



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL  
DESARROLLO INDUSTRIAL  
(ONUDI)

INFORME FINAL DE LA CONSULTORIA  
EN  
PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE ALIMENTOS

ANTONIO CELSO BUENO ZANGELMI  
CONSULTOR ONUDI

PROYECTO "DESARROLLO AGROINDUSTRIAL INTEGRADO"  
DEP/ELS/82/006/11-66 31.7.C

SAN SALVADOR, EL SALVADOR

JUNIO A SEPTIEMBRE, 1985

---

ESTE DOCUMENTO NO HA SIDO REVISADO POR EL PNUD, POR LO CUAL  
NO IMPLICA LA APROBACIÓN DE LA ONU A LAS OPINIONES EXPUESTAS.

VOLUMEN 1

ANEXOS Nos. 1 Y 2

## R E S U M E N

El CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agrícola) y la ENA (Escuela Nacional de Agricultura) son las dos instituciones del sector público de El Salvador que vienen desarrollando trabajos en el área de investigación tecnológica y adaptación de procesos para el procesamiento de frutas y hortalizas.

El CENTA posee un Departamento de Alimentación y Nutrición a nivel de laboratorio y la ENA cuenta con una planta piloto que permite la adaptación de los procesos ya desarrollados y conocidos en otras partes.

Los criterios para los análisis y aprobación de los proyectos que son desarrollados en los dos departamentos en el área de alimentos no siguen una orientación general que lleva en cuenta factores de carácter económico, coyuntural, social, nutricional y de desarrollo.

Por lo tanto, una nueva orientación bajo nuevos criterios que involucren los factores antes mencionados necesita ser estudiada, establecida e implementada para permitir que las investigaciones tecnológicas o científicas favorezcan el sector agroindustrial del país, creando simultáneamente nuevas fuentes de ingreso.

La mayor parte de los proyectos del CENTA en el área de industrialización de alimentos son desarrollados a nivel de laboratorio. Estos datos no siempre pueden ser extrapolados a nivel industrial.

No hay integración entre el CENTA y la ENA en el desarrollo de investigación tecnológica.

La disponibilidad de informaciones técnicas para efecto de consulta de material bibliográfico es pequeña y no atiende las necesidades del grupo técnico.

Se sugiere la creación de un consejo que involucre a representantes de las industrias alimenticias, universidad, investigación y gobierno con los siguientes objetivos:

A) Promover la integración de los sectores citados en el desarrollo de los programas de investigación agroindustrial en el país.

B) Proponer proyectos de investigación tecnológica y científica, compatibles con la realidad económica y de desarrollo del país. Casi un 70% de los proyectos propuestos deben generar resultados aplicables a un corto o mediano plazo.

C) Evaluar los proyectos de investigación propuestos, de acuerdo con su valor económico, tecnológico, científico y social.

D) Identificar posibles fuentes de financiamiento de carácter privado, gubernamental y de otro origen, para apoyar proyectos de aplicación inmediata.

## I N D I C E

	<u>Página</u>
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS DE LA MISION	2
TRABAJO DESARROLLADO	3
TRABAJO DE CARACTER DIDACTICO	3
TRABAJOS DE INVESTIGACION TECNICA Y CIENTIFICA	5
CONCLUSIONES	12
RECOMENDACIONES	13

## AGRADECIMIENTO

El consultor agradece a las siguientes personas e instituciones que han brindado su apoyo e interés para que la misión DP/ELS/82/006/11-66/31.7.C lograse buenos resultados.

### AUTORIDADES Y PERSONAL INTERNACIONAL

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| - Sr. Guy A. Beliard      | - Representante Residente PNUD  |
| - Sr. Alvaro Galvez       | - Representante Residente Adjunto   |
| - Sr. Marcio R. Rodrigues | - Asesor Técnico Principal y Coordinador Internacional del Proyecto "Desarrollo Agroindustrial Integrado" |

### AUTORIDADES Y PERSONAL NACIONAL

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| - Lic. Héctor A. Montalvo | - Coordinador Nacional del Proyecto "Desarrollo Agroindustrial Integrado" |
|---------------------------|---|

## I. INTRODUCCION

El CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agrícola) y la ENA (Escuela Nacional de Agricultura) son las dos instituciones del sector público de El Salvador que vienen desarrollando trabajos en el área de investigación tecnológica y adaptación de procesos para el procesamiento de frutas y hortalizas.

El CENTA posee un Departamento de Alimentación y Nutrición que tiene sus trabajos orientados hacia la investigación a nivel de laboratorio y la ENA cuenta con una planta piloto que permite la adaptación de los procesos ya desarrollados y conocidos en otros países.

Los trabajos efectuados en ENA y CENTA no son desarrollados de forma integrada, lo que en muchos casos permite hasta la duplicación de una misma actividad.

Otro punto importante es que el CENTA no posee planta piloto y la ENA no tiene laboratorios. Es decir que las tecnologías desarrolladas en los laboratorios de CENTA tienen una aplicación relativa en las fábricas de frutas y hortalizas del país, ya que los resultados no pueden ser pasados a una escala industrial sin riesgos de producirse errores.

Las tecnologías usadas en las plantas piloto de ENA no tienen apoyo de análisis químicos, bioquímicos y microbiológicos o de control de calidad, lo que hace que los resultados no tengan carácter técnico o científico.

Es muy interesante que las dos instituciones están ubicadas en el mismo sitio, lo que podría permitir la integración de los trabajos.

También no existe un criterio bien definido para la elaboración de un análisis y la aprobación de los proyectos que serán desarrollados. Los factores de naturaleza económica, producción, variedades de frutas o vegetales en producción en el país, etc. no son tomados en cuenta muchas veces.

Considerando que El Salvador está clasificado como un país en desarrollo, en donde los recursos financieros necesitan ser usados en forma racional, sin desperdicios, es importante planificar la investigación para que sus resultados sean aplicables a corto plazo.

Es bien conocida la orientación aplicada en muchos países en desarrollo en los cuales un 70% de los trabajos de investigación aprobados son de carácter aplicado y dirigidos a generar resultados que cuando se implementan traen como consecuencia una mejoría en la economía local.

Por lo tanto una nueva orientación, bajo nuevos criterios, que involucren factores económicos, coyunturales, sociales y de desarrollo, sea estudiada, establecida e implementada, para permitir que las investigaciones tecnológicas o científicas, empiezen a favorecer el desarrollo agrícola y agroindustrial del país, creando simultáneamente nuevas fuentes de ingreso.

## 2. OBJETIVOS DE LA MISION

Los objetivos básicos de la misión DP/ELS/82/006/11-66/31.7.C son:

2.1. Asistir al gobierno del país, a través del grupo técnico del Proyecto de "Desarrollo Agroindustrial Integrado" e instituciones involucradas con el sector en el área de investigación y desarrollo de tecnología aplicada al procesamiento de alimentos.

2.2. Estructuración del Departamento de Procesamiento de Alimentos de la ENA (Escuela Nacional de Agricultura).

2.3. Asesoría para la formación de un plan de investigación y desarrollo de tecnología conjunto para ENA/CENTA en el área de alimentos, utilizando al máximo las instalaciones existentes de la planta piloto.

2.4. Asistir en el desarrollo de proyectos de investigación, bajo el punto de vista científico y didáctico.

2.5. Impartir seminarios de capacitación sobre temas específicos.

### 3. TRABAJO DESARROLLADO

Los trabajos desarrollados fueron divididos en dos áreas definidas:

A. De carácter didáctico abordando temas que podrían apoyar los planes de investigación, o sectores de la agroindustria en desarrollo en el país.

B. De carácter de investigación tecnológica o científica, estableciendo nuevos criterios de selección de temas, sugiriendo nueva estructura de trabajo y procurando integrar los esfuerzos, tanto en disponibilidad de personal técnico como en instalaciones (laboratorios y plantas piloto).

#### 3.1. Trabajo de carácter didáctico

Del punto de vista didáctico, fueron impartidos los siguientes seminarios, cursos o conferencias.

3.1.1. Plática con el título "Algunas sugerencias para el desarrollo agroindustrial en El Salvador" impartida en el "Seminario-Taller del Departamento de Preservación y Conservación de Alimentos" y que fue una promoción del CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agrícola), del 2 al 3 de Julio de 1985 (Anexo No.1).

3.1.2. Seminario promovido por el Programa de Fomento y Desarrollo de Proyectos Agroindustriales del Proyecto: "Desarrollo Agroindustrial Integrado" MIPLAN-ONUFI titulado "Industrialización de frutas cítricas. Posibilidad de la implementación de una fábrica de cítricos en El Salvador".

El seminario fue compartido por el consultor, en el período del 22 al 26 de julio de 1985 con 20 horas de clases y la participación de 34 técnicos de nivel universitario (ingenieros, economistas, químicos, etc.) representando la empresa privada, universidad, bancos de desarrollo e instituciones de investigación.

La selección del tema fué hecha en base al interés que hoy existe en el país en implementar una planta para el procesamiento de frutas cítricas.

A los participantes se les entregó un cuestionario para evaluar su opinión sobre el seminario y se concluyó, de acuerdo con las preguntas contestadas, que el curso cumplió sus objetivos en la proporción que sigue:

<u>Entidad</u>	
Universidad	91.5
Empresa privada	89.3
Institución gubernamental	80.8
Particular	77.8

Se compartió entre los participantes un documento de 130 hojas acerca de la industrialización de frutas cítricas y sugerencias para El Salvador en esta área. Se desarrolló durante las clases, la dimensión y cálculos para una fábrica considerada adecuada para este país. (Anexo No.2)

3.1.3. Como consecuencia del primer seminario acerca de la industrialización de frutas cítricas fue organizado por la "American Chamber of Commerce" un segundo seminario sobre citricultura con

la participación de los expositores que siguen:

- Dr. José Amador, Consultor y Catedrático de la Texas A&M University, USA.
- Ing. Roberto Figueroa, Gerente General de Griffin & Brand, San Salvador, El Salvador.
- Sr. Guadalupe Torres, Consultor, Experto del mercado de jugos de cítricos de Griffin & Brand. Texas, USA.
- Ing. Antonio Celso B. Zangelmi, Consultor de ONUDI, N.N.U.U.

El seminario fue impartido el 17 de agosto de 1985 y el Consultor repartió a los 60 participantes un documento de 43 páginas. (Anexo No.3).

3.1.4. Conferencia impartida a grupo de investigadores y técnicos de la empresa privada, con un total de 36 participantes, siendo el tema "Industrialización del Tomate", el día 3 de septiembre de 1985. Se repartió entre los participantes un documento de 120 páginas. (Anexo No.4).

3.1.5. Participación del "Seminario-taller de Horticultura con fines de Exportación", promoción del MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) y CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agrícola), con el tema "Agroindustria de Frutas y Hortalizas" (Anexo No.5). El Seminario fue desarrollado en el período del 4 al 6 de septiembre de 1985.

Las recomendaciones presentadas por el Consultor en la clausura del seminario, sobre un completo cambio en la forma de evaluar proyectos de investigación en El Salvador fueron aprobados por el plenario y ha recibido un apoyo especial del Vice-Ministro de Agricultura y Ganadería, Dr. Gregorio Elias Valladares, quien formó una comisión con representantes del sector privado, gobierno, universidades y de investigación, para implementar las recomendaciones.

Las recomendaciones presentadas por el Consultor, coordinador de la mesa No.1 fueron las siguientes:

1. Crear un consejo asesor integrado por representantes de la

empresa privada, gobierno y universidades con los siguientes objetivos:

- a) Promover la integración de los sectores citados en el desarrollo de los programas hortícolas del país.
- b) Proponer proyectos de investigación tecnológica, científica en el área hortícola, de interés nacional.
- c) Evaluar los proyectos de investigación propuestos, de acuerdo a su valor económico, tecnológico, científico y social.
- d) Identificar posibles fuentes de financiamiento de carácter privado, gubernamental u otro origen, para los proyectos de investigación hortícolas seleccionados.

2. Crear una comisión provisional, integrada por un miembro de la empresa privada, un miembro del CENTA y un miembro de las universidades a fin de que den los pasos necesarios para lograr la implementación de recomendación No.1.

### 3.2. Trabajo en el área de investigación

En el área de investigación se efectuó una recolección de informaciones acerca de los trabajos de adecuación de tecnología hechos por la ENA.

El objetivo fue determinar:

- 3.2.1. Criterios de selección de proyectos.
- 3.2.2. Objetividad de los trabajos.
- 3.2.3. Nivel técnico o científico de los trabajos desarrollados.
- 3.2.4. Naturaleza de la literatura disponible para consulta.
- 3.2.5. Características de las facilidades disponibles en laboratorios y equipos o líneas piloto para el procesamiento de alimentos.
- 3.2.5. Material humano disponible para la investigación.

### 3.3. Apoyo a la implementación de proyectos

Considerando el gran interés de un grupo de citricultores en implementar una fábrica de procesamiento de frutas cítricas en el país, se brindó apoyo técnico, y orientación en la preparación de un pre-proyecto de una fábrica de jugo de naranja concentrado congelado y sus derivados a un grupo de ingenieros de la Universidad Einstein.

Este proyecto tiene dos objetivos:

a) Proveer informaciones técnicas, de mercado y de costos de producción a los inversionistas; b) elaborar la tesis de los ingenieros para obtener la licenciatura.

### 3.4. Proyectos de investigación tecnológica sugeridos a CENTA-ENA

Se sugirieron dos proyectos de investigación tecnológica involucrando personal técnico e instalaciones del CENTA y ENA los cuales ya están siendo desarrollados.

Se consideraron dos temas de aplicación inmediata en el sector privada ya que los resultados apoyaran la implementación de plantas industriales.

Los proyectos referidos son los siguientes:

#### 3.4.1. Caracterización de variedades de naranjas para la producción de jugo concentrado congelado

##### 3.4.1.1. Justificación

Considerando el incremento de consumo de jugos en el mundo, el cual fue de 30% en el período 1977-81, las perspectivas de incremento de consumo per capita, ya que muchos países desarrollados mantienen un promedio anual per capita de 10 kilos (Luxemburgo, Belgica y otros) contra 20 kilos por año per capita en Alemania, Estados Unidos y otros y la reducción de suministro de jugos cítricos de Florida por las severas heladas de 1983-84 y 1984-85, existe un espacio en el mercado mundial que puede ser ocupado por países no tradicionales exportadores de jugo.

Por lo tanto se justifica un estudio completo para determinar la factibilidad técnica, económica y de mercado, de la implementación de una fábrica de jugos, principalmente de naranja en el país, con el objetivo de exportar.

Del punto de vista de la investigación técnica es necesario caracterizar las variedades producidas en el país para determinar su calidad bajo el interés y exigencias para fines de industrialización.

#### 3.4.1.2. Objetivos

Caracterizar las variedades de naranja para fines industriales bajo lo siguiente:

##### Características físicas

- Variedad
- Número de frutos por caja de cosecha (40.8 kilos).
- Tamaño promedio de los frutos (diámetro mayor y menor).
- Color
- Rendimiento peso de jugo/peso de fruta.
- Productividad

##### Características químicas

- Brix
- Acidez total
- Ratio Brix/acidez total
- Vitamina C (Acido ascórbico)
- Kilos de sólidos solubles/caja de 40.8 kilos
- pH

##### Características organolépticas

- Sabor

#### 3.4.1.3. Trabajo a ser desarrollado

A) Analizar cada 15 días muestras de naranjas de todas las variedades producidas, en el campo experimental de CENTA, durante todo el período de cosecha.

B) Analizar cada 15 días muestras de naranjas tomadas en los cultivos de los citricultores asociados, recién formada

denominada "Asociación de Citricultores de El Salvador".

3.4.1.4. Conclusiones a buscarse

3.4.1.4.1. Determinación de las variedades de naranjas producidas en El Salvador.

3.4.1.4.2. Determinación de las variedades producidas, las que son adecuadas a la industrialización.

3.4.1.4.3. Productividad promedio por árbol, por variedad.

3.4.1.4.4. Rendimiento de jugo en la fruta, por variedad.

3.4.1.4.5. Rendimiento en sólidos solubles (peso de sólidos solubles) por variedad.

3.4.1.4.6. Curva de evolución del peso de sólidos solubles por variedad.

3.4.1.4.7. Curva de evolución del Brix, de la acidez total, del ratio y del pH, por variedad.

3.4.1.4.8. Color y sabor del jugo de cada variedad de acuerdo con los estandares de U.S.D.A.

3.4.1.4.9. Promedio de Vitamina C, por variedad.

3.4.1.5. Observación

Se suministró a los técnicos de CENTA de todos los métodos analíticos y legislación aplicados para jugos cítricos.

3.4.2. Tecnología para la producción de leche concentrada de soya

3.4.2.1. Justificación

Considerando el amplio programa de introducción de producción de productos de soya en El Salvador (principalmente leche y harina), a través del Proyecto "Desarrollo Agroindustrial Integrado" de ONUDI, se sugirió y ya está siendo desarrollado el estudio de la concentración de leche de soya para la producción de leche condensado y endulzado de soya.

Este producto tiene algunas ventajas sobre la leche a concentración natural, que son:

a) Reducción del volumen hasta cuatro veces el volumen inicial, con reducción del costo de envase, de almacenamiento y de transporte.

b) El producto es autopreservable a temperatura ambiente por la reducción de agua ( $A_w$ ).

c) El producto puede ser usado como leche, después de su reconstitución con agua, o puede ser utilizado para la preparación de postres ricos en calorías y proteínas.

d) Es un sustituto de la leche condensada y endulzada de vaca, con un valor de comercialización mucho más bajo.

e) Es un alimento muy indicado para la dieta alimenticia infantil.

#### 3.4.2.2. Objetivos

Determinar y desarrollar la metodología más adecuada para la producción de leche de soya a concentración, desde el punto de vista reológico, organoléptico y de reducción de costos.

Las siguientes operaciones unitarias tienen que ser investigadas: a) maceración; b) trituración; c) extracción; d) pasteurización y e) concentración.

#### 3.4.2.3. Materiales y métodos

El proceso va ser desarrollado en las plantas piloto de ENA, usando la mini-usina de leche y harina de soya y el evaporador al vacío marca Polinox, los dos equipos donados por el proyecto de ONUDI "Desarrollo Agroindustrial Integrado".

Se proporcionaron los métodos analíticos para la determinación de proteínas y de la inactivación del factor antitripsina.

Los análisis químicos, bioquímicos y microbiológicos se desarrollarán en los laboratorios del CENTA.

3.4.2.4. Trabajo a desarrollarse

3.4.2.4.1. Estudio de la maceración

Variables:

Temperatura	95°C - 98°C - 100°C
Tiempo	10' - 15' - 20'
Repeticiones	3
Total de pruebas:	27
Determinaciones:	Protefnas y factor antritipsina

3.4.2.4.2. Trituración

Variables:

Tiempo:	3' - 4' - 8'
Temperatura del agua agregada:	98°C
Repeticiones:	4
Total de pruebas:	12
Determinaciones:	Factor antitripsina

3.4.2.4.3. Extracción

Variables:

Peso de agua y de grano:	7:1; 6:1; 5:1, y 4:1
Repeticiones:	3
Total de pruebas:	12
Determinaciones:	Sólidos solubles, protefnas y humedad de la pulpa

3.4.2.4.4. Pasteurización

Variables:

Tiempo:	5'      8'      10'      15'
Temperatura:	98°C
Repeticiones:	4
Total de pruebas:	16
Determinaciones:	Factor antitripsina, protefnas y contagio microbiológico

#### 3.4.2.4.5. Concentración

Variables:

- Concentración de la leche pura agregandose sacarosa y glucosa después de la concentración.
- Concentración de la leche mas sacarosa.
- Usar 3 diferentes temperaturas de concentración.

El número de repeticiones y de experimentos dependen de los resultados alcanzados en los experimentos anteriores.

Determinaciones: Sólidos solubles, protefnas, viscosidad y sabor.

#### 3.4.2.5. Conclusiones que se pretenden

El desarrollo de la tecnología para la producción de una leche concentrada de soya con las siguientes características:

- a) Buen color
- b) Buen sabor
- c) De fácil reconstitución.
- d) Auto-preservable
- e) Rica en protefnas

### 4. CONCLUSIONES

Se concluyó lo siguiente:

4.1. El criterio para elegir proyectos de investigación en el área de alimentos, en un gran número de casos, no está conectado con las necesidades del país.

4.2. La mayor parte de los proyectos de CENTA en el área de industrialización de alimentos son desarrollados a nivel de laboratorio. Estos datos no siempre pueden ser extrapolados a nivel industrial.

4.3. No hay integración entre el CENTA y la ENA en el desarrollo de investigación tecnológica.

4.4. La ENA no desarrolla investigación tecnológica aunque tenga plantas piloto de frutas y hortalizas, carnes y productos lácteos. Allí solamente se hace la producción de productos alimenticios para efecto de enseñanza y venta. La ENA no posee laboratorios de química, bioquímica y microbiología. Los métodos corrientes de control de calidad no son empleados.

4.5. La disponibilidad de informaciones técnicas para efecto de consulta de material bibliográfico es pequeña y no atiende las necesidades del grupo técnico.

4.6. Las técnicas de producción de alimentos en las plantas de la ENA necesitan ser mejoradas.

4.7. Los proyectos de investigación del CENTA en el área de alimentos necesitan ser revisados bajo nuevos criterios de evaluación.

## 5. RECOMENDACIONES

5.1. Introducir nuevos criterios de evaluación del mérito de los proyectos.

Los criterios deben contemplar los aspectos siguientes: económicos, de desarrollo, nutricionales, sociales y de producción agrícola.

5.2. Creación de un consejo que involucre a representantes de las industrias alimenticias, universidad, investigación y gobierno, con los siguientes objetivos:

5.2.1. Promover la integración de los sectores citados en el desarrollo de los programas de investigación agroindustrial en el país.

5.2.2. Proponer proyectos de investigación tecnológica y científica, compatibles con la realidad económica y de desarrollo del país.

Casi un 70% de los proyectos propuestos deben generar resultados aplicables a un corto o mediano plazo.

5.2.3. Evaluar los proyectos de investigación propuestos, de acuerdo con su valor económico, tecnológico, científico y social.

5.2.4. Identificar posibles fuentes de financiamiento de carácter privado, gubernamental u otro origen, para apoyar proyectos de aplicación inmediata.

5.3. Promover la integración del CENTA y ENA para efecto del desarrollo de la investigación tecnológica, involucrando en estos programas las facilidades de las plantas piloto de ENA y los laboratorios del CENTA.

5.4. Crear un centro de información en donde se haga la recolección de las principales publicaciones técnicas y científicas en el área de alimentos, para efecto de consulta de los técnicos.

5.5. Mejorar el nivel técnico de investigación de los técnicos involucrados a través de cursos a nivel de maestría y doctorado.

ANEXO No.1

SEMINARIO: PARTICIPACION EN EL SEMINARIO-TALLER DEL  
DEPARTAMENTO DE PRESERVACION Y CONCENTRA-  
CION DE ALIMENTOS-CENTA

TITULO: ALGUNAS SUGERENCIAS PARA EL DESARROLLO  
AGROINDUSTRIAL EN EL SALVADOR

FECHA: 2 Y 3 DE JULIO DE 1985

IDIOMA: ESPAÑOL

SEMINARIO-TALLER DEL DEPARTAMENTO DE PRESERVACION  
Y CONCENTRACION DE ALIMENTOS

TITULO DE LA PLATICA: "ALGUNAS SUGERENCIAS PARA EL DESARROLLO  
AGROINDUSTRIAL EN EL SALVADOR".

FECHA: 2 Y 3 DE JULIO DE 1985.

EXPOSITOR:

ANTONIO CELSO B. ZANGELMI

ORGANIZACION:

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL (ONU/IDI).

## I. INTRODUCCION

EL EQUILIBRIO DE LA AGRICULTURA, EN TÉRMINOS DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN, SOLAMENTE ES VIABLE CUANDO LOS ALIMENTOS SON PRESERVADOS Y ALMACENADOS PARA LLEGAR AL MERCADO CONSUMIDOR DURANTE TODO EL AÑO, CON PRECIOS QUE SEAN UNIFORMES. LA FIJACIÓN DE UN HÁBITO DE CONSUMO ESTÁ LIGADA A LA CALIDAD DEL PRODUCTO, A LA MANUTENCIÓN DE LA CALIDAD Y A LA RAZONABLE UNIFORMIDAD DE LOS PRECIOS DE VENTA.

EL DESARROLLO DE UN SECTOR INDUSTRIAL TIENE, EN TODOS LOS PAÍSES, CARACTERÍSTICAS PROPIAS, INHERENTES A LA ESTRUCTURA ECONÓMICA, TÉCNICA Y SOCIAL DE CADA LOCAL, ASÍ COMO ES FUNCIÓN DEL ESTADO DE DESARROLLO, EXISTIENDO TODAVÍA ASPECTOS BÁSICOS QUE MÁS O MENOS SE REPITEN.

CONSIDERANDO LA POSICIÓN EN QUE SE ENCUENTRA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS EN EL SALVADOR, QUE ES CONSECUENCIA DE LOS INNUMERABLES FACTORES COYUNTURALES, TALES COMO LA DETERMINACIÓN ESTABLECIDA EN LA FORMACIÓN DEL MERCADO COMÚN CENTROAMERICANO, EL CUAL CONSIDERA ESTE PAÍS POCO ADECUADO A LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y, POR TANTO, SIN CONDICIONES PARA ESTABLECER UN PLAN DE INDUSTRIALIZACIÓN DE ALIMENTOS, SE HA PERMITIDO QUE OTROS PAÍSES DE CENTROAMÉRICA LOGRASSEN UN AVANCE RAZONABLE EN ESTA ÁREA, CREANDO CONDICIONES PARA PROVEER GRAN PARTE DEL MERCADO LOCAL, GENERANDO DIVISAS A TRAVÉS DE LA EXPORTACIÓN. ESTA ES LA POSICIÓN DE GUATEMALA, COSTA RICA Y PANAMÁ.

TODAVÍA EL SALVADOR PERMANECIÓ FUERA DE LA EVOLUCIÓN DE LA AGROINDUSTRIA, FACTOR QUE ESTABLECE UNA DEPENDENCIA, LA CUAL PUEDE SER, HASTA CIERTO PUNTO, PELIGROSA DESDE EL PUNTO DE VISTA ES

TRATÉGICO, SIN CONSIDERAR LAS CONSECUENCIAS INMEDIATAS, COMO LA PÉRDIDA DE DIVISAS, LA CUAL GENERA CONDICIONES ECONÓMICAS DESFAVORABLES.

EN EL TERCER MILENIO, EL DOMINIO POLÍTICO ESTARÁ MUY ESTRECHAMENTE LIGADO A LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS, SI TOMAMOS EN CUENTA LOS NIVELES DE AUMENTO DEMOGRÁFICO MUNDIAL Y LA ESCASEZ DE RECURSOS NATURALES PARA ALIMENTAR LAS POBLACIONES.

LAS NACIONES DESARROLLADAS SE ESTÁN PREPARANDO PARA ESTA REALIDAD.

LOS PAÍSES QUE TARDAREN SUS PLANES, PERMANECERÁN EN UNA DEPENDENCIA Y, HASTA CIERTO PUNTO, VULNERABLES, DESDE EL PUNTO DE VISTA ESTRATÉGICO.

URGE LA NECESIDAD DE QUE LAS NACIONES DEL TERCER MUNDO QUEBRANTEN EL CÍRCULO VICIOSO "AGRICULTURA INCIPIENTE POR LA AUSENCIA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN Y LA INEXISTENCIA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS, POR NO EXISTIR UNA AGRICULTURA SÓLIDA".

ES DE RESPONSABILIDAD DE LOS PODERES CONSTITUÍDOS, ESTAR ALERTAS A ESTA REALIDAD, CREANDO CONDICIONES PARA QUE LOS PAÍSES SE LIBEREN DE LA PRESIÓN COMERCIAL EXTERNA Y SE SUELTEN DE LOS LAZOS QUE NO PERMITEN EL AVANCE TECNOLÓGICO.

## II. LA SITUACION DE EL SALVADOR

DE ACUERDO CON LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE INDICADORES ECONÓMICOS, DEL MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN DE 1982, ENCONTRAMOS QUE LA IMPORTACIÓN DE ALIMENTOS CAYÓ EN PESO Y TODAVÍA LA FUGA DE DIVISAS SE INCREMENTÓ EN FORMA EXTRAORDINARIA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.

DESDE 1978 HASTA 1981, LA FUGA DE DIVISAS, POR LA IMPORTACIÓN DE ALIMENTOS, SE INCREMENTÓ EN UN 38%, Y TODAVÍA EL TOTAL DE LAS IMPORTACIONES CAYÓ EN CANTIDAD EN UN 31% (VER CUADRO No. 1).

CUADRO No. 1

IMPORTACIONES DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS  
PERIODO DE 1978 A 1981

AÑO	MILES DE COLONES	TONELADAS
1978	264,113.00	412,385
1979	263,643.00	295,568
1980	374,279.00 + 38%	362,512 - 31%
1981	364,551.00	314,102

HAY TAMBIÉN QUE CONSIDERAR QUE LA IMPORTACIÓN DE ALIMENTOS ES EL SEGUNDO ITEM EN TON., CON UN 27.7% Y, EL TERCERO EN VALORES, CON UN 16.8% EN EL AÑO DE 1981 (VER CUADRO No. 2).

CUADRO No. 2

PARTICIPACION DE LA IMPORTACION DE ALIMENTOS EN EL TOTAL  
DE LAS IMPORTACIONES (1978 A 1981)

AÑO	MILES DE ₡			TONELADAS		
	TOTAL	ALIMENTOS	%	TOTAL	ALIMENTOS	%
1978	2,568,446	264,113	10.2	2,184,255	412,385	18.8
1979	2,597,666	263,643	10.1	1,852,089	295,468	15.9
1980	2,404,269	374,279	15.5	1,554,623	362,512	23.3
1981	2,169,568	364,551	16.8	1,134,088	314,102	27.7

2,568,446  
2,169,568

18% DE REDUCCIÓN EN MILES DE COLONES

2,184,255  
1,134,088

93% DE REDUCCIÓN EN TONELADAS

ANALIZANDO EL CUADRO No. 2, SE CONCLUYE QUE EN EL PERÍODO DE 1978, HASTA 1981, LAS IMPORTACIONES EN TON. CAYERON EN UN 93% Y EN VALOR EN UN 18%. TODAVÍA PARA LOS ALIMENTOS, LA REDUCCIÓN EN TON. FUE DE UN 31% Y EN VALORES HUBO UN INCREMENTO DE 38%. TAMBIÉN SE CONCLUYÓ QUE EN CADA AÑO SE TIENE MAYOR PARTICIPACIÓN DE LOS ALIMENTOS EN LAS IMPORTACIONES, TANTO EN TONELADAS COMO EN VALORES.

ES DECIR, QUE EL PROCESO ALIMENTARIO EN EL SALVADOR VIENE SUFRIENDO UN DETERIORO SOSTENIDO AÑO A AÑO.

LA POLÍTICA DEL GOBIERNO PARA CREAR UN MEJOR BALANCE DE PAGO, LOGRÓ ALGÚN RESULTADO PARA LOS DEMÁS PRODUCTOS, SIN LOGRAR NADA POSITIVO EN EL ÁREA DE ALIMENTOS.

