 | 3.35 | 30.0 | 5.46 |
| 7.0 | 1.34 | 19.0 | 3.53 | 31.0 | 5.64 |
| 8.0 | 1.54 | 20.0 | 3.70 | 32.0 | 5.82 |
| 9.0 | 1.72 | 21.0 | 3.88 | 33.0 | 5.98 |
| 10.0 | 1.91 | 22.0 | 4.05 | 34.0 | 6.15 |
| 11.0 | 2.10 | 23.0 | 4.24 | 35.0 | 6.33 |
| 12.0 | 2.27 | 24.0 | 4.41 | 36.0 | 6.51 |

Nota: Para obtener correcciones para décimas de por ciento de acidez se suma 0.02°Bx por cada 0.1% de acidez.

Ref. 21

CUADRO No. 18

APENDICE TABLA II

Factores de corrección para llevar a 20°C los °Bx leídos a diferentes temperaturas.

| Temperatura °C | GRADOS BRIX LEIDOS | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| | Restar del valor leído | | | | | | | | | | |
| 10 | 0.50 | 0.54 | 0.58 | 0.61 | 0.64 | 0.66 | 0.68 | 0.72 | 0.74 | 0.76 | 0.79 |
| 11 | 0.46 | 0.49 | 0.53 | 0.55 | 0.58 | 0.60 | 0.62 | 0.65 | 0.67 | 0.69 | 0.71 |
| 12 | 0.42 | 0.45 | 0.48 | 0.50 | 0.52 | 0.54 | 0.56 | 0.58 | 0.60 | 0.61 | 0.63 |
| 13 | 0.37 | 0.40 | 0.42 | 0.44 | 0.46 | 0.48 | 0.49 | 0.51 | 0.53 | 0.54 | 0.55 |
| 14 | 0.33 | 0.35 | 0.37 | 0.39 | 0.40 | 0.41 | 0.42 | 0.44 | 0.45 | 0.46 | 0.48 |
| 15 | 0.27 | 0.29 | 0.31 | 0.33 | 0.34 | 0.34 | 0.35 | 0.37 | 0.38 | 0.39 | 0.40 |
| 16 | 0.22 | 0.24 | 0.25 | 0.26 | 0.27 | 0.28 | 0.28 | 0.30 | 0.30 | 0.31 | 0.32 |
| 17 | 0.17 | 0.18 | 0.19 | 0.20 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.22 | 0.23 | 0.23 | 0.24 |
| 18 | 0.12 | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.16 | 0.16 |
| 19 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |

(continúa....)

Ref. 2i

CUADRO No. 18

APENDICE TABLA II (continuación....)

| Temperatura °C | GRADOS BRIX LEIDOS | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| | Sumar al valor leído | | | | | | | | | | |
| 21 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| 22 | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 0.16 |
| 23 | 0.19 | 0.20 | 0.21 | 0.22 | 0.22 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| 24 | 0.26 | 0.27 | 0.28 | 0.29 | 0.30 | 0.30 | 0.31 | 0.31 | 0.31 | 0.32 | 0.32 |
| 25 | 0.33 | 0.35 | 0.36 | 0.37 | 0.38 | 0.38 | 0.39 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| 26 | 0.40 | 0.42 | 0.43 | 0.44 | 0.45 | 0.46 | 0.47 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 |
| 27 | 0.48 | 0.50 | 0.52 | 0.53 | 0.54 | 0.55 | 0.55 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 |
| 28 | 0.56 | 0.57 | 0.60 | 0.61 | 0.62 | 0.63 | 0.63 | 0.64 | 0.64 | 0.64 | 0.64 |
| 29 | 0.64 | 0.66 | 0.68 | 0.69 | 0.71 | 0.72 | 0.72 | 0.73 | 0.73 | 0.73 | 0.73 |
| 30 | 0.72 | 0.74 | 0.77 | 0.78 | 0.79 | 0.80 | 0.80 | 0.81 | 0.81 | 0.81 | 0.81 |

Ref. 21

medio de una jeringa se introduce, por el orificio inferior, agua destilada recientemente hervida, dentro del tubo en "U", teniendo cuidado de evitar la inclusión de burbujas de aire. Se coloca el tapón de teflón en el orificio superior. Se deja que se establezca la temperatura como en el caso anterior. Se anota la lectura T_2 . Se vacía el tubo en "U", se enjuaga con etanol y luego con éter de petróleo y, finalmente, se le hace pasar una corriente de aire, mediante la bomba incluida en el aparato. El tubo estará limpio y seco cuando la lectura sea igual a la tomada anteriormente para el aire (T_1). Si la lectura no regresa a T_1 , esto indica que el tubo ha quedado sucio. Finalmente, se toma la lectura a la muestra del jugo, siguiendo el proceso anteriormente descrito para el agua, se anota la lectura T_3 . NOTA: La lámpara de iluminación se deja encendida el lapso de tiempo más corto posible, debido a que puede calentar la muestra y retardar la estabilización de la temperatura.

Expresión de resultados.- La ecuación básica del aparato es:

$$d_1 - d_2 = A(T_1^2 - T_2^2)$$

en donde:

d_1 = densidad del fluido 1

d_2 = densidad del fluido 2

A = constante del aparato

T_1 = lectura tomada al fluido 1

T_2 = lectura tomada al fluido 2

Por consiguiente, es necesario determinar la constante del aparato, usando dos fluidos de densidad conocida, por ej.

agua y aire, de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$A = \frac{d_1 \cdot d_2}{T_1^2 - T_2^2}$$

en donde:

d_1 = densidad del aire

d_2 = densidad del agua. A 25°C, ésta es de 0.9970429

T_1 = lectura tomada con aire

T_2 = lectura tomada con agua destilada

Se determina entonces, el valor de A con todas las decimales que resulten. Para el cálculo de la densidad relativa del jugo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$d_r = 1 - \frac{A(T_2^2 - T_3^2)}{d_2}$$

Los resultados se expresan hasta la tercera cifra decimal no lleva unidades. Ref. 21

Esta determinación también puede hacerse por medio del picnómetro según técnica descrita en: International Federation of Fruit Juice Producers (IFFJP) Compendio.

pH.-

Ref. 14

Aparatos y reactivos.- 1) pHmetro digital con electrodo de vidrio y calomel integrado 2) Solución tampón a pH=7 , 3) Solución tampón a pH=4 .

Procedimiento.- Colocar 20 ml de jugo aproximadamente, en un vaso de precipitados de 50 ml, procediendo enseguida a hacer la lectura. Para ésto se hace la inmersión del

electrodo en la muestra por aproximadamente 1 min para permitir que se estabilice la lectura. Es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos: 1) Antes de tomar cada lectura, enjuagar perfectamente el electrodo con agua destilada, removiendo el agua remanente con papel filtro. 2) El electrodo debe permanecer sumergido en agua destilada mientras no esté en uso. Los resultados se expresan hasta la segunda cifra decimal; no lleva unidades. Ref. 14,21

% Acidez.-

Aparatos y reactivos.- 1) pHmetro digital con electrodo de vidrio y calomel integrado 2) Agitador magnético 3) Bureta de 50 ml 4) Vasos de precipitados de 100 ml 5) Solución de NaOH 2N 6) Solución reguladora de pH=7 7) Fenolftaleína al 1% en 2-propanol 8) Agua destilada libre de CO₂

Procedimiento.- Pesar exactamente 25g de jugo simple o 10 g de concentrado en un vaso de precipitados de 100 ml, agregar aproximadamente 25 ml de agua destilada, si se trata de un concentrado. Colocar el imán dentro del vaso de precipitados y éste a su vez sobre el agitador magnético.- Colocar el electrodo dentro del jugo, cuidando que no sea golpeado por el imán. Titular, agitando, con la solución 2N de NaOH hasta pH=8.1. A falta de potenciómetro, agregar al jugo de 15 a 20 gotas de fenolftaleína y titular con la solución de NaOH 2N hasta vire rosa (que puede aparecer como canela debido al amarillo del jugo) que se mantenga durante 15 seg.

Expresión de resultados.- Los resultados se expresan en % p/p y en gramos por litro, como ácido cítrico anhidro.

Acido cítrico anhidro % p/p= $\frac{a \times N \times \text{meg} \times 100}{g}$

en donde:

a = ml de sosa utilizados

N = normalidad de la sosa

meg = miliequivalente del ácido cítrico anhidro
(0.064)

g = gramos de muestra

UNIDADES: g cítrico anhidro/l jugo simple. Ref.14,21

Acido ascórbico.-

Aparatos y reactivos.- 1) Bureta 50 ml. 2) Pipetas volumétricas 1,5,10 y 25 ml. 3) Matraces aforados de 50 y - 250 ml. 4) 15 tubos de ensayo 20x150mm. 5) Matraces erlenmeyer de 200 ml. 6) Disolución azul (disolución de dicloro fenol indofenol): disolver alrededor de 200 mg. de 2,6-diclorofenolindofenol en agua caliente, filtrar, enjuagar el filtro con agua bidestilada caliente; completar el filtrado a 1 l. con agua bidestilada, conservar en el refrigerador. El título de la disolución azul se determina con ayuda de ácido ascórbico Q.P. (= factor F). El ácido ascórbico utilizado para este fin se titula previamente con una disolución de yodo 0.02 N usando almidón como indicador:

1 ml. de disolución de yodo 0.02 N corresponde a

1.7 mg. de ácido ascórbico

1 ml. de disolución azul 0.001 N corresponde a -

0.038mg de ácido ascórbico.

- 7) Disolución de ácido oxálico 2% 8) Disolución de sulfato de cobre al 10% 9) Eter R.A. 10) Acido ascórbico R.A
11) Disolución de yodo 0.02 N 12) Solución de almidón.

Procedimiento.- La determinación se efectúa en dos operaciones: la valoración propiamente dicha y una prueba testigo. Valoración.- Colocar 25 ml de jugo (mediante una pipeta) en un matraz aforado de 250 ml. ,aforar hasta la marca con la disolución de ácido oxálico al 2% y mezclar agitando vigorosamente. Titulación.- Tomar de 10 a 15 tubos de ensayo y colocar en cada uno de ellos 10 ml del jugo diluido con ácido oxálico. Agregar entonces, en el primer tubo de ensayo 1.0 ml de la disolución azul, mediante una bureta. Los líquidos deben mezclarse bien; al cabo de 15 seg. ,agregar 2.0 ml de éter. Después de mezclar perfectamente, dejar en reposo el tubo de ensayo durante algunos minutos. El éter se encuentra entonces, arriba de la solución acuosa. Durante el tiempo que la disolución azul está siendo consumida por el ácido L-ascórbico, el éter permanece incoloro; por el contrario, si aparece una débil coloración rosa, ésto significa que se ha alcanzado el vire. Si, después de la agitación y la decantación, el éter no está coloreado de rosa, en el primer tubo de ensayo, poner entonces; 1.5 ml. de disolución azul en el segundo tubo de ensayo y operar de la misma manera. Si el éter permanece incoloro, agregar entonces, a

Las muestras siguientes; cantidades crecientes de disolución azul (2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0 ml.) y agitar cada vez con el éter hasta que se obtenga el vire provisional (débil coloración rosa). En el modo de operación descrito, se agrega, en la mayoría de los casos, una cantidad de disolución azul ligeramente superior a la realmente correspondiente al contenido de ácido L-ascórbico; debido a esto es necesario efectuar un nuevo ensayo, para determinar el punto de vire con precisión. Por ejemplo, si el éter se colorea de rosa después de la adición de 3,0 ml. de la disolución azul, agregar entonces, a 4 muestras (10 ml de producto diluidos en ácido oxálico al 2%) sucesivamente 2.6, 2.7, 2.8 y 2.9 ml de la disolución azul y agitar c/u con 2.0 ml de éter, como se ha descrito antes. Si la coloración rosa aparece antes, con 2.7 ml por ejemplo, este último valor puede ser considerado como correspondiente al vire definitivo. Si, en el curso de los 4 ensayos, no aparece la coloración rosa, el vire provisional obtenido anteriormente debe considerarse como el válido. Para el cálculo del contenido en ácido L-ascórbico, se denominará "a ml" al número de ml. de disolución azul necesarios para hacer aparecer una coloración rosa en la capa etérea después de la agitación.

