



2ij, 26

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

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

**TESIS MANCOMUNADA**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

**P R E S E N T A N:**

**RAFAEL COLUMBA JIMENEZ**

**ALEJANDRA GARCIA FIGUEROA SANCHEZ**

**MEXICO, D. F.**



**1987**

**EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

## C O N T E N I D O

	PAGINA
OBJETIVO.....	1
INTRODUCCION.....	2
<b>CAPITULO 1 Generalidades</b>	
A) Antecedentes históricos del limón.....	5
B) Composición de los cítricos..	8
C) Clasificación.....	10
D) Producción en México.....	14
E) Zonas productoras.....	22
F) Consumo en México.....	27
G) Derivados industriales.....	31
H) Características y denomina- ciones del jugo.....	33
I) Exportación del jugo de limón mexicano.....	39
<b>CAPITULO 11 Industrialización del jugo de limón mexicano</b>	
A) Descripción del proceso	
Recepción.....	42
Selección y Lavado.....	44
Extacción del jugo y de Aceite.....	44
Desaeración.....	52
Desaceitado.....	52
Pasteurización.....	53
Concentración.....	56
Congelación.....	59
Envasado.....	61

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
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
Parámetros de calidad durante su conservación.....	97

**CAPITULO 1V 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
Bibliograffa.....	165

## **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 definida 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 costos, debida entre otras causas, a falta de efectivos métodos 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 esencial se obtiene por destilación, el jugo resultante tiene un fuerte sabor a cocido, motivo por el cual no es muy comerciable.

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 malbarata y en ocasiones se llega a desechar en cantidades considerables.

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 aceptación en la actualidad debido a que el tipo de aceite obtg

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 posteriormente 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 enumera 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*, Risse) y la lima ácida (*Citrus aurantifolia* (L) Swingle), así como un tercer 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 mágicos.

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.

7

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, lima 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 epicario, 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 da nomina flavedo y en éste se encuentran los pigmentos - (cloroplastos y cromoplastos) y las celdas 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

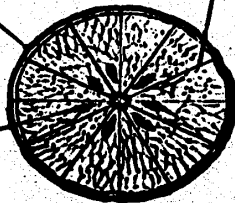
**Productos obtenidos**

- a. aceite esencial destilado
- b. aceite esencial centrifugado
- c. aceite esencial desterpenado
- d. terpenos
- e. esteroterpenos
- 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 agricos
- d. alcohol y ác. láctico
- e. forrajes fresco, seco, molido
- f. confitados
- g. arancini
- h. compotas
- i. en sálmuera
- j. cáscara cristalizada
- k. enzimas

## CLASIFICACION

Todos los frutos agrios cultivados usualmente, se clasifican dentro de los géneros Citrus, Fortunelia y Porcirus, de la sub-familia Aurantioides 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 pú

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. Últimamente el -- cultivo de las limas en las Antillas ha recibido un se-- rio retraso, debido a los estragos producidos por la en-- fermedad llamada antracnosa (*Gloesporium limeticolum*) y al daño sufrido por los huracanes. (26).

**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

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

**GERANIEAS**  
 (Suborden que comprende 12 familias)

**RUTACEAS**  
 (Familia con 7 subfamilias)

**AURANTIOIDEAS**  
 (Subfamilia de naranjas con 2 tribus)

**CLAUSENEAS**  
 (Frutos citroideos muy remotos;  
 consta de tres subtribus, cinco  
 géneros, 79 especies y 20 varie-  
 dades)

**CITREAS**  
 (Con tres subtribus)

**TRIFASINEAS**  
 (Frutos citroideos meno-  
 res; comprende 3 géneros,  
 46 especies y 3 variedades)

**CITRINEAS**  
 (Sustituto de los árbo-  
 les productores de fru-  
 tos cítricos; comprende  
 13 géneros, 65 especies  
 y 15 variedades).

**BALSAMOCITRINEAS**  
 (Frutos citroideos de cor-  
 teza dura; comprende 7 gé-  
 neros y 13 especies).

Grupos de la subtribu:

**A**  
 Frutos agrios primitivos:  
 5 géneros y 14 especies

**B**  
 Frutos próximos a los agrios:  
 2 géneros, 22 especies y  
 4 variedades.

**C**  
 Frutos agrios verdaderos  
 6 géneros, 29 especies y  
 11 variedades

Género:

**Fortunella**  
 4 especies  
 1 variedad

**Eremocitrus**

**Poncirus**  
 (1 variedad)

**Clymenia**

**Microcitrus**  
 (16 especies,  
 8 variedades)

**Citrus**  
 (6 especies,  
 1 variedad)

**F. margarita**  
 (Lour.) Swingle  
 (kumquat oval)

**P. trifoliata**  
 (Linn.) Ref.  
 (naranja triflo-  
 liada)

**F. japonica**  
 (Thumb.)  
 Swingle  
 (kumquat  
 redondo)

<b>C. limonum</b> Risso	(limón)
<b>C. auratifolia</b> (Christm.) Swingle	(lima)
<b>C. sinensis</b> (Linn.) Osbeck	(naranja dulce)
<b>C. medica</b> Linn.	(cidra)
<b>C. nobilis</b> Andrews	(tangerina)
<b>C. maxima</b> Merr.	(toronja)
<b>C. bergamina</b> Risso	(bergamota)
<b>C. grandis</b> (Linn.) Osbeck	(pomelo)

## 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, -- este - 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 estos 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	NUMERO DE PLANTAS QUE PRODUCEN LOS DIFERENTES PRODUCTOS.					
		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	—
Yayarit	1	1	—	—	—	1	—
Sinaloa	1	1	—	—	—	1	—
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>50</b>	<b>5</b>

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 LINON MEXICANO.

ESTADOS	NUM. DE PLANTAS	Volumenes Producidos en 1971 por Productos.					
		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 (%).					
		ACRITE DESTILADO	ACRITE 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	_____
Veraorus	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 mer - cado 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.