EL SALVADOR TIENE GRAN DEPENDENCIA DE LOS PAÍSES VECINOS DE CENTROAMÉRICA PARA CUBRIR EL DÉFICIT DE CONSERVAS ALIMENTICIAS. PRODUCTOS BÁSICOS, TALES COMO EL JUGO DE FRUTAS, HORTALIZAS EN CONSERVAS, PASTA DE TOMATE Y OTROS, SON IMPORTADOS DE GUATEMALA, COSTA RICA Y PANAMÁ.

MIENTRAS LOS PAÍSES PROVEEDORES CUENTAN CON UN DESARROLLO DE SU AGROINDUSTRIA Y, COMO CONSECUENCIA DE SU AGRICULTURA, EL SALVADOR CONTINÚA EN LA DEPENDENCIA DE IMPORTACIONES. HAY UNA PÉRDIDA DE DIVISAS Y LOS EMPLEOS NO SON CREADOS EN LA AGRICULTURA Y EN LA INDUSTRIA. ES ASÍ QUE LOS CULTIVOS DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN EL SALVADOR SON MANTENIDOS SOLAMENTE CON LA FINALIDAD DE PROVEER PARTE DEL MERCADO DE PRODUCTOS FRESCOS. ES POR ÉSTO QUE LA AGRICULTURA SE ENCUENTRA SIN ESTÍMULO PARA INCREMENTAR SU PRODUCCIÓN, EN VIRTUD DE LA INSEGURIDAD DEL MERCADO CONSUMIDOR; LAS PÉRDIDAS DE FRUTAS Y HORTALIZAS LLEGAN A NIVELES ELEVADOS, POR NO HABER CONDICIONES PARA SU PRESERVACIÓN DURANTE EL PERÍODO DE ZAFRA; LOS PRECIOS FLUCTÚAN EN EL MERCADO PERJUDICANDO AL CONSUMIDOR; LOS HÁBITOS ALIMENTICIOS NO MEJORAN Y EL PAÍS SUFRE ECONÓMICAMENTE.

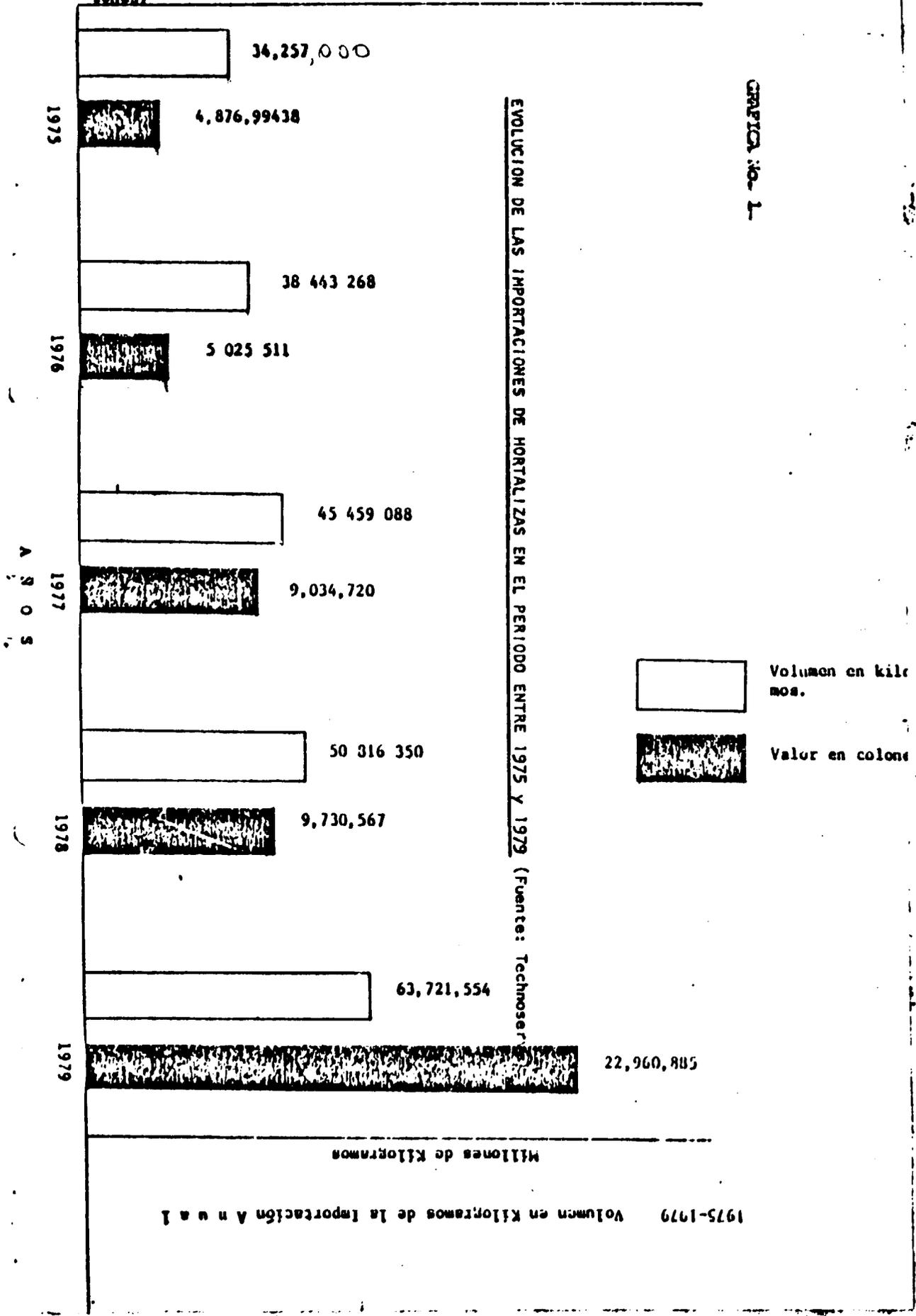
REVISANDO LOS DATOS ESTADÍSTICOS RELATIVOS A LAS IMPORTACIONES DE FRUTAS Y HORTALIZAS, DE ACUERDO CON EL ANUARIO ESTADÍSTICO DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA ACROPECUARIA DE 1975 HASTA 1980 (PARCIAL), EL VALOR DE LAS IMPORTACIONES A 1977 FUERON MÁS O MENOS ESTABLES, DESDE 1977 HASTA 1978, SUFRIÓ UN INCREMENTO DE 9.9% Y DE 1978 A 1979, TUVO UN INCREMENTO DE 136%. LOS FACTORES QUE HAN PROVOCADO ESTE INCREMENTO TAN EXCESIVO, FUERON UNA CONSECUENCIA DE LA REDUCCIÓN DEL ÁREA CULTIVADA EN EL PAÍS Y EL INCREMENTO DEL CONSUMO. EL SEGUNDO FACTOR, PUEDE TENER RELACIÓN CON EL INCREMENTO DEL CONSUMO, EL PODER ADQUISITIVO DE LA POBLACIÓN, EL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO DEL 4% ANUAL O LA MEJORÍA DE LOS HÁBITOS ALIMENTICIOS EN LOS DIVERSOS NIVELES SOCIALES.

MÁS QUE EL INCREMENTO DEL CONSUMO, PROVOCADO POR EL INCREMENTO EN LAS CANTIDADES IMPORTADAS, HAY QUE CONSIDERAR QUE EL VOLUMEN DE LAS IMPORTACIONES DE HORTALIZAS EN 1979, FUERON 40.2% SUPERIORES A LAS DE 1977, SIN EMBARGO, EN TÉRMINOS DE VALOR, EL PORCENTAJE DE INCREMENTO FUE DE 154%. ESTO DEMUESTRA QUE EL VALOR DE VENTA DE LAS HORTALIZAS ES REAJUSTADO A NIVELES ELEVADOS, PRINCIPALMENTE POR EL COSTO DEL TRANSPORTE EN VIRTUD DE LOS FRECUENTES REAJUSTES DEL COSTO DEL PETRÓLEO.

EL GRÁFICO NO. 1 NOS DA UNA IDEA DE LA EVOLUCIÓN DE LAS IMPORTACIONES DE HORTALIZAS EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE 1975 Y 1979, TANTO EN EL VOLUMEN IMPORTADO COMO EN EL VALOR.

ESTE GRÁFICO MUESTRA TAMBIÉN EL INCREMENTO DEL VALOR PROMEDIO IMPORTADO POR UNIDAD DE PESO DE HORTALIZAS, PARTIENDO DE 1977.

Valor en colones de la importación anual 1975/1979 (Millones de colones)



EL CUADRO NO. 3 BIEN ENSEÑA LA DESPROPORCIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LOS VALORES PAGADOS POR LA IMPORTACIÓN DE HORTALIZAS Y LA CANTIDAD DE HORTALIZAS IMPORTADAS.

CUADRO NO. 3  
IMPORTACION DE HORTALIZAS FRESCAS

AÑOS	KGS.	%	₡	%
1977	45,459,088		9,034,720	
1978	50,816,350	11.78	9,730,567	7.7
1979	63,721,554	25.40	22,960,885	136

EL GRÁFICO NO. 2 MUESTRA LA EVOLUCIÓN DE LAS IMPORTACIONES, MES A MES, DURANTE LOS AÑOS DE 1978 HASTA 1979. HAY QUE TOMAR EN CUENTA QUE EN LOS DOS AÑOS CONSIDERADOS, HUBO AUMENTO EN LAS CANTIDADES IMPORTADAS, EN EL PERÍODO FUERA DE LA ZAFRA NACIONAL. ENTRE LAS HORTALIZAS MÁS IMPORTANTES, EL TOMATE ES LA PRINCIPAL EN LO QUE CONCIERNE A LAS CANTIDADES IMPORTADAS Y SU ZAFRA OCURRE DE ENERO A MAYO. CUANDO TERMINA LA COSECHA DE TOMATES, HAY UN INCREMENTO DE LAS IMPORTACIONES DE HORTALIZAS.

SI CONSIDERAMOS EL CASO DEL TOMATE, EN FORMA AISLADA (CUADRO NO. 4), ENCONTRAMOS LA SIGUIENTE SITUACIÓN RELATIVA A LAS IMPORTACIONES DEL FRUTO FRESCO.

CUADRO No. 4  
IMPORTACION DE TOMATES EN EL PERIODO 1977-79

AÑOS	KGS.	₡
1977	4,283,156	1,041,132
1978	5,276,098	1,164,942
1979	5,975,624	2,428,711

EL KILO DE TOMATE CASI SE MANTUVO AL DOBLE DE PRECIO DESDE EL AÑO DE 1978 HASTA 1979. EN EL PERÍODO DE 1977 A 1979, LAS CANTIDADES DE TOMATE IMPORTADAS SE INCREMENTARON EN UN 39%, EL VALOR DE ADQUISICIÓN SE INCREMENTÓ EN UN 130%.

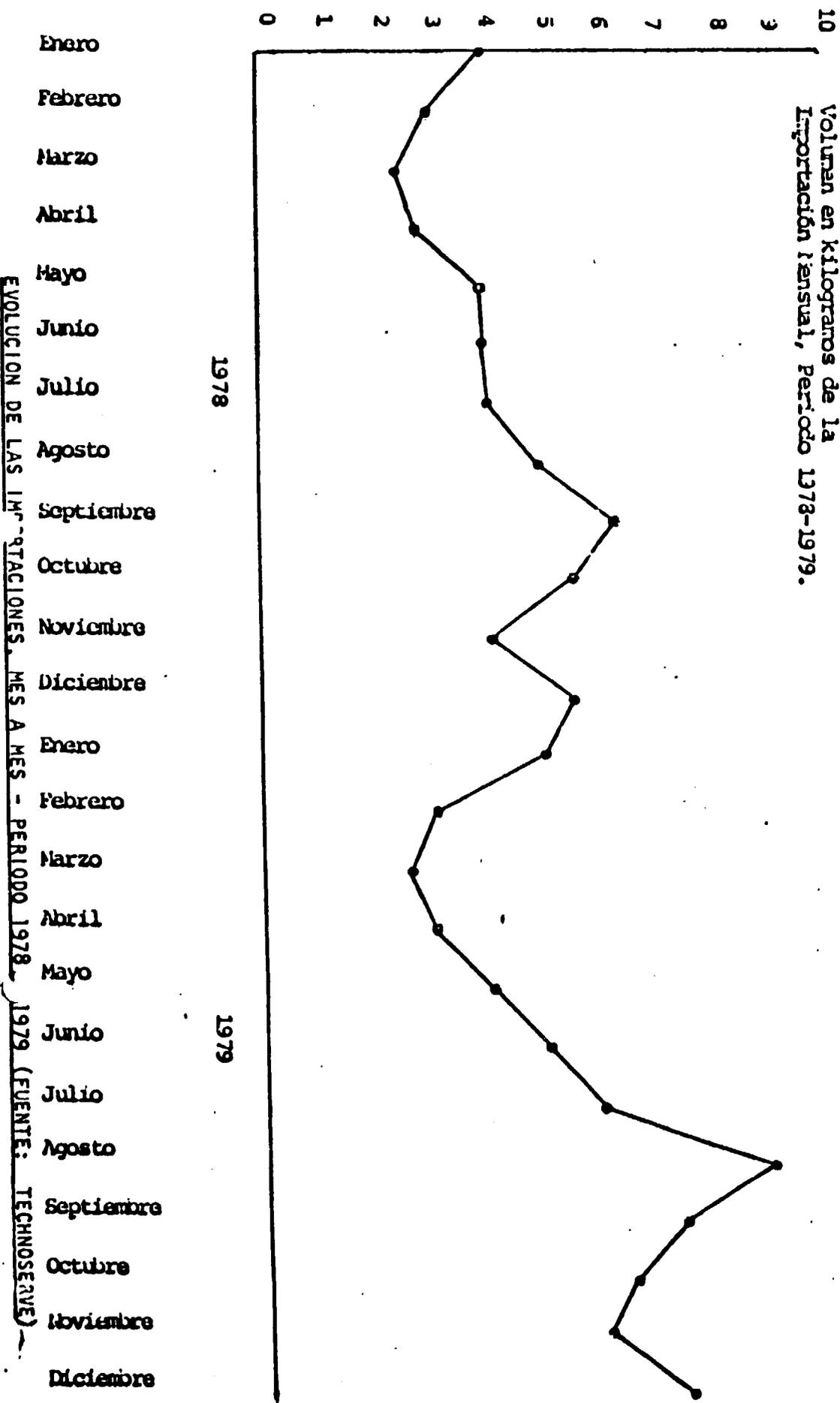
EL GRÁFICO NO. 3 DA UNA MUESTRA DE LA EVOLUCIÓN DE PRECIOS DE TOMATE PARA PRODUCCIÓN DE PASTA Y TOMATE PARA MESA EN EL AÑO DE 1981.

LOS PRECIOS DE ESTA HORTALIZA SON MÁS BAJOS EN EL PERÍODO DE ENERO A JUNIO, TAMBIÉN EN ESTE PERÍODO SE DA LA ZAFRA LOCAL. EN EL GRÁFICO NO. 2 ENCONTRAMOS QUE LAS IMPORTACIONES DE HORTALIZAS SE INCREMENTAN DESDE JUNIO (TÉRMINO DE LA ZAFRA LOCAL). EL GRÁFICO NO. 3 DA UNA MUESTRA DE CÓMO LOS VALORES DE VENTA DE TOMATE CASI SE DUPLICAN EN ESTE MISMO PERÍODO.

LOS DATOS DE EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DEL AÑO DE 1982 PARA FRUTAS Y LEGUMBRES, ENSEÑA QUE LA PÉRDIDA DE DIVISAS FUÉ DE  $\text{Q}65,066,829$  O SEA 18% DE LAS SALIDAS TOTALES CON LA ADQUISICIÓN DE ALIMENTOS. DE ESTE TOTAL, LA IMPORTACIÓN DE PRODUCTOS ELABORADOS CON BASE EN LEGUMBRES, FUÉ DE  $56,737,882$  COLONES Y LOS PRODUCTOS DE FRUTAS,  $8,328,942$  COLONES (VER CUADRO NO. 5).

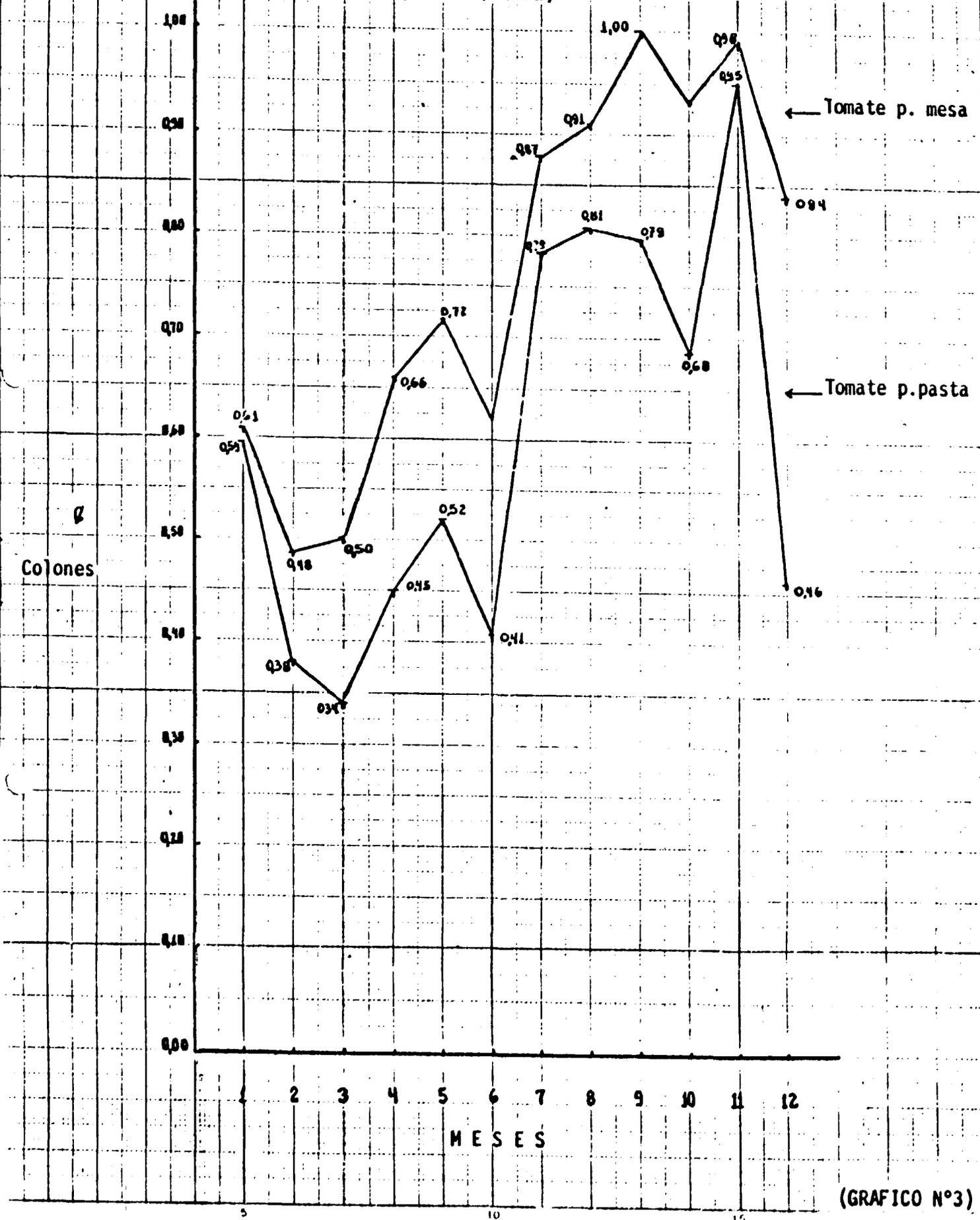
GRAFICA No. 2

Volumen en kilogramos de la Importación mensual, período 1978-1979.



EVOLUCION DE LAS IMPORTACIONES, MES A MES - PERIODO 1978 - 1979 (FUENTE: TECHNOSERVE)

EVOLUCION DE LOS PRECIOS DE TOMATE PARA PASTA Y PARA MESA AÑO 1981  
(Colones/Libra)



(GRAFICO N°3)

01

CUADRO No. 5  
EXPORTACIONES-IMPORTACIONES DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES  
AÑO 1982. FRUTAS Y LEGUMBRES.

PRODUCTO	EXPORTACION		IMPORTACION	
	CANTIDAD KG	VALOR ₡	CANTIDAD KG	VALOR ₡
<u>FRUTAS SECAS, MER- MELADAS Y JUGO DE FRUTA</u>				
NUECES COMESTIBLES SIN CÁSCARA	2,002	18,893	5,550	45,611
RASPADURA DE COCO COM.	403,728	986,976	361	931
FRUTAS SECAS, INCLU SO LAS DESHIDRATA- DAS ARTIFICIALMENTE, ESTÉN O NO ENVASADAS ARTIFICIALMENTE	--	--	10,761	59,143
FRUTAS EN CONSERVA, ENVASADAS O EN PEDA- ZOS, CON O SIN AZÚ- CAR, ESTÉN O NO EN- VASADAS	3,792	17,131	229,792	829,505
FRUTAS, CÁSCARAS DE FRUTAS Y PARTES DE PLANTAS, DESECADAS Y GLACEADAS O CRISTALI- ZADAS, CON O SIN SA- BOR ARTIFICIAL	3,078	2,460	142	1,325
MERMELADAS DE FRUTAS, JALEAS DE FRUTA Y PAS- TAS DE FRUTAS, ESTÉN O NO HERMÉTICAMENTE ENVASADAS	--	--	603,579	1,310,706
JUGOS DE FRUTAS NO FER- MENTADAS, ESTÉN O NO CONGELADOS, INCLUSO JA- LEAS Y EXTRACTOS DE FRUTAS NATURALES	1,724	12,483	2,701,080	6,081,726
TOTALES FRUTAS	<u>414,324</u>	<u>1,037,943</u>	<u>3,851,245</u>	<u>8,328,947</u>

CUADRO No. 5  
EXPORTACIONES-IMPORTACIONES DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES  
AÑO 1982. FRUTAS Y LEGUMBRES.

PRODUCTO	EXPORTACION		IMPORTACION	
	CANTIDAD KG	VALOR ¢	CANTIDAD KG	VALOR ¢
<u>LEGUMBRES</u>				
LEGUMBRES DESTINADAS PRINCIPALMENTE A LA ALIMENTACIÓN HUMANA, FRESCAS, CONGELADAS, SALADAS EN SALMUERA O EN OTRAS SOLUCIONES TEMPORALES O EN VASADAS HERMÉTICAMENTE.				
LEGUMBRES DESHIDRATADAS DE CUALQUIER CLASE.	1,935,815	2,957,079	85,407,339	51,637,956
LEGUMBRES EN CONSERVA O PREPARADAS (EXCEPTO LAS DESHIDRATADAS), ENVASADAS O NO, INCLUSO SOPAS Y JUGOS DE LEGUMBRES	20,207	88,164	1,382,220	4,592,881
LEGUMBRES DESHIDRATADAS DE CUALQUIER CLASE	6,961	111,037	75,590	507,045
TOTAL LEGUMBRES	<u>1,962,983</u>	<u>3,156,280</u>	<u>86,865,749</u>	<u>56,137,882</u>
TOTAL GENERAL	<u>2,377,307</u>	<u>4,194,223</u>	<u>90,416,994</u>	<u>65,066,829</u>

FUENTE: DIAGNÓSTICO DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL DE EL SALVADOR,  
 1978-1982.

### III. CONCLUSIONES

LOS DATOS ANALIZADOS INDICAN LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES:

1. MANTENER LA ACTUAL POLÍTICA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS QUE REPRESENTA:

- A) MAYOR DEPENDENCIA.
- B) MAYOR PÉRDIDA DE DIVISAS.
- C) MAYORES COSTOS INTERNOS PARA LOS ALIMENTOS.
- D) MAYOR PARTICIPACIÓN DEL COSTO DE LOS ALIMENTOS EN LA BOLSA DEL PUEBLO.
- E) MAYOR PRESIÓN SOBRE LA POBLACIÓN.
- F) MENOR DESARROLLO.
- G) MENOR NÚMERO DE EMPLEOS.

2. CAMBIAR LA POLÍTICA ACTUAL Y PROMOVER EL ROMPIMIENTO DEL CÍRCULO VICIOSO IMPLEMENTANDO:

- A) LA INVESTIGACIÓN.
- B) PLANTAS PROCESADORAS DE ALIMENTOS.
- C) NUEVOS ALIMENTOS.
- D) NUEVAS TECNOLOGÍAS.
- E) MÁS EMPLEOS.
- F) REDUCCIÓN DE LAS IMPORTACIONES.
- G) REDUCCIÓN DE LA DEPENDENCIA.
- H) FINALMENTE, PROMOVRIENDO EL DESARROLLO.

POR LO TANTO, ENCONTRAMOS QUE LA SOLUCIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE LA AGROINDUSTRIA, UTILIZANDO LOS RECURSOS EXISTENTES EN EL PAÍS Y ASÍ HACER POSIBLE:

- A) EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.
- B) MEJORAMIENTO DE LOS PATRONES DE CALIDAD ACTUALES.

- C) DESARROLLO DE NUEVOS MÉTODOS PARA LA CONVERSIÓN DE LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS.
- D) INVESTIGACIÓN DE NUEVOS TIPOS DE ENVASES.
- E) ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA DE PROYECTOS INDUSTRIALES.
- F) ANÁLISIS Y PRUEBAS DE EQUIPOS.
- G) DESARROLLO DE UNA TECNOLOGÍA LOCAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS Y MÁQUINAS PARA LA INDUSTRIA.
- H) ESTUDIOS DE MERCADO.

LOS RECURSOS EXISTENTES PODRÍAN SER UTILIZADOS COMO SUGERIMOS A CONTINUACIÓN:

MIPLAN: COORDINACIÓN GENERAL, RECOLECCIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS REFERENTES A: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, MERCADO DE FRUTAS Y HORTALIZAS, MERCADO DE PRODUCTOS ACABADOS, IMPORTACIONES DE FRUTAS Y HORTALIZAS, IMPORTACIONES DE PRODUCTOS ACABADOS, IMPORTACIONES DE MÁQUINAS Y EQUIPOS PARA LA AGROINDUSTRIA, MERCADO DE ENVASES NACIONALES E IMPORTADOS, EVOLUCIÓN DE PRECIOS DE HORTALIZAS Y FRUTAS IMPORTADAS Y EVOLUCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS IMPORTADOS Y DE PRODUCCIÓN LOCAL.

ONUDI: PROVISIÓN DE TECNOLOGÍAS EXISTENTES, ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES LOCALES, TÉCNICAS DE CONTROL DE CALIDAD, DE ACUERDO CON LOS PATRONES INTERNACIONALES, INFORMACIÓN ACERCA DE MÁQUINAS Y EQUIPOS, INFORMACIÓN ACERCA DE LEGISLACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS, PATRONES DE CALIDAD Y DE SANIDAD, APOYO AL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA Y ESTUDIOS DE MERCADO. APOYO A LA CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS EN EL SALVADOR.

MINISTERIO DE AGRICULTURA:

ENA: DESARROLLO EN SU PLANTA DE TECNOLOGÍAS CONOCIDAS, DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS, DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS, PRODUCCIÓN

CIÓN DE LOTES COMERCIALES PARA ESTUDIOS DE MERCADO, PRUEBAS CON VARIEDADES DE FRUJAS Y HORTALIZAS E IDENTIFICACIÓN DE VARIEDADES DE FRUTAS Y HORTALIZAS.

CENTA: INVESTIGACIÓN DE CARÁCTER CIENTÍFICO, CONCERNIENTE A: MATERIAS PRIMAS, DESARROLLO DE MÉTODOS DE CONTROL DE CALIDAD, MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS, CAMBIOS DE CARÁCTER QUÍMICO, FÍSICO Y FÍSICO-QUÍMICO, DURANTE EL PROCESO Y DURANTE EL ALMACENAMIENTO, PROBLEMAS MICROBIOLÓGICOS Y DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS.

MINISTERIO DE SALUD: ADAPTACIÓN Y ADECUACIÓN DE LAS NORMAS Y LEGISLACIÓN EXISTENTE EN OTROS PAÍSES Y DEL "CODEX ALIMENTARIUS" A LAS CONDICIONES LOCALES Y MÉTODOS DE CONTROL DE CALIDAD, FISCALIZACIÓN, HIGIENE Y SANIDAD.

MINISTERIO DE ECONOMIA: LEGISLACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS LOCALES, ESTÍMULOS A LA IMPLEMENTACIÓN DE AGROINDUSTRIAS Y ESTÍMULOS FISCALES.

TECHNOSERVE INC.: ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA, PARA PROYECTOS AGRÍCOLAS E INDUSTRIALES, IMPLEMENTACIÓN DE FÁBRICAS, MERCADEO, CAPACITACIÓN DE PERSONAL PARA ADMINISTRAR Y OPERAR FÁBRICAS.

TALLERES METALÚRGICOS: CONSTRUCCIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS PARA LAS INDUSTRIAS DE ALIMENTOS LOCALES BAJO DISEÑOS Y ORIENTACIÓN DE TÉCNICOS DE PAÍSES CON AMPLIA EXPERIENCIA EN LA MATERIA.



ANEXO No.2

SEMINARIO: INDUSTRIALIZACION DE FRUTAS CITRICAS.  
POSIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACION DE UNA  
FABRICA DE CITRICOS EN EL SALVADOR

FECHA: DEL 22 AL 26 DE JULIO DE 1985

IDIOMA: ESPAÑOL

SEMINARIO: INDUSTRIALIZACION DE FRUTAS CITRICAS. POSIBILIDAD  
DE LA IMPLEMENTACION DE UNA FABRICA DE CITRICOS EN  
EL SALVADOR

EXPOSITOR: ANTONIO CELSO BUENO ZANGELMI  
CONSULTOR ONUDI

PROYECTO: ELS/82/006

PROGRAMA DE FOMENTO Y DESARROLLO DE PROYECTOS AGROINDUSTRIALES  
NIPLAN/ONUDI

FECHA:  
DEL 22 AL 26 JULIO, 1985  
IDIOMA: ESPAÑOL

## I N D I C E

	<u>Página</u>
1. Introducción	1
2. Estructura y composición de frutas cítricas	7
2.1. Estructura macroscópica	8
2.2. Estructura microscópica	11
3. La materia prima para la industria	19
4. Almacenaje de la materia prima	43
5. Estándares de identidad para el jugo de naranja y productos de jugo de naranja	48
6. Procesos de producción	58
6.1. Flujograma No.1. Producción de jugo de naranja pasteurizado	58
6.2. Proceso para la producción de jugo de naranja pasteurizado	59
6.3. Proceso para la producción de jugo de naranja enlatado	79
6.4. Estándares y control de calidad aplicado en la producción de jugo de naranja pasteurizado y jugo de naranja enlatado	79
6.5. Jugo de naranja concentrado congelado	81
6.5. Flujograma No.2. Producción de jugo de naranja concentrado congelado	81
6.6. Proceso para la producción de jugo de naranja concentrado congelado	83
6.7. Jugo de naranja concentrado para manufactura	105

	<u>Página</u>
6.8. Proceso para la producción de jugo de naranja concentrado para manufactura	106
6.9. Jugo de naranja concentrado esterilizado	108
6.10. Proceso para la producción de jugo de naranja esterilizado	109
6.11. Jugo de naranja concentrado preservado químicamente	109
Cambios en jugos cítricos concentrados durante el almacenaje	
6.12. Alimento para ganado ("feed-meal") y melaza cítrica	113
Flujograma No.5. Producción de alimento para ganado y melaza cítrica	
6.13. Proceso para la producción de alimento para ganado ("feed-meal") y melaza cítrica	117
6.14. Producción de ácido cítrico	119
Flujograma No.6. Producción de ácido cítrico	
6.15. Proceso para la producción de ácido cítrico	124
6.16. Producción de pectina	127

..