Ensayo testigo.- Algunos jugos pueden contener, junto con el ácido áscorbico, otros compuestos que, en estas condiciones, reaccionan con la disolución azul y, debido a es-

to, interfieren con el ácido ascórbico; el contenido de ácido ascórbico en estos jugos debe, entonces, obtenerse con la ayuda de un ensayo testigo: Diluir 5 ml. de jugo con agua destilada, en un matraz aforado de 50 ml. mezclar perfectamente, trasladar a un erlenmeyer de 200 ml. y enjuagar el matraz aforado con un poco de agua.

Agregar, enseguida (mediante una pipeta) 5 ml. de la disolución de sulfato de cobre al 10%, calentar, inmediatamente, a ebullición suave por 15 minutos, y enfriar hasta al rededor de 20° en el chorro del agua. Colocar la disolución en el matraz aforado de 50 ml. enjuagar, aforar hasta la marca con agua destilada y agitar.

Tomar 4 tubos de ensayo, colocar en cada tubo, mediante una pipeta, 10 ml. de la mezcla anterior, agregar disolución azul en cantidades determinadas (0.05; 0.10; 0.15 y 0.20 ml.) y agitar con éter (La agitación con el éter da, en la mayoría de los casos, un líquido turbio, pero la coloración rosa puede, sin embargo, percibirse netamente, particularmente si, como comparación se agita con éter una muestra de 10 ml. de jugo hervido con sulfato de cobre, sin adicionar disolución azul). Sea "b ml" la cantidad de disolución azul consumida, necesaria para provocar la coloración rosa cuando se agita con el éter.

Expresión de resultados.- Los resultados obtenidos con la titulación y el ensayo testigo permiten calcular el contenido de ácido L-ascórbico en el producto analizado. El con

tenido en ácido ascórbico se calcula de la siguiente manera:

$$\text{ác. ascórbico mg/100ml} = (a-b) \cdot F \cdot 100$$

Los resultados se expresan en números enteros, sin decimal.

Unidades; mg. ác. L-ascórbico/ 100 ml. jugo simple

Ref. 14, 21

Azúcares Reductores Directos.-

Aparatos y reactivos.- 1) Espectrofotómetro 2) Potenciómetro 3) Matraces aforados de 100ml y 250ml 4) Pipetas de 1, 5, 10 y 25 ml 5) Baño termostático 6) Vasos de precipitados de 150 ml. 7) Disolución alcalina de ferricianuro de potasio ($K_3Fe(CN)_6$).- Se disuelven 160g de Carbonato de Sodio anhidro (Na_2CO_3) y 150g de Fosfato Disódico Heptahidratado ($Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$) en 850ml de agua destilada. Después de haber disuelto éstos, se le agregan 4g de Ferricianuro de Potasio y se diluye a 1 litro. 8) Disolución de Arsenomolibdato.- Se disuelven 25g de Molibdato de Amonio Tetrahidratado en 450 ml de agua destilada, enseguida se agregan 21 ml de Acido Sulfúrico concentrado seguido por 3g de Arseniato Disódico disuelto en 25 ml. de agua destilada. Se calienta a 55°C durante 30 minutos en un baño de agua con agitación constante.

- 9) Disolución de NaOH 1N
 10) Disolución de H_2SO_4 2 N .
 11) Glucosa R.A.

Procedimiento.-

Preparación del jugo diluido.- Se colocan 15 ml de jugo natural en un matraz volumétrico de 250 ml y se diluye a volumen con agua destilada.

Determinación de azúcares reductores directos Se transfiere 1 ml de jugo diluido (homogeneizar previamente antes de tomar alícuota) a un matraz aforado de 100 ml, se añaden 5 ml de Ferricianuro de Potasio y se coloca en un baño de agua hirviendo durante 10 min ; después de este calentamiento se enfría rápidamente bajo chorro de agua, en seguida, el contenido se neutraliza parcialmente con 10 ml de H_2SO_4 2 N. El contenido del matraz se agita vigorosamente hasta la eliminación total del gas (CO_2) generado. Se añaden posteriormente 4 ml de disolución de arsenomolibdato, la cual desarrollará el color correspondiente, el contenido se mezcla de nuevo y se diluye a volumen. La absorbancia de la solución se obtiene con un fotómetro a una longitud de onda de 515 nm .El ajuste a cero del fotómetro se realiza con un testigo tratado igual que la muestra (el testigo lleva 1 ml de agua destilada en lugar de la muestra).

Calibración.- Se construye la curva de glucosa a 100°C ; para esto se prepara una solución patrón de glucosa a una concentración de 1% , de esta solución patrón se hacen diluciones que contengan las siguientes concentraciones: --

0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06 y 0.07 g/100 ml. En seguida se procede según el procedimiento descrito previamente.

De la curva tipo se calcula el valor de k para azúcares reductores directos de acuerdo a la fórmula:

$$k = \frac{c}{a}$$

en donde:

k = factor de absorbancia unitaria o pendiente de la curva.

c = concentración en gramos de azúcares reductores por 100 ml.

a = absorbancia de la disolución a la concentración dada.

Se saca el valor promedio de los diferentes valores de k y se le designa como K.

Expresión de resultados.- El contenido de azúcares reductores directos de la muestra se calcula de la fórmula:

$$S = K.A.D.$$

en donde:

K = promedio del valor de la pendiente de la curva.

A = absorbancia de la muestra.

D = factor de dilución (10.666).

Los resultados se expresan en gramos por litro hasta la primera cifra decimal. UNIDADES: g reductores directos/litro

NOTA: Curva tipo adjunta.

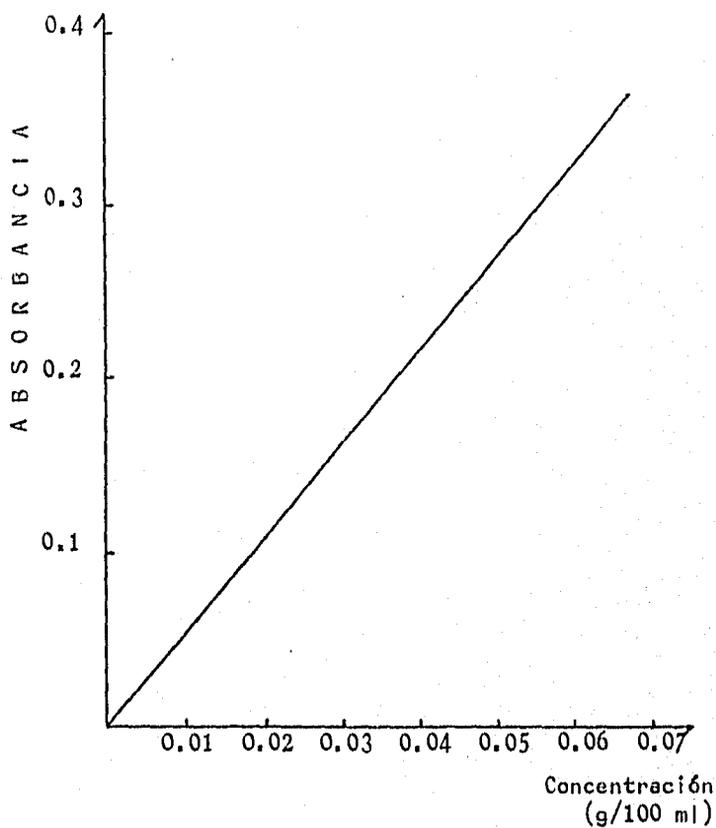
Ref. 21

Índice de Formol.-

Aparatos y reactivos.- 1) pHmetro eléctrico 2) Disolución de sosa, 0.25 N 3) Disolución de formaldehído: fog

FIG. 10
Curva Tipo para la determinación
de azúcares en el jugo de limón mexicano
por el Método de Ting.

Absorbancia medida a 515 nm después de
calentar a 100°C por 10 minutos.



maldehído puro 35% mínimo, cuyo pH se lleva exactamente a 8.1 con la sosa diluída, con la ayuda del pHmetro. 4) Agua oxigenada, pura al 30%.

Procedimiento.- Colocar en un vaso de precipitados de 100 ml, 25 ml de jugo, o bien la cantidad correspondiente de concentrado diluída a este volúmen, neutralizar con la sosa diluída, a pH de 8.1 con la ayuda del pHmetro, después agregar 10 ml de la disolución de formaldehído preparada como se indicó anteriormente y mezclar. Al cabo de un minuto aproximadamente, efectuar la valoración potenciométrica de la mezcla, a pH de 8.1, con la sosa 0.25 N. Si se utilizan más de 20 ml de sosa 0.25 N, la valoración debe volver a hacerse utilizando 15 ml de la disolución de formaldehído en lugar de 10 ml. En presencia de anhídrido sulfuroso, mezclar a la disolución, antes de la neutralización, algunas gotas de agua oxigenada.

Expresión de resultados.- La cantidad de disolución alcalina usada para la valoración, expresada en ml de sosa 0.1 N y calculada, respectivamente, para 100 ml de jugo ó 100 g de concentrado, es igual al índice de formol de la muestra analizada. Los resultados se expresan hasta la segunda cifra decimal; unidades: ml NaOH 0.1N/100ml jugo.

% Cenizas.-

Ref. 14, 21

Aparatos y reactivos.- 1) Crisoles con camisas 2) Balanza analítica 3) Mufia 4) Mechero, tripié y triángulo de porcelana 5) Agua destilada.

Procedimiento.- Pesar 5 g de la muestra en el crisol -- puesto a peso constante a 500°C. Para ello carbonizar primero con mechero y meter a la mufia cuidando que la temperatura no pase de 550°C para evitar que los cloruros se -

volatilicen. Se suspende el calentamiento cuando las cenizas estén -- blancas o grises (si se observan puntos negros se humedecen con unas -- gotas de agua destilada, se secan y se vuelven a calcinar). Enfriar en desecador y pesar.

Expresión de resultados.- Se calcula el % de cenizas con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de las cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

UNIDADES: g cenizas/100g jugo

Ref. 2'.