#### Municipios:

Tecomán	7 Plantas.
Colima	4 Plantas.
Armería	2 Plantas.
Manzanillo	1 Planta.
Coquimatlán	1 Planta.
Comala	1 Planta.

#### ESTADO DE MICHOACAN:

16 Plantas.

#### Municipios:

Apatzingán	10 Plantas.
Buenavista	2 Plantas.
Gabriel Zamora	2 Plantas.
Francisco J. Mújica	1 Planta.
La Huacana	1 Planta.

#### ESTADO DE OAXACA:

8 Plantas.

#### Municipios:

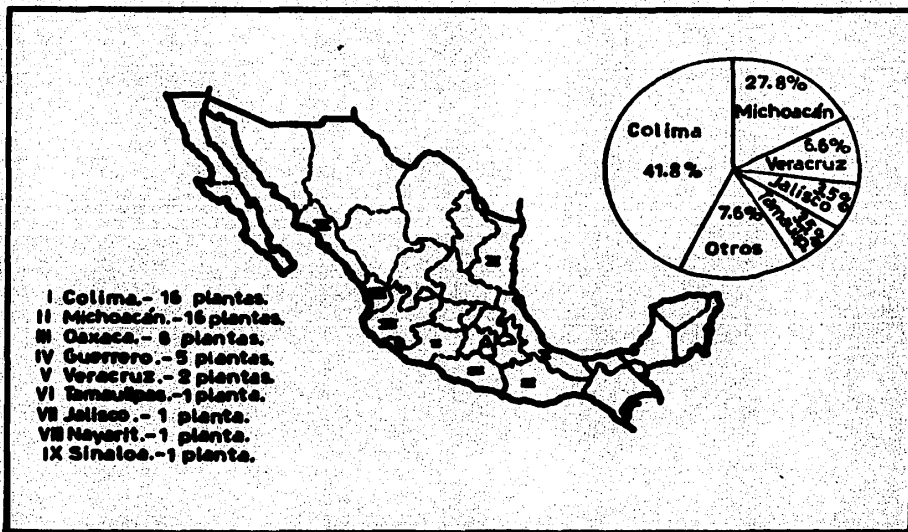
Tututepec	5 Plantas.
Huazolotitlán	1 Planta

Teotitlán del camino	1 Planta.
Chahuities	1 Planta.
<b><u>ESTADO DE GUERRERO:</u></b>	5 Plantas.
Municipios: Acapulco	5 Plantas.
<b><u>ESTADO DE VERACRUZ:</u></b>	2 Plantas.
Municipios: Veracruz	1 Planta.
Paso de Ovejas	1 Planta.
<b><u>ESTADO DE TAMAULIPAS:</u></b>	1 Planta.
Municipios: Llera	1 Planta.
<b><u>ESTADO DE JALISCO:</u></b>	1 Planta.
Municipios: La Huerta	1 Planta.
<b><u>ESTADO DE NAYARIT:</u></b>	1 Planta.
Municipios: Santiago Ixcuintla	1 Planta.
<b><u>ESTADO DE SINALOA:</u></b>	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 plantas que pertenecen al Fideicomiso de Limón "Fidefrut", -- siendo éstos los únicos organismos legalmente autorizados para canalizar las ventas de aceite esencial de limón mexicano.

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.**



26.26

FIG. 2

## CONSUMO EN MEXICO

En general los factores que determinan la demanda de productos agropecuarios y principalmente de aquellos 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 (sustitutos o complementarios).
- e) Otros de relativa menor importancia como son: las necesidades 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 su poner un incremento en la demanda, aunque en forma lenta, dado que los precios al consumidor se presentan crecientes, 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 últi mos 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 3:1, 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	32.0	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 Commonwealth, 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 Tecmán, - 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.

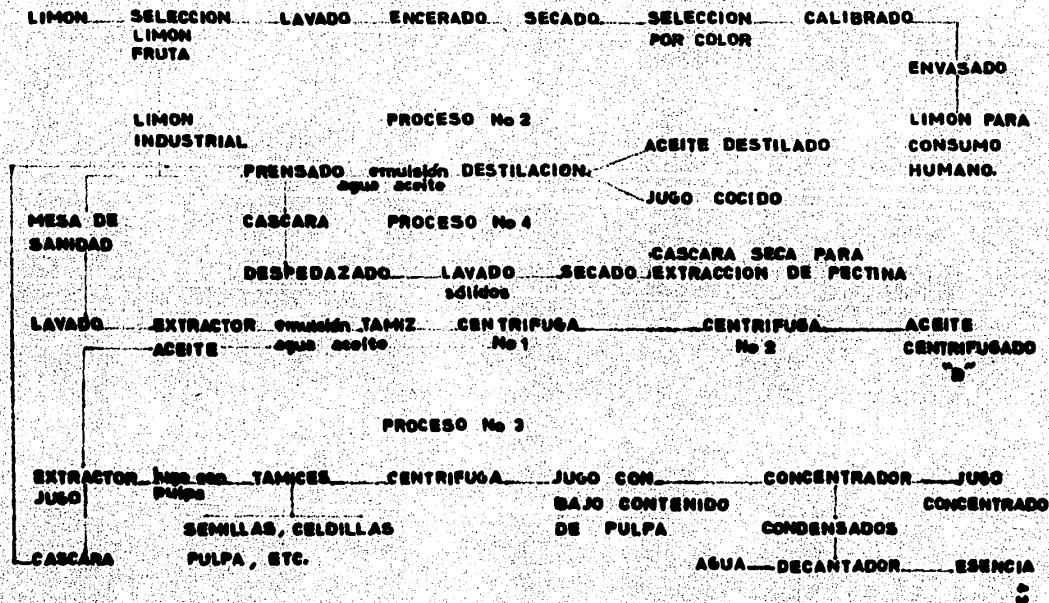
Otra nota de interés en la descripción del proceso de -- elaboración del jugo de limón es la estrecha relación -- que éste tiene, con respecto a la línea de extracción -- del aceite de limón; siendo ésta la razón por la cual se mencionarán puntos importantes en la obtención de ambos.