## 1. INTRODUCCION

El cultivo y la industrialización de frutas cítricas son de gran importancia económica para muchos países por la fuente de ingresos que representa, por el número de empleos que generan, así como por la calidad de alimento que producen, ya que los productos cítricos se presentan como una fuente importante de vitamina C (Acido Ascórbico).

Los dos países más notables en la producción e industrialización de cítricos son: los Estados Unidos de Norteamérica y los Estados Unidos de Brasil.

La industrialización de jugos cítricos en los Estados Unidos de Norteamérica tiene más de cincuenta años, siendo los estados productores más importantes: Florida, California, Texas y Arizona, respectivamente. De toda la producción americana de naranjas, el estado de Florida participa con un 67%, quedando un 30% para California y 3% para Arizona, Texas, Louisiana, Alabama y Mississippi. En el estado de Florida, como un 80% de la producción agrícola de naranjas es industrializada, ya que las variedades allí producidas son las conocidas como "Juice Fruit". El fruto de California es, antes de todo, usado para la comercialización al natural ("in natura") y casi solamente los desechos son procesados en las plantas procesadoras.

En Brasil la industrialización de frutas cítricas, básicamente naranjas, comenzó cuando una helada en 1962 destruyó y afectó parte de las plantaciones de cítricos en el estado de Florida.

Como consecuencia, se implantó en tiempo record, 6 meses, la primera fábrica en Brasil con capacidad para procesar 1 millón

de cajas de 40.8 kilos por año o sea 40.800 toneladas métricas de naranjas.

Debido al problema cíclico de heladas en los Estados Unidos de Norteamérica y la gran demanda del mercado consumidor local, fue posible obtener un sorprendente desarrollo en la industria de los cítricos en Brasil, con el objeto básico de explotar el mercado europeo cada vez mas acostumbrado a la introducción del jugo de naranja en la dieta alimenticia. Para 1968, Brasil se había convertido en el segundo procesador de frutas cítricas, después de los Estados Unidos de Norteamérica y el primer exportador. A fines de la década de los años setenta, Brasil lograba superar a los Estados Unidos de Norteamérica en cantidad de fruta procesada, convirtiéndose en el mayor productor y mayor exportador de jugo de naranja.

El estado mas importante es Sao Paulo, que mantiene un 95% de la cantidad procesada, quedando como un 5% para el estado de Sergipe y Rio Grande del Sur.

Otros países procesadores de frutas cítricas son: Japón, España, Italia, Israel, Marruecos, Africa del Sur, Grecia, Argentina, Uruguay y Cuba.

Cada uno de estos países tienen características especiales en la forma de trabajar el fruto y de explotar el mercado.

Los Estados Unidos de Norteamérica tiene las plantas mas diversificadas con una amplia gama de productos y con la comercialización orientada hacia el mercado interno.

Los productos básicos de las plantas americanas son: jugo concentrado congelado con 44° Brix; jugo simple enlatado; jugo enfriado (chilled juice); segmentos; aceite esencial; alimento para ganado (feed meal) y pectina cítrica.

Los jugos producidos en los Estados Unidos de Norteamérica mantienen una calidad muy alta, ya que son elaborados para el consumo directo y para un mercado muy exigente, como es el americano y el europeo.

Como ya hemos analizado antes, el estado que tiene la mas grande industrialización es Florida. Aunque las frecuentes heladas de 1983-84 y 1984-85 han reducido mucho la capacidad de producción de este estado, ya que no solamente les afecta a los frutos sino que también a los árboles, ocurriendo reducciones en la producción hasta por 4 años.

Así es que debido a cada helada, países como el Brasil incrementan su producción ocupando el vacío dejado en el mercado y nuevos países se preparan para entrar en la actividad de la industrialización de cítricos.

Como consecuencia de las dos últimas heladas en Florida, el precio de exportación del jugo brasileño que estaba siendo exportado en 1983 a US\$1000.00/ton.métrica de jugo concentrado congelado con 65° Brix, tuvo un incremento a US\$2000.00/ton.métrica en 1984 y en la actualidad es comercializado por US\$2500.00 hasta US\$3000.00/ton.métrica.

El jugo de naranja concentrado de Brasil que representaba el cuarto rubro de la exportación de manufacturados después del café, carne enlatada y calzado, es ahora el primero, con un ingreso de más de 1 billón de dólares.

Es decir que, por cada helada en Florida hay una pérdida de posición del producto americano en el mercado, que es irreversible, debido a los altos costos de recuperación de las plantaciones. El alto costo de las tierras y la invasión de las áreas agrícolas por la urbanización se convierten en otro problema para la Florida.

La industria de cítricos en Brasil se caracteriza por una orientación bien definida hacia la exportación. El número de plantas no es grande pero poseen una gran capacidad procesadora y son fábricas muy modernas.

Con 12 plantas adentro y 3 plantas fuera del estado de Sao Paulo, el Brasil procesa mas naranjas que 43 fábricas instaladas en el estado de Florida.

El producto básico es el jugo concentrado congelado para manufactura con 65° Brix.

Con el objeto de reducir costos y crear condiciones de manejar grandes volúmenes de jugo, se desarrolló en el país el sistema de "suco-duto" (jugo-duto) o sea, a similitud del petróleo, el jugo concentrado es bombeado del área de producción para grandes tanques de acero inoxidable (300.000 litros) instalados dentro de cámaras frías y de allí bombeados para vagones tanques de ferrocarril. De allí, son transportados hasta el puerto y luego bombeados para navios-tanques similares a los petroleros.

Otro producto básico es la alimentación para ganado (feed-meal) que es elaborada con los residuos que deja la industria cítrica.

Tambien se produce aceite esencial. Otros productos son de pequeña importancia económica.

La industria cítrica de Israel se caracteriza por procesar bajas cantidades de fruta, siendo la mayor parte desechos de "Pack-ing-houses". También importan grandes volúmenes de concentrado del Brasil y de Estados Unidos de Norteamérica para mezclarlos con sus productos y elaborar productos especiales, tales como la base para bebidas carbonatadas, agentes responsables por opacidad y otros. Las fábricas son pequeñas, bien diversificadas en los productos terminados así como en los equipos usados.

Del punto de vista técnico, puede decirse que las fábricas brasileñas son instalaciones ejemplares, en el sentido de ingeniería mecánica y las fábricas de Israel son pequeñas instalaciones con un amplio conocimiento químico y bioquímico de los productos que elaboran.

Las fábricas del Japón son especializadas en procesar Satsumas (mandarinas japonesas) con instalaciones mas sencillas comparables con las fábricas americanas y brasileñas.

Han desarrollado un producto de gran aceptación en el mercado del Japón, así como en los países arabes, que es el néctar de naranja que puede ser mantenido a temperatura ambiental con pequeños cambios en su sabor, color, así como en las pérdidas de vitamina C. (Acido ascórbico).

Las plantas italianas instaladas en Sicilia y Regia Calabria, son unidades pequeñas y la mayor parte de éstas son pobres en instalación y equipo y despreocupados con la calidad del jugo desde el punto de vista de sabor, ya que se especializan en la producción de la base para las bebidas carbonadas, las cuales son de muy buena calidad.

También se le da gran importancia a la extracción de los aceites esenciales, principalmente del limón, que representa un ingreso muy grande para las fábricas.

Es decir, que en cada país procesador de cítricos se desarrolla una industria que tiene los siguientes factores básicos, determinando su orientación:

- Cantidad de materia prima
- Tipo de materia prima
- Mercado potencial local
- Mercado de exportación
- Costos internos

- Inversiones adecuadas para las cantidades procesadas
- Competencia de otros países

Esta orientación de carácter general tiene profunda interferencia en el planeamiento de la fábrica, selección de líneas de procesamiento, así como en la escogida de los equipos.

Cualquiera que sea el país que tenga programado entrar en la industrialización de frutas cítricas y que no tome en consideración los factores antes mencionados para un análisis profundo de sus condiciones y posibilidades, incurrirá en un alto riesgo con posibilidades de errores.

Los países de centroamérica, por ejemplo pueden y deben tener su industria cítrica, aunque el concepto de la industria que se va a desarrollar requiere un amplio estudio y un análisis profundo de los factores coyunturales.

## 2. ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE FRUTAS CITRICAS

La demanda y la aceptación de frutas cítricas en la dieta alimenticia diaria de muchos pueblos, se basa en su valor nutritivo, aroma, sabor y otras características estéticas tales como color y textura. Estos factores de calidad dependen principalmente de la estructura y composición química de las frutas cítricas. Estas constituyen la principal fuente de vitamina C, y el suplemento del valor nutritivo es obtenido de aminoácidos, sales inorgánicas, carbohidratos y otros factores no identificables presentes en la fruta.

El color es derivado de pigmentos de caroteno, clorofila y flavonoides.

El aroma característico es obtenido del aceite esencial de la cáscara.

<u>COMPOSICION APROXIMADA DE JUGO DE NARANJA</u>		
<u>CLASE DE LOS CONSTITUYENTES</u>	<u>NUMERO DE CONSTITUYENTES</u>	<u>SOLIDOS SOLUBLES TOTALES- %</u>
Carbohidratos	7	76.0
Acidos inorgánicos	7	9.6
Aminoácidos libres	17	5.4
Ions inorgánicos	14	3.2
Vitaminas	14	2.5
Lípidios	18	1.2
Nitrogenados y glutaciones	5	0.9
Flavonoides	1	0.8
Constituyentes volátiles	33	0.38
Carotenoides	22	0.013
Enzimas	12	-

En la fruta fresca, los innumerables constituyentes químicos y los sistemas de enzimas están ubicados en células diferentes, tejidos y otras porciones de la fruta que están en condiciones de desarrollar sus funciones fisiológicas sin interrumpir uno con el otro. Cuando el jugo es extraído de la fruta por compresión, presión u otro sistema, los innumerables constituyentes son mezclados y producen cambios indeseables en sabor, color y aroma. Para mantener el máximo en calidad en los productos procesados de citrus, es necesario que conozcamos los componentes químicos existentes, como reaccionan uno con los otros y como éstos pueden ser controlados.

#### 2.1. Estructura macroscópica (Figura No.1)

Las frutas cítricas están cubiertas con una piel que tiene por función proteger la pulpa de la fruta. La parte externa se constituye en el flavedo, formado de innumerables bolsas llenas de un aceite aromático el cual tiene valor comercial.

En adición a las bolsas de aceite, el flavedo contiene materia colorante, la cual no es distribuida uniformemente sobre la capa externa, concentrada en pequeños cuerpos llamados cromatoforos, siendo verdes en las frutas nuevas y tornándose amarillo o naranja cuando la fruta está madura.

Una porción esponjosa, blanca formada por células paranquimatosas conocida como albedo se distribuye después del flavedo.

Las células de esta capa están colocadas en espacios intercelulares bien largos e irregulares en su forma. Esta capa tiene aproximadamente 20% de sustancias pécticas, las cuales pueden ser recuperadas en la forma de pectina cítrica.

La pulpa interna de la fruta está constituida de segmentos (lóculos) separados por una membrana de un tejido delgado

epidérmico y contiene innumerables bolsas de jugo (vesículas) y semillas. Las bolsas de jugo en cada segmento están conectadas a la pared del segmento y en contacto con la piel por medio de hilos delgados de varios tamaños. Pequeñas porciones de aceite son encontradas en el tejido celular y en la pared central de cada vesícula de jugo.

Cromatoforos amarillos de origen cristalino pueden ser observados cuando estas bolsas de jugo son comprimidas y examinadas en un microscopio.

La parte central de la fruta está compuesta de un tejido esponjoso blanco similar al del albedo. La parte central y las membranas de los "segmentos" son denominados bagazo del jugo extraído.

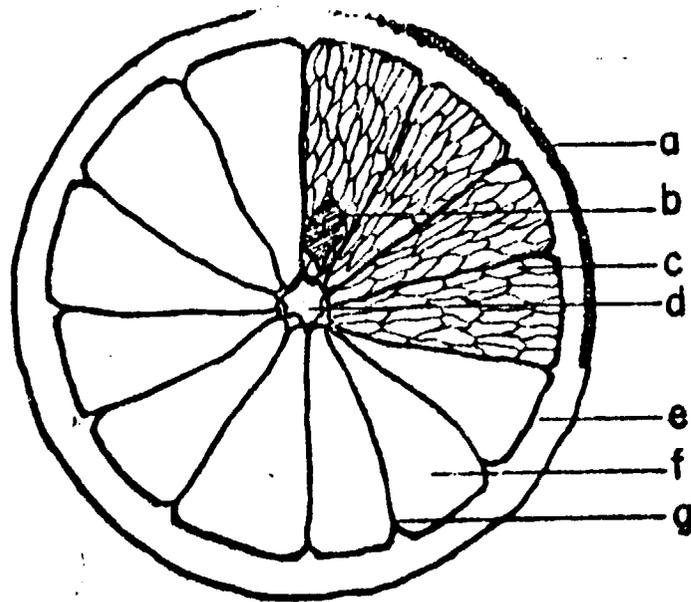


Figura No.1

Vista esquemática de una naranja cortada

- a) Bolsas de aceite en el flavedo
- b) Semillas
- c) Bolsas de jugo
- d) Parte central
- e) Albedo
- f) "Segmento"
- g) Membranas del "segmento"

De las partes del fruto antes mencionadas, los siguientes son los productos comercializables que se pueden producir y los que son mas corrientes;

a) Bolsas de aceite en el flavedo

- Aceite esencial
- Colorantes naturales
- Materia prima para la producción de
- Materia prima para la producción de alimentación animal

b) Semillas

- Aceite comestible
- Materia prima para la alimentación animal

c) Bolsas de jugo

- Jugo
- Células congeladas
- Pectina

d) Parte central

- Pectina cítrica
- Alimentación animal

e) Albedo

- Pectina cítrica
- Alimentación animal

f) Segmento

- Alimentación animal

g) Membranas del "segmento"

- Alimentación animal

## 2.2. Estructura microscópica

### 2.2.1. Enzimas

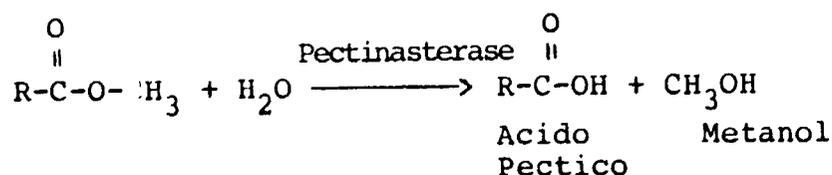
Las enzimas, catalizadores orgánicos sintetizados por células vivas, son de los constituyentes más importantes, ya que es por su acción que se procesa la síntesis, la alteración de otros constituyentes y la energía esencial para el metabolismo de la vida.

Las principales enzimas de las frutas cítricas son: pectinasterase, protopectinase, depolimerase, acetilsterase, fosfatase, proteinase, peroxidase, decarboxilase y fosforobionase, siendo las dos más importantes la protopectinase y pectinasterase.

La protopectinase es responsable por la conversión de protopectina en pectina soluble durante el proceso de maduración del fruto.

La enzima pectinasterase acelera la hidrólisis de las uniones de ester metílico en la molécula de pectina, con la formación de ácido péctico y metanol.

La enzima pectinasterase tiene el máximo de su actividad con el  $p^H$ , alrededor de 7.0 a 7.5. Reciben gran atención en el procesamiento de frutas cítricas por ser una de las principales razones de la inestabilidad conocida como pérdida de opacidad o gelatinización en jugos cítricos no tratados térmicamente y en concentrados congelados.



Se cree que cuando la pectinasterase actúa sobre las sustancias pécticas en el jugo de naranja, los ácidos pécticos bajos en esteres y el ácido péctico forman complejos insolubles precipitándose en virtud de la ácida y del contenido de cations:

Si el contenido original de pectina es bajo, los ácidos pectínicos se precipitan llevando consigo otras materias coloidales suspensas, responsables por la turbidez deseable en el jugo de naranja.

Esto resulta en una clarificación de la parte superior del producto y en una formación de un precipitado en la parte inferior.

Si el contenido original de pectina es elevado, ocurre la formación de un "gel" semirígido en el jugo o en el concentrado.

La pectinasterase es encontrada en todos los jugos cítricos y ocurre en gran concentración en las bolsas de jugo y las membranas, disminuyendo en el flavedo, albedo y jugo.

#### 2.2.2. Principios de amargor

Las naranjas de la variedad Navel (Bahia), muy raramente son usadas para la manufactura de jugos enlatados o concentrados, porque cuando el jugo es extraído, calentado o dejado en reposo, se desarrolla un sabor amargo o astringente que lo vuelve inadecuado para el consumo. La intensidad de este amargor depende de la madurez de la fruta. La presencia del amargor es mucho mas frecuente en frutas al inicio de la estación (cosecha), ya que hay variación de una cosecha para otra. Este sabor amargo puede ser encontrado en el jugo de naranja del tipo valencia, no completamente maduras, pues desaparece cuando esta variedad alcanza el punto de maduración para su comercialización.

La naturaleza exacta de estos principios y el mecanismo de su formación son oscuros. Se cree que los precursores amargos desconocidos están presentes en el albedo, parte central y en los "segmentos" de las membranas de la fruta, en la forma "non amarga" y soluble en agua. Cuando los tejidos se rompen durante el proceso de extracción, los precursores amargos son disueltos en el jugo ácido, donde se convierten de alguna forma no conocida en compuestos amargos, nominados Limonin o Isolimonin.

Aún cuando se agrega una parte de Limonin en 100.000 partes de agua da a ésa un sabor amargo. Limonin que no puede ser confundido con limonemo, Terpeno del aceite de la cáscara Y puede ser caracterizado así:

- Fórmula:  $C_{26} H_{30} O_8$

- Soluble en alcohol, acetona, benzina y relativamente insoluble en agua.

Es una substancia cristalina blanca con el punto de fusión de 291° a 292°C .

El sabor amargo no se desarrolla en jugo de naranja Navel, cuando es filtrado inmediatamente después de la extracción, o inmediatamente extraído con benzina.

El Limonin es responsable por el sabor amargo desarrollado en naranjas, limones y mandarinas; el Naringin es el responsable por el sabor amargo en la grape fruit.

### 2.2.3. Vitaminas

La demanda y la aceptación de los productos de frutas cítricas en las dietas actuales de innumerables pueblos, están basadas especialmente en su valor nutritivo y particularmente en su

contenido de vitamina C. Esto depende de la variedad de la fruta, estado de maduración, clima, condiciones de suelo ubicación geográfica y a otros factores.

Las vitaminas presentes en el jugo de citrus son: Provitamina A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> Grupo 3, Biotina, E, K, C y otras. Pero la mayor preocupación es que cuando se procesan las frutas cítricas hay una pérdida de vitamina C. En general, el promedio de retención de vitamina C durante el proceso de envasado es acerca de 97%, con un promedio de pérdida de 1% a 2% por mes, durante el almacenamiento a una temperatura ambiental.

Las pérdidas en vitamina C en jugos pasteurizados y enlatados están relacionadas con la temperatura del almacenaje. Al bajar la temperatura la vitamina es realmente protegida.

El jugo concentrado congelado de naranja es una fuente rica en vitamina C. Un promedio de pérdida de 3.4% del grado original es observado durante la preparación del concentrado de jugo con una concentración natural de esta vitamina.

Las pérdidas durante el almacenaje del concentrado a -18°C durante 12 meses, son generalmente inferiores a 10%. La vitamina C es mantenida por aproximadamente una semana en concentrado congelado, mantenido en refrigeradores corrientes cuando es almacenado en la lata o reconstituido para la concentración inicial. Con 5°C, las pérdidas de vitamina C no son serias en 4 días. A no ser que el jugo sufra deterioración en lo que concierne al sabor, gelatinización y pérdida de opacidad, el contenido de vitamina C puede mantenerse inmutable.

#### 2.2.4. Azúcares

Los azúcares presentes en las frutas cítricas son: sacarosa,

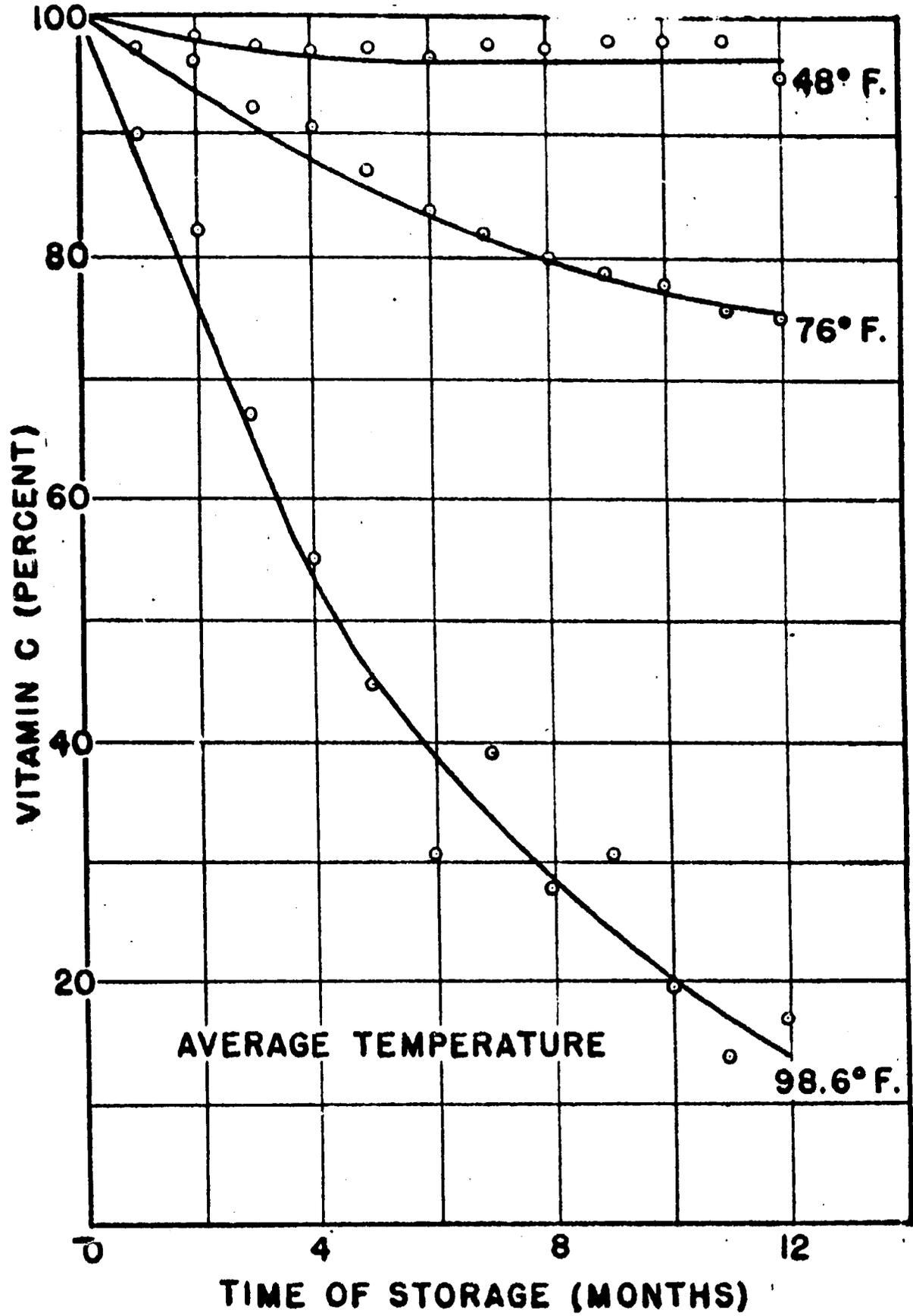


Figura No.2  
Retención de vitamina C en el jugo de naranja enlatado y almacenado a diferentes temperaturas

glucosa y levulosa. Para cada tipo de cítricos, así como entre las variedades hay un balance de los tres azúcares que caracterizan la variedad o el tipo de fruta cítrica.

Como promedio, para naranjas, se puede decir que la composición es de 50% de sacarose, 25% de glicose y 25% de levulose.

En los limones predominan los azúcares reductores y en las mandarinas predominan los azúcares no reductores.

La determinación del balance de azúcares permite detectar fraude por adición de sacarose de caña, como por ejemplo en el jugo de naranja.

#### 2.2.5. Acidos

La acidez total en los jugos cítricos es expresada en ácido cítrico. Desde hace muchos años se sabe que el jugo cítrico tiene ácido málico en cantidades casi iguales al ácido cítrico. La cáscara de las naranjas así como la parte comestible, contiene pequeñas cantidades de ácido oxálico. Se reportan pequeñas cantidades de ácido tartárico, benzoico y sucínico. Hay evidencias de la presencia de otros ácidos en cantidades muy pequeñas.

#### 2.2.6. Aceite de la cáscara

Durante la extracción del jugo, cantidades variables de aceite de la cáscara son extraídas al mismo tiempo. La cantidad incorporada va a depender del equipo utilizado. La gran mayoría de los equipos actuales incorporan cantidades muy pequeñas de aceite.

El constituyente principal es el D-limoneno; otros elementos presentes son Decyl aldehyde, Citral A y B, Octyl alcohol, Linalool, Acido fórmico, Acido acético, Caprilico y Acido cáprico.

Cantidades pequeñas de aceite esencial en jugo fresco de naranja da un aroma agradable y da mas sabor. Bajo condiciones específicas, la presencia de pequeñas cantidades de aceite en el jugo enlatado, puede agregar sabores desagradables en el almacenamiento de tal jugo. Algún D-limoneno del aceite de la cáscara puede convertir por 1.4 cineol por la acción del ácido del jugo durante el almacenamiento y el cineol se cree ser el responsable por el sabor conocido como "aged" en los jugos.

#### 2.2.7 Constituyentes volátiles

Esta muy bien establecido que la cáscara de naranja contiene aceite volátil. Pero existen cuerpos de aceite en las bolsas de jugo, las cuales son responsables por el sabor del jugo. Cuando la cáscara de la naranja es removida con mucho cuidado retiene 0.005% de aceite recuperable.

Los componentes bien identificados en los constituyentes volátiles son: Limoneno; E-myrceno, Ethyl esovalerate, Methil alpha-ethyl, M-caproate, Citronelil acetato, Tertenil acetato, hexane, Linalool, Carveol, L-decanol, L-octanol, M-terpineol, L-hexanol, 3-hexenol-ol y como mas de 11 otros componentes.

Durante tres años de almacenaje, los cambios mas importantes ocurrirán en la fracción de aceite. Habrá una pérdida de aceite total volátil, conversión de hidrocarburos a alcohol y pérdidas de esteres, aldeidos y terpenos de alcohol alifático.

#### 2.2.8 Pigmentos

Son encontrados mas en los plastidios, y la forma y tamaño están conectados a las especies que le dan origen.

La antocianina ocurre en naranjas de pulpa roja, conocidas como naranjas sanguíneas, mientras que los pigmentos de jugos

de naranja y mandarina son probablemente mas carotenos y xantofila. La clorofila sale cuando los carotenoides aumentan, en las frutas cítricas. En las frutas verdes hay una predominación de xantofila. Se identifican como carotenos: alfa, beta y zeta.

### 3. LA MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA

Para tener cosechas más largas que permitan un mejor uso de las instalaciones se consideran siempre en la producción agrícola tres clases de estaciones: estación de inicio, estación media y final de estación.

Las principales variedades de naranjas para la industrialización en Florida, el Estado más grande en procesar cítricos en los Estados Unidos de Norteamérica son: Parson Brown; Hamlin ; Jaffa; Pineapple y Valencia.

Las variedades consideradas de inicio de estación (early season) son: Parson Brown y Hamlin.

La variedad de media estación (midseason) es la Pineapple.

La Valencia es considerada de final de estación (late season).

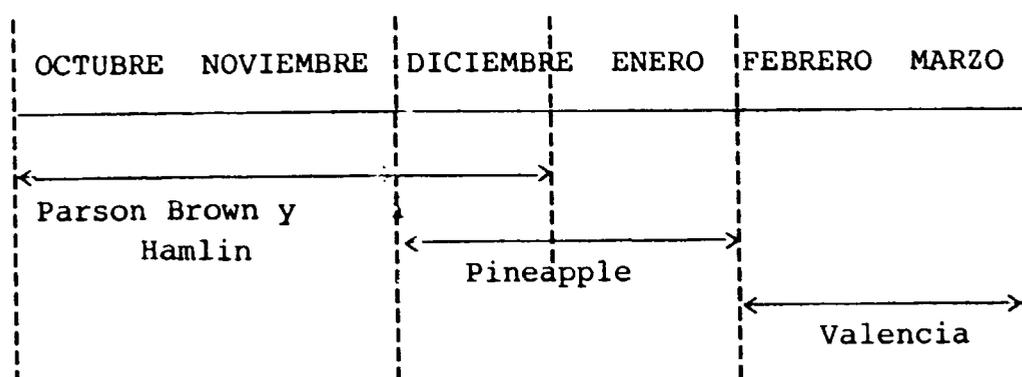
Usando las variedades de inicio, media y final de estación en Florida se puede lograr un período de seis meses de trabajo.

En Brasil la cosecha es un poco mas larga longrandose hasta ocho meses de operación de las plantas.

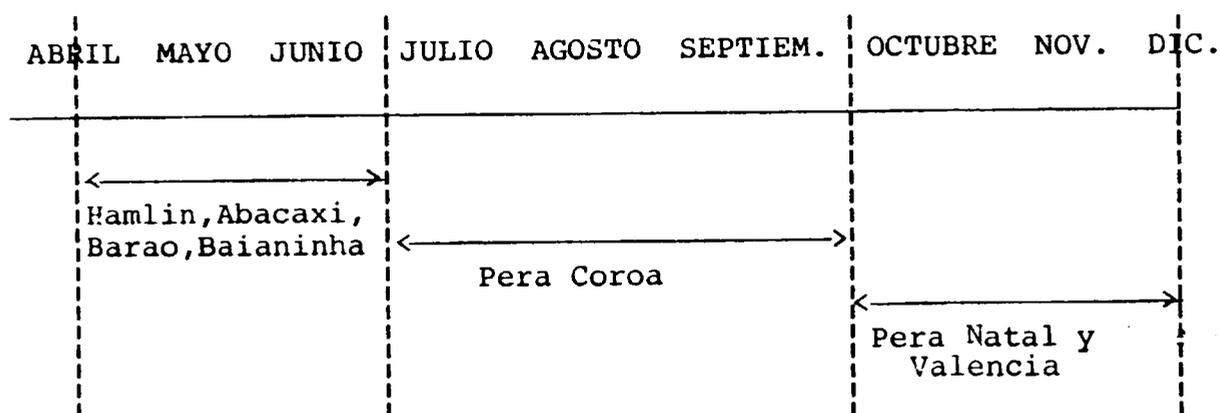
La principal variedad de inicio de estación es la Hamlin y las conocidas como dulces o sea la Barao, Abacaxi y Baiaminha.