% Nitrógeno.-

Aparatos y Reactivos.- 1) H_2SO_4 93-98% libre de N_2 , 2) HgO ó Hg -- R.A., libre de N_2 . 3) K_2SO_4 R.A. libre de N_2 . 4) Solución de sulfuro -- de potasio.- 40g de K_2S en 1 l. de agua. 5) Solución de $NaOH$.- 450 g -- de $NaOH$ en agua, enfriar y diluir a 1 l. 6) Granalla de Zn . 7) Rojo de metilo.- 1g/200 ml alcohol. 8) Solución estándar de HCl 0.1 N. 9) Solu- ción estándar de $NaOH$ 0.1N. 10) Matraces Kjeldahl de 500 - 800 ml. -- 11) Equipo de destilación Kjeldahl.

Procedimiento.- Se pesan 0.7 a 2.2g de muestra (de jugo son 10g) y se colocan en un matraz de digestión (matraz Kjeldahl), se adicionan -- 0.7g de óxido de mercurio ó 0.65g de mercurio metálico, 15g de K_2SO_4 -- anhidro y 25 ml de H_2SO_4 .- Si la muestra sobrepasa los 2.2g, aumentar- 10 ml de H_2SO_4 por cada gramo de muestra más. Poner el matraz en posi- ción inclinada y proceder a la digestión., usar cuerpos de ebullición; calentar hasta que la solución sea cristalina. Esto se lleva de 30 min a 2 hrs dependiendo de la cantidad de materia orgánica que contenga la muestra. Se enfría para después agregarle 200 ml de agua a una tempera- tura menor de $25^\circ C$; añadir 25 ml de la solución de sulfuro de potasio-

y mezclar para precipitar el H_2 . Inclinarse el matraz y adicionar la le-
 gía de sosa sin agitar, para ~~estratificar~~ las dos fases (por cada 10 -
 ml de H_2SO_4 extra agregados añadir 15g de NaOH). Inmediatamente se -
 conecta el matraz de digestión a una trampa tipo Kjeldahl y ésta al -
 condensador; se recibe el destilado poniéndolo a burbujear en la so -
 lución de HCl que contenga de 5 a 7 gotas del indicador. Calentar --
 hasta que todo el amoníaco haya sido destilado (150 ml). Retirar el -
 matraz y titular el exceso de HCl. Córrese un blanco en las mismas -
 condiciones; corríjase el error, restando los ml gastados en el blanco
 a los ml gastados en la muestra.
 Expresión de resultados:

$$\% \text{N}_2 = \frac{(\text{ml HCl} \times \text{N HCl}) - (\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH})}{\text{g muestra}} \times 1.4007$$

unidades: g N_2 /100g jugo

Ref. 2'.

Análisis organoléptico / Índice de calidad en el jugo.-

El examen organoléptico de jugos frutales debe ser visto como una parte del análisis total llevado a cabo en el laboratorio y no ser separado del mismo. A continuación se presenta un esquema simplificado de juicio para la evaluación del jugo de limón, la cual debe ser llevada a cabo por jueces experimentados.

La cualidad más importante de un evaluador es su habilidad para proporcionar resultados honestos y reproducibles. Cada juez debe haber probado su habilidad como evaluador antes de poder colaborar con un grupo panel. Los jueces deben ser informados tan pronto como sea posible de la naturaleza y el propósito de la evaluación a efectuar. Aparte del interés mostrado en la evaluación, el poder de concentración y la memoria de un juez son de suma importancia.

En el curso de una sesión de evaluación sin interrupciones, no deben ser evaluadas más de 15 muestras de jugo, - aún con jueces experimentados. Los jugos son presentados a los jueces en grupos de 3-6 muestras. Se debe tener cuidado de presentar en todas y cada una de las muestras, igual volumen de jugo en vasos idénticos. La temperatura de los jugos también debe ser uniforme (cerca de 18°C).

El cuarto de evaluación debe estar bien iluminado y ventilado. No se permite fumar dentro del cuarto de evaluación, ni en período de la misma. Cada juez da su opinión por escrito. Los jueces deben estar aislados para evitar influencias por gestos, pláticas o inclusive copia del juicio de los demás. (CUADRO No.19)

Después de completada la evaluación, los resultados se reúnen para ser comparados y discutidos; si acaso los ju

CUADRO No. 19

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE JUICIO (16 puntos).

| Factores de puntuación | 4 | 3 | 2 | 1 | Puntos |
|---|---------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|--------|
| <u>Apariencia</u> en jugos no clarificados | Turbidez aceptable | Ligera variación de lo normal. | Muy poca turbidez | Claro | |
| <u>Color</u> | Normal | Ligeramente pálido u oscuro | Casi incoloro u oscuro | Extremadamente incoloro u oscuro | |
| <u>Aroma</u> | Sin tacha, perfecto | Limpio, sin falta o defecto real | Perceptible u una ligera falta o defecto | Defecto indiscutible. Se rechaza | |
| <u>Sabor</u> | Idem aroma | Idem aroma | Idem aroma | Idem aroma | |
| Puntos totales (más de 10 puntos) Aceptado (menos de 10 puntos) Rechazado | | | | | |
| <u>Conclusión general/Índice de calidad en el jugo</u> ptos. totales/4 | Producto selecto | Buena muestra comercial | Necesita mejora, mercado limitado | No satisfactorio. Sin mercado | |

Ref. 14

cios son muy diferentes, las muestras pueden ser sometidas a una evaluación extra posteriormente.

El esquema simplificado de juicio utilizado se muestra en el Cuadro No. 19. Dicho esquema consta de 16 puntos totales para un producto selecto. Esto es, que ha obtenido la puntuación máxima (4 puntos) en cada atributo.

Para sacar una conclusión gral. del juicio se divide la puntuación total entre cuatro; dando como resultado el índice de calidad en el jugo.

Calculos Estadísticos para la Determinación de
Valor Medio y Desviación Típica de los Paráme
tros Característicos del Limón Mexicano

% JUGO

Cuadro 20

| X_i | F_i | $F_i X_i$ | $(X_i - \bar{X})^2$ | $F_i (X_i - \bar{X})^2$ |
|-------|-------|-----------|---------------------|-------------------------|
| 36.50 | 1 | 36.50 | 90.25 | 90.25 |
| 36.70 | 1 | 36.70 | 86.49 | 86.49 |
| 37.12 | 1 | 37.12 | 78.85 | 78.85 |
| 37.92 | 1 | 37.92 | 65.28 | 65.28 |
| 38.10 | 1 | 38.10 | 62.41 | 62.41 |
| 41.58 | 1 | 41.58 | 19.53 | 19.53 |
| 43.07 | 1 | 43.07 | 8.58 | 8.58 |
| 44.70 | 1 | 44.70 | 1.69 | 1.69 |
| 44.80 | 1 | 44.80 | 1.44 | 1.44 |
| 45.30 | 1 | 45.30 | 0.49 | 0.49 |
| 47.39 | 1 | 47.39 | 1.93 | 1.93 |
| 48.13 | 1 | 48.13 | 4.53 | 4.53 |
| 49.80 | 1 | 49.80 | 14.44 | 14.44 |
| 50.06 | 1 | 50.06 | 16.48 | 16.48 |
| 50.86 | 1 | 50.86 | 23.61 | 23.61 |
| 51.02 | 1 | 51.02 | 25.20 | 25.20 |
| 52.10 | 1 | 52.10 | 37.21 | 37.21 |
| 52.59 | 1 | 52.59 | 43.42 | 43.42 |
| 55.30 | 1 | 55.30 | 86.49 | 86.49 |
| 57.10 | 1 | 57.10 | 123.21 | 123.21 |
| | 20 | 920.14 | | 791.53 |

$$\bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{N} = \frac{920.14}{20} = 46.007 \quad \bar{X}=46.007$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{791.53}{20}} = 6.29 \quad S=6.29$$

Límites a $\bar{X} \pm S$
(39.71-52.29)

% BAGAZO

Cuadro No. 21

| X_i | F_i | $F_i X_i$ | $(X_i - \bar{X})^2$ | $F_i (X_i - \bar{X})^2$ |
|-------|-------|-----------|---------------------|-------------------------|
| 38.01 | 1 | 38.01 | 115.77 | 115.77 |
| 39.80 | 1 | 39.80 | 80.46 | 80.46 |
| 42.87 | 1 | 42.87 | 34.81 | 34.81 |
| 43.00 | 1 | 43.00 | 33.29 | 33.29 |
| 44.01 | 1 | 44.01 | 22.65 | 22.65 |
| 44.13 | 1 | 44.13 | 21.52 | 21.52 |
| 44.53 | 1 | 44.53 | 17.97 | 17.97 |
| 44.63 | 1 | 44.63 | 17.13 | 17.13 |
| 46.10 | 1 | 46.10 | 7.13 | 7.13 |
| 46.92 | 1 | 46.92 | 3.42 | 3.42 |
| 47.72 | 1 | 47.72 | 1.10 | 1.10 |
| 50.18 | 1 | 50.18 | 1.98 | 1.98 |
| 50.23 | 1 | 50.23 | 2.13 | 2.13 |
| 51.82 | 1 | 51.82 | 9.30 | 9.30 |
| 53.34 | 1 | 53.34 | 20.88 | 20.88 |
| 56.84 | 1 | 56.84 | 65.12 | 65.12 |
| 57.00 | 1 | 57.00 | 67.73 | 67.73 |
| 57.92 | 1 | 57.92 | 83.72 | 83.72 |
| 58.12 | 1 | 58.12 | 87.42 | 87.42 |
| 58.23 | 1 | 58.23 | 89.49 | 89.49 |
| | 20 | 975.41 | | 783.02 |

$$\bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{N} = \frac{975.41}{20} = 48.77 \quad \bar{X} = 48.77$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^2}{20}} = \sqrt{\frac{783.02}{20}} = 6.25 \quad S = 6.25$$

Límites a $\bar{X} \pm S$
 (42.52 - 55.02)

° BRIX

Cuadro No. 22

| X_i | F_i | $F_i X_i$ | $(X_i - \bar{X})^2$ | $F_i (X_i - \bar{X})^2$ |
|-------|-------|-----------|---------------------|-------------------------|
| 8.5 | 1 | 8.5 | 0.26 | 0.26 |
| 8.6 | 5 | 43.0 | 0.168 | 0.84 |
| 8.7 | 1 | 8.7 | 0.096 | 0.096 |
| 8.8 | 2 | 17.6 | 0.044 | 0.088 |
| 8.9 | 1 | 8.9 | 0.012 | 0.012 |
| 9.1 | 1 | 9.1 | 0.008 | 0.008 |
| 9.2 | 2 | 18.4 | 0.036 | 0.072 |
| 9.3 | 1 | 9.3 | 0.084 | 0.084 |
| 9.4 | 4 | 37.6 | 0.152 | 0.608 |
| 9.5 | 1 | 9.5 | 0.240 | 0.240 |
| 9.6 | 1 | 9.6 | 0.348 | 0.348 |
| | 20 | 180.2 | | 2.656 |

$$\bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{N} = \frac{180.2}{20} = 9.01 \quad \bar{X} = 9.01$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{2.656}{20}} = 0.364 ; S = 0.364$$