### RECEPCION.-

Los frutos arriban al establecimiento generalmente en camión, 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 limón, 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 período 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 aquellos 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 cualquier traza 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.

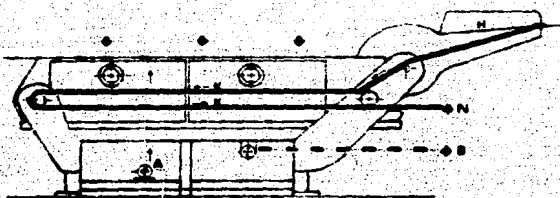
#### EXTRACCION DEL JUGO Y DEL ACEITE.-

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.

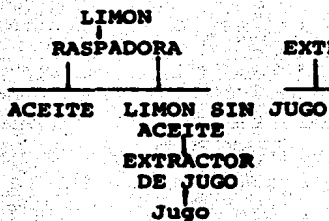
FIG. 3



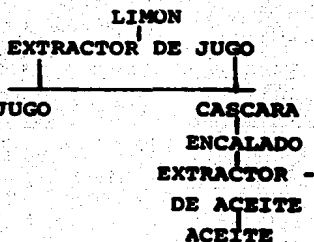
Sfunatrice IT: esquema de funcionamiento.

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

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 construidos 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.

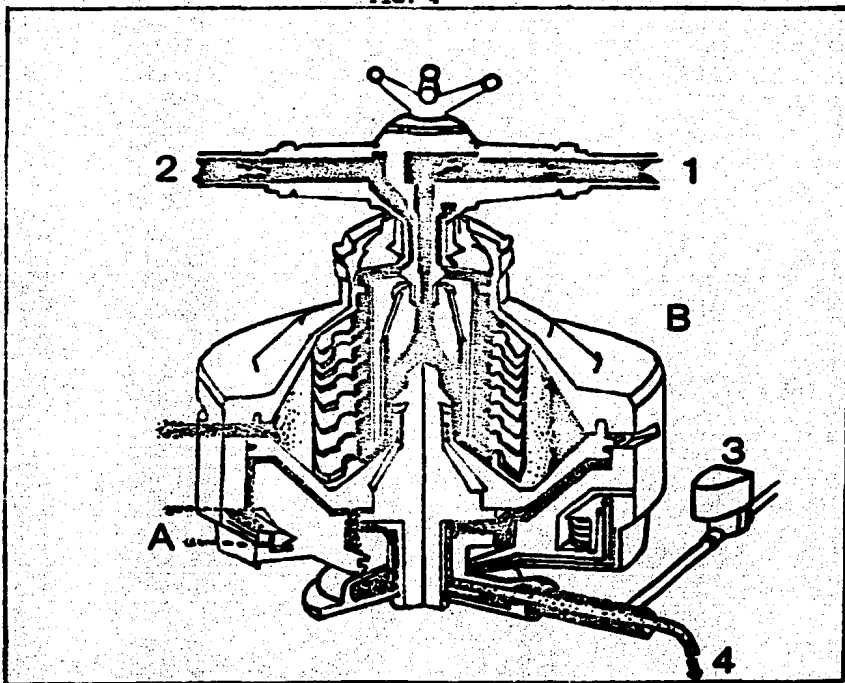
Un tercer sistema, mucho menos racional y usado por fábricas de modesta capacidad, opera sobre los medios frutos privados mecánicamente de la cáscara. Estos medios frutos se trituran burdamente con cuchillos y, después son golpeados con fuerza por dos palas rotatorias, contra la pared interna de un tamiz 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 -

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

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

FIG. 4



Separador centrifugo: 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 contruidos 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).

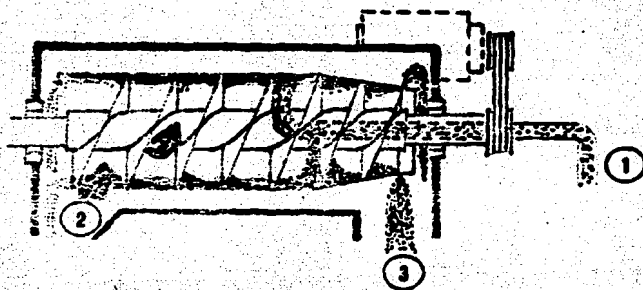


Figura No. 5 . Super D-Canter (Sharpley-Milán): Esquema de funcionamiento.

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 emplean 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 producto después de la deaeración y, también ha sido observado que las pequeñas cantidades de aire son eliminadas rápidamente en el curso de las operaciones de eliminación -- de aceite, enlatado en caliente o concentración. Estas -- consideraciones inducen a muchos técnicos a considerar -- superada la deaeración de los jugos, como se cree sucedió 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 arrag--  
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).

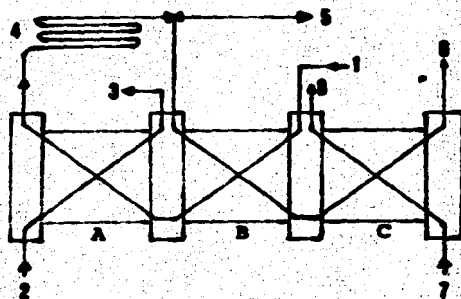
La pasteurización se realiza como un proceso de intercambio térmico entre dos fluidos, uno de los cuales, en nuestro caso es el jugo de limón y el otro un medio de calentamiento que puede ser vapor o agua caliente. En este proceso se cuenta con un intercambiador de placas, siendo sus principales características 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 = Etape de calentamiento    B = Etape de recuperación de calor  
C = Etape 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 maneja-- namiento y transporte con respecto a la cantidad corres-- pondiente de jugo natural, así como la posibilidad de sa-- tisfacer los requerimientos del mercado todo el año. La - concentración se efectúa, generalmente en aparatos que -- operan al vacío y emplean vapor como medio de calentamien-- to. 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 --

rápídamente 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 Luva.