La variedad Pera Coroa es la considerada de media estación y la Pera Natal y Valencia de final de estación.

Por lo tanto, la distribución de la cosecha industrial en los Estados Unidos de Norteamérica tiene la siguiente característica:



En Brasil la distribución de la cosecha industrial es como sigue:



Las variedades de mandarinas mas producidas en los Estados Unidos son: Dancy, King, Satsuma, Temple y Tangelo. En Brasil las mas conocidas son: Tangerina cravo; Ponkan y Mexirica Do Rio.

La composición física de naranjas y del pomelo es aproximadamente la siguiente:

COMPOSICION FISICA DE NARANJAS Y POMELO

<u>COMPONENTE</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Jugo	40-45
Flavedo	8-10
Albedo	15-30
Pulpa	20-30
Semillas	0- 4

La composición química de naranjas y pomelo es la siguiente:

COMPOSICION QUIMICA DE NARANJAS Y POMELO

<u>COMPONENTE</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Agua	86-92
Azucares	5- 8
Pectina	1- 2
Glicosidos	0.1-1.5
Pentosanas	0.8-1.2
Acidos	0.7-1.5
Fibras	0.6-0.9
Proteínas	0.6-0.8
Grasa	0.2-0.5
Aceite esencial	0.2-0.5
Minerales	0.5-0.9

Ciertos puntos necesitan ser considerados y analizados para establecer si una determinada producción de frutas cítricas es recomendable para la industrialización.

El control, determinaciones y análisis están hechos para muestras y han sido tomadas desde los puntos siguientes:

- En el campo
- De las cargas que llegan a la fábrica

### 3.1. Control de la materia prima en el campo

#### Evaluación de la maduración del fruto.

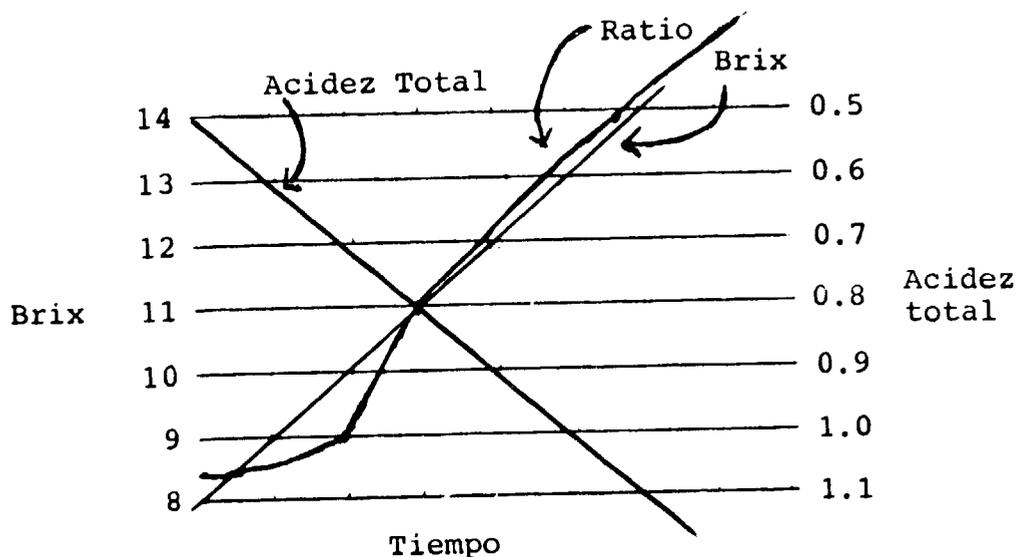
Las muestras tomadas en el campo tienen como objetivo establecer la evolución de la maduración de los frutos, así como la caracterización de los lotes.

El punto de maduración del fruto está demostrado por la relación del Brix/acidez total.

Con la maduración del fruto hay un incremento de sólidos solubles que contienen como 85% de azúcares y una reducción de la acidez total demostrada en ácido cítrico

Bajando la acidez total y aumentando el Brix (porcentaje de sólidos solubles) hay un incremento del ratio o sea la relación del Brix/acidez total. Por lo tanto, cuanto mas madura sea la naranja mas alto será el ratio.

Por lo tanto, los analistas hacen periódicamente una inspección en las plantaciones de cítricos recogiendo muestras y analizandolas en el campo para determinar la curva de maduración del fruto. Basado en la curva es que se determina cuando la producción estará buena para ser cosechada.



$$\text{Ratio} = \frac{\text{Brix}}{\text{A.T.}}$$

$$1^\circ \text{ muestra} = \frac{8}{1.1} = 7.27$$

$$2^\circ \text{ muestra} = \frac{9}{1.0} = 9.00$$

$$3^\circ \text{ muestra} = \frac{10}{0.9} = 11.11$$

$$4^\circ \text{ muestra} = \frac{11}{0.8} = 13.75$$

$$5^\circ \text{ muestra} = \frac{12}{0.7} = 17.14$$

$$6^\circ \text{ muestra} = \frac{13}{0.6} = 21.66$$

$$7^\circ \text{ muestra} = \frac{14}{0.5} = 28.00$$

#### Evaluación del rendimiento en sólidos solubles

Otro análisis a los frutos en el campo es la determinación del peso de sólidos solubles.

El peso de sólidos solubles es dado por la siguiente fórmula:

$$Kss/Pf = \frac{\%B}{100} \cdot Pf \cdot R \frac{Pj}{Pf}$$

Kss = Kilos de sólidos solubles

Pf = Peso de fruta

B = Brix (% de sólidos solubles)

R = Rendimiento

Pj = Peso de jugo

Pf = Peso de fruta

Así es que el analista del campo toma una muestra de frutos, lo pesa, hace la extracción del jugo, lo pesa y establece la relación de peso de jugo por peso de muestra, o sea el peso de las frutas.

Las muestras tomadas pueden tener siempre el mismo peso para estandarizar la metodología. Lo mas común es usar el peso de una caja estandard de cosecha, o sea 40.8 kilos.

Supongamos que para 40.8 kilos de fruta se estrajeron 19 kilos de jugo y se determinó un Brix de 10°, tendremos:

$$Kss = ?$$

$$Pf = 40.8 \text{ kilos}$$

$$B = 10^\circ$$

$$Pj = 19$$

$$R \frac{Pj}{Pf} = \frac{19}{40.8}$$

$$Pf = 19$$

$$Kss/Pf = \frac{10}{100} \cdot 40.8 \cdot \frac{19}{40.8}$$

$$Kss/Pf = 1.9 \text{ Kss}/40.8 = 1.9 \text{ Kss/caja estandard}$$

Por lo tanto, cuanto mas alto el Brix (% de sólidos solubles) y más alto el rendimiento en peso de jugo para el peso de fruta, mas alto será el rendimiento industrial en el peso de los sólidos solubles.

Es decir, que si consideramos dos plantaciones de naranjas con 10 alqueires (2Ha 42) vamos a tener 24.200 hectáreas conteniendo 500 árboles por alqueire o sea 5000 árboles/10 alqueires o 24.200 hectáreas y con una producción 2 cajas de 40.8 kilos/árbol. La primera plantación con un promedio de Brix de 13° y un rendimiento de 48% de peso de jugo/peso de fruta y la segunda con un promedio de 10° Brix y un rendimiento de 50% de peso de jugo/peso de fruta, tendríamos como resultado final de interés para la industria, lo que sigue:

1er. Caso

$$24.2 \text{ ha} \cdot 206.61 \text{ \u00e1rboles} \cdot 2 \text{ cajas/\u00e1rbol} \cdot 40.8 \text{ k} = \\ = 407.996 \text{ kilos de naranjas}$$

$$Kss/Pf = \frac{\text{Brix}}{100} \cdot Pf \cdot R \frac{Pj}{Pf 100}$$

$$Kss/pf = ?$$

$$Pf = 407,996$$

$$R = 48\%$$

$$\text{Brix} = 13^\circ$$

$$Kss/Pf = \frac{13^\circ}{100} \cdot 407.996 \cdot \frac{48}{100}$$

$$Kss/Pf = \boxed{25.458 \text{ Kss}}$$

Como el peso de 407.996 kilos es igual a 9 10.000 cajas standard de naranjas, tenemos:

$$Kss/caja \text{ estandard} = \frac{25.458}{10.000} = \boxed{2.5 \text{ Kss/caja}}$$

2do Caso

$$Kss/Pf = \frac{\text{Brix}}{100} \cdot Pj \cdot R \frac{Pj}{Pf}$$

$$24.2 \text{ ha} \cdot 206.61 \text{ \u00e1rboles} \cdot 2 \text{ cajas/\u00e1rbol} \cdot 40.8 = \\ = 407.996 \text{ kilos de naranjas}$$

$$K_{ss}/P_f = ?$$

$$P_f = 407.996$$

$$B = 10^\circ$$

$$R = 50\%$$

$$K_{ss}/P_f = \frac{10^\circ}{100} \cdot 407.996 \cdot \frac{50}{100}$$

$$K_{ss}/P_f = \frac{20.399}{100} K_{ss}$$

$$K_{ss}/\text{caja} = \frac{20.399}{10.000} = \frac{2.03}{1} K_{ss}/\text{caja}$$

Es decir, que en el segundo caso trabajamos con un rendimiento de 4% de jugo mas alto que en el primero, ya que por la diferencia de sólidos solubles de 30% mas alto se logró un rendimiento final de 23% mas alto.

Por lo tanto, los dos factores, cantidad de jugo y porcentaje de sólidos solubles determinan el rendimiento, del punto de vista de la materia prima.

### 3.2. Control de la materia prima que llega a la planta procesadora

El control de la materia prima que llega a la planta procesadora tiene los siguiente objetivos:

- a) Determinar la calidad de los frutos del punto de vista de maduración y sabor.
- b) Determinar el rendimiento en el jugo y en el peso de sólidos solubles.
- c) Controlar el rendimiento industrial con base al rendimiento teórico determinando la eficiencia de la planta procesadora.

### Recibimiento de la fruta

La operación de recibimiento es de gran importancia para el resultado final de la fábrica. El control presenta algunas diferencias de un país productor a otro. A continuación señalaremos los puntos mas importantes de cada país como si fueran todos ellos aplicados en una misma fábrica.

La cosecha de las naranjas, el cítrico de mayor importancia por las cantidades procesadas, es manual en casi todos los países. En Florida se usa la cosecha mecánica debido al alto costo de la mano de obra.

La cosecha mecánica es aplicada durante los años de super producción cuando las pérdidas causadas por daños al fruto no son de mucha importancia debido a los volúmenes elevados.

Los frutos son transportados en camiones de 8 a 30 toneladas métricas, en muchos casos especialmente construidos con la finalidad de permitir una perfecta ventilación de los frutos durante el transporte.

La descarga es hecha por gravedad utilizando rampas hidráulicas.

El camión sube sobre la rampa la cual mueve la parte delantera arriba hasta el punto en que los frutos empiezan a moverse por la acción de la gravedad. Luego, hay una banda transportadora que lleva los frutos hasta el área de almacenaje.

El almacenaje es hecho en silos almacenándose de arriba para abajo.

De la banda transportadora los frutos son llevados por un elevador vertical que tiene un dispositivo que permite sacar muestras representativas de la carga. Como promedio se

toma una caja standard por carga o sea 40.8 kilos de frutas.

La muestra tomada es trasladada por una pequeña banda transportadora hasta el laboratorio para inspección y análisis.

Los siguientes análisis y determinaciones son hechos para la muestra tomada:

Determinación del: Brix

Acidez total

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Brix}}{\text{Ac.Total}}$$

Peso del fruto

Peso del jugo extraído

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso del jugo}}{\text{Peso de la fruta}}$$

Peso de sólidos solubles

Galones de jugo/caja standard

Color

Para la producción de jugo para la alimentación infantil, se determina el contenido de vitamina C (Acido ascórbico)

#### Brix (total de sólidos solubles)

El jugo de frutas cítricas tiene un número grande de constituyentes solubles, principalmente azúcares, con pequeñas cantidades de ácidos orgánicos, vitaminas, proteínas, aminoácidos libres, aceite esencial, glucosidos y otros componentes. Aproximadamente 85% del total de sólidos solubles son azúcares. Estos son medidos como tal en pruebas oficiales por medio de un hidrómetro. También puede ser medido en un refractómetro con fines no oficiales.

El hidrómetro, el cual en realidad mide la gravedad específica, es calibrado para hacer la lectura en grados Brix o

TABLA No.1

Corrección de temperatura para grados Brix para temperatura standard 17.5°C

Temperatura °C	Factor de Corrección	Temperatura °C	Factor de correc- ción °Brix
5.0	-0.45	22.5	+0.25
6.0	-0.40	23.0	+0.30
7.0	-0.40	23.5	+0.35
8.0	-0.35	24.0	+0.35
9.0	-0.30	24.5	+0.40
10.0	-0.30	25.0	+0.40
11.0	-0.25	25.5	+0.45
12.0	-0.25	26.0	+0.50
13.0	-0.20	26.5	+0.55
14.0	-0.15	27.0	+0.55
15.0	-0.10	27.5	+0.60
15.5	-0.10	28.0	+0.65
16.0	-0.05	28.5	+0.65
16.5	-0.05	29.0	+0.70
17.0	0.00	29.5	+0.75
17.5	0.00	30.0	+0.75
18.0	+0.05	30.5	+0.80
18.5	+0.05	31.0	+0.85
19.0	+0.10	31.5	+0.90
19.5	+0.10	32.0	+0.90
20.0	+0.15	32.5	+0.95
20.5	+0.15	33.0	+1.00
21.0	+0.20	33.5	+1.05
21.5	+0.20	34.0	+1.10
22.0	+0.25	34.5	+1.10
		35.0	+1.15

el porcentaje de sacarosa pura a la temperatura de 17.5°C. En las pruebas con citrus, la expresión "Brix" o "Grados Brix" son sinónimos de sólidos solubles y así son usados en los informes para no crearse la confusión con "libras o kilos de sólidos".

Cuando se determina el Brix con un refratómetro, éstos son preparados para tener la lectura directa del porcentaje de sólidos solubles. En muchos casos éstos trabajan con un baño térmico y de este modo se tiene la lectura para la temperatura de 17.5°C.

La prueba hecha con el hidrómetro sigue las siguientes etapas: La muestra del jugo es colocada en un cilindro graduado. El hidrómetro y un termómetro son introducidos en el cilindro con el jugo. Hay que evitar la presencia de aire. La lectura es hecha para el porcentaje de sólidos solubles en el hidrómetro y también la temperatura. Las diferencias existentes debido a las distintas temperaturas son corregidas con base a la tabla.

En los Estados Unidos de Norteamérica solamente las lecturas hechas con el hidrómetro son consideradas oficiales.

#### Acidez total (titulavel)

De los ácidos en las frutas cítricas (jugos cítricos), el ácido cítrico es el principal, con pequeñas cantidades de ácido málico, tartárico y succínico, también presentes.

Veinticinco centímetros cúbicos del mismo jugo usado para la determinación del Brix es bombeado y drenado en un erlemeyer. Se agregan tres o cuatro gotas de fenolftaleína (indicador) y la bureta es llenada con solución de hidróxido de sodio standard 0.3125N y se ajusta para la marca del alcali, agregando lentamente al erlemeyer con agitación

constante hasta que aparezca el color rojo cuando el punto de cambio se apague.

La titulación puede ser hecha con uno de los tres métodos siguientes:

- a) Con una bureta para la lectura directa, el ácido es leído lo mas próximo de 0.1%.

TABLA No.2

CONVERSION DE SOLUCION ALCALINA STANDARD (0.3125N) PARA EL PORCENTAJE DE ACIDO CITRICO ANHIDRIDO

Standard (0.3125 N) Alkali	Citric Acid Anh. Pct.	Standard (0.3125 N) Alkali	Citric Acid Anh. Pct.	Standard (0.3125 N) Alkali	Citric Acid Anh. Pct.
1.0	.08	7.8	.60	12.5	.96
2.0	.15	7.9	.61	12.6	.97
2.5	.19	8.0	.615	12.7	.98
3.0	.23	8.1	.62	12.8	.985
3.5	.27	8.2	.63	12.9	.99
3.6	.28	8.3	.64	13.0	1.00
3.7	.285	8.4	.645	13.1	1.01
3.8	.29	8.5	.65	13.2	1.015
3.9	.30	8.6	.66	13.3	1.02
4.0	.31	8.7	.67	13.4	1.03
4.1	.315	8.8	.68	13.5	1.04
4.2	.32	8.9	.685	13.6	1.045
4.3	.33	9.0	.69	13.7	1.05
4.4	.34	9.1	.70	13.8	1.05
4.5	.345	9.2	.71	13.9	1.07
4.6	.35	9.3	.715	14.0	1.08
4.7	.36	9.4	.72	14.1	1.085
4.8	.37	9.5	.73	14.2	1.09
4.9	.38	9.6	.74	14.3	1.10
5.0	.385	9.7	.745	14.4	1.11
5.1	.39	9.8	.75	14.5	1.115
5.2	.40	9.9	.76	14.6	1.12
5.3	.41	10.0	.77	14.7	1.13
5.4	.415	10.1	.78	14.8	1.14
5.5	.42	10.2	.785	14.9	1.145
5.6	.43	10.3	.79	15.0	1.15
5.7	.44	10.4	.80	15.1	1.16
5.8	.445	10.5	.81	15.2	1.17
5.9	.45	10.6	.815	15.3	1.18
6.0	.46	10.7	.82	15.4	1.185
6.1	.47	10.8	.83	15.5	1.19
6.2	.48	10.9	.84	15.6	1.20
6.3	.485	11.0	.845	15.7	1.21
6.4	.49	11.1	.85	15.8	1.215
6.5	.50	11.2	.86	15.9	1.22
6.6	.51	11.3	.87	16.0	1.23
6.7	.515	11.4	.88	16.1	1.24
6.8	.52	11.5	.885	16.2	1.245
6.9	.53	11.6	.89	16.3	1.25
7.0	.54	11.7	.90	16.4	1.26
7.1	.545	11.8	.91	16.5	1.27
7.2	.55	11.9	.915	16.6	1.275
7.3	.56	12.0	.92	16.7	1.28
7.4	.57	12.1	.93	16.8	1.29
7.5	.58	12.2	.94	16.9	1.30
7.6	.585	12.3	.945	17.0	1.31
7.7	.59	12.4	.95	17.1	1.315

(continuación Tabla No.2)

Standard (0.3125 N) Alkali C. C.	Citric Acid Anh. Pct.	Standard (0.3125 N) Alkali C. C.	Citric Acid Anh. Pct.	Standard (0.3125 N) Alkali C. C.	Case Acid Anh. Pct.
17.2	1.32	22.3	1.715	27.4	2.11
17.3	1.33	22.4	1.72	27.5	2.115
17.4	1.34	22.5	1.73	27.6	2.12
17.5	1.345	22.6	1.74	27.7	2.125
17.6	1.35	22.7	1.745	27.8	2.13
17.7	1.36	22.8	1.75	27.9	2.135
17.8	1.37	22.9	1.76	28.0	2.14
17.9	1.38	23.0	1.77	28.1	2.145
18.0	1.385	23.1	1.775	28.2	2.15
18.1	1.39	23.2	1.78	28.3	2.155
18.2	1.40	23.3	1.79	28.4	2.16
18.3	1.41	23.4	1.80	28.5	2.165
18.4	1.415	23.5	1.81	28.6	2.17
18.5	1.42	23.6	1.815	28.7	2.175
18.6	1.43	23.7	1.82	28.8	2.18
18.7	1.44	23.8	1.83	28.9	2.185
18.8	1.445	23.9	1.84	29.0	2.19
18.9	1.45	24.0	1.845	29.1	2.195
19.0	1.46	24.1	1.85	29.2	2.20
19.1	1.47	24.2	1.86	29.3	2.205
19.2	1.475	24.3	1.87	29.4	2.21
19.3	1.48	24.4	1.88	29.5	2.215
19.4	1.49	24.5	1.885	29.6	2.22
19.5	1.50	24.6	1.89	29.7	2.225
19.6	1.51	24.7	1.90	29.8	2.23
19.7	1.515	24.8	1.91	29.9	2.235
19.8	1.52	24.9	1.915	30.0	2.24
19.9	1.53	25.0	1.92	30.1	2.245
20.0	1.54	25.1	1.93	30.2	2.25
20.1	1.545	25.2	1.94	30.3	2.255
20.2	1.55	25.3	1.945	30.4	2.26
20.3	1.56	25.4	1.95	30.5	2.265
20.4	1.57	25.5	1.96	30.6	2.27
20.5	1.58	25.6	1.97	30.7	2.275
20.6	1.585	25.7	1.98	30.8	2.28
20.7	1.59	25.8	1.985	30.9	2.285
20.8	1.60	25.9	1.99	31.0	2.29
20.9	1.61	26.0	2.00	31.1	2.295
21.0	1.615	26.1	2.01	31.2	2.30
21.1	1.62	26.2	2.015	31.3	2.305
21.2	1.63	26.3	2.02	31.4	2.31
21.3	1.64	26.4	2.03	31.5	2.315
21.4	1.645	26.5	2.04	31.6	2.32
21.5	1.65	26.6	2.045	31.7	2.325
21.6	1.66	26.7	2.05	31.8	2.33
21.7	1.67	26.8	2.06	31.9	2.335
21.8	1.68	26.9	2.07	32.0	2.34
21.9	1.685	27.0	2.075	32.1	2.345
22.0	1.69	27.1	2.08	32.2	2.35
22.1	1.70	27.2	2.09	32.3	2.355
22.2	1.71	27.3	2.10	32.4	2.36
				32.5	2.365

b) En una bureta corriente, usando alcali con 0.3125N, en este caso la cantidad consumida se convierte en un porcentaje de ácido usando la Tabla No.2.

c) Otro método, el cual no puede ser usado para fines oficiales es la titulación "lectura directa con alcali". En este caso, cada centímetro cúbico de hidróxido de sodio 0.4063N en una bureta corriente corresponde a 0.1% de ácido cítrico. La titulación con este alcali mas concentrado afecta un poco la precisión pero requiere una bureta especial.

Siendo llamado universalmente "acidez total", estrictamente hablando, debido a la cantidad de ácido encontrado por la titulación debería llamarse "acidez titulavel", ya que estos ácidos adicionales que no son ordinariamente neutralizados estan presentes en el jugo.

En las pruebas de madurez, el ácido encontrado por la titulación es siempre expresado en términos de porcentaje de ácido cítrico anhidrido.

#### Relación (ratio) del Brix por la acidez total

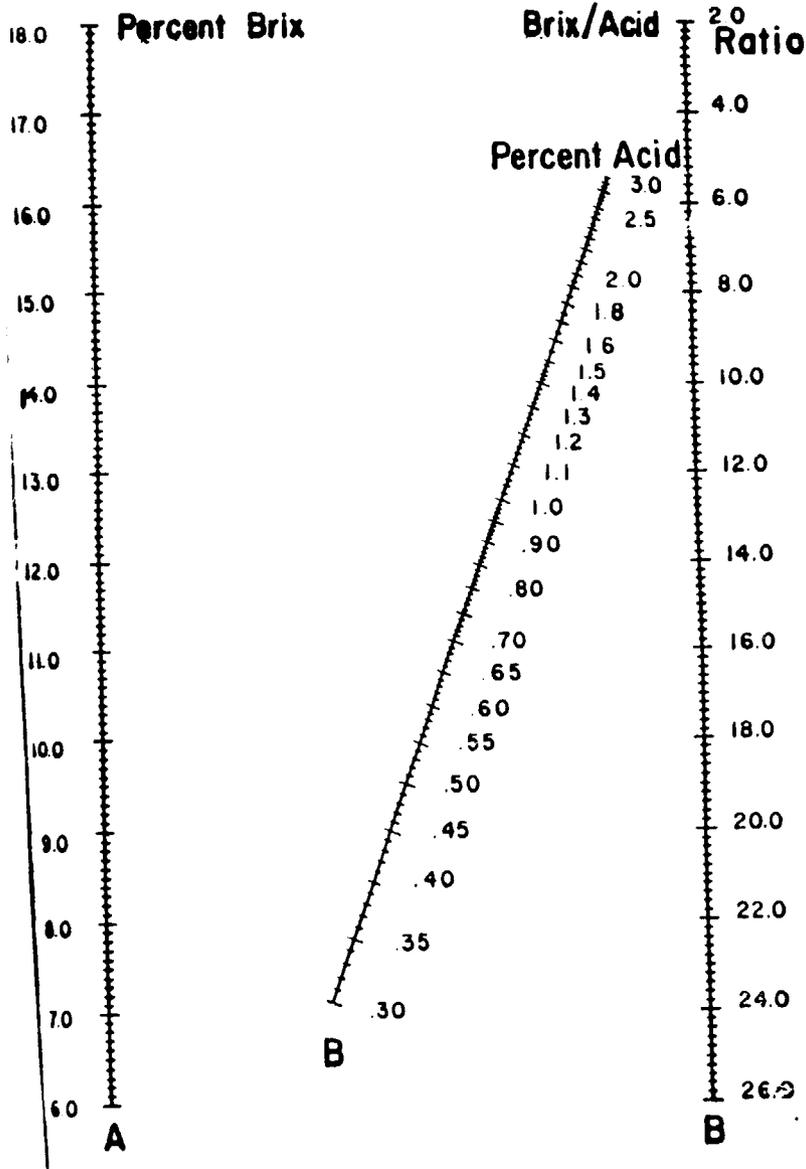
La proporción del Brix para la acidez total o relación es encontrado por la simple división, o usando el "nomograph" para el ratio. (Figura No.3)

Existe una escala variable para los requisitos concernientes a naranjas, grapefruit, "temples", mandarinas y tangelos. La fruta con Brix mas alto puede tener una acidez mas alta o el ratio mas bajo que una con Brix mas bajo.

La proporción de azúcares para el ácido tiene relación con la palatabilidad del jugo; por lo tanto, cuando los azúcares están bajos, los requisitos para el ratio aumentan y la acidez es proporcionalmente mas baja. Esto hace que los azúcares sean mas perceptibles al paladar de los probadores.

FIGURA No.3

CONVERSION DE BRUX Y PORCENTAJE DE ACIDEZ EN BRUX/  
ACIDO RATIO



También hay que considerar que los requisitos para la madurez de la mayor parte de variedades, también incluye un ratio mínimo, que hay que encontrarse independiente del contenido de Brix del jugo.

#### Libras o kilos de sólidos solubles

En la mayor parte de los países procesadores de frutas cítricas, la adquisición del fruto es hecha con base en kilos o libras de sólidos solubles disponible en el fruto. También en Brasil la compra es hecha por peso del fruto convertido en número de cajas standard de 40.8 kilos y el valor unitario definido por caja es multiplicado por el número de cajas recibidas.

La compra con base en el peso de sólidos solubles disponibles es buena para el productor, así como para la fábrica.

El productor que produce naranjas más ricas en sólidos recibe valores de pago más altos por su fruta y así es estimulado para hacer tratos culturales que incrementan el peso de sólidos solubles en la fruta.

La fábrica paga en realidad por los sólidos, que es lo más importante industrialmente.

En los países en donde la fruta es adquirida con base en el peso de fruta, hay que mantener un registro paralelo de las plantaciones que poseen más sólidos y éstas son preferenciales para su adquisición.

La compra con base en libras o kilos de sólidos solubles es hecha como sigue:

Tómese una muestra de una caja standard de 40.8 kilos o 90

libras que representa la carga y se hace la extracción del jugo.

La extracción es hecha en una unidad extractora igual a las instaladas en la planta para poder usar los datos encontrados para el control del rendimiento industrial y la eficiencia.

El jugo extraído es pesado y el cociente del peso del jugo por el peso de la muestra da el rendimiento del jugo.

El rendimiento es multiplicado por el peso de la muestra y por el Brix, generando el peso de sólidos solubles.

La fórmula aplicada es la siguiente:

$$Kss/Pf = \frac{B}{10.000} \cdot Pf \cdot R \frac{Pj}{Pf}$$

Muchas fábricas establecen un mínimo de peso en sólidos solubles, ya que el jugo muy bajo en sólidos representa un costo muy alto de evaporación para llegar a la concentración final en la producción del jugo concentrado.

#### Galones de jugo por caja standard

El rendimiento del peso de jugo es controlado muchas veces, aceptando solamente los frutos que en la extracción producen un mínimo de peso de jugo por peso de fruta.

Este control es hecho ya que los frutos bajos en rendimiento de jugo toman el mismo tiempo de extracción que los frutos ricos en jugo, bajando así la capacidad de extracción de la línea.

El cálculo es hecho como sigue:

$$\frac{G.J.}{C.S.} = \frac{P_j}{P_f} \cdot \frac{P_{C.S.}}{P_{J/G}}$$

G.J. = Galones de jugo

C.S. = Caja standard de 90 libras

P<sub>j</sub> = Peso de jugo

P<sub>f</sub> = Peso de fruta

P<sub>C.S.</sub> = Peso caja standard

P<sub>J/G</sub> = Peso jugo por galón

Ejemplo:

Si la muestra de fruta pesa 40 libras y el jugo extraído de ésta pesa 20 libras y el galón de jugo (con un contenido de 12% de sólidos solubles) pesa 8,72 libras, tenemos:

$$G.J./C.S. = \frac{20}{40} \cdot \frac{90}{8,72} = 5,16$$

El rendimiento es afectado por un gran número de factores, tales como: variedad, rizoma, tipo de suelo, prácticas culturales, temperatura y residuo pluviométrico. La mayor parte de naranjas en buen punto de maduración contienen de 45 hasta 52 libras de jugo, o sea de 5 hasta 6 galones de jugo por caja standard.

Este ha sido un control mas frecuentemente usado en los Estados Unidos de Norteamérica, pero hoy día es aplicado en pocas fábricas.

Efecto de la posición de la fruta en el árbol sobre varios factores de calidad en naranjas de la variedad Valencia

Desde hace algunos años, todos los frutos de una plantación de naranjas Valencia en la Citrus Experiment Station

en Florida, USA han sido cosechados y probados individualmente.

Este estudio demostró que las frutas del lado sur eran mas altas en Brix y tenían el Ratio-Brix para ácido- más alto que las del lado norte del árbol. Se constató un incremento en Brix y Ratio-Brix para ácido cuando se cosecharon frutas de puntos más altos. Las frutas de la porción externa del árbol fueron de color mas brillante y con Brix más alto, así como Ratio más alto que los frutos parcial o totalmente sombreados.

Las frutas en la copa del árbol expuestas totalmente al sol o parcialmente sombreadas, no mostrarán color mas brillante ni Brix y Ratio mas altos que la fruta de la parte externa. La acidez titulable (acidez total) tiene la tendencia a ser mas baja en los frutos de la parte nor este del árbol y sufre un incremento en los frutos de la parte interna del árbol, aumentando con cosechas sucesivas en los puntos mas altos.

Las muestras tomadas de la parte externa de todos los lados del árbol, en altitudes de 3 a 6 pies, fueron representativas. (Tabla No.3).