Límites a $\bar{X} \pm S$

(8.64 - 9.37)

DENSIDAD RELATIVA

Cuadro No. 23

| X_i | F_i | $F_i X_i$ | $(X_i - \bar{X})^2$ | $F_i (X_i - \bar{X})^2$ |
|--------|-------|-----------|----------------------|-------------------------|
| 1.0339 | 1 | 1.0339 | 4×10^{-6} | 4×10^{-6} |
| 1.0348 | 1 | 1.0348 | 1×10^{-6} | 1×10^{-6} |
| 1.0349 | 1 | 1.0349 | 1×10^{-6} | 1×10^{-6} |
| 1.0350 | 7 | 7.245 | 0.8×10^{-6} | 5.6×10^{-6} |
| 1.0355 | 3 | 3.1065 | 0.1×10^{-6} | 0.3×10^{-6} |
| 1.037 | 2 | 2.074 | 1×10^{-6} | 2×10^{-6} |
| 1.0375 | 4 | 4.150 | 2×10^{-6} | 8×10^{-6} |
| 1.039 | 1 | 1.039 | 9×10^{-6} | 9×10^{-6} |
| | 20 | 20.7181 | | 30.9×10^{-6} |

$$\bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{N} = \frac{20.7181}{20} = 1.0359 ; \bar{X} = 1.0359$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{30.9 \times 10^{-6}}{20}} = 0.0012 ; S = 0.0012$$

Límites a $\bar{X} \pm S$

$$(1.0347 - 1.0371)$$

P H

Cuadro No. 24

| X_i | F_i | $F_i X_i$ | $(X_i - \bar{X})^2$ | $F_i (X_i - \bar{X})^2$ |
|-------|-------|-----------|---------------------|-------------------------|
| 2.05 | 1 | 2.05 | 0.0198 | 0.0198 |
| 2.06 | 2 | 4.12 | 0.0171 | 0.0342 |
| 2.07 | 1 | 2.07 | 0.0146 | 0.0146 |
| 2.08 | 2 | 4.16 | 0.0123 | 0.0246 |
| 2.10 | 4 | 8.40 | 0.0082 | 0.0328 |
| 2.12 | 1 | 2.12 | 0.0050 | 0.0050 |
| 2.13 | 1 | 2.13 | 0.0037 | 0.0037 |
| 2.23 | 1 | 2.23 | 0.0015 | 0.0015 |
| 2.24 | 1 | 2.24 | 0.0024 | 0.0024 |
| 2.30 | 3 | 6.90 | 0.0118 | 0.0354 |
| 2.40 | 1 | 2.40 | 0.0436 | 0.0436 |
| 2.50 | 2 | 5.00 | 0.0954 | 0.1868 |
| | 20 | 43.82 | | 0.4044 |

$$\bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{N} = \frac{43.82}{20} = 2.191 \quad \bar{X} = 2.191$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{0.4044}{20}} = 0.142 ; S = 0.142$$

Límites a $\bar{X} \pm s$

(2.04 - 2.33)

% ACIDEZ

Cuadro No. 25

| X_i | F_i | $F_i X_i$ | $(X_i - \bar{X})^2$ | $F_i (X_i - \bar{X})^2$ |
|-------|-------|-----------|---------------------|-------------------------|
| 6.60 | 3 | 19.8 | 0.2401 | 0.7203 |
| 6.80 | 3 | 20.4 | 0.0841 | 0.2523 |
| 6.92 | 1 | 6.92 | 0.0289 | 0.0289 |
| 7.01 | 1 | 7.01 | 0.0064 | 0.0064 |
| 7.15 | 3 | 21.45 | 0.0036 | 0.0108 |
| 7.23 | 2 | 14.46 | 0.0196 | 0.0392 |
| 7.30 | 3 | 21.90 | 0.0441 | 0.1323 |
| 7.48 | 4 | 29.92 | 0.1521 | 0.6084 |
| | 20 | 141.86 | | 1.7986 |

$$\bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{N} = \frac{141.86}{20} = 7.09$$

$$\bar{X} = 7.09$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{1.7986}{20}} = 0.2998 ; S = 0.2998$$

Límites a $\bar{X} \pm S$

(6.79 - 7.38)

ACIDO ASCORBICO

Cuadro No. 26

| X_i | F_i | $F_i X_i$ | $(X_i - \bar{X})^2$ | $F_i (X_i - \bar{X})^2$ |
|-------|-------|-----------|---------------------|-------------------------|
| 31 | 1 | 31 | 27.56 | 27.56 |
| 32 | 3 | 96 | 18.06 | 54.18 |
| 34 | 4 | 136 | 5.06 | 20.24 |
| 37 | 4 | 148 | 0.56 | 2.24 |
| 38 | 4 | 152 | 3.06 | 12.24 |
| 39 | 1 | 39 | 7.56 | 7.56 |
| 40 | 2 | 80 | 14.06 | 28.12 |
| 43 | 1 | 43 | 45.56 | 45.56 |
| | 20 | 725 | | 197.70 |

$$N = 20$$

$$\bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{N} = \frac{725}{20} = 36.25$$

$$\bar{X} = 36.54$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{197.70}{20}} = 3.14 \quad S = 3.14$$

Límites a $\bar{X} \pm S$

(33 - 39)

AZUCARES REDUCTORES DIRECTOS

Cuadro No. 27

| X_i | F_i | $F_i X_i$ | $(X_i - \bar{X})^2$ | $F_i (X_i - \bar{X})^2$ |
|-------|-------|-----------|---------------------|-------------------------|
| 0.73 | 1 | 0.73 | 0.92 | 0.92 |
| 0.74 | 1 | 0.74 | 0.90 | 0.90 |
| 0.80 | 1 | 0.80 | 0.79 | 0.79 |
| 0.82 | 1 | 0.82 | 0.76 | 0.76 |
| 0.89 | 1 | 0.89 | 0.64 | 0.64 |
| 0.90 | 1 | 0.90 | 0.62 | 0.62 |
| 1.13 | 1 | 1.13 | 0.31 | 0.31 |
| 1.46 | 1 | 1.46 | 0.05 | 0.05 |
| 1.50 | 1 | 1.50 | 0.03 | 0.03 |
| 1.68 | 1 | 1.68 | 0.001 | 0.001 |
| 1.86 | 1 | 1.86 | 0.02 | 0.02 |
| 1.93 | 1 | 1.93 | 0.06 | 0.06 |
| 1.97 | 1 | 1.97 | 0.08 | 0.08 |
| 1.09 | 1 | 2.09 | 0.16 | 0.16 |
| 2.27 | 1 | 2.27 | 0.34 | 0.34 |
| 2.34 | 1 | 2.34 | 0.42 | 0.42 |
| 2.47 | 1 | 2.47 | 0.61 | 0.61 |
| 2.53 | 1 | 2.53 | 0.71 | 0.71 |
| 2.62 | 1 | 2.62 | 0.86 | 0.86 |
| 3.00 | 1 | 3.00 | 1.72 | 1.72 |
| | 20 | 33.73 | | 10.001 |

$$N = 20$$

$$\bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{N} = \frac{33.73}{20} = 1.69 \quad \bar{X} = 1.69$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{10.001}{20}} = 0.707 \quad S = 0.707$$

Límites a $\bar{X} \pm s$

$$(0.98 - 2.39)$$

INDICE DE FORMOL

Cuadro No. 28

| X_i | F_i | $F_i X_i$ | $(X_i - \bar{X})^2$ | $F_i (X_i - \bar{X})^2$ |
|-------|-------|-----------|---------------------|-------------------------|
| 0.90 | 1 | 0.90 | 0.577 | 0.577 |
| 1.01 | 1 | 1.01 | 0.422 | 0.422 |
| 1.18 | 3 | 3.54 | 0.230 | 0.690 |
| 1.70 | 3 | 5.10 | 0.001 | 0.003 |
| 1.80 | 5 | 9.00 | 0.019 | 0.095 |
| 1.90 | 4 | 7.60 | 0.057 | 0.228 |
| 2.00 | 2 | 4.00 | 0.115 | 0.230 |
| 2.10 | 1 | 2.10 | 0.193 | 0.193 |
| | 20 | 33.25 | | 2.438 |

$$\bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{N} = \frac{33.25}{20} = 1.66 \quad \bar{X} = 1.66$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{2.438}{20}} = 0.349 ; s = 0.349$$

Límites a $\bar{X} \pm s$

(1.311 - 2.009)

% CENIZAS

Cuadro No. 29

| X_i | F_i | $F_i X_i$ | $(X_i - \bar{X})^2$ | $F_i (X_i - \bar{X})^2$ |
|-------|-------|-----------|-----------------------|-------------------------|
| 0.137 | 1 | 0.137 | 9.6×10^{-3} | 9.6×10^{-3} |
| 0.138 | 1 | 0.138 | 9.4×10^{-3} | 9.4×10^{-3} |
| 0.149 | 1 | 0.149 | 7.3×10^{-3} | 7.3×10^{-3} |
| 0.152 | 1 | 0.152 | 6.8×10^{-3} | 6.8×10^{-3} |
| 0.154 | 1 | 0.154 | 6.5×10^{-3} | 6.5×10^{-3} |
| 0.178 | 1 | 0.178 | 3.2×10^{-3} | 3.2×10^{-3} |
| 0.193 | 1 | 0.193 | 1.7×10^{-3} | 1.7×10^{-3} |
| 0.215 | 1 | 0.215 | 0.4×10^{-3} | 0.4×10^{-3} |
| 0.227 | 1 | 0.227 | 0.06×10^{-3} | 0.06×10^{-3} |
| 0.239 | 1 | 0.239 | 0.01×10^{-3} | 0.01×10^{-3} |
| 0.241 | 1 | 0.241 | 0.04×10^{-3} | 0.04×10^{-3} |
| 0.248 | 1 | 0.248 | 0.17×10^{-3} | 0.17×10^{-3} |
| 0.249 | 1 | 0.249 | 0.20×10^{-3} | 0.20×10^{-3} |
| 0.257 | 1 | 0.257 | 0.48×10^{-3} | 0.48×10^{-3} |
| 0.284 | 1 | 0.284 | 2.4×10^{-3} | 2.4×10^{-3} |
| 0.299 | 1 | 0.299 | 4.1×10^{-3} | 4.1×10^{-3} |
| 0.305 | 1 | 0.305 | 4.9×10^{-3} | 4.9×10^{-3} |
| 0.324 | 1 | 0.324 | 7.9×10^{-3} | 7.9×10^{-3} |
| 0.350 | 1 | 0.350 | 13.2×10^{-3} | 13.2×10^{-3} |
| 0.369 | 1 | 0.369 | 18.0×10^{-3} | 18.0×10^{-3} |
| | 20 | 4.708 | | 0.09636 |

$$\bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{N} = \frac{4.708}{20} = 0.235 \quad \bar{X} = 0.235$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{0.09636}{20}} = 0.069 \quad S = 0.069$$

Límites a $\bar{X} \pm S$

c 0.166 - 0.304)

% de NITROGENO

Cuadro No. 30.