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 co-axiales 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  $-35^{\circ}\text{C}$ ), almacenándose posteriormente en cámaras a  $-40^{\circ}\text{C}$ .

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 bensoico 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 60°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.

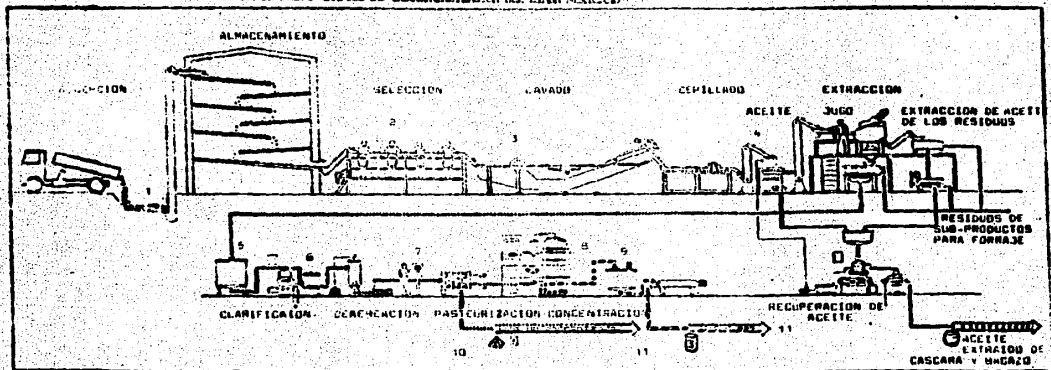
9 y 10.-

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 COMPLETO DE INDUSTRIALIZACION DEL LINO MEXICANO



### 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-- sar un análisis de los parámetros característicos del limón 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 realizaries 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 25°C	-
5.- pH	-
6.- % acidez	g ác. 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 Nitrógeno	g N <sub>2</sub> /100g jugo simple

Para la selección de los factores, se procedió a determinar inicialmente las características físico-químicas 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.

**CUADRO No. 9**  
**TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES. ANALISIS DE JUGO DE LIMON MEXICANO**

FECHA	% JUGO	% BARRIDO	*Rx	SENSIDAD	PH	% ACIDEZ	ACIDO ASCORBICO.	AZUCARES	INDICE DE FOSFORO	% CENIZAS	% NITROGENO
Mayo 6	37.12	57.92	8.80	1.0390	2.08	7.48	37	0.9	0.90	0.248	0.070
Mayo 6	36.70	58.12	8.60	1.0355	2.05	7.48	37	0.8	1.80	0.149	0.099
Mayo 20	36.50	58.23	8.60	1.0349	2.06	7.30	38	0.74	1.18	0.369	0.075
Mayo 20	38.10	56.84	8.90	1.0350	2.10	7.15	43	0.73	1.01	0.239	0.071
JUNIO 3	37.92	57.00	8.60	1.0350	2.10	7.23	38	0.82	1.18	0.227	0.074
JUNIO 3	44.80	50.18	8.60	1.0375	2.13	7.23	38	0.89	1.90	0.138	0.104
JUNIO 17	44.70	50.23	8.50	1.0375	2.12	7.48	37	1.13	1.90	0.152	0.111
JUNIO 17	45.30	44.63	8.70	1.0375	2.08	7.48	40	1.68	1.90	0.350	0.122
JULIO 1	43.07	51.82	8.60	1.0370	2.10	7.30	39	1.86	1.70	0.241	0.101
JULIO 1	41.58	53.34	8.80	1.0375	2.10	7.15	40	1.93	1.80	0.249	0.107
JULIO 15	50.86	44.13	9.40	1.0350	2.06	7.30	37	1.46	2.00	0.257	0.114
JULIO 15	50.06	44.53	9.50	1.0370	2.07	7.15	34	1.5	2.10	0.154	0.120
JULIO 29	49.80	46.10	9.40	1.0350	2.23	6.92	34	2.34	1.80	0.178	0.098
JULIO 29	52.59	43.00	9.60	1.0350	2.24	7.01	38	2.47	1.70	0.193	0.086
AGOSTO 5	51.02	44.01	9.30	1.0355	2.30	6.80	32	2.53	1.80	0.305	0.093
AGOSTO 5	47.39	47.72	9.20	1.0350	2.30	6.80	34	2.62	1.90	0.324	0.103
AGOSTO 19	48.13	46.93	9.40	1.0355	2.40	6.80	32	2.09	1.18	0.299	0.073
AGOSTO 19	57.10	38.01	9.20	1.0348	2.50	6.60	34	1.97	2.0	0.215	0.118
SEPT. 2	55.30	39.80	9.10	1.0339	2.50	6.60	31	2.27	1.80	0.137	0.072
SEPT. 2	52.10	42.87	9.40	1.0350	2.30	6.60	32	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
% Acidas (g ácido 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 <sub>2</sub> / 100g jugo)	0.094	0.069 - 0.122	0.07 - 0.112

\*Cálculos en el apéndice

**CAPITULO III****CONSERVACION**

## CONSERVACION

A) Métodos de conservación.

B) Adición de conservadores.

C) Métodos experimentales propuestos:

Diagrama de flujo a nivel laboratorio.

Parámetros de calidad durante su conservación.

## MÉTODOS 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: deaeración, el tratamiento rápido a alta temperatura, y empacado 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 temperatu



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.

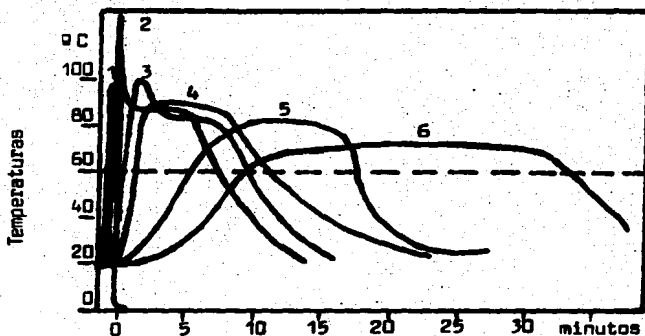


Fig. 8

#### 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, refrigeración.
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.