#### Evaluación del valor de la fruta

La inspección de una muestra representativa garantiza que solamente las naranjas que llenan los requisitos de calidad mínima son procesadas. Al mismo tiempo, las informaciones obtenidas por las pruebas son utilizadas por la planta para determinar si el fruto es adecuado para la concentración y como la carga tiene que ser mezclada con otras, cuando procesadas, para mantener un producto uniforme. Finalmente es la base para determinar las condiciones de pago.

TABLA No. 3

EFFECTO DE LA POSICION DEL FRUTO EN EL ARBOL EN LOS DIFERENTES  
FACTORES DE CALIDAD EN NARANJAS DE VARIEDAD VALENCIA

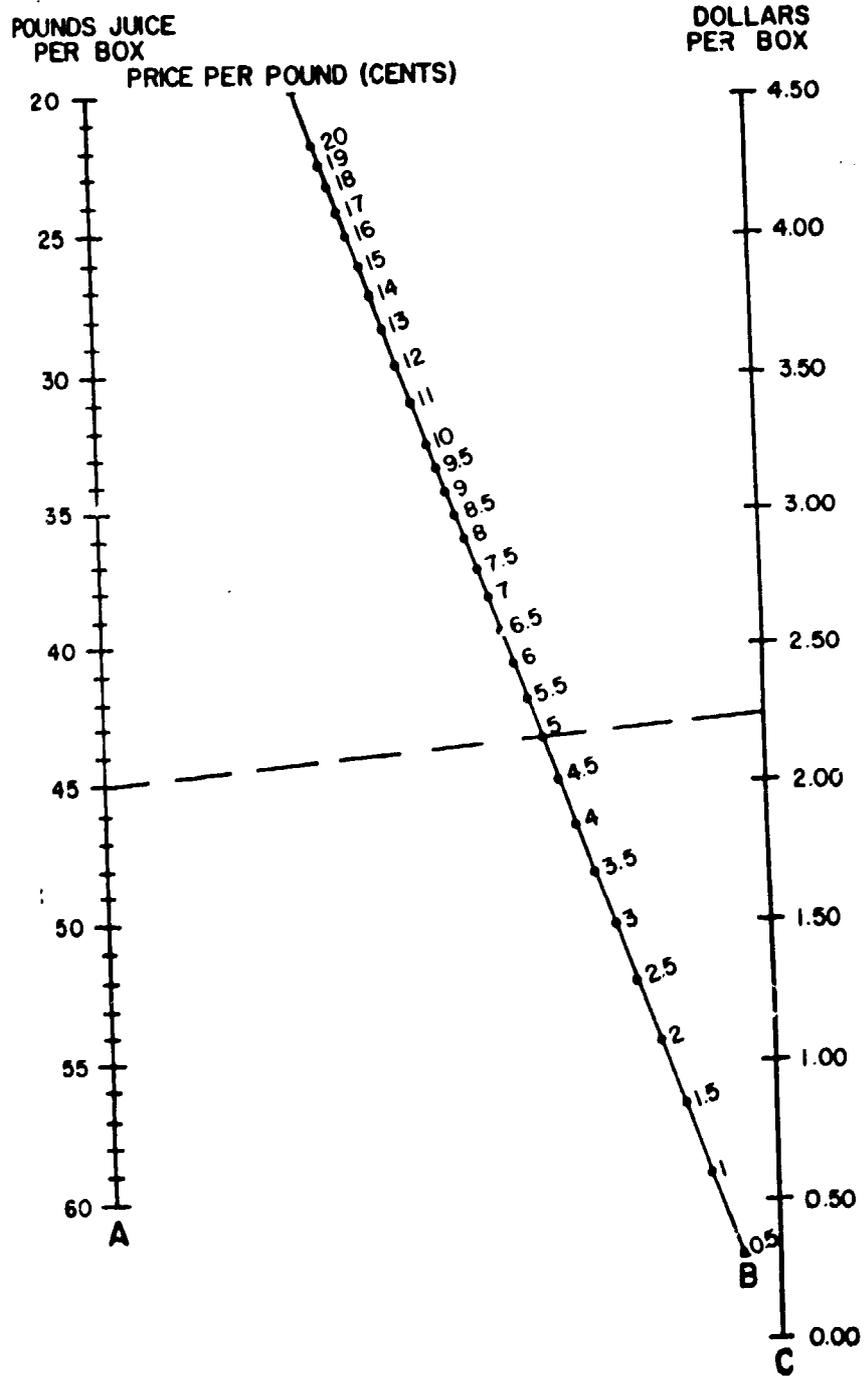
Quality Factor	Light Classes <sup>1</sup>	Height on Tree	Direction of Exposure	Rind Color
Total soluble solids (Brix)	Highest in outside fruit. Lowest in inside fruit. Canopy fruit almost identical with average for all fruit.	Strong tendency to increase with height of tree.	Highest in SW quadrant Lowest in NE quadrant.	Very strong tendency; green—lowest solids; breaking—medium solids; orange—highest solids.
Titratable acidity (Acid)	Very variable. No well defined trend.	Inside fruit tends to increase in acid with height on tree. For other fruit no correlation with height.	Acid tends to be low in NE quadrant.	Slight tendency to be lowest in green fruit and higher in orange fruit.
Brix Acid ratio	Strong tendency to be higher in outside fruit.	Increases with height on tree.	Highest in NE quadrant.	No correlation.
Juice volume	Inside and top lower than the average.	No correlation.	No correlation.	No correlation.

<sup>1</sup>Adapted from Sites, J. W., and Reitz, H. J., Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 54:1-10; 55:73-80; 56:103-110, 1949, 1950.

<sup>2</sup>Light classes: Outside—exposed, clearly visible fruit.  
Canopy—fruit embedded in the leafy canopy.  
Inside—fruit borne among the inner, largely leafless main limbs.

FIGURA No. 4

CONVERSION DE LIBRAS DE JUGO POR CAJA A PRECIO POR CAJA



La fruta es vendida a la fábrica en libras o kilos de sólidos solubles, y el precio es calculado por la multiplicación de las libras de sólidos por el precio de libras o kilos de sólidos, como lo muestra el ejemplo siguiente:

- a) Libras de sólidos por caja: 5.4 lbs.
- b) Precio por libra de sólidos: \$0.25
- c) Precio por caja -  $5.4 \times 0.25 = \$1.35$

Cuando el precio es establecido en base al peso del jugo por caja, se calcula multiplicando las libras de jugo por el precio por libra, como sigue:

- a) Libras de jugo por caja : 45.0 lb.
- b) Precio por libra de jugo: \$0.05
- c) Precio por caja:  $45 \times 0.05 = \$2.25$

El "nomograph" (Figura 4) puede ser usado para obtener el precio por caja en base a libras de jugo.

La Figura No.5 permite la conversión de Brix y libras de jugo por caja, en libras de sólidos por caja y el precio por caja de naranjas.

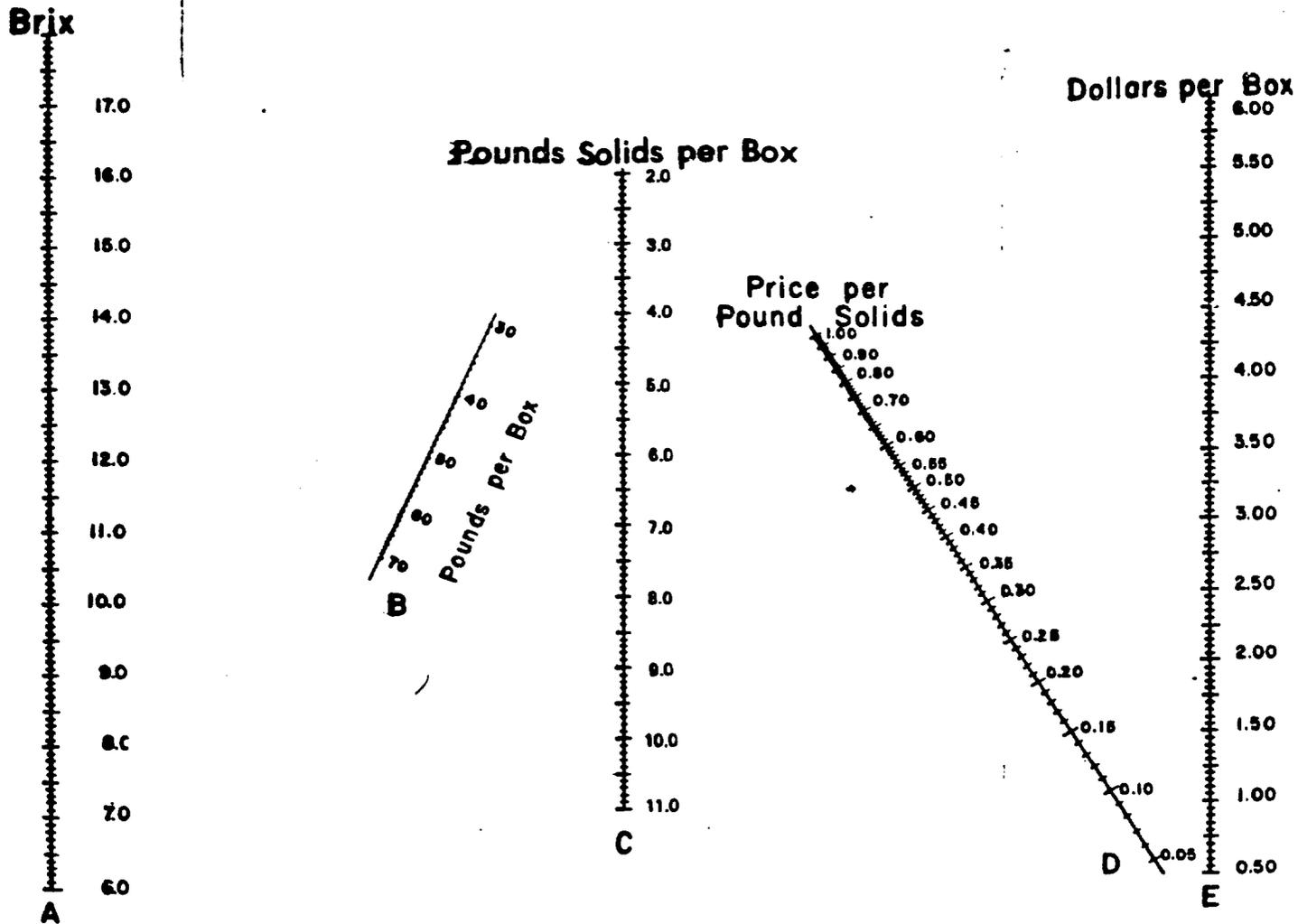


Figura No.5

CONVERSION DE BRUX Y LIBRAS DE JUGO POR CAJA EN LIBRAS DE SOLIDOS POR CAJA Y PRECIO POR CAJA DE NARANJAS

#### 4. ALMACENAJE DE LA MATERIA PRIMA

El almacenamiento de los frutos cítricos en la fábrica, principalmente naranjas, es hecho con dos objetivos básicos: a) tener frutos en cantidad suficiente para operar la fábrica por lo menos 24 horas y b) permitir la mezcla de diferentes cargas para estandarizar el producto final.

El almacenamiento es hecho en sistemas de silos contruidos de madera o de acero, de manera que permita la perfecta ventilación de los frutos.

Las células de los silos tienen la capacidad de almacenar de 200 a 600 cajas de naranjas estandar. La capacidad de almacenaje de cada célula es determinada por las condiciones de trabajo, inversión financiera deseable y capacidad de carga de los camiones.

Las medidas mas comunes para cada célula son 2.00 x 4.00 m x 7.00 m como en la figura No.6.

Del punto de vista de la capacidad de los camiones, la célula de los silos deben tener condiciones de almacenar una carga o el múltiplo de una carga.

Del punto de vista de formación de costos, el costo mas bajo es el que tiene las células con capacidad de hasta tres veces la capacidad de una carga.

Del punto de vista de flexibilidad, las células con capacidad para una carga son las mas indicadas, y tienen una formación de costo más alto.

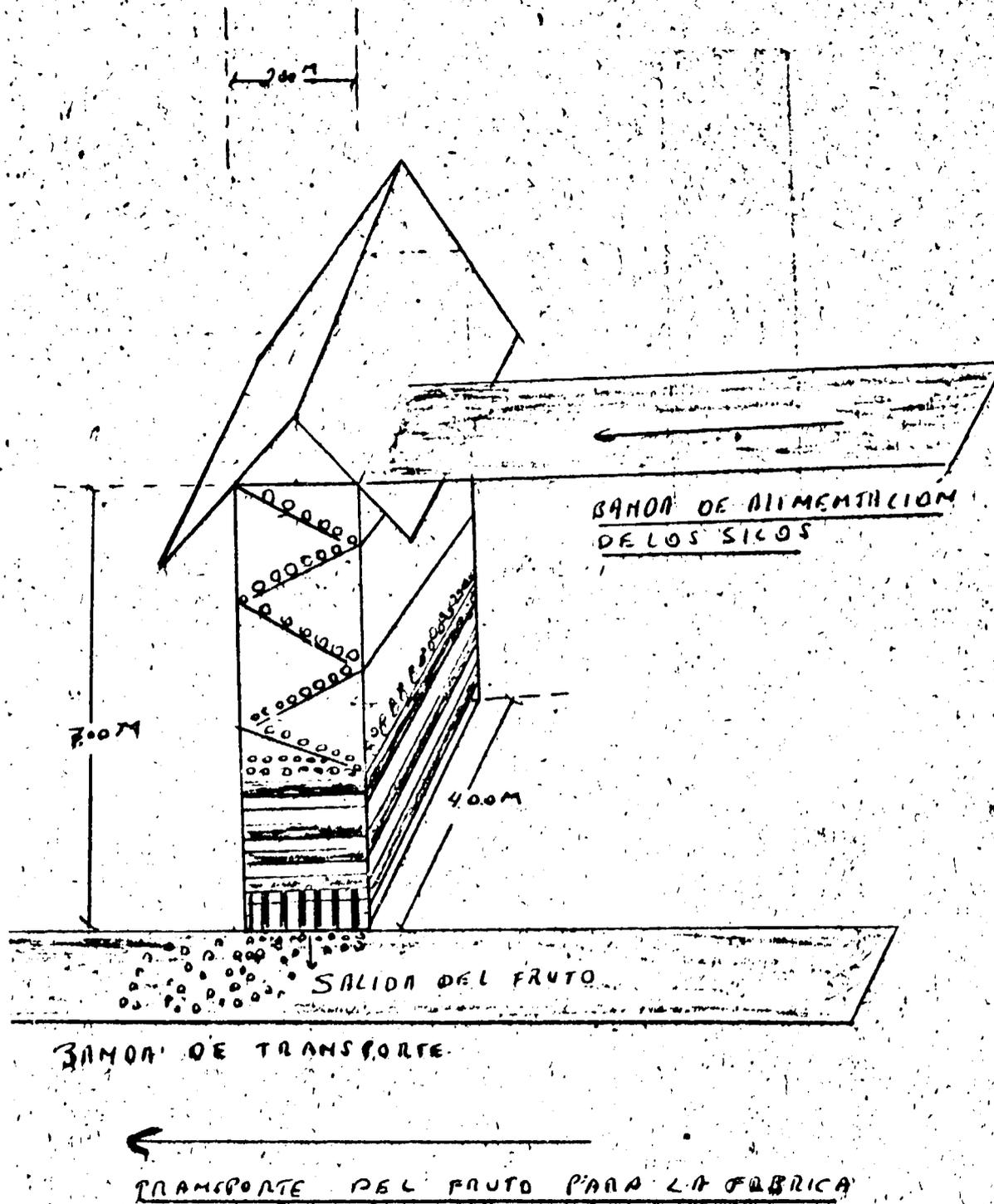


Figura No.6

Célula de silos para el almacenaje de fruta

El silo es formado por un conjunto de células y el número de células depende de la capacidad de la fábrica y de la capacidad individual de cada célula.

Dependiendo de la capacidad de la fábrica, el silo deberá estar en condiciones de almacenar fruta suficiente para un trabajo mínimo de 24 horas

Ejemplo: Si una fábrica tiene la capacidad de procesar 1000 cajas por hora, los silos deberán tener la capacidad de almacenar 20.000 cajas de naranjas.

Si las células son construidas para 600 cajas cada una, la fábrica necesita 34 células

La Figura No.4 demuestra como se distribuyen las células de los silos y como se controlan.

Cada célula recibe una o más de una carga con las mismas características de ratio o sea la misma faja de ratio Brix/acidez total.

Las células son controladas por la fecha de llegada del fruto y por el ratio.

Ejemplo: La célula No.1 contiene fruta con un ratio 12, la célula No.7 contiene fruta con un ratio 16 y la célula No.6 contiene fruta con un ratio 14, todas las cargas de la variedad Valencia.

La mezcla de la fruta de las tres células en proporciones iguales ofrece condiciones para la producción final de jugo, con ratio igual a 14.

AREA DE PROCESO

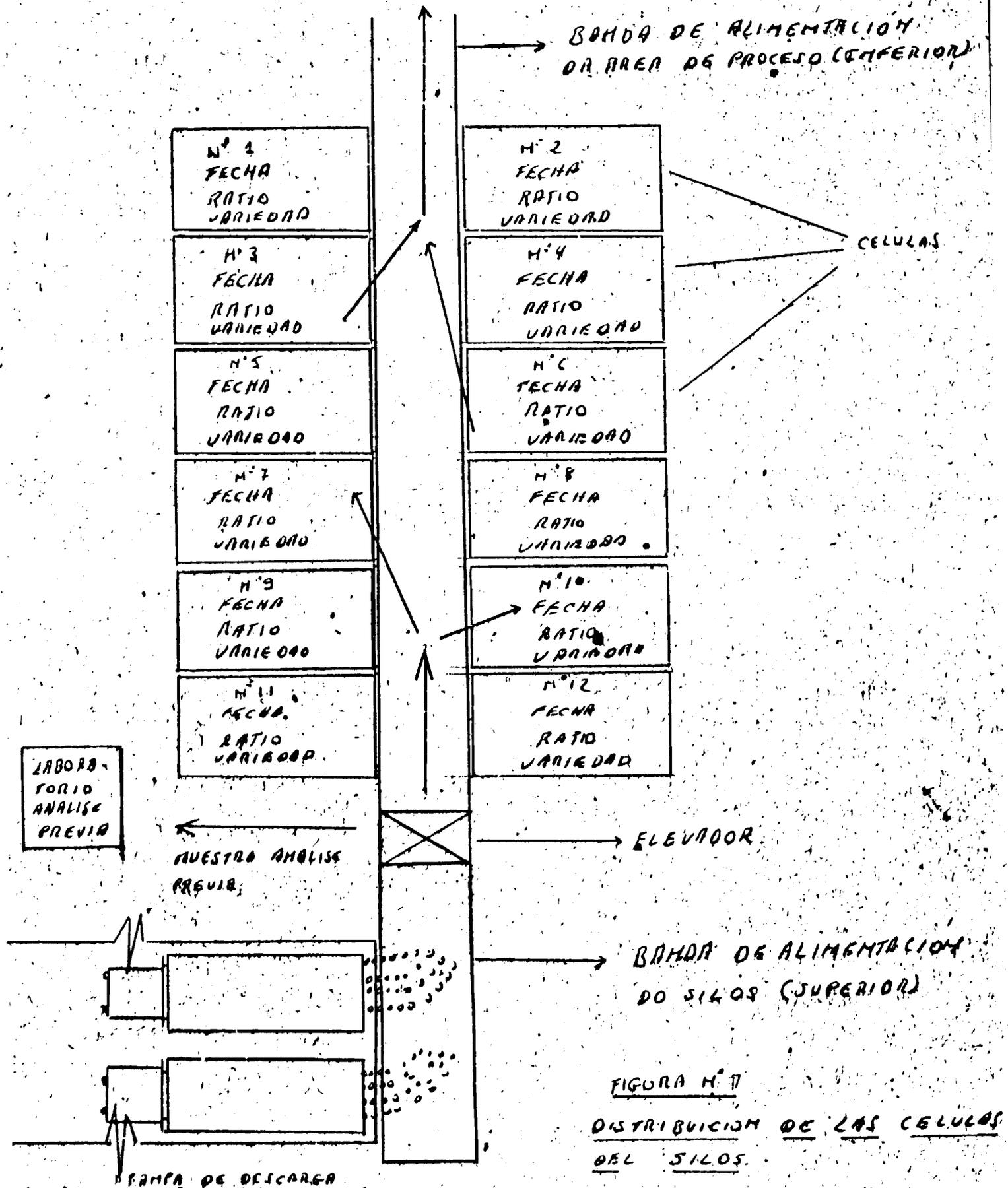


FIGURA N° 7

DISTRIBUICION DE LAS CELULAS DEL SILOS.

También el sistema de silos usado permite, a través de la mezcla de frutas de diferentes variedades, lograr correcciones en la coloración final del jugo.

El tiempo máximo de permanencia de los frutos en los silos es de 36 horas.

5. STANDARDS DE IDENTIDAD PARA JUGO DE NARANJA Y PRODUCTOS DE JUGO DE NARANJA

(Promulgado en USA el 4 de octubre 1963 y efectivo el 1 de julio 1964)

- 27.105 Jugo de naranja: Identidad. a) Jugo de naranja es el jugo no fermentado obtenido de naranjas maduras de la especie Citrus Simensis. Las semillas (excepto semillas embrionarias y pequeños fragmentos de semillas que no pueden ser separados por buenas técnicas de manufactura) y el exceso de pulpa es removido. El jugo puede ser enfriado pero no congelado. b) El nombre del alimento es "jugo de naranja", puede ser precedido en la etiqueta por el nombre de la variedad de las naranjas empleadas y si proceden de un sólo estado, éste puede ir incluido en la etiqueta, como por ejemplo: "Jugo de Naranja Valencia de California".
- 27.106 Jugo de naranja congelado: Identidad. a) Jugo de naranja congelado es el jugo de naranja como se ha definido en el 27.105 excepto que es congelado. b) El nombre del producto es "Jugo de Naranja Congelado". Este nombre puede ser precedido en la etiqueta por el nombre de la variedad y si éstas fueron cultivadas en un sólo estado. El nombre del estado puede ser incluido en el nombre, como por ejemplo: "Jugo de Naranja Congelado Valencia de California".
- 27.107 Jugo de naranja simple pasteurizado. a) Jugo de naranja simple pasteurizado es el alimento preparado de jugo no fermentado elaborado de naranjas maduras, al cual se le puede añadir no mas del 10% en volúmen de jugo no fermentado de naranjas maduras de la especie Citrus Reticulata o sus híbridos. Las semillas (excepto las semillas embrionarias y pequeños fragmentos de semillas que no pueden ser separados por buenas técnicas de manufactura) son removidas y la pulpa y el aceite de naranja

pueden ser ajustados de acuerdo a buenas técnicas de manufactura. Si el ajuste involucra la adición de pulpa, ésta no puede ser lavada (washed pulp). Los sólidos pueden ser ajustados por la adición de uno o mas de los jugos concentrados, ingredientes opcionales especificados en el párrafo (b) de esta sección. Uno o mas de los ingredientes endulzantes listados en el párrafo (c) de esta sección, pueden ser agregados en cantidades razonables necesarias para elevar el Brix a la relación Brix/ácido a cualquier punto dentro del rango corriente, usualmente encontrado en jugos no fermentados obtenidos de naranjas maduras. El jugo de naranja es tratado con calor para reducir substancialmente la actividad de enzimas y el número de microorganismos viables. Antes o después del tratamiento térmico, todo el producto o parte de él puede ser congelado. El jugo de naranja pasteurizado y acabado (finished) contiene no menos de 10.5% en peso de sólidos solubles del jugo, excluyendo los dos sólidos de cualquier endulzante opcional y la relación del Brix leído en el hidrómetro paragramos de ácido cítrico anhidrido por 100 mililitros de jugo no sea menos de 10 para uno. b) El ingrediente opcional, el jugo de naranja concentrado congelado, es el jugo de naranja concentrado congelado como especificado en 27.109 jugo de naranja concentrado para manufactura como especificado en 27.114 cuando elaborado con naranjas maduras; pero la cantidad de este jugo de naranja concentrado congelado agregado no debe contribuir con mas de un cuarto del total de los sólidos de jugo de naranja en el jugo de naranja pasteurizado terminado. c) Los ingredientes endulzantes opcionales referidos en el párrafo (a) de esta sección son: azúcar, azúcar invertido, dextrose, jarabe de maíz deshidratado, jarabe deshidratado de glucosa. d) El nombre del alimento es "jugo de naranja pasteurizado". Si el alimento es llenado en envases y preservado por congelamiento, la etiqueta tiene que mostrar el nombre "Jugo de Naranja Pasteurizado y Congelado". Las palabras "Pasteurizado" o "Pasteurizado Congelado", necesitan estar en las etiquetas en letras no menores de la mitad de la altura de las palabras "Jugo de Naranja".

e) Si los ingredientes del jugo de naranja concentrado, especificado en el párrafo (b) de esta sección, es usado para ajustar los sólidos del jugo de naranja

pasteurizado, la etiqueta debe decir lo siguiente: "Preparado con una parte de jugo de naranja concentrado agregado"

f) Si uno o más de uno de los ingredientes especificados en el párrafo (c) de esta sección son agregados al jugo de naranja pasteurizado, en la etiqueta deberá decir ".....agregado", llenándose el espacio en blanco con el nombre o una combinación apropiada de los nombres de los endulzantes usados.

27.108 Jugo de naranja enlatado: Identidad. Declaración de la etiqueta de ingredientes opcionales. El jugo simple esterilizado de naranja (canned orange juice) es el alimento elaborado de jugo de naranja o de jugo de naranja concentrado, o la combinación de los dos, al cual se puede añadir no más del 10% en volumen de jugo no fermentado de Citrus Reticulata o de sus híbridos. Las semillas (exceptuando semillas embrionarias y pequeños fragmentos de semillas que no pueden ser separados por buenas técnicas de manufactura) son removidas. El aceite y la pulpa de naranja pueden ser ajustados de acuerdo a buenas técnicas de manufactura. El ajuste de pulpa referido en este párrafo no permite la adición de pulpa lavada. El líquido condensado recuperado de la operación de remoción de aceite puede ser agregado de nuevo. Uno o más de los ingredientes endulzantes opcionales nombrados en el párrafo (b) de esta sección, puede ser añadido en cantidades necesarias, razonables para elevar el Brix o la relación Brix/ácido a cualquier punto dentro del rango normal usualmente encontrado en jugo no fermentado, obtenido de naranjas maduras como lo especificado en 27.105. El alimento es envasado en depósitos y procesado con calor, antes o después de cerrados para prevenir deterioración. El jugo de naranja terminado enlatado tiene que poseer no menos de 10° Brix y la relación del Brix no menor de 9 por 1, leído en el hidrómetro para gramos de ácido cítrico anhídrido por 100 mililitros de jugo. b) Los ingredientes endulzantes

opcionales referidos en el párrafo (a) de esta sección son: azúcar, azúcar invertido, dextrose, jarabe de maíz deshidratado, jarabe de glicose deshidratado. c) El nombre del alimento es "jugo de naranja enlatado". Todas las palabras en el nombre tienen que aparecer de un mismo tamaño, color, estilo, contrastando con el color del fondo. d) Si uno o mas de los ingredientes endulzantes especificados en el párrafo (b) de esta sección son añadidos al jugo de naranja enlatado, la etiqueta deberá decir ".....adicionado". Llenándose el espacio en blanco con el nombre o una combinación de nombres de los ingredientes endulzantes usados.

27.109 Jugo de naranja concentrado congelado. Identidad: Declaraciones de la etiqueta para ingredientes opcionales. a) Jugo de naranja concentrado congelado es el alimento preparado por la remoción de agua del jugo de naranjas maduras como en 27.105, al cual se puede añadir jugo no fermentado obtenido de naranjas maduras de la especie *Citrus Reticulata* o sus híbridos, o de *Citrus Aurantium* o los dos. Pero la mezcla de jugo no concentrado no debe excederse en un 10% al volumen de jugo de *Citrus Reticulata* y un 5% al de *Citrus Aurantium*. El concentrado así obtenido es congelado. En su preparación, las semillas (excluyendo semillas embrionarias y pequeños fragmentos de semillas que no pueden ser separados por las buenas técnicas de manufactura) y el exceso de pulpa son removidos y el agua extraída adecuadamente del exceso de pulpa puede ser añadida. El aceite, la pulpa, la esencia de naranja (obtenidos del jugo de naranja) el jugo y otros jugos concentrados de naranja, de acuerdo con la sección o el jugo de naranja concentrado para manufactura de acuerdo con 17.114 (cuando son hechos de naranjas maduras), agua y uno o mas de los ingredientes opcionales endulzantes especificados en el párrafo (b) de esta sección, para ajustar la composición final. El jugo de *Citrus Reticulata* y *Citrus Aurantium* por lo expuesto en este párrafo, puede ser agregado en las formas no concentrada o concentrada antes de la

concentración del jugo de Citrus Sinensis, o en la forma concentrada durante el ajustamiento de la composición del alimento terminado. La adición del jugo concentrado de Citrus Reticulata o Citrus Aurantiun o ambos, no puede exceder, en la base de jugo simple, el máximo de 10% para Citrus Reticulata y de 5% máximo para Citrus Aurantiun, expuesto en este párrafo. Cualquiera de los ingredientes del concentrado terminado puede ser tratado con calor para reducir substancialmente la actividad enzimática y el número de microorganismos viables. El producto acabado tiene una concentración que cuando diluido, de acuerdo con las instrucciones de la etiqueta, va a tener no menos de 11.8% en peso de sólidos solubles de la naranja, excluyéndose los sólidos de cualquier ingrediente endulzante. La relación de dilución no puede ser menos de 3:1 para los propósitos de esta sección y 27.110. El término "relación de dilución" significa el número total de volúmenes de agua para cada volumen de jugo concentrado necesarios para producir jugo de naranja desde el concentrado, teniendo sólidos solubles de jugo de naranja no mas bajo de 11.8% en peso, excluyendo los sólidos de cualquier ingrediente endulzante añadido. b) Los ingredientes endulzantes opcionales referidos en el párrafo (a) de esta sección son: azúcar, jarabe de azúcar, azúcar invertida, jarabe de azúcar invertido, dextrose, jarabe de maíz, jarabe de maíz deshidratado, jarabe de glicose y jarabe de glicose deshidratada. c) Si uno o mas de los ingredientes endulzantes especificados en el párrafo (b) de esta sección es agregado al jugo de naranja concentrado congelado, la etiqueta deberá decir "... adicionado", el espacio en blanco deberá llenarse con el nombre o una combinación apropiada de nombres de los ingredientes endulzantes usados. d) El nombre del alimento concentrado para una dilución de 3:1 es "jugo concentrado congelado de naranja" o "jugo de naranja concentrado congelado". El nombre del alimento co centrado para una dilución mayor de tres para uno es "jugo concentrado congelado de naranja,....para 1" o "jugo de naranja concentrado congelado,....para 1, el espacio en blanco deberá llenarse con el número enseñando la relación de dilución, por

ejemplo: "jugo de naranja concentrado congelado, 4 para 1". Pero cuando la etiqueta muestra para hacer un cuarto de jugo de naranja reconstituido (o múltiplos de un cuarto), el número mixto, por ejemplo: "jugo de naranja concentrado, 4 1/3 por 1". Para envases mas grandes de una pinta, la relación de dilución puede ser substituida por la concentración de sólidos solubles en el jugo de naranja en grados Brix; por ejemplo: jugo con 62° Brix en latas de 3½ galones, puede tener escrito en la etiqueta "jugo de naranja concentrado congelado, 62° Brix. (e) Lo mismo que 27.107 (f).