| X_i | F_i | $F_i X_i$ | $(X_i - \bar{X})^2$ $\times 10^{-3}$ | $F_i (X_i - \bar{X})^2$ $\times 10^{-3}$ |
|-------|-------|-----------|---|---|
| 0.069 | 1 | 0.069 | 0.625 | 0.625 |
| 0.070 | 1 | 0.070 | 0.576 | 0.576 |
| 0.071 | 1 | 0.071 | 0.529 | 0.529 |
| 0.072 | 1 | 0.072 | 0.484 | 0.484 |
| 0.073 | 1 | 0.073 | 0.441 | 0.441 |
| 0.074 | 1 | 0.074 | 0.400 | 0.400 |
| 0.075 | 1 | 0.075 | 0.361 | 0.361 |
| 0.088 | 1 | 0.088 | 0.036 | 0.036 |
| 0.093 | 1 | 0.093 | 0.001 | 0.001 |
| 0.098 | 1 | 0.098 | 0.016 | 0.016 |
| 0.099 | 1 | 0.099 | 0.025 | 0.025 |
| 0.101 | 1 | 0.101 | 0.049 | 0.049 |
| 0.103 | 1 | 0.103 | 0.081 | 0.081 |
| 0.104 | 1 | 0.104 | 0.100 | 0.100 |
| 0.107 | 1 | 0.107 | 0.169 | 0.169 |
| 0.111 | 1 | 0.111 | 0.289 | 0.289 |
| 0.114 | 1 | 0.114 | 0.400 | 0.400 |
| 0.118 | 1 | 0.118 | 0.576 | 0.576 |
| 0.120 | 1 | 0.120 | 0.676 | 0.676 |
| 0.122 | 1 | 0.122 | 0.784 | 0.784 |
| | 20 | 1.882 | | 6.618×10^{-3} |

N=20

$$\bar{X} = \frac{\sum F_i X_i}{20} = \frac{1.882}{20} = 0.094 \quad \bar{X} = 0.094$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum F_i (X_i - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{6.618 \times 10^{-3}}{20}} = 0.0182 \quad s = 0.0182$$

Límites a $\bar{X} \pm s$
(0.0758 - 0.1122)

L I S T A D E F I G U R A S

LISTA DE FIGURAS

| | PAGINA |
|--|--------|
| Fig. 1.- Croquis morfológico del limón Mexicano ----- | 9 |
| Fig. 2.- Localización geográfica de la producción de limones en México ----- | 26 |
| Fig. 3.- Sfumatrice M.F. esquema de funcionamiento ----- | 45 |
| Fig. 4.- Separador centrífugo. Sección del tambor autolimpiador ----- | 49 |
| Fig. 5.- Super D-Canter (Sharples - Milán). Esquema de funcionamiento ----- | 51 |
| Fig. 6.- Esquema del pasteurizador de placas de tres capas ----- | 55 |
| Fig. 7.- Diagrama de flujo gráfico de indus trialización del limón mexicano ----- | 66 |
| Fig. 8.- Comportamiento de diversas curvas de pasteurización ----- | 77 |
| Fig. 9.- Rotavapor. Equipo de destilación al vacfo (UNPAL, MEXICO) ----- | 94 |
| Fig. 10.- Curva Tipo para la determinación de azúcares en el jugo de limón mexicano por el método de Ting. ----- | 140 |

LISTA DE CUADROS

LISTA DE CUADROS

| | PAGINA |
|---|--------|
| Cuadro No. 1.- Cuadro Taxonómico de la clasificación de las principales especies de los géneros "Citrus", "Fortunella" y "Poncirus" ----- | 13 |
| Cuadro No. 2.- Productos industrializados derivados del limón mexicano por las plantas existentes en México ----- | 18 |
| Cuadro No. 3.- Capacidad de producción anual instalada de los diferentes productos industrializados derivados del limón mexicano --- | 19 |
| Cuadro No. 4.- Volúmenes producidos en 1971 de los diferentes productos industrializados derivados del limón mexicano ----- | 20 |
| Cuadro No. 5.- Porcentaje de la capacidad de producción instalada que se aprovechó en 1971 ----- | 21 |
| Cuadro No. 6.- Principales productores de limón ----- | 22 |
| Cuadro No. 7.- Composición del jugo de limón mexicano ----- | 38 |
| Cuadro No. 8.- Diagrama de flujo para la industrialización del limón mexicano ----- | 43 |
| Cuadro No. 9.- Tabla de resultados experimentales. Análisis jugo de limón mexicano ----- | 70 |
| Cuadro No. 10.- Características y composición del limón mexicano ----- | 71 |
| Cuadro No. 11.- Diagrama de bloques del proceso realizado a nivel laboratorio (UNPAL, MEXICO) ----- | 91 |
| Cuadro No. 12.- Parámetros del jugo de limón mexicano recién exprimido durante su conservación a 6-9°C en envases diferentes ----- | 98 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro No. 13.- Por ciento de consumo de limón mexicano a diferentes horas del día, por niveles socio económico-económicos y edades ----- | 110 |
| Cuadro No. 14.- Por ciento de consumo de limón mexicano a diferentes horas del día, por regiones ----- | 111 |
| Cuadro No. 15.- Costo estimado de energía en el proceso ----- | 116 |
| Cuadro No. 16.- Uso estimado de energía en el proceso ----- | 117 |
| Cuadro No. 17.- Tabla I apéndice. Corrección de los grados Brix en función de la acidez del jugo ----- | 127 |
| Cuadro No. 18.- Tabla II apéndice. Factores de corrección para llevar a 20°C. los grados Brix leídos a diferentes temperaturas ----- | 128 |
| Cuadro No. 19.- Esquema simplificado de juicio (16 puntos) ----- | 145 |
| Cuadro No. 20.- % JUGO Valor medio y desviación típica ----- | 148 |
| Cuadro No. 21.- % Bagazo. Valor medio y desviación típica ----- | 149 |
| Cuadro No. 22.- °Brix. Valor medio y desviación típica ----- | 150 |
| Cuadro No. 23.- Densidad. valor medio y desviación típica ----- | 151 |
| Cuadro No. 24.- PH. Valor medio y desviación típica ----- | 152 |
| Cuadro No. 25.- % Acidez. Valor medio y desviación típica ----- | 153 |
| Cuadro No. 26.- Acido ascórbico. Valor medio y desviación típica ----- | 154 |
| Cuadro No. 27.- Azúcares Reductores directos. Valor Medio y desviación típica ----- | 155 |

| | |
|--|-----|
| Cuadro No. 28.- Índice de formol. Valor medio y desviación típica ----- | 156 |
| Cuadro No. 29.- % Cenizas. Valor medio y desvia ción Típica ----- | 157 |
| Cuadro No. 30.- % Nitrógeno. Valor medio y desviación típica ----- | 158 |

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

1. AGUILAR ALVAREZ DE ALBA A.
ELEMENTOS DE LA MERCADOTECHIA
COMPAÑIA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A.
1978, P. 38-42
2. ANDRADE, A.J.L.
INDUSTRIALIZACION DEL LIMON MEXICANO
COMISION NAL. DE FRUTICULTURA SAG/MEXICO
SERIE TECNICA-FOLLETO N° 18 1973
2. AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1984)
p. 575,420,16,17.
3. BAUERNFEIND, J.C. AND PINKERT, D.H.
ASCORBIC ACID FOR THE PREVENTION OF FRUIT AND
VEGETABLE BROWNING
ALVANCES IN FOOD RESEARCH 18 (1970)
4. BAUERNFEIND, J.C
ROLE OF ASCORBIC ACID IN THE BROWNING PHE
NOMENON OF FRUIT JUICE
SYMPOSIUM ON FRUIT JUICE CONCENTRATES,
BRISTOL, 1958
5. BEVERLY, R.G. , STRASSER J. AND WRIGHT, B, 1980
CRITICAL FACTORS IN FILLING AND STERILIZING
OF INSTITUTIONAL POUCHES
FOOD TECHNOLOGY MAGAZINE (10) SEPTEMBER; 43,48
6. BRAVERMAN, J.B.S.
LOS AGRIOS Y SUS DERIVADOS
EDICIONES AGUILAR, S.A.
MADRID, 1976, P. 9
7. CAGE, JAMES K AND CLARK, W.L. , 1980
OPPORTUNITIES AND CONSTRAINTS FOR FLEXIBLE
PACKAGING OF FOODS
FOOD TECHNOLOGY MAGAZINE (10) SEPTEMBER; 28,31

8. DAVIS, REES. B., 1980
LIQUID FOODS IN FLEXIBLE PACKAGES A REGULATORY
PERSPECTIVE.
FOOD TECHNOLOGY MAGAZINE (10) SEPTEMBER : 58
9. GAITHER INTERNATIONAL, INC.
BEHAVIOR, CONSUMPTION AND ATTITUDE PATTERNS
IN URBAN MEXICO
MEXICO, D.F. 1984
10. GAITHER INTERNATIONAL, INC.
ESTUDIO SOBRE LA DIETA MEXICANA
MEXICO, D.F. AGOSTO 1976
11. GARDUÑO TORRES, ALEJANDRO.
APUNTES DEL CURSO DESARROLLO DE ALIMENTOS
MEXICO, D.F. AGOSTO 1976
12. HEINZ DAVID A., 1980
MARKETING OPPORTUNITIES FOR THE RETORT
POUCH
FOOD TECHNOLOGY, (10) SEPTIEMBRE: 34, 35,38
13. HUNTSBERGER, R.
ELEMENTS OF STATISTICAL INFERENCE.
ED. ALLYR & BACON P. 5-14
14. IFFJP COMPENDIO
International Federation of Fruit
Juice Producers, IFJU Analyses No. 1,3,11,25,30
15. JAY, JAMES M.
MODERN FOOD MICROBIOLOGY
VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY
ED.1970 p. 105-109
16. LA VITAMINA C Y SU UTILIZACION EN LAS
INDUSTRIAS DE BEBIDAS REFRESCANTES
DEPTO. DE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS. SERVICIO DE
INFORMACION DEL DEPTO. DE VITAMINAS Y PRODUCTOS QUIMICOS.
PRODUCTOS ROCHE, S.A. DE C.V. FEB. 1980 ; 2-5

17. LOPEZ, ANTONY , 1972
ENVASES DE ALUMINIO EN LAS INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (3) MAYO-JULIO: 112-114

18. LUCK, E, HOECHST, F. 1969
THE USE OF SORBIC ACID IN FOOD PRESERVATION
FOOD PROCESSING INDUSTRY (12) DECEMBER: 63-64

21. MANUAL PARA ESPECIFICACIONES DE JUGO DE LIMON
FIDEICOMISO DEL LIMON FIDELIM. 1980

22. OLIZAR, MARYNKA
GUIA DE LOS MERCADOS DE MEXICO
EDITORIAL MARYNKA, S.A.
MEXICO, D.F. ED. 1978-79

23. OLIZAR MARYNKA
STATISTICAL ANNUARY OF THE MEXICANA MARKET
MEXICO, D.F. ED. 1979-80

24. PEREZ MENDZA, JOSE LUIS
UTILIZACION DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES
DE LIMON MEXICANO POR VIA FERMENTATIVA
PARA LA OBTENCION DE VITAMINA B12
CONAFRUT- SARH TESIS , 1981

25. PRALDRAN, J.C.
LES AGRUMES. TECHNIQUES AGRICOLES ET
PRODUCTIONS TROPICALES
G.P. MAISON NEUVE ET LAROSE
PARIS, FRANCE, 1971 p. 400-401

26. ROYO IRANZO, JOSE
TECNOLOGIA DE LOS AGRIOS
LANGA ICONIA
MADRID, ESPAÑA, 1954 p. 148-149

27. SAFINA, GIUSEPPE
LOS DERIVADOS DE LOS CITRICOS
IMPRESORA BRAVO, S.A. 1978

28. SAUER FRED, 1977
CONTROL OF YEASTS AND MOLDS WITH PRESERVATIVES
FOOD TECHNOLOGY MAGAZINE (2) FEBRUARY: 66-67

29. SOFT DRINKS OFFERED IN STAND-UP POUCHES: 1982
FOOD ENGINEERING INT' L. (3) MARCH : 23

30. STEFFE, J.F. WILLIAMS J.R. CHHINMAN.
M.S. AND BLACK, J.R. : 1980
ENERGY REQUIREMENTS AND COSTS OF RETORT
POUCH VS. CAN PACKAGING SYSTEMS.
FOOD TECHNOLOGY MAGAZINE (10) SEPTEMBER: 39, 41

ANEXO I

EVALUACION DE LAS ESPECTATIVAS DE DESARROLLO
HASTA EL AÑO DE 1991.