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 elaboraci3n de jugos de frutas conservados quimicamente.**

**Argumentos a favor:**

- i) Prevenci3n de desperdicio de materia prima - debido a exceso en fruta (producci3n).
- ii) Posibilidad de que m1s procesos eficientes - sean adoptados a costos econ3micos durante - el almacenamiento de materia prima y el embotellamiento de un producto estable.
- iii) Un quimico SO<sub>2</sub>, el cual debe ser primeramente visto como un conservador (por ejemplo -- inhibidor del crecimiento microbiano), tiene tambi3n propiedades antioxidantes en jugos - de frutas embotellados.
- iv) El procesamiento de jugos frutales quimicamente conservados son capaces de bajar en -- costo a los jugos conservados por medios ffsicos solamente.

**Argumentos en contra:**

- i) Jugos puros de fruta son aceptados por el p1blico en varios pa1ses debido a su valor nutritivo, pureza y a que est1n libres de quimicos extra1os. De hecho la descripci3n "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 dichos productos.
- iv) Para bebidas listas para tomar resultan innecesarios debido a la disponibilidad de -- los métodos físicos.
- v) El uso de conservadores puede ser usado como excusa en la falta de cuidado en muchas fases 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<sub>2</sub>).

**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 fil tración 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 la --tas (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**

**Bensóico**

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<sub>2</sub>).

**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 <u>mi</u> croorg.	SO <sub>2</sub>	} 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 CO<sub>2</sub>.**

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.

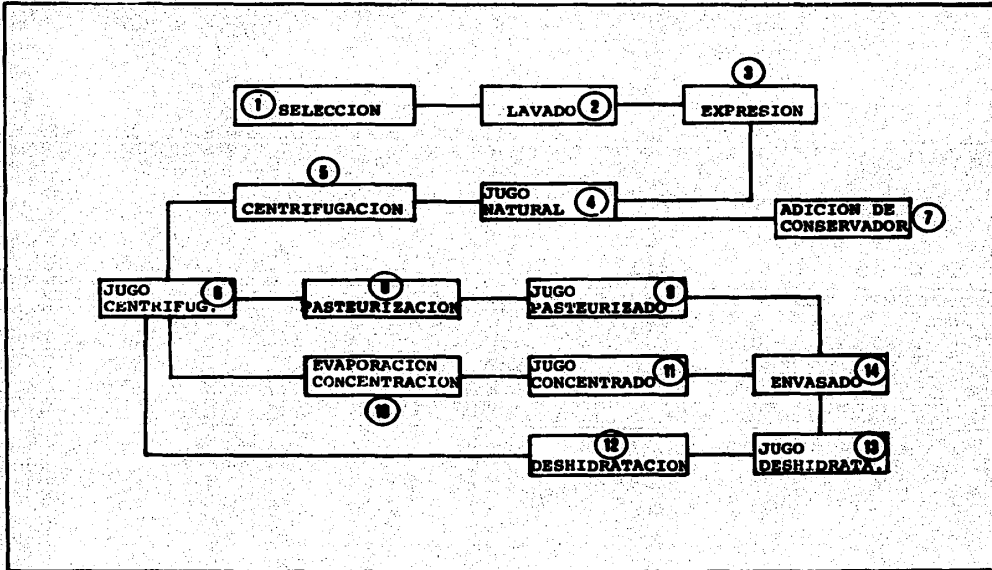
Manejo y costo para el consumidor.

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 enérgico.
- 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 pre-  
sentó alto contenido de bagazo en suspensión.
- 5.- CENTRIFUGACION. La muestra se cetrifugó en un e--  
quipo semiindustrial de marca "Veronese" del ti-  
po continuo a 5000 RPM.
- 6.- JUGO CENTRIFUGADO. Este jugo presentó caracterís-  
ticas 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: Flavo-  
nas y Bioflavonoides (Vitamina P), las cuales pro-  
porcionan notas amargas en el sabor.
- 7.- ADICIÓN DE CONSERVADORES. Los conservadores utili-  
zados fueron:

Benzoato de sodio (0.025%)