27.110 Jugo de naranja concentrado enlatado, jugo concentrado de naranja enlatada. Identidad y declaraciones de los ingredientes opcionales en la etiqueta. a) El jugo de naranja concentrado enlatado involucra los requisitos para composición, definición, relación de dilución y datos de la etiqueta concernientes a los ingredientes prescrito para el jugo de naranja concentrado congelado, para 27.109, excepto que no es congelado y es sellado en envases, y de tal forma procesados con calor, antes o después de sellar para prevenir deterioración. b) El nombre del alimento cuando concentrado para la dilución de relación de 3 para 1, es "jugo de naranja concentrado enlatado" o "jugo concentrado de naranja enlatado". El nombre del alimento cuando concentrado para una dilución mayor de 3 para 1, es "jugo de naranja concentrado enlatado,...para 1 o "jugo concentrado de naranja enlatado...para 1, siendo el espacio llenado con el número correspondiente a la relación de dilución; por ejemplo: "jugo de naranja concentrado enlatado, 4 para 1". Cuando la etiqueta tiene la descripción para hacer 1 cuarto del artículo reconstituido (o múltiplos de un cuarto), el espacio en el nombre puede ser llenado con un número mezclado; por ejemplo: "jugo concentrado de naranja 4 1/3 para 1". Para envases mas grandes de 1 pinta, la relación de dilución en la etiqueta puede ser substituida por la concentración de sólidos solubles en el jugo de naranja en grados Brix; por ejemplo: "62° Brix

concentrado en lata de un galón, puede ser escrito en la etiqueta "jugo de naranja concentrado congelado, 62° Brix.

27.111 Jugo de naranja del concentrado. Identidad. Declaración de la etiqueta para ingredientes opcionales. a) El jugo de naranja a partir del concentrado es el alimento preparado mezclando agua con jugo de naranja concentrado congelado como se definió en el 27.109 o con jugo de naranja concentrado para manufactura como se definió en el 27.114 (cuando elaborado de naranjas) o ambos. A la mezcla se le puede añadir jugo de naranja como se definió en el 27.105, jugo de naranja como se definió en 27.106, jugo de naranja pasteurizado como se definió en 27.107, jugo de naranja para manufactura como se definió en 17.112 (cuando hecho de naranjas maduras y preservado por enfriamiento o congelamiento pero no enlatado), aceite esencial, pulpa de naranja y uno o mas de los ingredientes endulzantes listados en el párrafo (b) de esta sección. El jugo de naranja terminado de concentrado contiene no menos de 11.8% de sólidos solubles de naranja, excluyendo los sólidos de cualquier ingrediente endulzante opcional. Este jugo puede ser calentado para reducir substancialmente la actividad de enzimas y el número de microorganismos viables. b) Los ingredientes endulzantes referidos en el párrafo (a) de esta sección son: azúcares, jarabe de azúcar, jarabe de azúcar invertido, dextrose, jarabe de maíz, jarabe de maíz seco, jarabe de glicose. c) El nombre del alimento es "jugo de naranja concentrado". Las palabras "de concentrado" tiene que estar con letras no menores de la mitad de la altura de las letras de las palabras "jugo de naranja". d) Cuando el jugo de naranja de concentrado contiene cualquier ingrediente endulzante, como el listado del párrafo (b) de esta sección, agregado directamente como ésta, o indirectamente como un ingrediente agregado de cualquier producto de jugo de naranja usado, la etiqueta debe decir "... añadido", el espacio en blanco debe ser llenado con el nombre o una combinación apropiada de nombres de los ingredientes endulzantes añadidos.

27.112 Jugo de naranja para manufactura. Identidad. a) El jugo de naranja para manufactura es el alimento preparado para posterior manufactura. Es elaborado de jugo fermentado obtenido de naranjas como en el 27.105, excepto que las naranjas pueden salirse del standard de madurez, ya que puede ser mas bajo que el mínimo para Brix y la relación Brix/ácido para tales naranjas y se puede añadir no mas del 10% en volumen del jugo no fermentado obtenido de naranjas de la especie Citrus Reticulata o sus híbridos. Las semillas (excepto semillas embrionarias y pequeños fragmentos de semillas que no pueden ser separados por buenas técnicas de manufactura) son removidas y la pulpa y el aceite de naranja pueden ser ajustados de acuerdo con buenas técnicas de manufactura. Si la pulpa es añadida tiene que ser una pulpa sin lavar o "spent". Parte del jugo puede ser tratado con calor para reducir substancialmente la actividad enzimática y el número de microorganismo viables, y puede ser enfriado o congelado, o puede ser de tal forma tratado con calor antes o después de sellar los envases, para prevenir deterioración. b) El nombre del alimento es "jugo de naranja para manufactura".

27.113 Jugo de naranja con preservativo. Identidad. Declaraciones de la etiqueta de ingredientes opcionales. a) El jugo de naranja con preservativo es el alimento preparado para manufactura posterior. Tiene los requisitos para la composición de jugo de naranja para manufactura como en el 27.112, excepto que el preservativo es agregado para inhibir deterioración. Puede ser tratado con calor para reducir substancialmente la actividad enzimática y el número de microorganismos viables. b) Los preservativos referidos en el párrafo (a) de esta sección, son benzoato de sodio y ácido sórbico. El benzoato de sodio y el ácido sórbico pueden ser usados en cantidades no mayores de 0.2 en peso. c) El nombre de' alimento es "jugo de naranja con preservativo".

d) La etiqueta tiene que mostrar la declaración ".....,..... preservativo añadido". El primer espacio en blanco deberá llenarse con el porcentaje en peso del preservativo usado y el segundo espacio con el nombre "ácido sórbico" o "benzoato de sodio". e) Cuando el nombre del alimento aparece en la etiqueta de forma fácil a la vista, en condiciones corrientes de compra, la declaración especificada en el párrafo (d) de esta sección, para nombrar el ingrediente preservativo usado, debe inmediatamente y claramente anteceder o seguir el nombre del alimento sin intervención de cualquier material escrito, impreso o gráfico.

27.114 Jugo de naranja concentrado para manufactura, jugo concentrado de naranja para manufactura. Identidad. Declaraciones de la etiqueta de ingredientes opcionales. a) El jugo de naranja concentrado para manufactura es el alimento que sigue los requerimientos para la composición y declaración de la etiqueta para ingredientes opcionales prescritos para el jugo de naranja concentrado congelado como en el 27.109, excepto que puede no ser concentrado o menos concentrado o ambos y las naranjas de las cuales el jugo es obtenido, puede salirse de los standards de madurez, concerniente al mínimo de Brix y de la relación Brix/ácido para tales naranjas. Pero la concentración del jugo en sólidos solubles no puede ser mas baja de 20° Brix. b) El nombre del alimento es "concentrado de naranja para manufactura.....o "..... jugo de naranja concentrado para manufactura". El espacio en blanco debe llenarse con la concentración en sólidos solubles en grados Brix.

27.115 Jugo de naranja concentrado con preservativo. Identidad. Declaraciones de la etiqueta para ingredientes opcionales. a) El jugo concentrado de naranja con preservativo sigue los requisitos para la composición y etiquetaje para ingredientes opcionales prescritos para jugo de naranja concentrado

para manufactura de acuerdo con 27.114, excepto que el preservativo es agregado para inhibir deterioración.

b) El preservativo referido en el párrafo (a) de esta sección, son benzoato de sodio y ácido sórbico. El benzoato de sodio o ácido sórbico pueden ser usados en cantidades que no excedan 0.2% en peso.

c) El nombre del alimento es "jugo de naranja concentrado con preservativo....". El espacio en blanco debe llenarse mostrando la concentración de sólidos solubles en grados Brix.

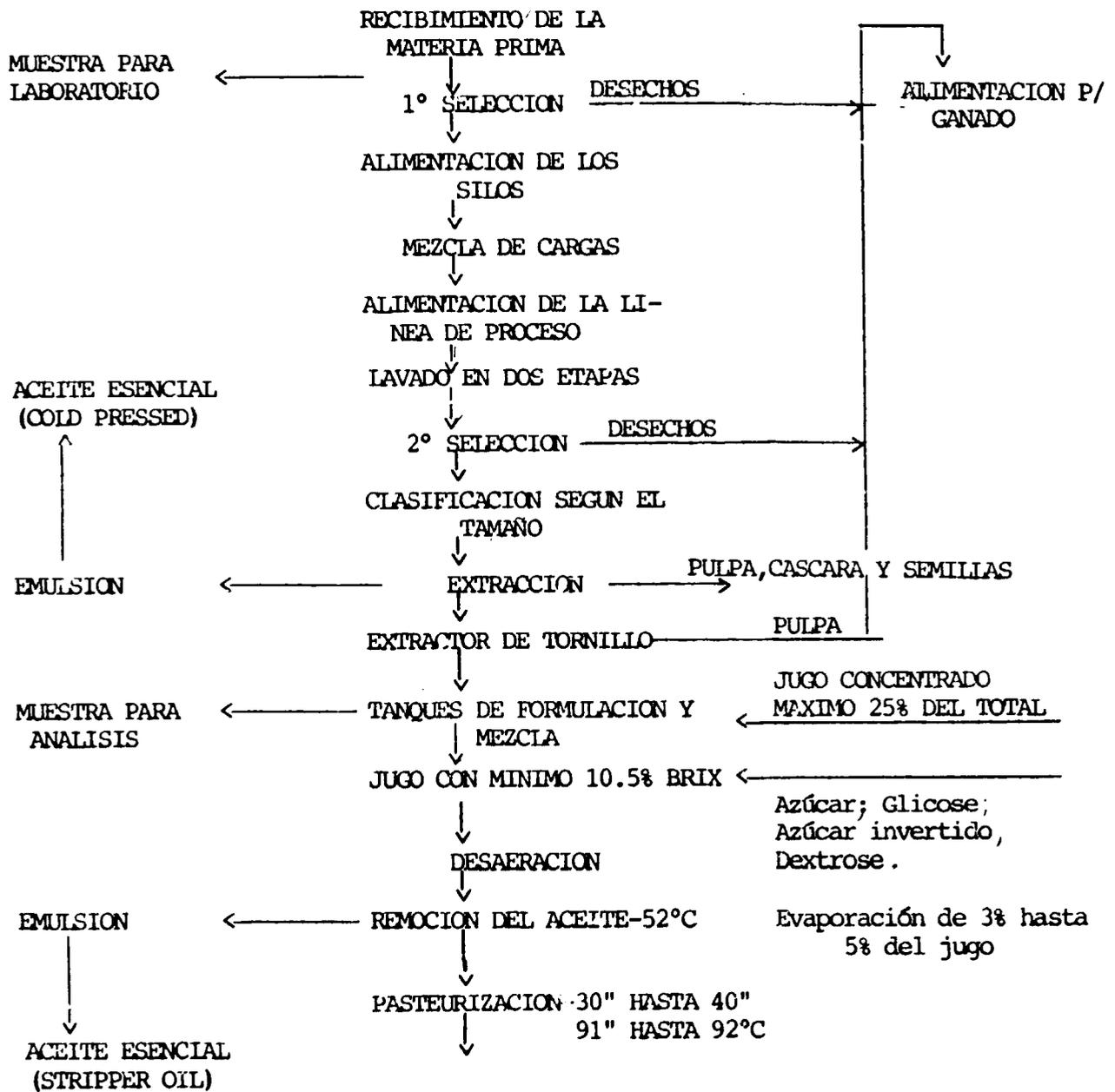
d) La etiqueta debe contener la declaración ".....,..... preservativo añadido" mostrando el primer espacio en blanco el porcentaje en peso del preservativo usado y el segundo espacio con el nombre "ácido sórbico" o "benzoato de sodio",

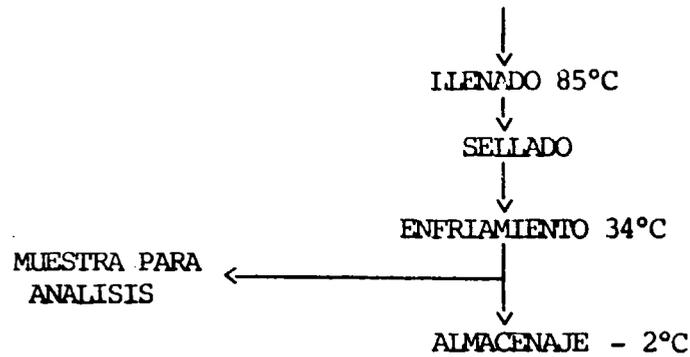
#### 4. PROCESOS DE PRODUCCION

##### 4.1. JUGO DE NARANJA PASTEURIZADO

##### FLUJOGRAMA No.1

##### PRODUCCION DE JUGO DE NARANJA PASTEURIZADO





## 6.2. Proceso para la producción de jugo de naranja pasteurizado

### 6.2.1. Recibimiento de la materia prima

La materia prima es recibida en camiones con capacidad para cargar de 8 hasta 30 toneladas métricas de naranjas a granel. Son especialmente contruidos para permitir que cuando se inclinan por la acción de la rampa de descarga, los frutos salen por gravedad.

Un sistema bien contruido de descarga permite descargar 8 toneladas de frutas en 10 minutos.

De la rampa de descarga los frutos caen sobre una banda de transporte y siguen hacia el elevador de alimentación de los silos, pasando por una primera selección en base a la calidad de los frutos.

Durante la alimentación de los silos, una muestra representativa de la carga es seleccionada y llevada para análisis del laboratorio conocido como análisis previo.

Los análisis y determinaciones hechas son: <sup>2</sup> Brix, acidez

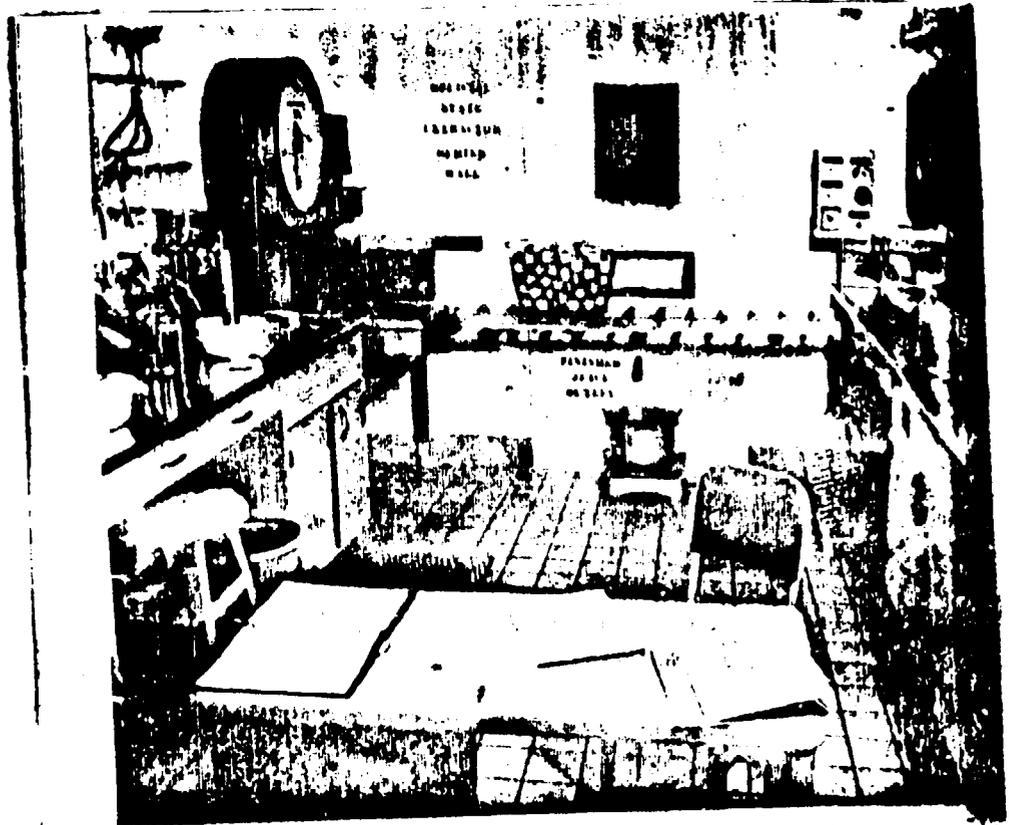


Figura No.8

Laboratorio de análisis previo del fruto

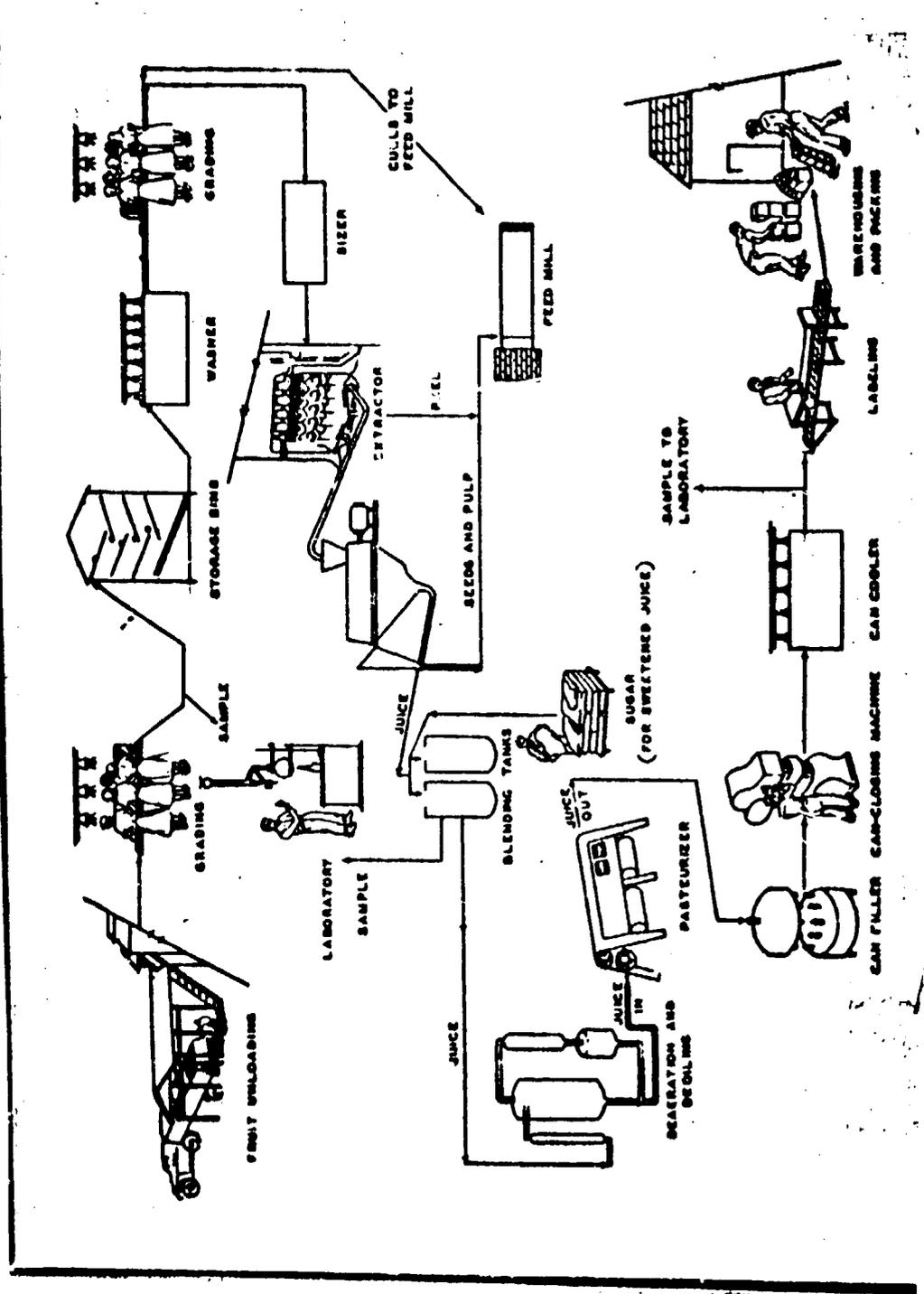


Figura No.9  
Producción de jugo de naranja pasteurizado

total; relación Brix/acidez total; rendimiento en jugo; color del jugo; peso de sólidos solubles de la carga.

#### 6.2.2. Almacenaje en silos

Los frutos almacenados en los silos por aproximadamente 36 horas, son mezclados para corregir la relación así como el color por la adición de Citrus Reticulata (mandarina y tangerina) hasta el máximo de 10% en volumen de jugo.

La mezcla de la tangerina y la mandarina puede ser como fruta o como jugo. La adición como jugo permite mejor control.

Los silos son controlados por la relación, variedad, fecha de recibimiento y color de los frutos.

#### 6.2.3. Lavado en dos etapas

El fruto es lavado en dos etapas. En la primera etapa se aplica detergente a base de bactericida en la forma de espuma. Por la acción de cepillos rotativos, la suciedad es removida.

En la segunda etapa de lavado se aplica sobre el fruto agua clorada con 10 a 50 ppm de cloro libre para remover el detergente y producir la esterilización química del fruto.

Los frutos se mantienen remojados con agua clorada hasta llegar a los extractores de jugo. Así las bandas de transporte y alimentación de los extractores se mantienen también remojadas y no se contaminan ya que éstas quedan esterilizadas químicamente.

#### 6.2.4. Segunda selección

La segunda selección es manual como la primera y tiene

como objetivo eliminar los frutos que se deterioran durante el almacenamiento en los silos.

La primera selección se constituye en una pérdida del agricultor y la segunda en la de la fábrica.

Los frutos rechazados son transportados para la planta de deshidratación de pulpa, para la producción de alimento peletizado deshidratado para ganado (feed-meal).

El porcentaje de desechos en la segunda selección debe ser mantenido lo mas bajo posible.

#### 6.2.5. Clasificación según el tamaño

La clasificación de los frutos según el tamaño es hecha con la finalidad de lograr una alimentación eficiente de los extractores.

Los equipos de extracción son regulados para trabajar con frutos con un rango determinado de diámetro para lograrse el mejor rendimiento y la mejor calidad de jugo, así como el rendimiento de aceite.

De forma general, los frutos son clasificados en tres tamaños diferentes.

De la operación de clasificación, los frutos son transportados para los extractores por bandas de alimentación divididas de acuerdo con el tamaño de la fruta que se va a procesar.

#### 6.2.6. Extracción

La extracción del jugo de frutas cítricas es de gran importancia para la calidad final del producto, así como para el rendimiento industrial.

Hay un número bastante grande de máquinas disponibles en el mercado, pero las tres mas conocidas y mas usadas son:

- a) In-line juice extractors, de la FMC Corporation, USA.
- b) Brown, producida por la American Machine, USA.
- c) Indilicato, de la Fratelli Indilicato de Sicilia, Italia.

Los extractores FMC In-Line comparten el mercado americano con la Brown, siendo un 50% para la primera y un 50% para la segunda.

En Brasil hay un dominio total de la FMC la cual mantiene sus equipos en todas las fábricas instaladas.

La Indilicato tiene equipos instalados en Italia, Israel y quizás unas pocas unidades en España.

#### - Extractores FMC In-Line

Los extractores FMC In-Line son cononocidos por que permiten la extracción simultánea de jugo y aceite esencial, trabajando los frutos enteros. Son equipos compactos y operan en sistema de bacteria. Trabajan con diferentes velocidades de extracción 60, 75 y 100 "strokes" por minuto y salen siempre acopladas en pares o sea un motor accionando cada dos unidades.

La alimentación de los extractores FMC es hecha por una banda inclinada que trabaja siempre con exceso de fruto para aumentar la eficiencia de la alimentación. Cada extractor posee cinco vasos , recibe y extrae el jugo de cinco frutos por operación. Por lo tanto el equipo con "100 strokes" recibe 500 frutos por hora. Conociendo que el promedio de las frutas cítricas industrializables es de 250 por caja standard, este equipo tiene la capacidad de extraer el jugo de dos

cajas por hora, con una eficiencia de 100% de alimentación.

Los equipos de "75 strokes" tienen una capacidad teórica de procesar 375 frutos por hora o sea una caja y media por hora. Los equipos con "50 strokes" pueden trabajar 250 frutos por hora o sea una caja por hora.

Usualmente, se hace una combinación de extractores usando la de "100 strokes" para frutos hasta de 2½". Para frutos mas grandes se usan extractores de "75 strokes".

Como los frutos mas grandes no son mas que 20% del total como promedio, para éstos se usa un extractor lento por cada cuatro rápidos. Los extractores de "50 strokes" son usados para la extracción de jugo de grape fruit. La Figura No.13 muestra las etapas de extracción en un vaso del extractor FMC In Line.

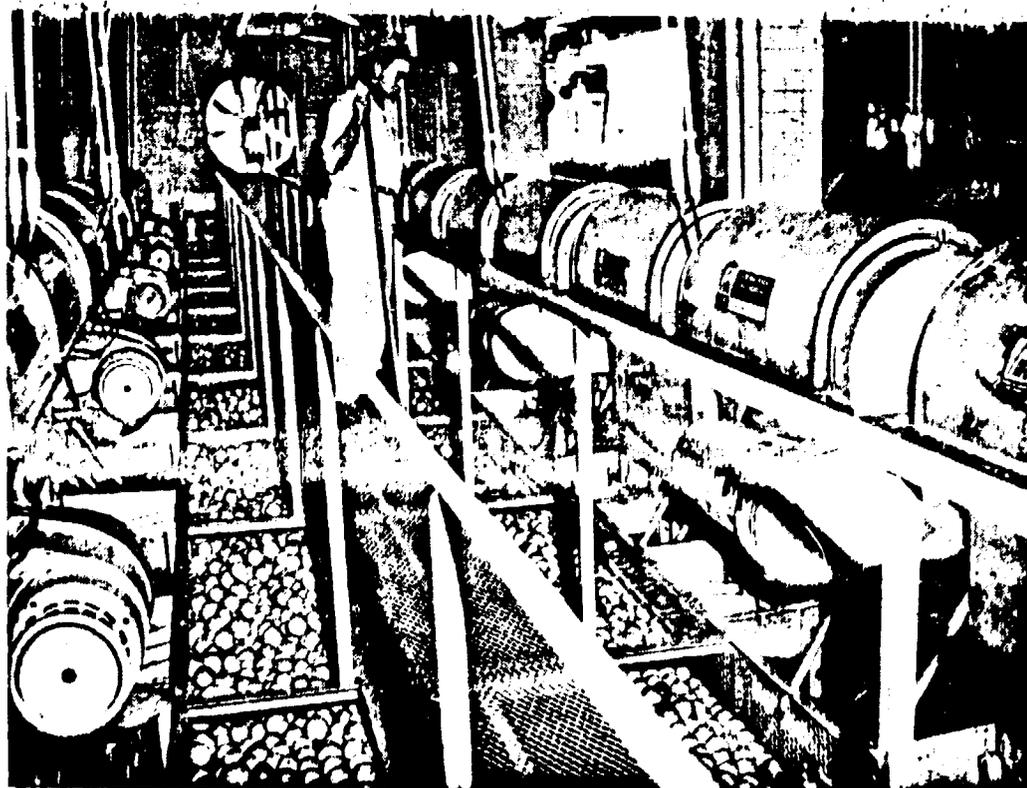
El diseño "A" demuestra una naranja colocada sobre el vaso inferior fijo. Abajo hay un cilindro perforado y en la parte superior del cilindro un dispositivo cortante. Cuando el vaso superior baja (diseño B) presiona el fruto sobre el cilindro cortante, abriendo un agujero por el cual va a salir el jugo en la secuencia de operaciones.

El diseño "C" demuestra la acción de presión del vaso superior, la salida del jugo en la parte interna del cilindro perforado y la salida de la pulpa. El jugo pasa por los agujeros del cilindro, la pulpa fina es desechada y mezclada con la pulpa gruesa. (Diseño "D")

El jugo extraído en los cinco vasos es mezclado y es alimentado por gravedad en la prensa de tornillo.

La selección del diámetro de los vasos para los extractores de acuerdo con la clasificación hecha para el fruto, es decisivo para la calidad del jugo y para el rendimiento de la extracción.

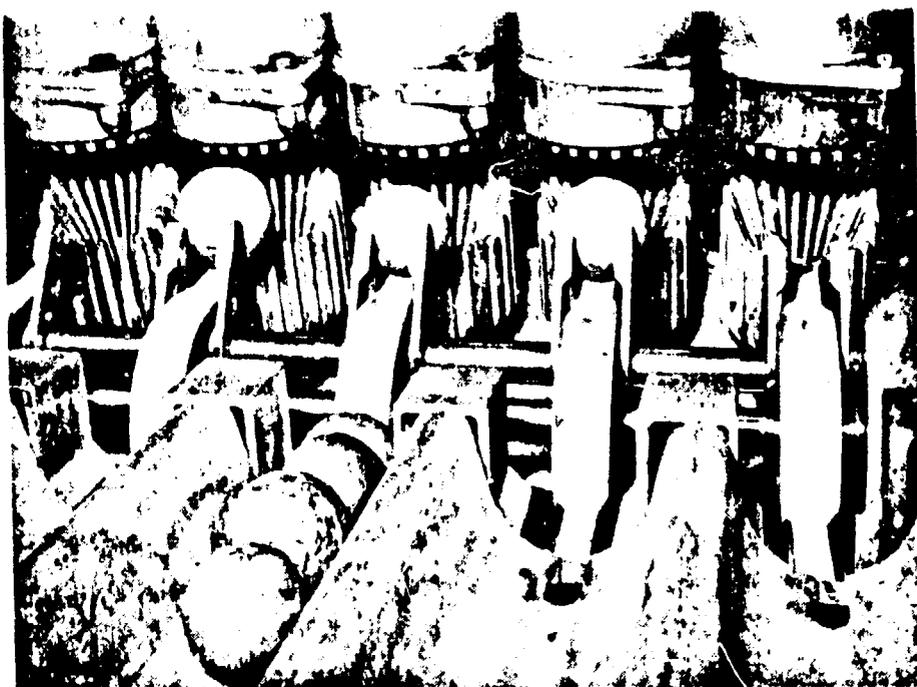
Cuando se trabaja con extractores FMC, es necesario que no se tengan frutos muy pequeños ya que ésto interfiere con la velocidad de trabajo de la línea, ya que va a procesar un peso mas bajo en la misma unidad de tiempo.



*Courtesy of Food Machinery and Chemical Corp.*

Figura No. 10

Batería de extractores FMC In Line



*Courtesy of Fla. Div., Food Machinery & Chemical Corp.*

Figura No. 11

Detalle de la alimentación de naranjas en un  
extractor FMC In Line

El conjunto extractor de aceite esencial y jugo es clasificado como sigue: a) extracción del jugo y después del aceite; b) extracción del aceite esencial y después del jugo; c) extracción simultánea de jugo y aceite esencial.

Los extractores FMC In Line se clasifican como equipos para la extracción simultánea de jugo y aceite esencial.

La extracción es hecha de tal forma que no existe ningún contacto entre la parte externa (aceite) y la interna (jugo).

Los extractores FMC In Line son mejores para la extracción del jugo (mejor calidad y mejor rendimiento) pero el aceite producido no tiene la mejor calidad. Son bastante recomendados para naranjas pero poco para limones, ya que en este último caso el producto mas importante es el aceite esencial.