Objetivo.

Actualizar el estudio en referencia, así como dar continuidad a las tendencias de aprovechamiento del jugo de limón mexicano.

Introducción.

Debido a la influencia que tiene el consumo del limón fruta y sus derivados en los mercados internacionales, en donde esta ha provocado diversos cambios mercadológicos, que aunados a la evolución de la tecnología a propiciado mayores alternativas de difusión en los mercados locales y extranjeros.

El presente resumen trata de mostrar la importancia de impulsar más el aprovechamiento de éste, tan importante recurso, que por sí mismo tiene ya innumerables avances en su estudio y productividad.

Independientemente de lo anterior, en esta revisión se pretende valorar la riqueza que de este cultivo tiene nuestro país. En busca de un aprovechamiento integral, que genere condiciones ventajosas con la competencia internacional.

De acuerdo a lo expuesto, esta revisión se divide en dos partes que son:

- 1) Desarrollo agronómico.
- 2) Desarrollo tecnológico en la actualidad.

Aspectos generales.

Presedentes al estudio original.

Debido a que el estudio en referencia reúne información y datos estadísticos de la comercialización y producción de limón fruta de los años de 1966 a 1971 aproximadamente. En la presente revisión trataremos de cubrir los años posteriores de acuerdo a los datos disponibles que fueron consultados en la bibliografía (1)

Desarrollo agronómico.

En la actualidad este cultivo tiene una gran importancia a nivel internacional. De hecho en 1985, México ocupó el tercer lugar como productor mundial de ese cítrico, después de los Estados Unidos e Italia, y seguido por India y España. Durante el lapso de 1982-1985, estos cinco países aportaron el 59% de la producción mundial de limón, correspondiendo a nuestro país el 11.7% de ese porcentaje.

En 1987, dentro del grupo de las principales frutas producidas en México, el limón ocupó el quinto y cuarto lugar en importancia en cuanto a superficies cosechadas y volumen de producción, respectivamente.

Asimismo, se ubicó en el sexto sitio en cuanto al valor de su producción y en quinto por lo que a volúmenes exportados se refiere. (Cuadro 1).

El limón, fruto con grandes propiedades nutritivas y curativas, ocupa un lugar importante dentro de la dieta de nuestra población, y figura entre los diez productos de mayor relevancia en las operaciones comerciales de la zona centro de nuestro país.

Por otra parte, también es significativa su importancia entre los productos hortofrutícolas desplazados en otras plazas de la República, como Monterrey y Guadalajara.

CUADRO I
SUPERFICIE COSECHADA, PRODUCCION, VALOR DE LA PRODUCCION, EXPORTACIONES Y
CONSUMO PER CAPITA DE LAS PRINCIPALES FRUTAS DEL PAIS
1987

| CONCEPTO ESPECIES | SUPERFICIE COSECHADA | | PRODUCCION | | VALOR DE LA PRODUCCION | | EXPORTACIONES ^{1/} | | CONSUMO PER- CAPITA (KG) |
|--------------------------|-------------------------|-------|------------|-------|---------------------------|-------|-----------------------------|-------|-----------------------------------|
| | (HA.) | (%) | (TON.) | (%) | (MILLONES PESOS) | (%) | (TON.) | (%) | |
| 1. Naranja | 186,168 | 18.0 | 2,460,013 | 21.7 | 217,974 | 14.9 | 12,605 | 2.1 | 29.9 |
| 2. Plátano | 63,212 | 6.1 | 1,661,321 | 14.7 | 111,333 | 7.6 | 94,378 | 15.7 | 19.1 |
| 3. Mango | 96,234 | 9.3 | 1,122,138 | 9.9 | 187,694 | 12.8 | 47,323 | 7.8 | 13.1 |
| 4. Limón | 29,035 | 2.7 | 965,298 | 8.5 | 87,916 | 6.0 | 43,905 | 7.3 | 11.2 |
| 5. Papaya | 24,343 | 2.4 | 684,855 | 7.8 | 59,495 | 4.1 | 3,245 | 0.5 | 10.8 |
| 6. Aguacate | 94,353 | 9.2 | 637,326 | 5.6 | 161,303 | 11.0 | 4,857 | 0.8 | 7.7 |
| 7. Uva | 56,637 | 5.5 | 478,193 | 4.2 | 72,090 | 4.9 | 38,273 | 6.3 | 5.4 |
| 8. Manzana | 48,268 | 4.7 | 433,547 | 3.8 | 111,169 | 7.6 | 11 | n.s. | 5.3 |
| 9. Piña | 8,238 | 0.8 | 307,760 | 3.2 | 14,650 | 1.0 | 20,670 | 3.4 | 4.2 |
| 10. Coco | 147,633 | 14.3 | 287,611 | 2.5 | 56,855 | 3.9 | 3,846 | 0.6 | 3.3 |
| 11. Melón ^{2/} | 32,108 | 2.1 | 248,453 | 2.2 | 49,249 | 3.4 | 162,455 | 27.0 | 1.0 |
| 12. Mandarina | 13,833 | 1.3 | 241,765 | 2.1 | 14,267 | 1.0 | 15,433 | 2.6 | 2.8 |
| 13. Guayaba | 14,432 | 1.4 | 200,842 | 1.8 | 37,516 | 2.6 | 55 | n.s. | 2.4 |
| 14. Sandía ^{2/} | 16,261 | 1.6 | 184,164 | 1.6 | 13,482 | 0.9 | 133,112 | 22.1 | 0.6 |
| 15. Tuna | 23,745 | 2.3 | 178,786 | 1.6 | 30,951 | 2.1 | — | — | 2.2 |
| SUBTOTAL | 894,380 | 86.8 | 10,351,072 | 91.3 | 1,225,866 | 83.8 | 580,268 | 96.2 | 119.2 |
| TOTAL | 1,030,713 | 100.0 | 11,324,586 | 100.0 | 1,464,753 | 100.0 | 602,716 | 100.0 | — |

^{1/} Se hace referencia exclusivamente a los envíos de fruta fresca.

^{2/} Comúnmente estos productos se conocen y se consumen como fruta, no obstante que no provienen de árboles frutales, sino de plantas herbáceas (hortalizas) de la familia de las cucurbitáceas.

n.s.: cifra no significativa.

FUENTE: SAHH-CONAFRUT. Inventario Frutícola Nacional por Especie, México, 1987.

SPP-INI-GE. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, México, 1987.

CONAPO. Estimaciones de población nacional, México, 1987.

En México, además de limón Mexicano cultivado principalmente en Colima, Michoacán, Veracruz y Guerrero, se cosechan las variedades Eureka y Persa (ambas sin semilla), las cuales ocupan en conjunto el segundo lugar en importancia y se producen fundamentalmente en Veracruz, Jalisco y San Luis Potosí.

Los indicadores nacionales de superficies cosechadas, rendimientos y volúmenes de producción de limón muestran que, en general, durante el lapso 1970 - 1987 hubo una evolución positiva del cítrico. Durante estos diecisiete años la producción nacional se incrementó a un tasa promedio anual de 9.4%, ritmo bastante superior al del aumento de la población (2.8%). Por su parte, la superficie cosechada y los rendimientos crecieron anualmente 7.6% y 1.6%, respectivamente, mientras que el consumo per capita (hasta 1986) lo hizo en un 6.6%, al pasar de 2.9 kilogramos en 1970 a 6.4 kilogramos en 1986 (Cuadro 2 y 3).

CUADRO 1
PRINCIPALES VARIABLES DEL CULTIVO DEL LIMÓN EN EL PAÍS
(1970 - 1987)

| AÑOS | SUPERFICIE COSECHADA (HA.) | RENDI- MIENTOS (TON/HA) | PRODUCCION (TON.) | PRECIO MEDIO RURAL (\$/TON) | VALOR DE LA PRODUCCION (MILES DE PESOS) | IMPORT. (TON.) | EXPORTO/ (TON.) | CONSUMO | |
|------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------|--|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | | | | | | | | APARENTE/ (TON.) | PERCAPITA (KG.) |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 1970 | 22,698 | 9.283 | 210,714 | 850 | 179,183 | 3,767 | 63,791 | 148,725 | 2,933 |
| 1971 | 48,286 | 10.740 | 494,439 | 550 | 272,008 | 3,270 | 104,437 | 301,272 | 7,493 |
| 1972 | 49,304 | 9.336 | 450,990 | 618 | 292,144 | 3,958 | 87,443 | 363,495 | 6,767 |
| 1973 | 48,322 | 9.445 | 454,536 | 766 | 348,023 | 15,114 | 116,406 | 333,764 | 6,290 |
| 1974 | 47,871 | 9.164 | 438,673 | 927 | 428,533 | 11,428 | 153,617 | 297,484 | 5,126 |
| 1975 | 47,733 | 9.211 | 439,650 | 1,077 | 473,637 | 23,365 | 121,907 | 341,108 | 5,693 |
| 1976 | 45,246 | 9.413 | 425,895 | 1,285 | 547,219 | 28,016 | 116,576 | 354,335 | 5,409 |
| 1977 | 49,680 | 8.939 | 444,114 | 2,066 | 917,742 | 27,550 | 204,844 | 266,820 | 4,188 |
| 1978 | 47,019 | 8.719 | 411,254 | 3,202 | 1,916,698 | 31,464 | 260,355 | 182,169 | 2,717 |
| 1979 | 51,403 | 9.103 | 467,917 | 2,799 | 1,309,481 | 32,081 | 264,697 | 253,901 | 3,792 |
| 1980 | 57,211 | 9.258 | 504,972 | 3,813 | 2,154,197 | 39,463 | 265,537 | 343,898 | 4,959 |
| 1981 | 58,090 | 10.582 | 614,705 | 4,895 | 2,903,834 | 42,526 | 92,153 | 365,478 | 7,940 |
| 1982 | 69,402 | 11.750 | 814,008 | 6,730 | 5,478,671 | 11,798 | 61,297 | 764,509 | 10,455 |
| 1983 | 73,001 | 9.210 | 672,332 | 18,484 | 12,427,380 | 38,454 | 143,703 | 367,083 | 7,363 |
| 1984 | 69,873 | 11,831 | 826,658 | 32,449 | 26,924,156 | 36,465 | 157,017 | 706,106 | 9,200 |
| 1985 | 70,057 | 12,400 | 868,158 | 34,181 | 29,680,348 | 32,487 | 95,905 | 804,740 | 10,248 |
| 1986 | 68,626 | 10,832 | 743,331 | 88,798 | 66,006,306 | 30,166 | 102,278 | 671,219 | 8,438 |
| 1987 | 79,035 | 12,213 | 965,298 | 91,077 | 87,916,285 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. |

1/ Incluye la exportación del limón en fresco, y el utilizado como insumo en la elaboración de derivados industriales.