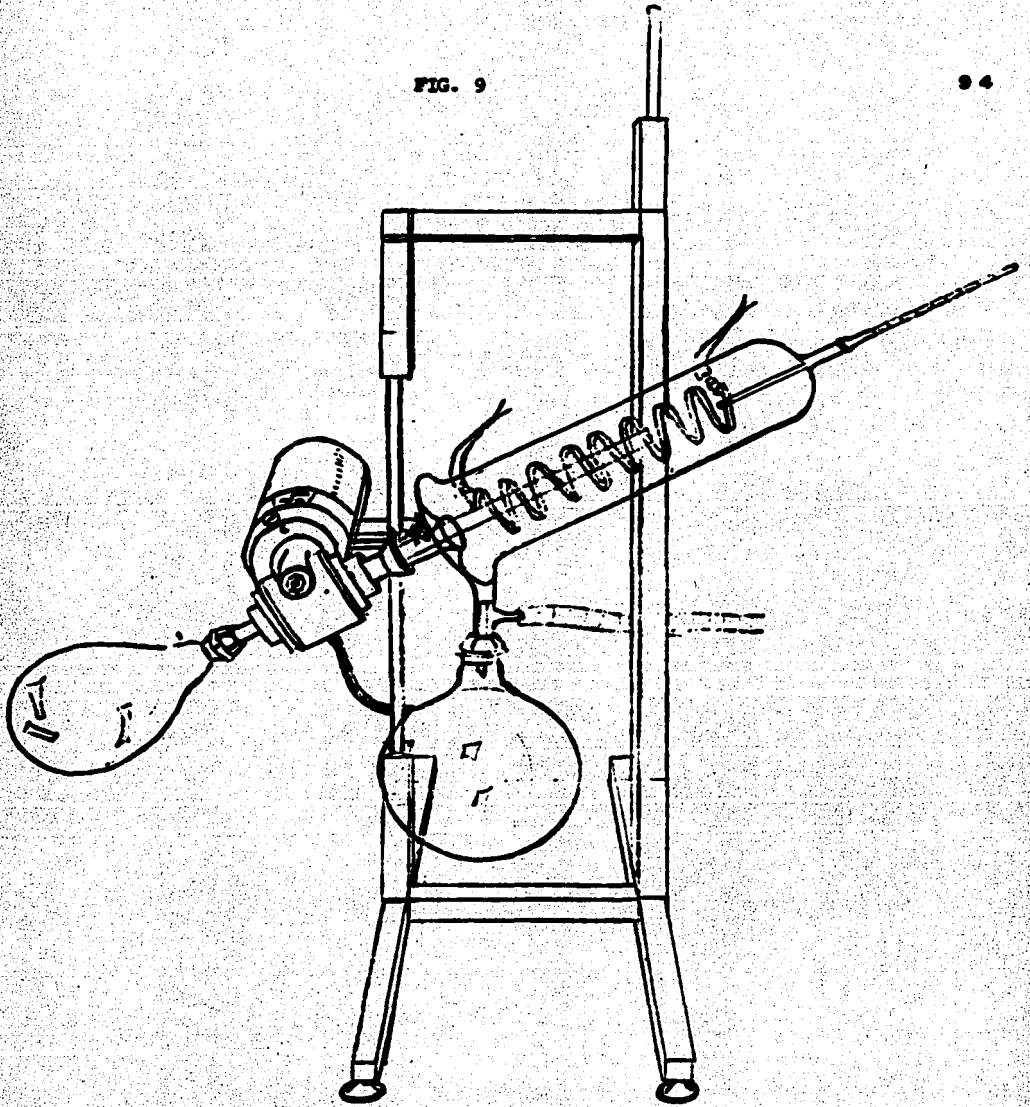
Sorbato de potasio (0.025%)

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 roto 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 asperción de tipo semiindustrial marca 'NIKU 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/in<sup>2</sup>

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 convenia 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 ( $5-9^{\circ}\text{C}$ ) 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 amb�r
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 este tipo de conservación comercial.

**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
% acides Unidades: g citrico anh/litro	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. de L-ascórbico/ 100ml. jugo	1	34	34	33	32
	2	22	5	1	41
	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 acumulan en los casos en que no hubo suficiente renovación o eliminación de CO<sub>2</sub> 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.

**CAFITULO IV****PERSPECTIVAS DE DESARROLLO**

## IMPORTANCIA DE LA PROMOCIÓN 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 organización de ventas de que ya se dispone; y, en no pocas ocasiones, para mejorar esa organización con la contribución de nuevos productos. Antes de ir más adelante, se debe dejar asentado que, se entiende por productos nuevos, no solamente aquéllos que tienen un contenido completamente novedoso; 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 lanzar 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 LIMÓN 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 periodo 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.- Ventas 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 LIMÓN MEXICANO**  
**A DIFERENTES HORAS DEL DÍA , 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%
<b>Total de entrevistas 1995</b>	<b>110</b>	<b>640</b>	<b>1245</b>	<b>66</b>	<b>245</b>	<b>559</b>	<b>522</b>	<b>603</b>	

Ref. 10

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

Hora de consumo	I Pacífico	II Norte	III Bajo	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%
<b>Total entrevistas</b>	<b>230</b>	<b>530</b>	<b>366</b>	<b>174</b>	<b>500</b>	<b>195</b>

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 e conómica 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) tetr 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 "empques 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
<b>Línea antigua de enlatado</b>						
Llenado	0.5	0.6	-	-		
Agotado	0.2	0.2	160.6	249.4		
Engargolado	0.8	0.9	-	-		
Esterilizado	-	-	51.1	79.3		
<b>Total</b>	<b>1.5</b>	<b>1.7</b>	<b>211.7</b>	<b>328.8</b>	<b>213.2</b>	<b>330.5</b>
<b>Línea nueva de enlatado</b>						
Llenado	0.2	0.3	-	-		
Cerrado de lata	2.3	2.9	11.6	18.0		
Esterilizado	-	-	51.1	79.3		
<b>Total</b>	<b>2.5</b>	<b>3.1</b>	<b>62.7</b>	<b>97.3</b>	<b>65.2</b>	<b>100.4</b>
<b>Línea de bolsas de esterilización</b>						
Dar forma/llenado y sellado	31.0	30.1	11.6	18.0		
Esterilizado	-	-	12.8	19.9		
Secado	8.6	10.6	-	-		
Envasado en caja de cartón	0.8	2.6	-	-		
<b>Total</b>	<b>40.4</b>	<b>51.3</b>	<b>24.4</b>	<b>37.9</b>	<b>64.8</b>	<b>89.2</b>

Ref. 6

**CUADRO No. 10**  
**USO ESTIMADO DE ENERGIA EN EL PROCESO**

Sistema	Operación	Energía usada		Térmal total(b,c) equivalente ( GJ )
		Eléctrica (a) (kw-hr)	Térmal ( 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 (0.70GJ)	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  $1.40769 \times 10^6$  J/kw-hr (Griss, 1975)

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

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

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, aún 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; siguen

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 paquetes 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 sig van de control para variables naturales y del mismo proceso, como son; época de cosecha, región, tipo de variedad - utilizada, control en contaminaciones microbiológicas espe- cificas, grado de madurez etc.....



A P 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

P<sub>1</sub>= 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

**% BAGAZO.-**

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

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

**°BA.-**

**Aparatos y reactivos.-** 1) Refractómetro con escala en °Bx 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 estabilice la temperatura ( $\pm 5$  min). Lo cual se verifica cuando la lectura del aparato sólo fluctúa en  $\pm 1$  dígito. Se anota la lectura ( $T_1$ ). Por-

CUENCO 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

CUNDO No. 10

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...)