Los extractores FMC In Line usados para la extracción simultánea de jugo y aceite son los que tienen mayor economía de área ocupada.

- Extractores Brown (American machine)

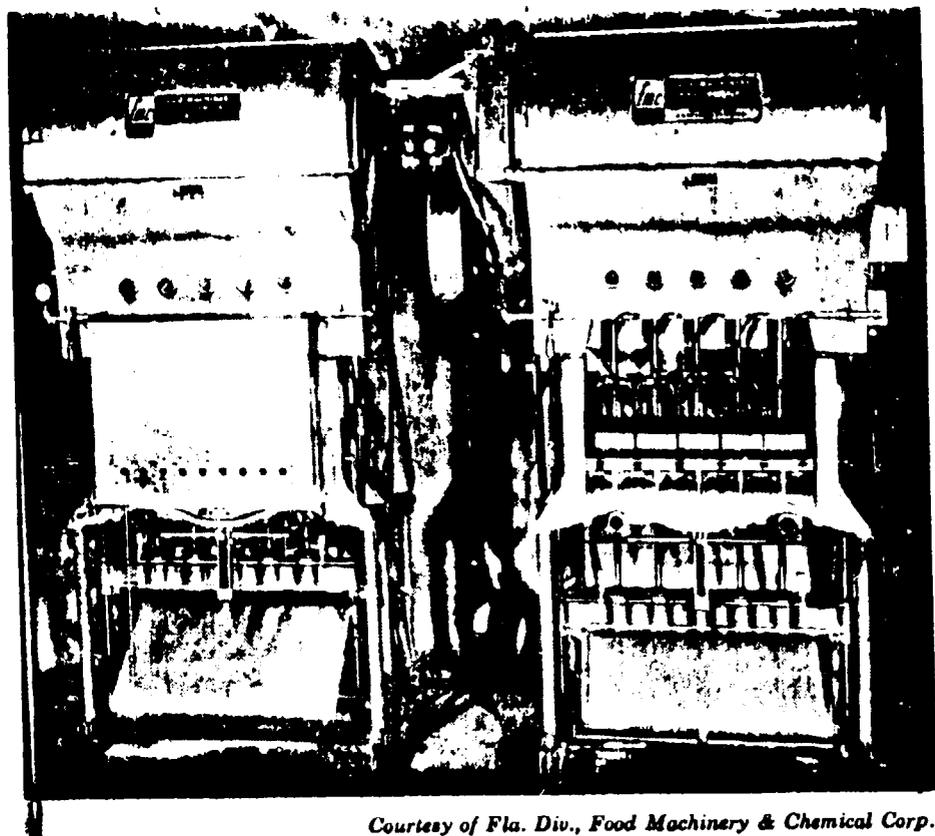
Los extractores Brown extraen primero el jugo y después el aceite esencial. Los frutos son cortados en dos mitades las cuales obtienen el jugo extraído por compresión. El residuo que contiene el aceite es presionado en una prensa de tornillo para formar una emulsión de la cual se extrae el aceite esencial, por medios mecánicos (centrifugación) o por destilación.

Los tipos mas conocidos son Brown Modelo 400 y Brown Modelo 700. Las unidades trabajan con batería y son ajustados de acuerdo con el tamaño del fruto. La primera trabaja con 350 frutos por minuto. La segunda con 700 frutos por minuto. Usualmente se hace la combinación de los dos modelos, debido a que el Modelo 700 extrae el jugo de la mayor parte de los frutos y el Modelo 350 extrae el jugo de los frutos de mayor tamaño.

- Extractores Indilicato

Estos equipos son fabricados en Italia y son adecuados a las condiciones de trabajo del país.

Primero se hace la extracción del aceite y después del jugo.



*Courtesy of Fla. Div., Food Machinery & Chemical Corp.*

Figura No. 12

Fotos del extractor FMC In Line. A la izquierda cerrado y listo para operar. A la derecha abierto mostrando los vasos extractores y los cilindros tamizadores.

Para las condiciones de trabajo de Brasil o EE.UU. son indicados para la extracción del aceite esencial, ya que se puede obtener un aceite de muy buena calidad con un rendimiento hasta tres veces mas alto que el obtenido en el sistema FMC In Line.

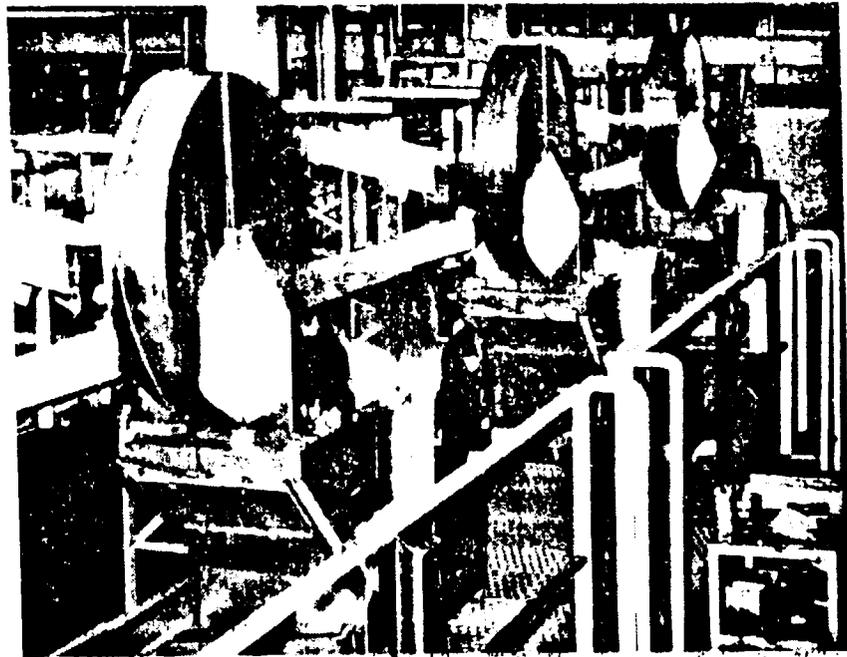
Cuando se trabaja con naranjas, los frutos son inicialmente tratados en rollos rayadores y lavados con agua para la extracción del aceite esencial. En una segunda operación los frutos son cortados en dos mitades las cuales se comprimen por los rollos rayadores.

La calidad del jugo es mas baja y se logra extraer no mas de 80% del disponible. En una segunda operación de extracción del jugo, se alimenta el residuo que contiene jugo en una prensa de tornillo trabajando con altas presiones. El jugo de esta segunda extracción es de calidad bien baja y es mezclado con el jugo de la primera extracción en cantidades que son determinadas por el producto acabado que se desea obtener.

Este tipo de jugo es mejor para la preparación de bebidas carbonatadas y es poco usado para el consumo directo.

Figura No. 13

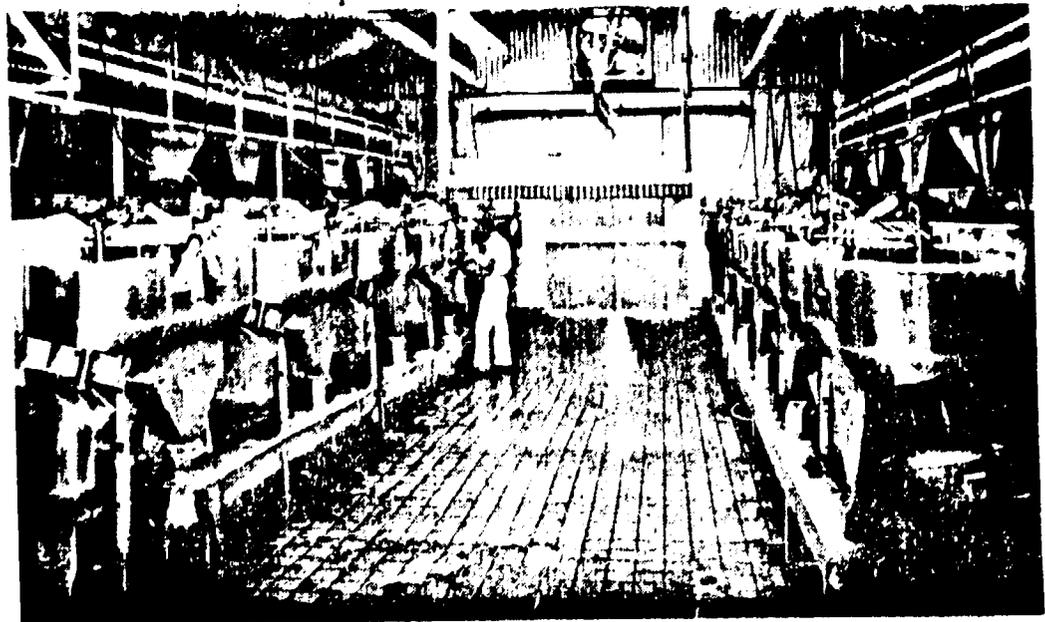
Etapas de la extracción de jugos cítricos en el extractor  
FMC In Line



*Courtesy Brown Citrus Machinery Corp.*

Figura No. 14

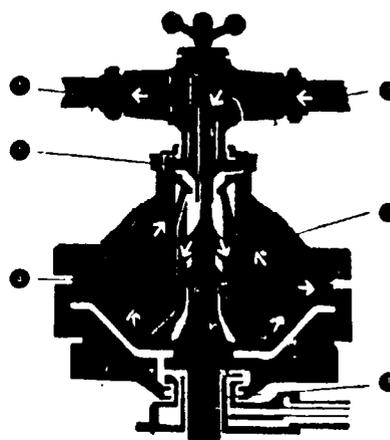
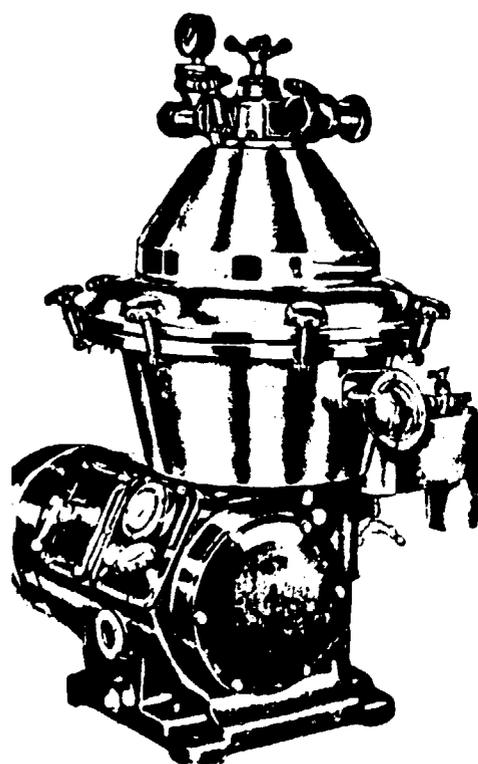
Demostración de tres extractores Brown con  
sus respectivos sistemas de alimentación



*Courtesy of Brown Citrus Machinery Corp.*

Figura No. 15

Batería de 16 extractores del tipo Brown



**BAPX**

- Inlet
- Separating discs
- Shooting mechanism
- Discharge ports
- Discharge pump
- Outlet

Figura No.16

Centrífugas de descarga continua, separación de fase sólida-líquida usadas en el proceso de clarificación de jugos cítricos

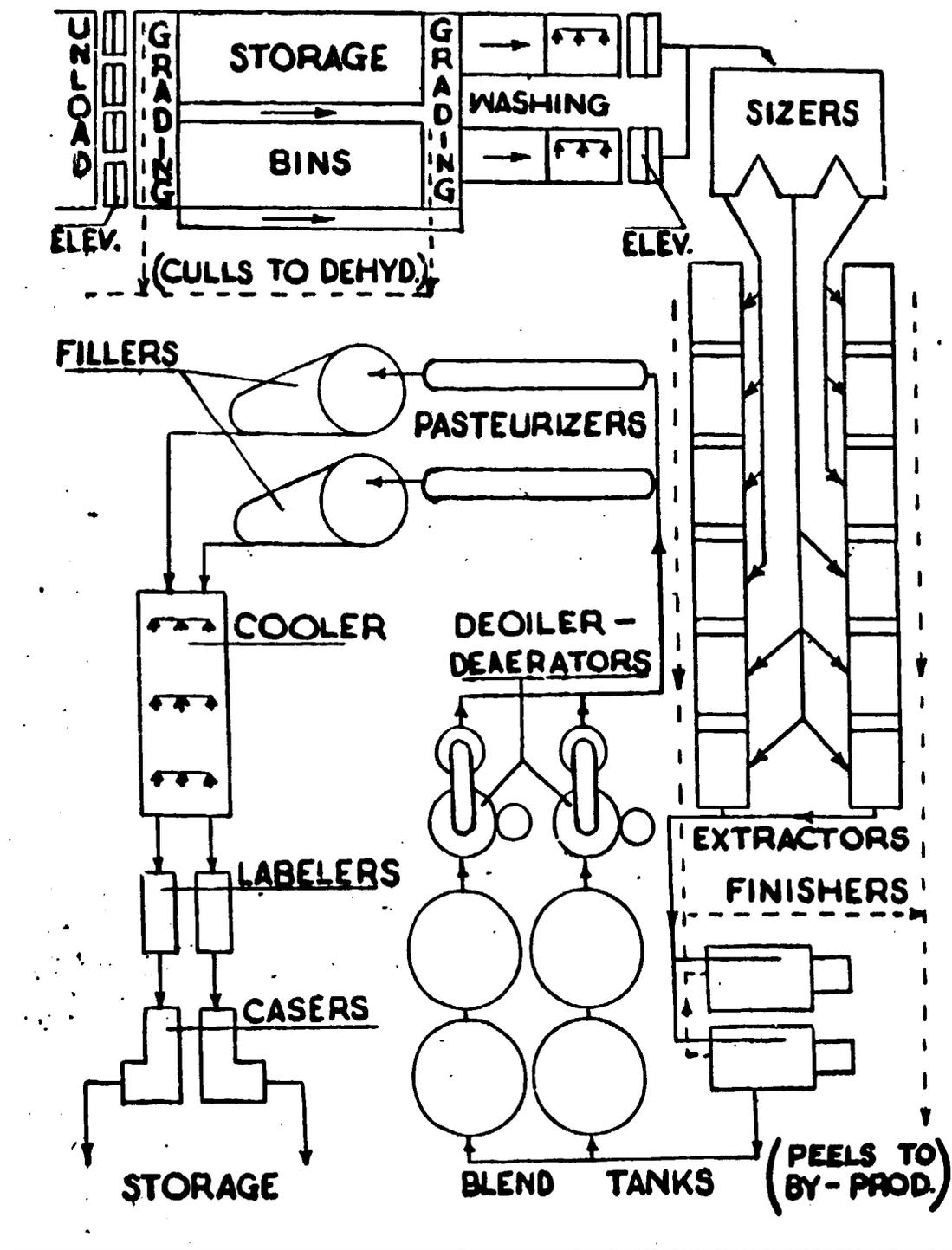


Figura No. 17

Distribución típica de los equipos de una planta para la producción de jugo pasteurizado de naranja

---

6.2.7. Finishing (Extractores de tornillo)

El jugo extraído en los extractores es alimentado por gravedad en un sistema de extractor de tornillo, en donde se remueve las bolsas de jugo y partes insolubles.

Esta operación tiene también mucho que ver con el rendimiento y la calidad final del jugo. Es necesario trabajar con una presión que permita la producción de un jugo de buena calidad con un buen rendimiento. Esto se hace usando el método "Quick Fiber Test" (Prueba

rápida de fibras).

La prueba rápida de fibras se basa en la toma de una muestra de 200 gramos de la pulpa separada en la prensa de tornillo, se mezcla con 200 gramos de agua destilada. La mezcla se hecha en un dispositivo conocido como "FMC shaker", de curso conocido. Después de la acción del "shaker por un tiempo determinado, se drena la mezcla de agua y pulpa (400 gramos) en un tamiz de malla de 40. con 5" de diámetro y 2 3/4" de profundidad hecha con alambre de acero inoxidable de 0.015" de diámetro y con 20 rollos cuadrados de 0.033" por pulgada lineal de tamiz.

El drenado es recuperado en un Herlemeyer graduado. Si el drenado es mas de 200 ml, significa que hay pérdida de jugo en la pulpa. Si el recuperado es menos de 200ml significa que la pulpa está muy seca por una compresión excesiva. Una escala que relaciona la presión con el volumen recuperado permite la correcta regulación del equipo.

#### 6.2.8. Remoción del aceite esencial

Durante la extracción del jugo hay una incorporación excesiva de aceite esencial, el cual tiene que ser removido para mantener niveles deseables. La remoción del aceite es hecha en evaporadores al vacío que trabajan con temperaturas nunca superiores a 50°C. Se evapora de 3% hasta 6%. Los vapores son condensados. El aceite es separado por centrifugación y el agua retorna al jugo ya que contiene volátiles importantes.

De acuerdo con las especificaciones, el jugo "U.S. grade A" no permite mas que 0.03% de aceite esencial como promedio, se controla el porcentaje final de aceite de 0.01% hasta 0.02% en volumen.

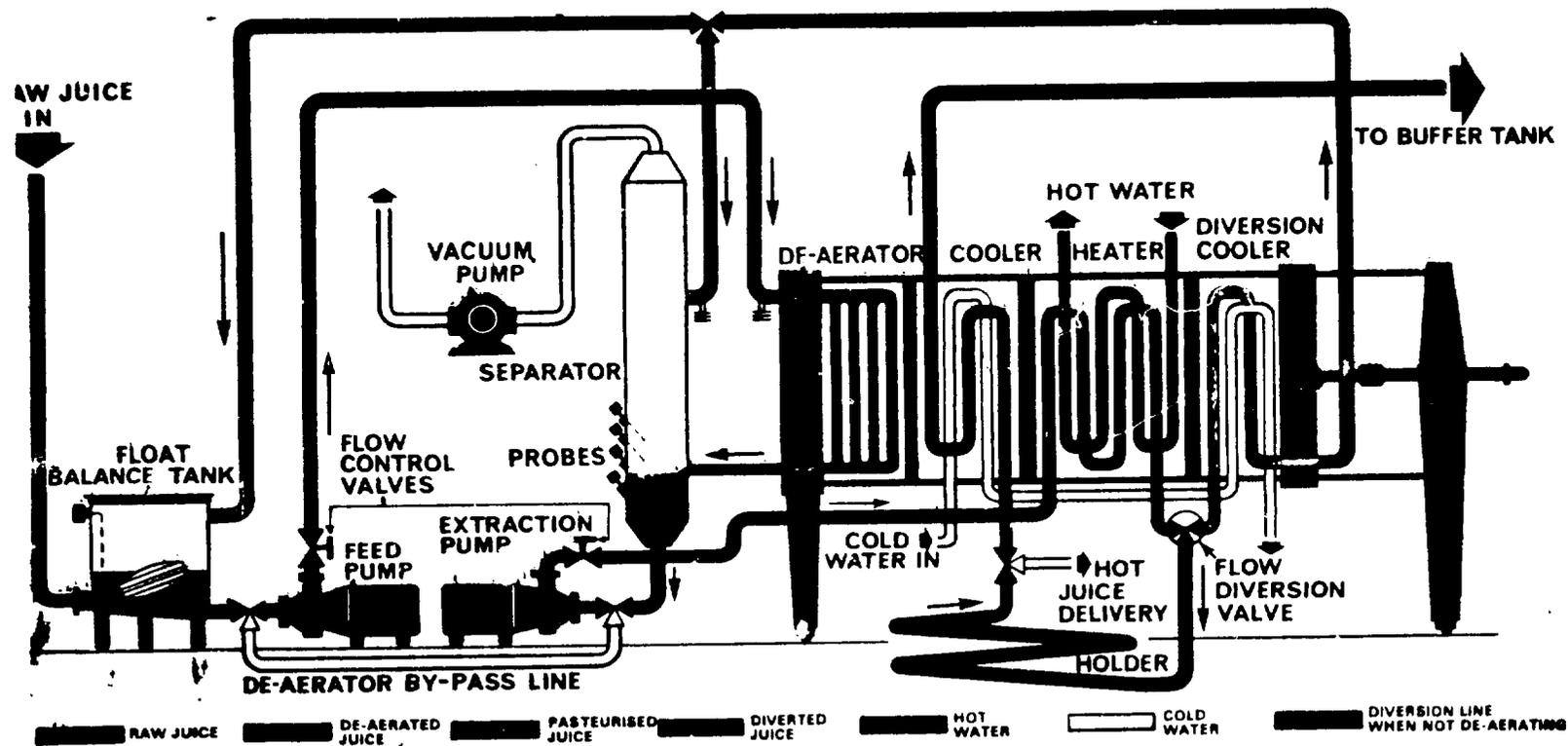


Figura No.18

Diagrama de un conjunto desaireador y pasteurizador de placas

La operación de "remoción de aceite" permite también la remoción de aire, razón por la cual muy raramente se encuentran instalaciones con extractores de aire.

El oxígeno es el responsable por la deterioración, y la oxidación del ácido ascórbico con cambios en el sabor. Por lo tanto, se procura mantenerlo a bajos niveles.

La remoción del aire también reduce la presencia de espuma en la operación de envasado de los depósitos.

#### 6.2.9. Tanques de formulación

Los tanques de formulación permiten la homogenización del jugo por las mezclas. El Brix mínimo del jugo tiene que ser 10.5° y el concentrado congelado añadido no puede participar con mas del 25% del total de sólidos del jugo.

Se agrega sacarose, glucose o dextrose para así llegar a la formulación final.

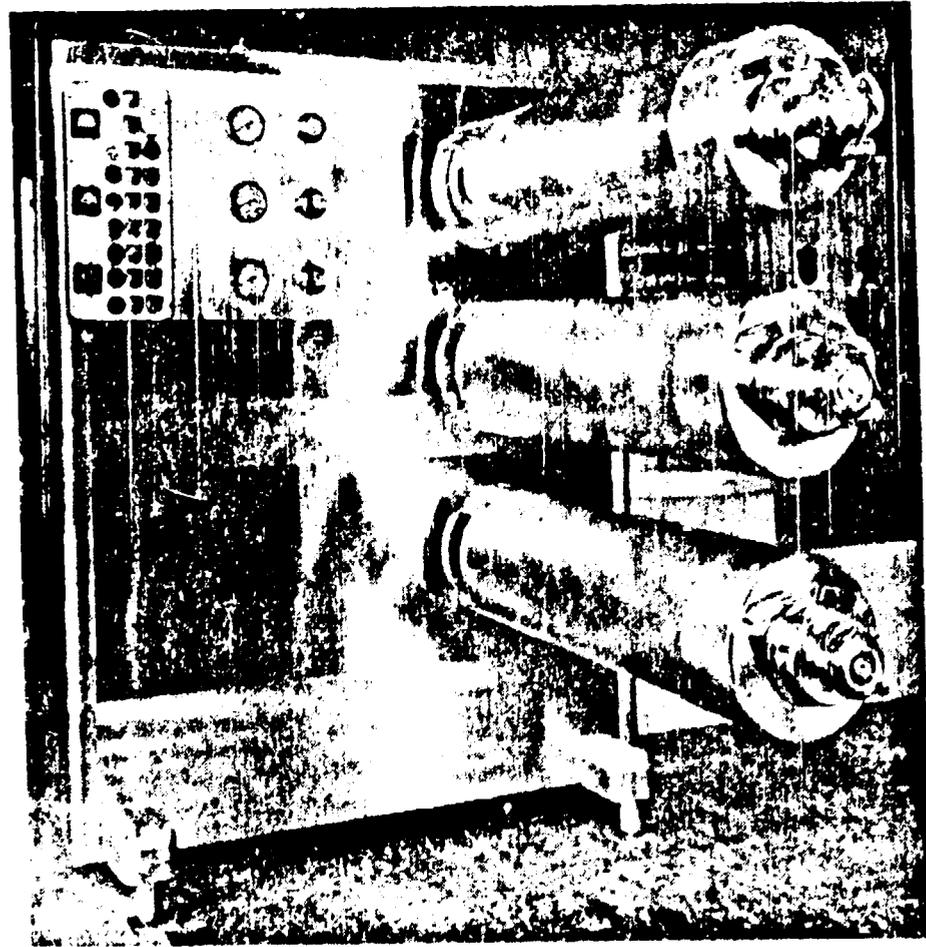
#### 6.2.10. Pasteurización

La pasteurización de jugos cítricos tiene como objetivo la destrucción de hongos, levaduras y bacterias lácticas del punto de vista microbiológico. Del punto bioquímico, el tratamiento térmico es para la inactivación de enzimas principalmente enzimas pectinolíticas del tipo pectinesterase, la cual por su acción en las uniones de ester metílico en la molécula de pectina producen la pérdida de opacidad. La temperatura de 71°C es suficiente para inhibir microorganismos, pero para la inactivación de la enzima Pectinesterase se requiere de 91° a 92°C por un tiempo de 30 a 40 segundos.

Los intercambiadores de calor indicados para esta operación son los sistemas de placas (plate pasteurizer)

o de raspado de superficie (scraped surface).

La Figura No.19 demuestra un sistema de intercambiador de calor de superficie de raspado.



*Courtesy of Cherry-Burrell Corp.*

Figura No. 19

Intercambiador de calor por superficie de raspado

#### 6.2.11. Enfriamiento

Las latas son enfriadas por la acción del agua pulverizada hasta una temperatura de 34°C. Esta temperatura es suficiente para que el calor latente emanado del producto produzca el secado de las latas cuando pasan por los tuneles cerrados. Esta operación evita la corrosión por la humedad de la parte externa de los envases.

#### 6.2.12. Almacenaje

Los cambios en el jugo, usando las técnicas actuales son muy pequeños. Pero pueden ocurrir durante el almacenaje por efecto de la temperatura.

En el producto almacenado a temperatura de 20°C por un año, los cambios son pequeños y un 80% a 90% del ácido ascórbico inicial es mantenido. A temperaturas mas altas la deterioración en sabor y en ácido ascórbico empieza a progresar bien rápido. A temperaturas de 2°C a 3°C, el ácido ascórbico se mantiene por períodos de 1 a 2 años.

Existe una variable en el proceso de pasteurización, llenado y enfriamiento para el jugo de naranja desarrollado en Australia.

Después de la desaeración el jugo es envasado en frío y las latas son selladas con selladoras que trabajan al vacío. La esterilización del producto es hecha bajo el sistema, "spin-cooler", variando la temperatura y los tiempos con el tamaño de la lata, siguiendo con el enfriamiento en "spin-cooler".

Se afirma que este proceso produce pérdidas mas bajas de volátiles que en el tratamiento térmico.

6.3. Proceso para la producción de jugo de naranja enlatado

El proceso para la producción de jugo de naranja enlatado es el mismo para producir el jugo de naranja pasteurizado, con las siguientes diferencias:

- a) El grado de sólidos solubles no puede ser corregido con la adición de jugo concentrado congelado.
- b) El Brix mínimo leído en el hidrómetro es de 10° Brix a 10% de sólidos solubles.
- c) El Ratio mínimo es de 9%.

6.4. Standards y control de calidad aplicado en la producción de jugo de naranja pasteurizado y jugo de naranja enlatado

6.4.1. Standards

U.S. Grado A - Jugo de naranja enlatado: es la calidad de jugo de naranja enlatado que no presenta coagulación; que posee buen color; prácticamente libre de defectos; posee muy buen color y tiene un score mínimo de 90 puntos.

A. Color - 36 a 40 puntos

B. Defectos - 18 a 20 puntos

1) No mas de 0.035 ml/100ml de aceite recuperado.

2) Partículas de membrana, parte central, cáscara, semillas o partículas de semillas, u otros defectos no pueden afectar mas que ligeramente la apariencia del producto.

C. Sabor - 36 - 40 puntos

I) Estilo 1 - no endulzado

a) Brix - no menos de 10.5°.

b) Acidez - no menos de 0.60 gramos y no mas de 1.40 gramos por 100 ml de jugo.

c) Ratio - no menos de 10.5 para 1. Si el Brix es menos de 10.5°, no menos de 9.5 para 1, si el Brix es 11.5 o mas, y no mas de 20.5 para 1.

II) Estilo 2 - Endulzado

- a) Brix - no menos de 10.5°
- b) Acidez - no menos de .60 gramos y no mas de de 1.40 gramos por 100 ml de jugo.
- c) Ratio - No menos de 12.5 para 1 o mas de 20.5 para 2; considerándose que cuando el Brix es 15° o mas, el Ratio no puede ser menos de 9.5 para 1.

6.4.2. Control de calidad

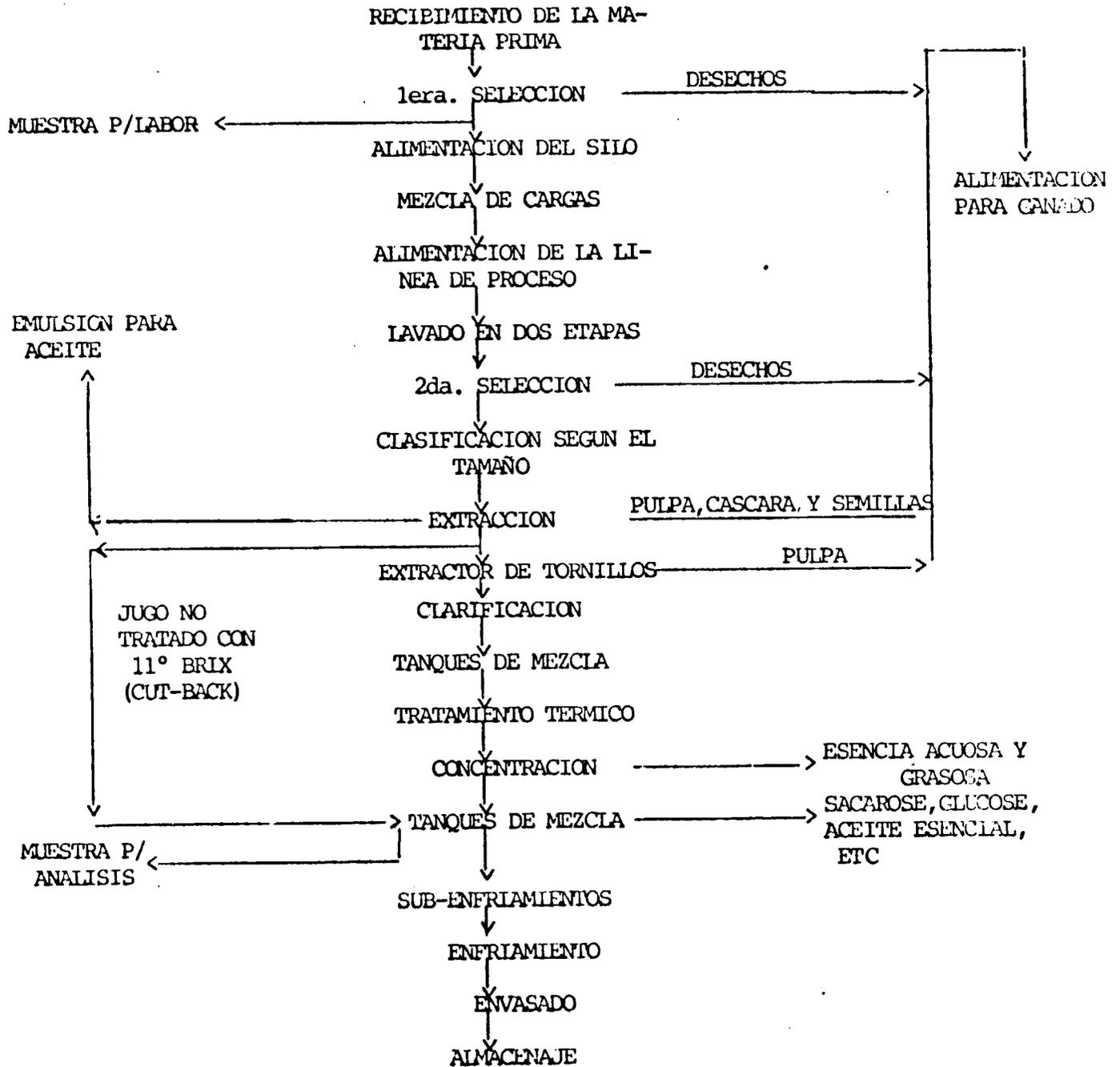
El control de calidad aplicado para el producto acabado involucra los siguientes análisis químicos y determinaciones: Brix; acidez total titulable; Ratio Brix/acidez total; determinación del p<sup>H</sup>; pulpa suspensa; pulpa tamizada; aceite recuperable; evaluación de gelatinización; prueba de separación; actividad de pectinasterase; prueba de inactivación de enzimas (catalase y peroxidase); determinación de Vitamina C ; prueba de opacidad Stevens; determinación del color y del sabor.