2/ Equivale a producción más importaciones menos exportaciones.

FUENTE: SARH. Consumos aparentes de productos agrícolas 1970-1982, Agenda de Información Estadística Agropecuaria y Forestal 1983 y 1984. Dirección General de Estudios, Información y Estadística Sectorial. Dirección General de Asuntos Internacionales (1986) y Dirección General de Economía Agrícola.

SPT-INEGI. Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior (1970-1986).

SARH-COINAFRUT: Inventario Frutícola Nacional por Especie, México, 1987.

CUADRO 3
TASAS MEDIAS DE CRECIMIENTO ANUAL DEL LIMÓN EN MÉXICO

1970 - 1987
(%)

| PERIODO | SUPERFICIE COSECHADA | RENDIMIENTOS | PRODUCCION | PRECIO MEDIO RURAL | EXPORTACIONES | CONSUMO APARENTE | CONSUMO PERCAPITA |
|-----------|-------------------------|--------------|------------|-----------------------|---------------|---------------------|----------------------|
| 1970-1973 | 16.0 | -0.1 | 15.8 | 4.8 | 12.1 | 18.0 | 14.2 |
| 1976-1979 | 4.3 | -1.1 | 3.2 | 29.6 | 31.3 | 8.0 | -11.2 |
| 1980-1984 | 3.0 | 1.6 | 4.7 | 69.0 | -14.4 | 11.8 | 9.3 |
| 1970-1984 | 7.2 | 1.0 | 8.2 | 33.7 | 8.8 | 9.9 | 6.8 |
| 1970-1987 | 7.6 | 1.6 | 9.4 | 31.6 | — | — | — |

Las cifras anteriores ponen de manifiesto que el dinamismo presentado en la producción del limón durante 1970 - 1987 respondió a la creciente incorporación de tierra para el cultivo del cítrico, más que a un crecimiento substancial de sus rendimientos. Esta expansión de las superficies cultivadas obedeció durante el período 1970 - 1986, tanto al incremento del consumo aparente (a un ritmo de 9.9% durante esos dieciséis años), como al incentivo que ha constituido la demanda del mercado externo, ya que las exportaciones se expandieron a una tasa de 2.8% anual, llegando a representar el 25.8 % de la producción total del limón durante 1970 - 1986 (Cuadros 3 y 4).

CUADRO 4
EXPORTACION Y PRODUCCION NACIONAL DE LIMON
1970-1986
(Toneladas)

| AÑO | LIMON FRESCO | LIMON FRESCO UTILIZADO COMO INSUMO PARA LOS PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS EXPORTADOS ^{1/} | TOTAL EXPORTADO | TOTAL PRODUCCION |
|-----------|--------------|---|-----------------|------------------|
| 1970 | 825 | 64,926 | 65,751 | 210,714 |
| 1971 | 755 | 103,702 | 104,437 | 494,439 |
| 1972 | 1,133 | 86,320 | 87,453 | 450,990 |
| 1973 | 1,627 | 114,609 | 116,436 | 454,536 |
| 1974 | 2,884 | 149,733 | 152,617 | 438,673 |
| 1975 | 3,536 | 118,371 | 121,907 | 439,650 |
| 1976 | 4,209 | 112,367 | 116,576 | 425,895 |
| 1977 | 5,543 | 199,301 | 204,844 | 444,114 |
| 1978 | 10,445 | 250,108 | 260,553 | 411,254 |
| 1979 | 9,726 | 254,371 | 264,097 | 467,917 |
| 1980 | 12,917 | 247,620 | 260,537 | 364,972 |
| 1981 | 13,662 | 78,491 | 92,153 | 614,705 |
| 1982 | 5,573 | 55,724 | 61,297 | 814,006 |
| 1983 | 13,919 | 129,784 | 143,703 | 672,332 |
| 1984 | 18,674 | 138,143 | 157,017 | 826,658 |
| 1985 | 32,422 | 63,483 | 95,905 | 868,158 |
| 1986 | 34,078 | 68,200 | 102,278 | 743,331 |
| 1970-1986 | 172,308 | 2,235,253 | 2,407,561 | 9,342,346 |

^{1/} Montos calculados con base en los coeficientes de transformación de derivados finales a fruta insumida determinados por la SARH.

FUENTE: SPP-INEGI, Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior, 1970-1986.
SARH, Consumos Aparentes 1970-82, Cuadro 2.

Ahora bién el grueso de las exportaciones está constituido por derivados industrializados del limón (aceite esencial, jugo concentrado y cascara deshidratada, fundamentalmente), siendo poco relevante la exportación de este cítrico en estado fresco. Así durante 1970 - 1986, el 93% del volumen total exportado de limón, estuvo integrado por fruta utilizada como insumo para la elaboración de los mencionados productos industriales, mientras que el restante 7% correspondió a los envíos de limón fresco (Cuadro 4).

La demanda externa de derivados industriales de limón de origen mexicano, sobre todo durante ciertos periodos, coadyuvó al desarrollo de la industria nacional, de tal modo que ya para el lapso 1982 - 1985 México se ubicó entre los cinco principales países exportadores de jugo, aceite y cáscara de limón.

La expansión de esta agroindustria, a la que también ha contribuido el incremento de la demanda interna de los mencionados derivados, se refleja en el hecho de que, por ejemplo, durante 1980 - 1985 aproximadamente el 35% de la producción nacional se industrializó.

En 1985 existían cerca de 53 plantas procesadoras localizadas sobre todo en Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Tamaulipas.

Ahora bien en el comportamiento de las exportaciones nacionales se advierten dos marcadas tendencias durante el lapso 1970 - 1986, una ascendente durante 1970 - 1975 y 1976 - 1979, en que los envíos al extranjero crecieron a una tasa media de 13.1% y 31.3%, respectivamente, y otra descendente, que abarca 1980 - 1986, cuando el total exportado declinó a un ritmo promedio de -14.4% anual (Cuadro 3). A este desplome contribuyó la saturación del mercado mundial de productos industriales del limón que se registro en 1985, lo que ocasionó también un descenso en los precios internacionales. Durante ese año las exportaciones nacionales de aceite esencial y jugo de limón decrecieron en 62% y 18%, respectivamente.

Contrariamente, y como se aprecia en el Cuadro 4, durante el período 1970 - 1986 los envíos de limón fresco al mercado exterior presentaron una tendencia ascendente; sin embargo, comparados con la producción nacional, han representado porcentajes reducidos, por ejemplo, menos del 3% durante el lapso 1980 - 1986. Entre las causas de la limitada importancia de este tipo de exportaciones figura el establecimiento, por parte de Estados Unidos, de controles fitosanitarios en virtud de la aparición de la enfermedad denominada " bacteriosis " en las principales zonas productoras del país.

A nivel nacional, los principales estados productores de limón son Colima, Michoacán, Oaxaca, Guerrero y Veracruz. En 1986 estas entidades contribuyeron con el 91% de la producción de este cítrico y en ellas se ubicó el 93% de la superficie total cosechada (Cuadro 5).

En contraste, durante 1986 la producción de limón de Colima se desplomó en un 42% con respecto al año anterior, debido fundamentalmente al descenso de los rendimientos obtenidos, que pasaron de 12.3 toneladas por hectárea en 1985 a 7.2 toneladas por hectárea en 1986 (Cuadro 5). La baja en la producción motivó que la participación de Colima en el total nacional descendiera a un 24.4%, lo que está íntimamente vinculado a la caída del mercado internacional de derivados industriales del limón ocurrida durante 1985.

El segundo lugar en importancia como productor corresponde a Michoacán, que en 1986 contribuyó con casi el 24% de los volúmenes totales cosechados y con el 23% de la superficie nacional cultivada, los rendimientos obtenidos en esta entidad se incrementaron durante 1970 - 1986, al pasar de 9 toneladas por hectárea a 11.3 toneladas por hectárea (Cuadro 5).

CUADROS

SUPERFICIE COSECHADA, RENDIMIENTOS Y VOLUMEN DE PRODUCCION EN LOS PRINCIPALES
ESTADOS PRODUCTORES DE LIMON EN EL PAIS.
(1970 - 1986)

SUPERFICIE COSECHADA

| AÑO | 1970 | | 1975 | | 1980 | | 1985 | | 1986 | |
|-----------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | HA. | % |
| Colima | 8,357 | 36.8 | 24,366 | 51.0 | 20,351 | 35.5 | 25,427 | 36.3 | 24,870 | 36.2 |
| Michoacán | 4,192 | 18.5 | 9,990 | 20.9 | 9,922 | 17.3 | 15,614 | 22.3 | 15,614 | 23.0 |
| Oaxaca | 909 | 4.0 | 1,917 | 4.0 | 5,759 | 10.0 | 8,665 | 12.4 | 8,665 | 12.6 |
| Guerrero | 2,299 | 10.1 | 2,300 | 4.8 | 4,958 | 8.7 | 6,859 | 9.8 | 8,104 | 11.8 |
| Veracruz | 1,211 | 5.3 | 1,479 | 3.1 | 5,798 | 10.1 | 6,151 | 8.7 | 6,527 | 9.5 |
| SUBTOTAL | 16,968 | 74.7 | 40,052 | 83.8 | 46,788 | 81.6 | 62,716 | 89.5 | 63,780 | 93.0 |
| TOTAL | 22,658 | 100.0 | 47,733 | 100.0 | 57,311 | 100.0 | 70,053 | 100.0 | 68,626 | 100.0 |