**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 estabilice 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  $T_1$ , ésto 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:

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

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 piconómetro según técnica descrita en: International Federation of Fruit Juice Producers (IFFJP) Compendio.

Ref. 14

pH.-

Aparatos y reactivos.- 1) Potenciómetro 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 éste 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 séptima cifra decimal; no lleva unidades.

Ref. 14,21

#### ‰ Acidez.-

Aparatos y reactivos.- 1) Potenciómetro 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 CO<sub>2</sub>

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 rose (que pueda 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=  $\frac{a \times N \times meq \times 100}{g}$**

en donde:

a = ml de sosa utilizados

N = normalidad de la sosa

meq = 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 -

0.088mg de ácido ascórbico.

- 7) Disolución de ácido oxálico 2% 8) Disolución de sulfato de cobre al 10% 9) Éter 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 di- solución azul está siendo consumida por el ácido L-ascórbico, el éter permanece incoloro; por el contrario, si apa- rece una débil coloración rosa, esto significa que se ha alcanzado el vire. Si, después de la agitación y la decan- tación, el éter no está coloreado de rosa, en el primer - tubo de ensayo, poner entonces; 1.5 ml. de disolución a- sul en el segundo tubo de ensayo y operar de la misma ma- nera. 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 ésto 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 pueda 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 ascórbico, 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 matras aforado de 50 ml. mezclar perfectamente, trasvasar a un erlenmeyer de 200 ml. y enjuagar el matras 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 matras 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 al 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 ca lentamiento 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 vigorosa -- mente 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 foto metro 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 una curva de glucosa , para ésto 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. (partiendo de 1ml de cada concentración en baño de agua hirviendo/10min) 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 (16.666).

Los resultados se expresan en gramos por litro hasta la primera cifra decimal. UNIDADES: g glucosa/l jugo

NOTA: Curva tipo adjunta.

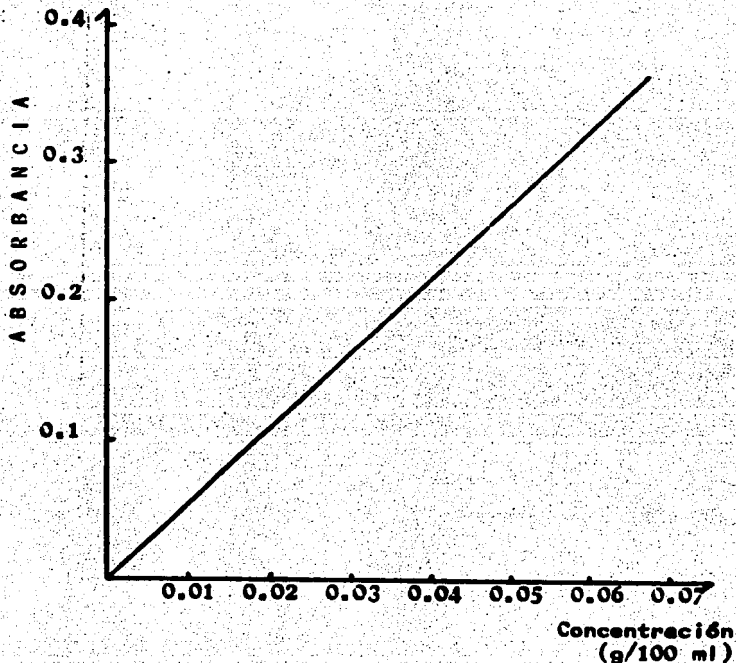
Ref. 21

Índice de Formol.-

Aparatos y reactivos.- 1) Potenciómetro 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 en baño de agua hirviendo por 10 min



aldehído puro 35% mínimo, cuyo pH se lleve exactamente a 8.1 con la sosa diluida, con la ayuda del potenciómetro. 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 diluido a este volumen, neutralizar con la sosa diluida, a pH de 8.1 con la ayuda del potenciómetro, 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 o 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) Mufle 4) Mechero, trípé y triángulo de porcelana 5) Agua destilada.

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

volátiles. 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 pasar.

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

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

UNIDAD: g cenizas/100g jugo

Ref. 2'.

% Nitrógeno.-

Aparatos y Reactivos.- 1)  $H_2SO_4$ , 93-98% libra de  $N_2$ , 2)  $H_2O$  &  $H_2$  - R.A., libra de  $N_2$ , 3)  $K_2SO_4$ , R.A. libra de  $N_2$ . 4) Solución de sulfuro de potasio.- 60g 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) Gravela de Sn. 7) Rojo de metilo.- 1g/200 ml alcohol. 8) Solución estándar de HCl 0.1 N. 9) Solución estándar de NaOH 0.1N. 10) Matraces Kjeldahl de 500 - 600 ml. - 11) Equipo de destilación Kjeldahl.

Procedimiento.- Se pesan 0.7 a 2.2g de muestra (de jugo con 10g) y se colocan en un matraz de digestión (matraz Kjeldahl), se adicionan 0.7g de Oxido de mercurio ó 0.65g de mercurio metálico, 15g de  $K_2SO_4$  - cáliba 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 posición 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 temperatura menor de 25° C; añadir 25 ml de la solución de sulfuro de potasio-

y mezclar para precipitar el Hg. Inclinar el matraz y adicionar la le-  
 gía de rosa sin agitar, para ~~estratificar~~ las dos fases (por cada 10 -  
 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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 contiene 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. Ofrase 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:

$$\% N_2 = \frac{[ (ml\ HCl \times N\ HCl) - (ml\ NaOH \times N\ NaOH) ] \times 1.4007}{g\ muestra}$$

unidades: g N<sub>2</sub>/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 perfedo 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 jui