RENDIMIENTOS

| AÑO | 1970 | | 1975 | | 1980 | | 1985 | | 1986 | |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | TON/HA | INDICE |
| Colima | 11.8 | 127.0 | 9.6 | 104.3 | 11.6 | 118.3 | 12.3 | 99.2 | 7.2 | 70.4 |
| Michoacán | 9.0 | 96.7 | 10.1 | 109.7 | 9.7 | 98.9 | 11.3 | 91.1 | 11.3 | 104.6 |
| Oaxaca | 8.4 | 90.3 | 13.2 | 165.2 | 10.7 | 109.2 | 12.6 | 101.6 | 11.2 | 103.7 |
| Guerrero | 6.9 | 64.5 | 5.7 | 61.9 | 6.2 | 63.2 | 18.8 | 151.6 | 18.3 | 169.4 |
| Veracruz | 9.7 | 82.7 | 5.7 | 61.9 | 8.6 | 87.7 | 10.3 | 83.1 | 11.2 | 103.7 |
| SUBTOTAL | 9.0 | 96.7 | 9.3 | 101.1 | 9.4 | 93.9 | 13.1 | 105.6 | 11.8 | 109.2 |
| TOTAL | 9.3 | 100.0 | 9.2 | 100.0 | 9.8 | 100.0 | 12.4 | 100.0 | 10.8 | 100.0 |

PRODUCCION¹⁾

| AÑO | 1970 | | 1975 | | 1980 | | 1985 | | 1986 | |
|-----------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | TON. | % | TON. | % | TON | % | TON. | % | TON. | % |
| Colima | 99,030 | 47.0 | 232,720 | 52.9 | 235,497 | 41.7 | 312,712 | 36.0 | 180,459 | 24.4 |
| Michoacán | 37,728 | 17.9 | 100,848 | 22.9 | 96,624 | 17.1 | 176,031 | 20.3 | 176,031 | 23.6 |
| Oaxaca | 7,636 | 3.6 | 29,200 | 6.6 | 61,640 | 10.9 | 108,794 | 12.5 | 97,500 | 13.1 |
| Guerrero | 13,794 | 6.5 | 13,190 | 3.0 | 30,984 | 5.5 | 128,824 | 14.8 | 148,112 | 19.9 |
| Veracruz | 11,807 | 5.6 | 8,394 | 1.9 | 49,690 | 8.8 | 63,405 | 7.3 | 72,984 | 9.8 |
| SUBTOTAL | 169,995 | 80.6 | 384,352 | 87.3 | 474,435 | 84.0 | 789,766 | 90.9 | 675,086 | 90.8 |
| TOTAL | 210,714 | 100.0 | 439,650 | 100.0 | 564,972 | 100.0 | 868,158 | 100.0 | 743,331 | 100.0 |

¹⁾ Los montos absolutos de producción no son el resultado exacto del producto de la superficie cosechada por los rendimientos, debido al redondeo de los decimales de estas variables.

FUENTE: SARH, Anuario Estadístico (1970 - 1985) y Dirección General de Estudios, Información y Estadística Sectorial (1986).

Por su parte Guerrero y Oaxaca, donde prevalece la variedad de limón Mexicano, tuvieron una participación creciente en la producción nacional de limón a lo largo de 1970 - 1986, ya que pasaron de 6.5 y 3.6% a 19.9 y 13.1%, respectivamente. asimismo, registraron incrementos en su participación dentro de la superficie nacional cosechada, al pasar de 10.1% en el caso de Guerrero y 4.0% en el de Oaxaca, en 1970, a 11.8% y 12.6%, respectivamente durante 1986 (Cuadro 5).

Finalmente Veracruz, que es productor tanto de limón Mexicano como de sin semilla (Persa fundamentalmente), tuvo un avance importante en sus montos producidos durante 1970 - 1986, llegando en ese último año a contribuir con casi el 10% a la producción nacional. (Cuadro 5).

En lo que se refiere a la normalización de la calidad, es importante destacar que el 30 de septiembre de 1981 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana del Limón Mexicano (NOM-FF-331-A-1981), la cual establece las características que debe cumplir el limón Mexicano (Citrus Aurantifolia Swingle) en estado fresco, destinado para el consumo humano directo.

En esta norma se define al limón Mexicano como un fruto cuyo color va del verde al amarillo, de jugo ácido, de sabor y olor característicos, perteneciente a la familia de las rutáceas, y se clasifica el producto en cuatro grados de calidad, que son: México extra, México A, México B y México C.

Los limones clasificados dentro de estas categorías, además de contar con las características mínimas, deben tener un contenido no menor al 45% de jugo en peso.

Desarrollo tecnológico en la actualidad.

La diversidad en la utilización del jugo de limón ha seguido estando limitada por la vida de anaquel tan reducida que tiene, así como por lo costoso de su almacenaje en las cantidades y tiempos requeridos.

En la actualidad encontramos disponible el jugo de limón en concentración del 50% o su equivalencia de 450 g/l como ácido cítrico anhidro. Las presentaciones que se tienen son como jugo turbio concentrado y como jugo clarificado, lo cual afecta considerablemente su costo.

Sus aplicaciones se encuentran ubicadas principalmente en las bebidas embotelladas con jugo de limón que de acuerdo a un balance de sólidos en solución, así como a una buena combinación de conservadores, permite obtener un producto reforzado con características mercadológicas naturales.

Otras aplicaciones las encontramos en los cocteles preparados y mezcladores como el coctel Margarita, Gimblet, etcétera. Los cuales representan un nivel de consumo pequeño comparados con los volúmenes disponibles.

Una de las aplicaciones más prometedoras es sin duda la de utilizarlo en concentrados, aderezos y condimentos líquidos para marinar carnes, mariscos y ensaladas, lo cual realmente permitiría difundir más su consumo en una presentación más cercana a su naturaleza.

El conservador que más se sigue utilizando es el bisulfito de sodio, con el cual se mejora la retención de color debida al proceso de concentración hasta 6.5 y 7.0 veces.

La pasteurización rápida a 95 °C permite inhibir la actividad enzimática previamente a la concentración, pero no evita la degradación del color.

Por lo anterior y debido al auge en el uso del aceite de limón centrifugado tipo A y B en las nuevas tendencias de saborización. Hace suponer incrementos importantes en la producción del jugo de limón, a precios cada vez más accesibles para el consumo industrial y casero (cuadro 6 y 7).

PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS FRUTICOLAS
1980-91
(Miles de toneladas)

CUADRO 11.6

| Año | Aguacate | Durazno | Fresa | Limón mexicano | Mango | Mandarina | Mansana | Melón | Naranja | Nuez encastada | Perón | Piña | Pitá-tano | Uva |
|------|----------|---------|-------|----------------|-------|-----------|---------|-------|---------|----------------|-------|------|-----------|-----|
| 1980 | 442 | 189 | 78 | 665 | 628 | 120 | 242 | 320 | 1 743 | 21 | 13 | 623 | 1 428 | 441 |
| 1981 | 461 | 191 | 64 | 629 | 661 | 149 | 366 | 322 | 1 620 | 28 | 13 | 472 | 1 605 | 516 |
| 1982 | 461 | 177 | 63 | 765 | 761 | 241 | 371 | 323 | 2 063 | 23 | 8 | 424 | 1 673 | 612 |
| 1983 | 448 | 133 | 78 | 675 | 665 | 128 | 294 | 315 | 2 113 | 28 | 6 | 420 | 1 622 | 603 |
| 1984 | 429 | 164 | 70 | 826 | 861 | 200 | 461 | 329 | 1 667 | 28 | 4 | 464 | 2 093 | 539 |
| 1985 | 666 | 173 | 67 | 686 | 1 109 | 65 | 422 | 332 | 1 770 | 28 | 6 | 325 | 1 896 | 593 |
| 1986 | 448 | 176 | 46 | 743 | 1 010 | 88 | 446 | 394 | 1 909 | 27 | 7 | 340 | 1 473 | 669 |
| 1987 | 622 | 173 | 71 | 682 | 1 007 | 90 | 456 | 339 | 1 934 | 26 | 7 | 323 | 1 770 | 566 |
| 1988 | 640 | 178 | 78 | 660 | 996 | 69 | 607 | 426 | 2 099 | 28 | 6 | 316 | 1 666 | 563 |
| 1989 | 472 | 145 | 85 | 778 | 1 111 | 80 | 606 | 466 | 2 272 | 30 | 1 | 426 | 1 824 | 502 |
| 1990 | 666 | 161 | 107 | 685 | 1 074 | 80 | 467 | 653 | 2 220 | 40 | 1 | 461 | 1 966 | 429 |
| 1991 | 760 | 132 | 88 | 717 | 1 118 | 88 | 627 | 646 | 2 369 | 41 | - | 269 | 1 869 | 530 |

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

SUPERFICIE COSECHADA DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS FRUTICOLAS
1980-91
(Miles de hectáreas)

CUADRO 11.5

| Año | Aguacate | Durazno | Fresa | Limón mexicano | Mango | Mandarina | Mansana | Melón | Naranja | Nuez encastada | Perón | Piña | Pitá-tano | Uva |
|------|----------|---------|-------|----------------|-------|-----------|---------|-------|---------|----------------|-------|------|-----------|-----|
| 1980 | 64 | 24 | 6 | 67 | 64 | 10 | 45 | 27 | 162 | 26 | 2 | 16 | 73 | 46 |
| 1981 | 66 | 26 | 4 | 62 | 66 | 14 | 66 | 22 | 167 | 28 | 1 | 10 | 76 | 64 |
| 1982 | 66 | 26 | 4 | 70 | 72 | 19 | 46 | 26 | 170 | 27 | 1 | 9 | 74 | 67 |
| 1983 | 67 | 27 | 6 | 73 | 68 | 13 | 47 | 23 | 188 | 26 | 1 | 9 | 72 | 66 |
| 1984 | 67 | 27 | 6 | 70 | 70 | 20 | 64 | 27 | 160 | 26 | 1 | 10 | 76 | 63 |
| 1985 | 73 | 28 | 4 | 70 | 105 | 10 | 62 | 26 | 128 | 24 | 1 | 7 | 79 | 62 |
| 1986 | 63 | 28 | 4 | 69 | 84 | 10 | 49 | 24 | 131 | 26 | 1 | 9 | 72 | 68 |
| 1987 | 64 | 27 | 4 | 66 | 80 | 12 | 46 | 28 | 164 | 26 | 1 | 10 | 80 | 68 |
| 1988 | 68 | 28 | 6 | 69 | 90 | 13 | 67 | 33 | 164 | 27 | 1 | 9 | 71 | 63 |
| 1989 | 67 | 32 | 6 | 73 | 108 | 7 | 67 | 39 | 174 | 34 | - | 8 | 81 | 60 |
| 1990 | 77 | 36 | 6 | 72 | 108 | 6 | 68 | 40 | 176 | 40 | - | 9 | 76 | 47 |
| 1991 | 83 | 38 | 8 | 74 | 116 | 7 | 66 | 62 | 183 | 36 | - | 7 | 74 | 46 |

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Conclusiones.

Sin duda el panorama descrito en la producción tanto del limón fruta como el aprovechamiento del jugo de limón contraponen alternativas que evidentemente afectan la inversión de la industria privada en estos tiempos. Sin embargo no se debe detener la dinámica de desarrollo de nuevos productos que impulsen a su vez al desarrollo agropecuario del fruto en nuestro país.

Bibliografía.

1. Coordinación General de Abasto y Distribución del D.D.F.
Distribuidora e impulsora Comercial CONASUPO,
Servicio de la Información de Mercados,
Banco Nacional del pequeño Comercio,
Sistema producto limón Mexicano para el Distrito Federal.