## CURSO No. 19

## ESQUEMA SIMPLIFICADO DE JUICIO (16 puntos).

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

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

x JUGO

Cuadro 20

$X_1$	$F_1$	$F_1 X_1$	$(X_1 - \bar{X})^2$	$F_1 (X_1 - \bar{X})^2$
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

$$\bar{X} = \frac{\sum F_1 X_1}{N} = \frac{920.14}{20} = 46.007 \quad \bar{X} = 46.007$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_1 (X_1 - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{791.53}{20}} = 6.29 \quad S = 6.29$$

$$\text{Límites} = \bar{X} \pm S$$

$$(39.71 - 52.29)$$

X BAGAZO

Cuadro No. 21

$X_1$	$F_1$	$F_1 X_1$	$(X_1 - \bar{X})^2$	$F_1 (X_1 - \bar{X})^2$
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

$$\bar{X} = \frac{\sum F_1 X_1}{N} = \frac{975.41}{20} = 48.77 \quad \bar{X} = 48.77$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_1 (X_1 - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{783.02}{20}} = 6.25 \quad S = 6.25$$

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	$4 \times 10^{-6}$	$4 \times 10^{-6}$
1.0348	1	1.0348	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6}$
1.0349	1	1.0349	$1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6}$
1.0350	7	7.245	$0.8 \times 10^{-6}$	$5.6 \times 10^{-6}$
1.0355	3	3.1065	$0.1 \times 10^{-6}$	$0.3 \times 10^{-6}$
1.037	2	2.074	$1 \times 10^{-6}$	$2 \times 10^{-6}$
1.0375	4	4.150	$2 \times 10^{-6}$	$8 \times 10^{-6}$
1.039	1	1.039	$9 \times 10^{-6}$	$9 \times 10^{-6}$
	20	20.7181		$30.9 \times 10^{-6}$

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

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

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 )

## 3 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

$x_1$	$F_1$	$F_1 x_1$	$(x_1 - \bar{x})^2$	$F_1 (x_1 - \bar{x})^2$
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

$$N = 20$$

$$\bar{x} = \frac{\sum F_1 x_1}{N} = \frac{725}{20} = 36.25 \quad \bar{x} = 36.54$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum F_1 (x_1 - \bar{x})^2}{N}} = \sqrt{\frac{197.70}{20}} = 3.14 \quad s = 3.14$$

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

$X_1$	$F_1$	$F_1 X_1$	$(X_1 - \bar{X})^2$	$F_1 (X_1 - \bar{X})^2$
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

$$\bar{X} = \frac{\sum F_1 X_1}{N} = \frac{33.25}{20} = 1.66 \quad \bar{X} = 1.66$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum F_1 (X_1 - \bar{X})^2}{N}} = \sqrt{\frac{2.438}{20}} = 0.349 ; S = 0.349$$

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	$9.6 \times 10^{-3}$	$9.6 \times 10^{-3}$
0.138	1	0.138	$9.4 \times 10^{-3}$	$9.4 \times 10^{-3}$
0.149	1	0.149	$7.3 \times 10^{-3}$	$7.3 \times 10^{-3}$
0.152	1	0.152	$6.8 \times 10^{-3}$	$6.8 \times 10^{-3}$
0.154	1	0.154	$6.5 \times 10^{-3}$	$6.5 \times 10^{-3}$
0.178	1	0.178	$3.2 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-3}$
0.193	1	0.193	$1.7 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-3}$
0.215	1	0.215	$0.4 \times 10^{-3}$	$0.4 \times 10^{-3}$
0.227	1	0.227	$0.06X 10^{-3}$	$0.06X 10^{-3}$
0.239	1	0.239	$0.01X 10^{-3}$	$0.01X 10^{-3}$
0.241	1	0.241	$0.04X 10^{-3}$	$0.04X 10^{-3}$
0.248	1	0.248	$0.17X 10^{-3}$	$0.17X 10^{-3}$
0.249	1	0.249	$0.20X 10^{-3}$	$0.20X 10^{-3}$
0.257	1	0.257	$0.48X 10^{-3}$	$0.48X 10^{-3}$
0.284	1	0.284	$2.4 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-3}$
0.299	1	0.299	$4.1 \times 10^{-3}$	$4.1 \times 10^{-3}$
0.305	1	0.305	$4.9 \times 10^{-3}$	$4.9 \times 10^{-3}$
0.324	1	0.324	$7.9 \times 10^{-3}$	$7.9 \times 10^{-3}$
0.350	1	0.350	$13.2 \times 10^{-3}$	$13.2X 10^{-3}$
0.369	1	0.369	$18.0 \times 10^{-3}$	$18.0X 10^{-3}$
	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 $\times 10^{-3}$

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 =  $\bar{x} \pm s$   
(0.0758 - 0.1122)

## LISTA DE FIGURAS

## 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 industrialización del limón mexicano -----	66
Fig. 8.- Comportamiento de diversas curvas de pasteurización -----	77
Fig. 9.- Rotavapor. Equipo de destilación al vacío ( 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 economico-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 desviación 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  
COMPANIA 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.M.  
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 INTERNATIOANL, INC.  
ESTUDIO SOBRE LA DIETA MEXICANA  
MEXICO, D.F. AGOSTO 1976
11. GARDURO 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) SEPTIEMBER: 34, 35,38
13. MUNSTSBERGER, 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 MENDOZA, JOSE LUIS  
UTILIZACION DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES  
DE LIMON MEXICANO POR VIA FERMENTATIVA  
PARA LA OBTENCION DE VITAMINA B12  
CONAFRUT- SARH TESIS , 1981
  
  
25. PRALORAN, J.C.  
LES AGRUMES. TECHNIQUES AGRICOLES ET  
PRODUCTIONS TROPICALES  
G.P. MAISON NEUVE ET LAROSE  
PARIS, FRANCE, 1971 p. 400-401

26. ROYO IPANZO, JOSE  
TECNOLOGIA DE LOS AGRIOS  
LANGA ICONIA  
MADRID, ESPARA, 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. CHINNAN.  
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