Los métodos para los análisis y determinaciones son los descritos en el Anexo No.1.

6.5. Jugo de naranja concentrado congelado

FLUJOGRAMA No. 2

PRODUCCION DE JUGO CONCENTRADO CONGELADO



#### 6.6. Proceso para la producción de jugo de naranja concentrado congelado

La producción de jugo de naranja concentrado congelado sigue el mismo proceso de producción que el jugo de naranja pasteurizado hasta la operación de "finishing" (extractores de tornillo). El jugo extraído y despulpado es bombeado para los tanques de mezcla y el almacenaje. A continuación tenemos la operación de estabilización térmica y la concentración.

##### 6.6.1. Estabilización térmica

La estabilización térmica es hecha para la destrucción de microorganismos (hongos, levaduras y bacterias lácticas), y para la inactivación de enzimas pectinolíticas. La temperatura del tratamiento es de 90°C por 20 segundos, y el tratamiento térmico depende del equipo usado.

Actualmente, una gran parte de los evaporadores poseen el equipo de estabilización térmica como un estado que opera a presión atmosférica.

Los evaporadores de película descendente contruídos especialmente para operar con jugos cítricos y con el sistema de múltiples estados, operan siempre en el primer estado a presión atmosférica.

Otros tipos de evaporadores, como de placas y centrífugos llevan a cabo la estabilización térmica y la concentración en dos operaciones. El uso de un trocador de placas antes del evaporador es lo mas corriente.

##### 6.6.2. Evaporación

La operación de concentración es una de las mas importantes en la producción de jugos cítricos concentrados y congelados en virtud de la termolabilidad de estos productos.

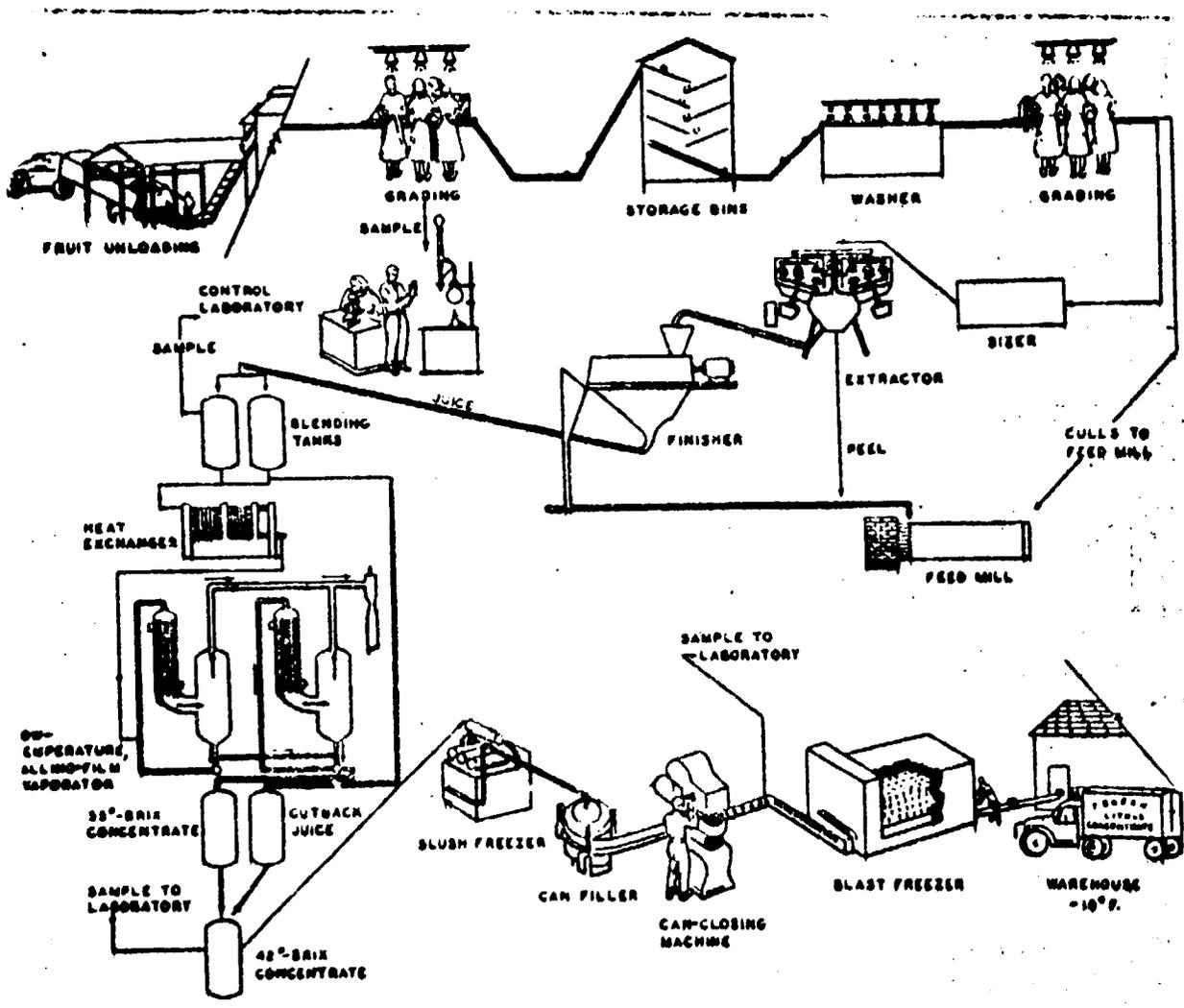


Figura No. 20

Producción de jugo de naranja concentrado congelado

El jugo de naranja concentrado congelado fue el primer producto cítrico producido en cantidades comerciales y continua siendo el lider entre los jugos concentrados congelados. Su desarrollo fue rápido y su producción se inició en 1945-46.

El desarrollo del jugo de naranja concentrado congelado ha resultado a consecuencia de la necesidad. El jugo de naranja concentrado y esterilizado fue usado por largo tiempo como base para bebidas carbonatadas y dulces, y solamente pequeñas cantidades eran convertidas y usadas en jugos simples.

Este producto sufre grandes cambios en su sabor durante la producción. La deterioración en el color, la oxidación del ácido ascórbico y el sabor cambian durante el almacenaje.

Las primeras investigaciones relacionadas con el concentrado congelado, se iniciaron en 1944. Se descubrió que debido a las temperaturas usuales de trabajo de los evaporadores, resultaba dañado el sabor durante la concentración y que éstos eran minimizados si la temperatura era reducida.

Aunque no se observó en las nuevas condiciones de trabajo, la formación de sabores indeseables, al ser reconstituido el producto no tenía las características naturales del jugo en lo concerniente a sabor. Fracciones volátiles, especialmente el aceite de la cáscara perdidos durante la concentración son los responsables del sabor y del aroma. Se encontró que al añadir fracciones de jugo fresco el producto final adquiría el sabor natural.

El uso del aceite de naranja extraído en frío demostró restaurar los volátiles perdidos durante la concentración.

También se inició el empleo de equipos que trabajaban a bajas temperaturas y al vació para la concentración del jugo hasta 58° Brix. Al concentrado se le añadía de 7% a 10% de jugo crudo hasta bajar la concentración a 42° Brix.

El concentrado de 42° Brix, almacenado a -18°C no está sólido, todavía tiene hielo suficiente para absorber el calor del agua agregada y mantenerlo helado. La reconstitución, en este caso, es hecha agregando 3 latas de agua para una lata de concentrado, generando un producto de 11.7° a 12° Brix.

La selección de los evaporadores para la concentración del jugo está conectada con el tamaño de la fábrica, capacidad de evaporación, economía de vapor y calidad final del producto.

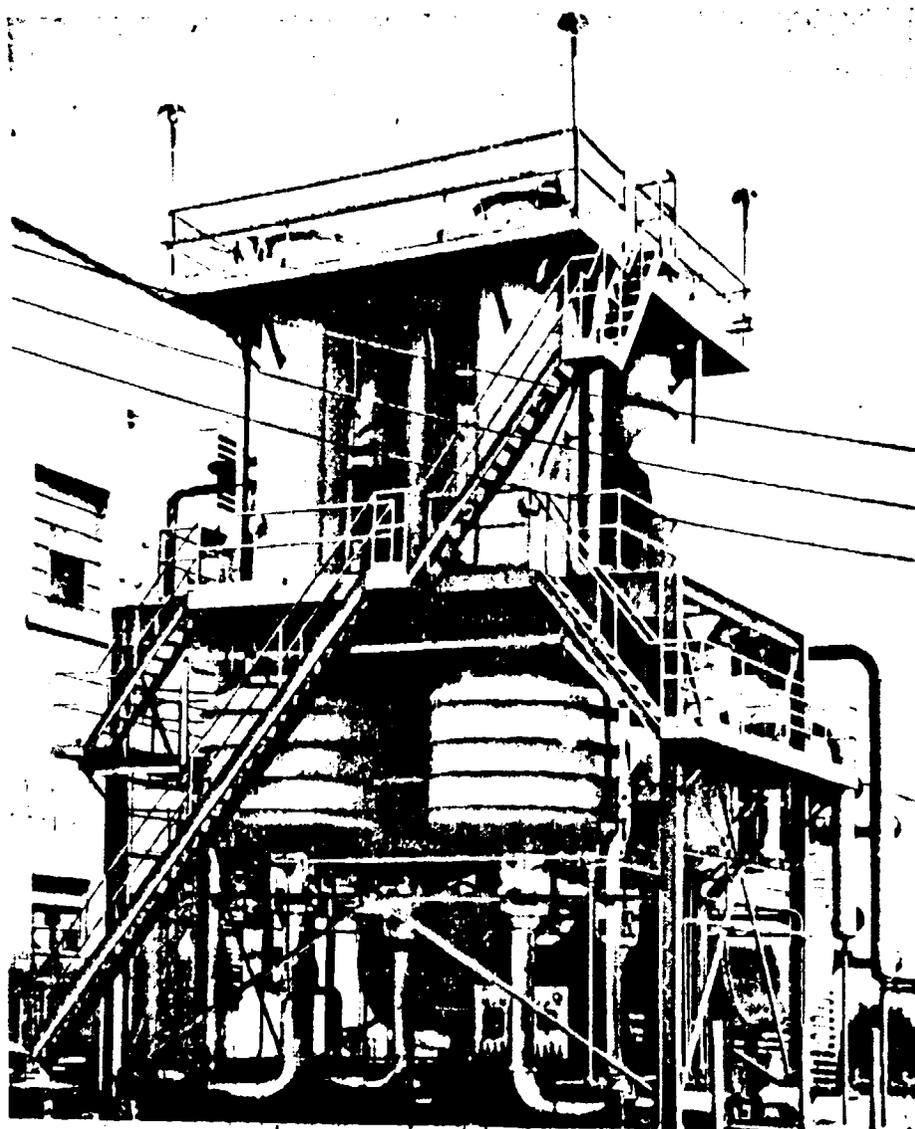
Los tipos mas empleados son: a) película descendente; b) Evaporador de placa (plate evaporator) y c) centrífugo (centri-therm).

Estos evaporadores pueden ser clasificados como: a) con o sin recirculación, b) estados simples o múltiples y efectos simples o múltiples.

#### Evaporadores de película descendente

Los evaporadores de película descendente son los mas empleados en la industria cítrica, principalmente en las que trabajan con grandes capacidades como en Brasil y en USA. (Figura No.20).

El evaporador del tipo "TASTE" fue especialmente desarrollado en Clear Water, Florida, USA para trabajar con jugos cítricos; La suma de las capacidades evaporativas instaladas para jugos cítricos es la mayor del mundo.



*Photo by M. K. Veldhuis*

Figura No. 21

Evaporador de película descendente (falling-film) en estados y efectos múltiples.

Trabajan en sistemas de estados y efectos compuestos, sin recirculación y pueden tener hasta 7 estados, siendo uno el de pasteurización y seis de concentración.

En el primer estado de concentración, se usa como medio de calentamiento el vapor vivo de la caldera y en los siguientes el vapor producido en el estado anterior por la evaporación del jugo. El sistema es pro-corriente y la presión interna baja en el sentido pro-corriente. Por lo tanto, las temperaturas de evaporación son siempre mas bajas en los estados de concentración mas altos, lo mismo que en el sentido.

La creación de los efectos produce una reducción en el consumo de vapor que teóricamente baja para la mitad en el primer efecto, un tercio en el segundo efecto, y así sucesivamente.

Hay un punto de equilibrio en la selección del número de efectos ya que después de un número dado de efectos, la reducción del consumo de vapor ya no justifica la inversión en un nuevo estado.

Como la fuente de calor para estos tipos de evaporadores es casi siempre la quema de aceite combustible, en los últimos años se inició la construcción de evaporadores con un número mayor de efectos, por el costo del petróleo que sufrió un gran incremento.

En los evaporadores de película descendente, el trocador de calor es del tipo tubular. El producto baja por gravedad en la parte interna de los tubos, formando una película y el calentamiento es aplicado en la parte externa de los tubos.

La construcción de evaporadores de película para trabajar con temperaturas mas bajas de evaporación se hace posible

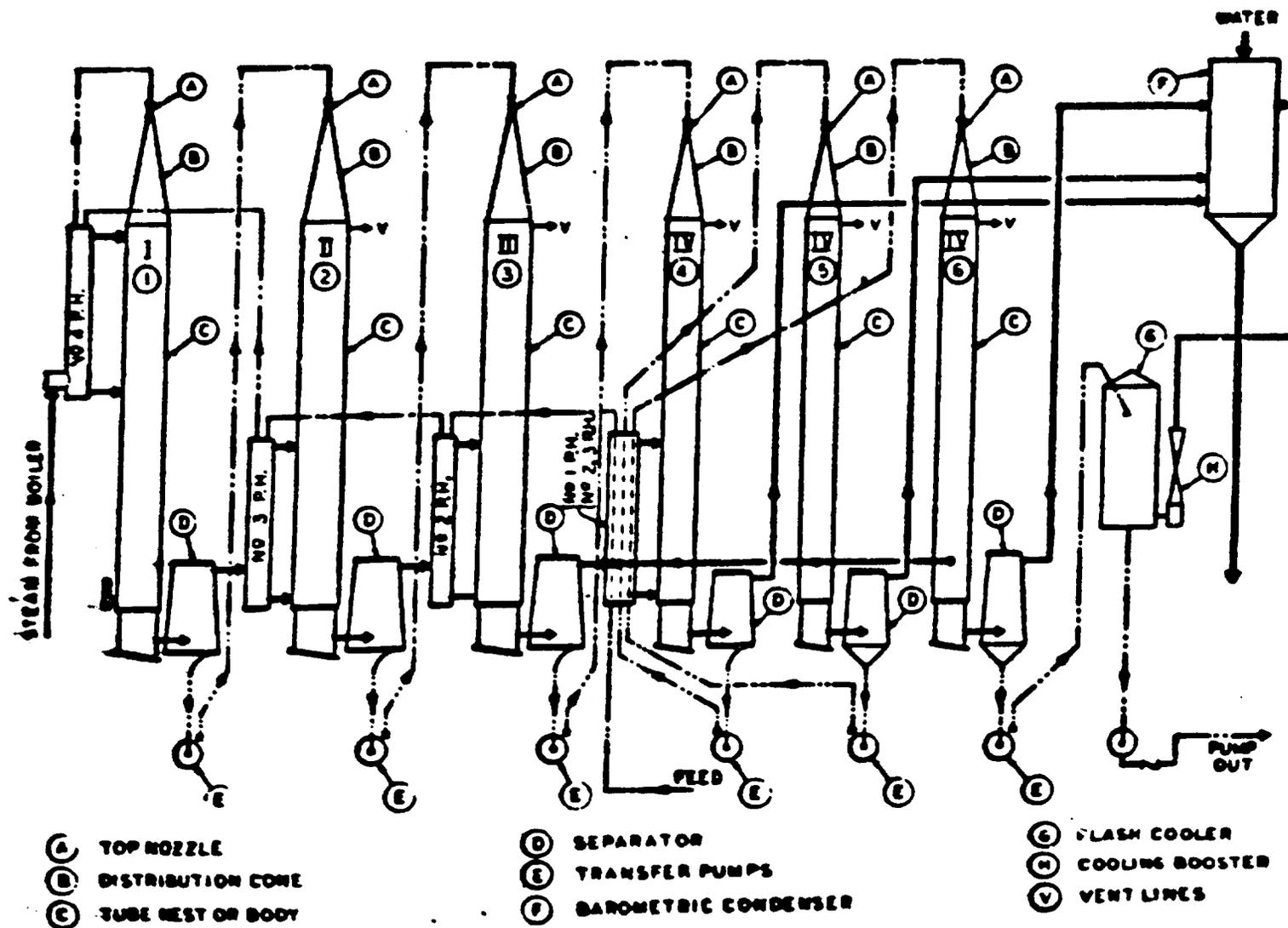


Figura No.22

Diagrama esquemático del flujo de jugo y vapor para un evaporador de película tipo TASTE con cuatro efectos y seis estados

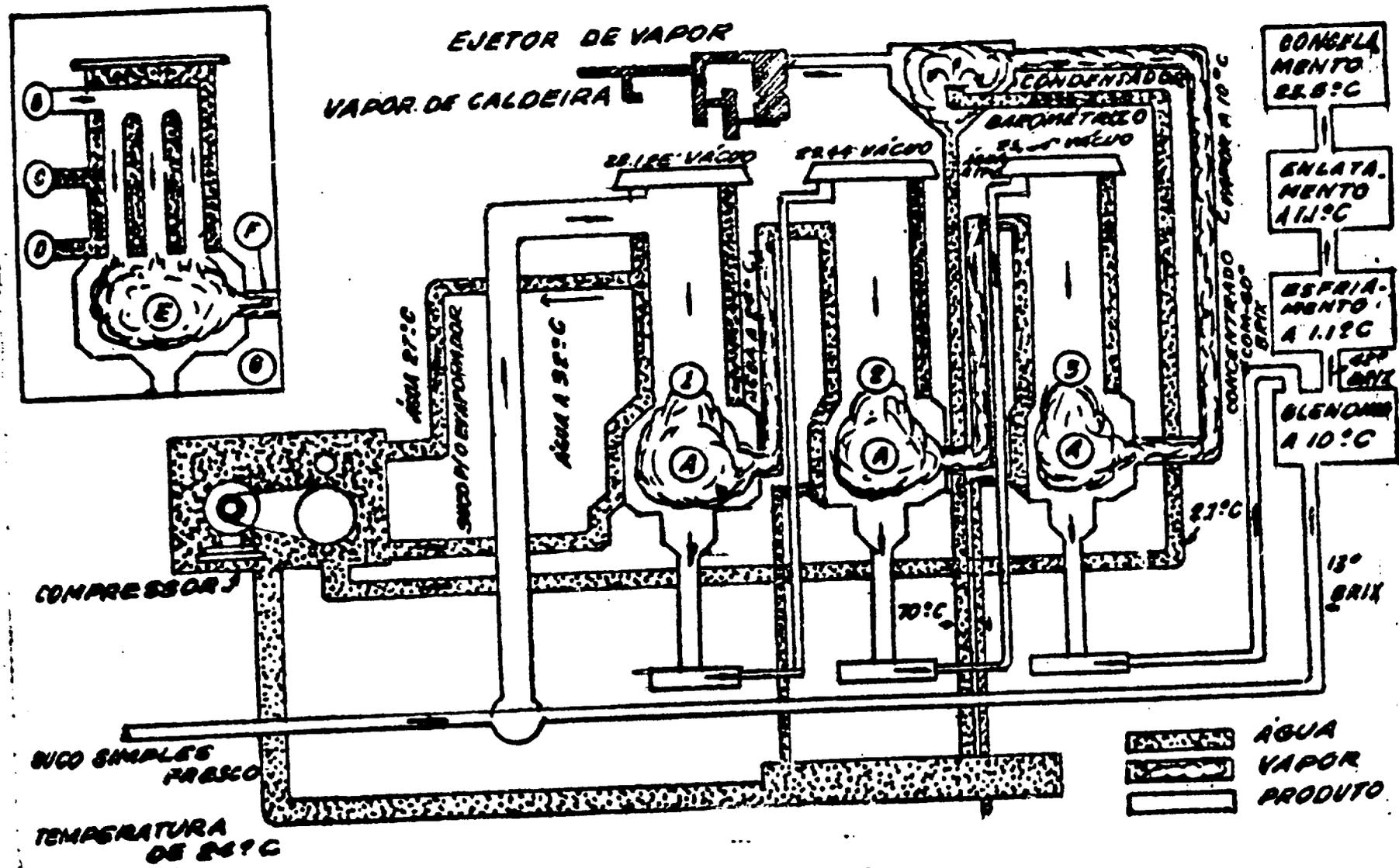


Figura No.23

Evaporador de película descendente con tres estados y dos efectos, teniendo como fuente de calor un compresor de refrigeración

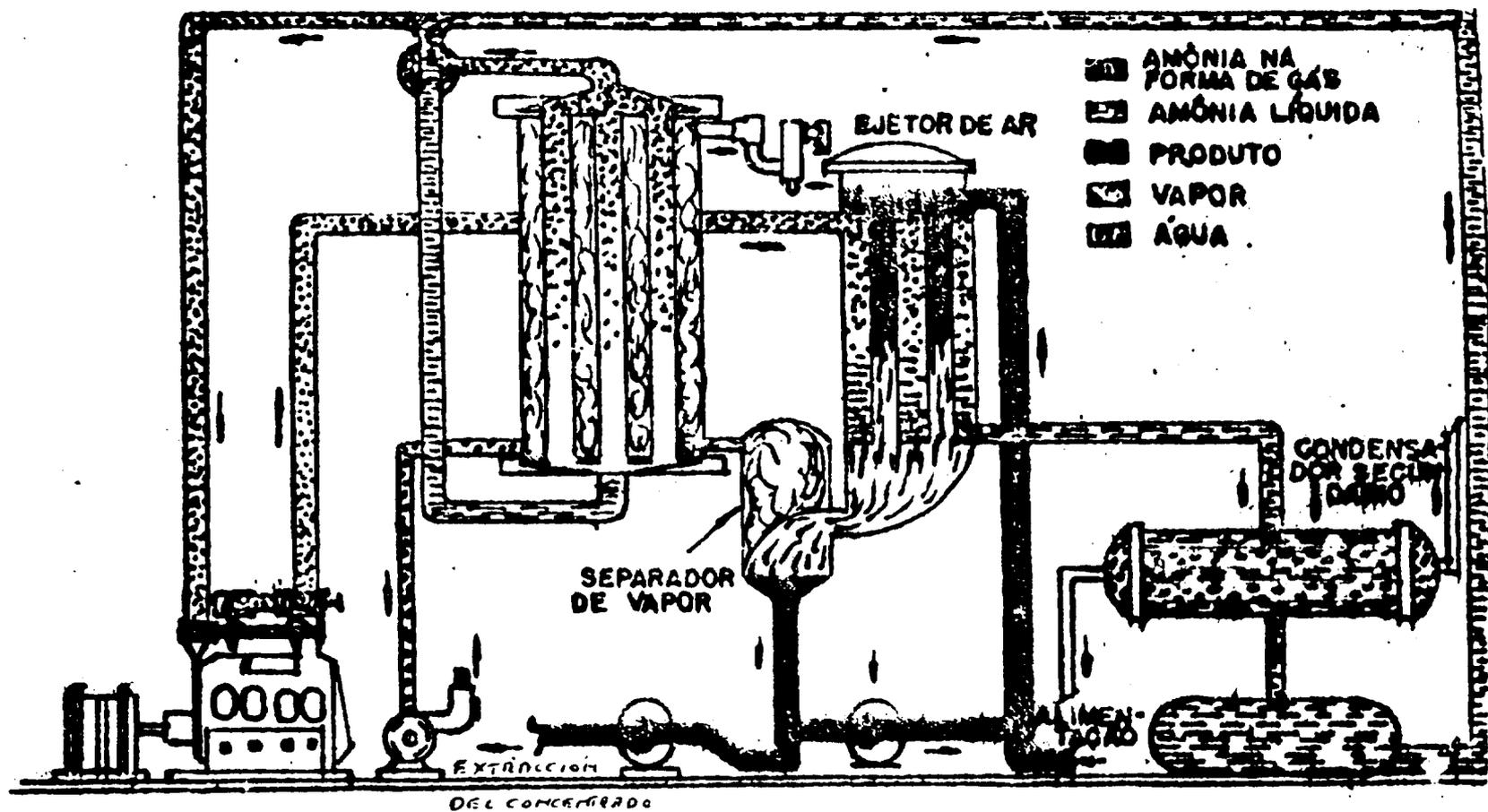


Figura No. 24

Evaporador de película descendente de un estado con recirculación, conectado a un sistema de refrigeración

cuando se conecta al sistema un compresor de refrigeración, y agua como medio de transferencia (Fig.No.23). El lado caliente del compresor produce el calentamiento del agua, la cual circula en el trocador de calor del primer estado, sufre calor y vuelve al compresor. Pasa para el lado frío del compresor donde es enfriada y bombeada para el condensador de vapor. El condensado mas el agua de condensación son bombeados al compresor y se inicia nuevamente el ciclo.

Otra variación posible para bajar la temperatura de la evaporación es utilizar el sistema enseñado en la Figura No.22. Se utiliza un compresor de refrigeración usando los lados de alta y baja presión para la evaporación del agua, así como para la condensación de los vapores.

#### Evaporadores de Placas (Plate Evaporador)

Los evaporadores de placas (Figuras Nos. 26, 27 y 28) son conocidos como de película ascendente y descendente ya que el trocador de calor es compuesto de un conjunto de placas que tienen como base un "plate unit" o sea cuatro placas que juntas crean un camino ascendente y un descendente para el producto (Figura No.25), Los evaporadores de placa son de circulación forzada.

Están compuestos de un trocador de calor de placas que trabaja a presión atmosférica para el tratamiento térmico del jugo (destrucción de microorganismos e inhibición de enzimas pectinolíticas), un trocador de calor de placas al vacío, un separador de líquido vapor y un condensador barométrico.

En general son construídos en una o dos etapas. Cuando es en dos etapas, operan con un efecto y cuando es en una etapa, trabajan con termo-presión para reducir el consumo de vapor. La relación teórica del consumo de vapor cuando

trabaja con un efecto es de 1:2 vapor/agua evaporada trabajando siempre con recirculación. Son recomendados para fábricas de baja capacidad y tiene un tiempo de retención muy largo, factor responsable por tener una calidad mas baja en los jugos cítricos.

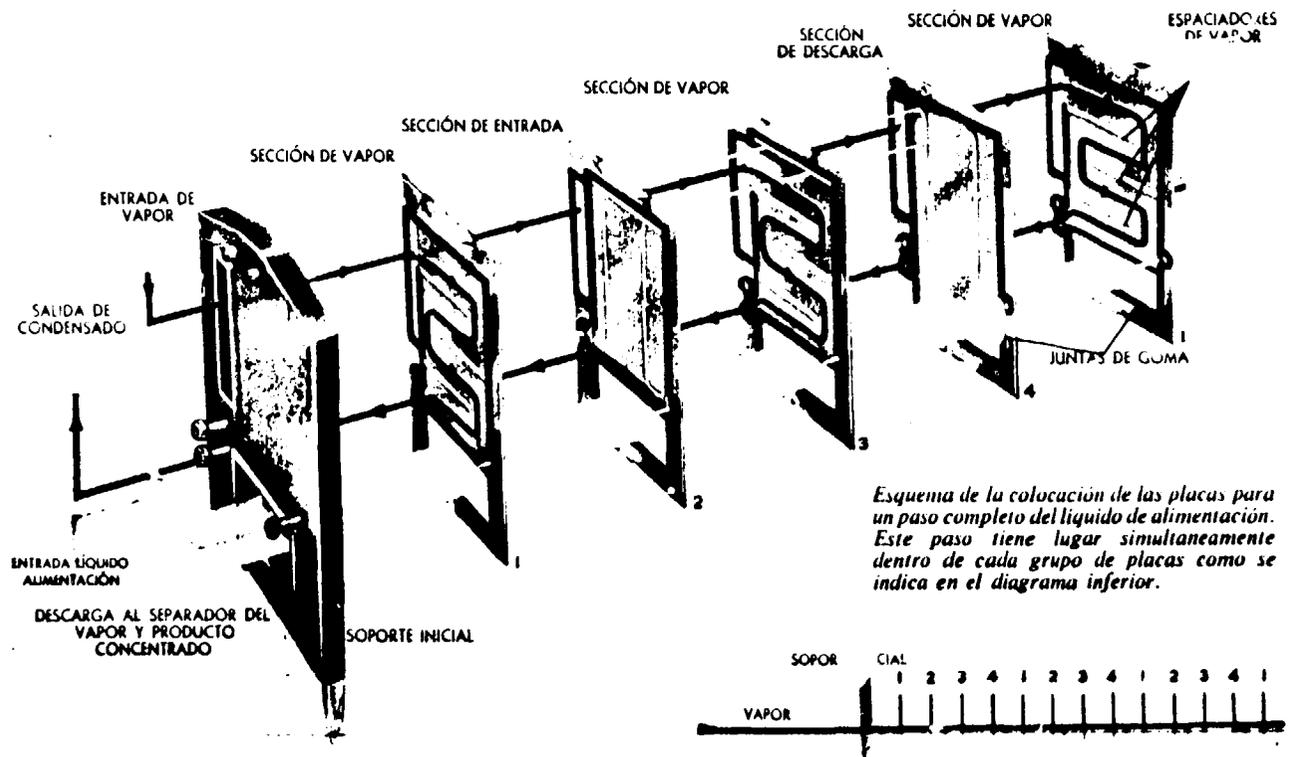


Figura No. 25

"Plate Unit"

En las fábricas de gran capacidad, muchas veces el sistema de evaporador de placas es usado para la concentración de jugo producido por el lavado de la pulpa "pulp-wash", que es un producto de calidad inferior.

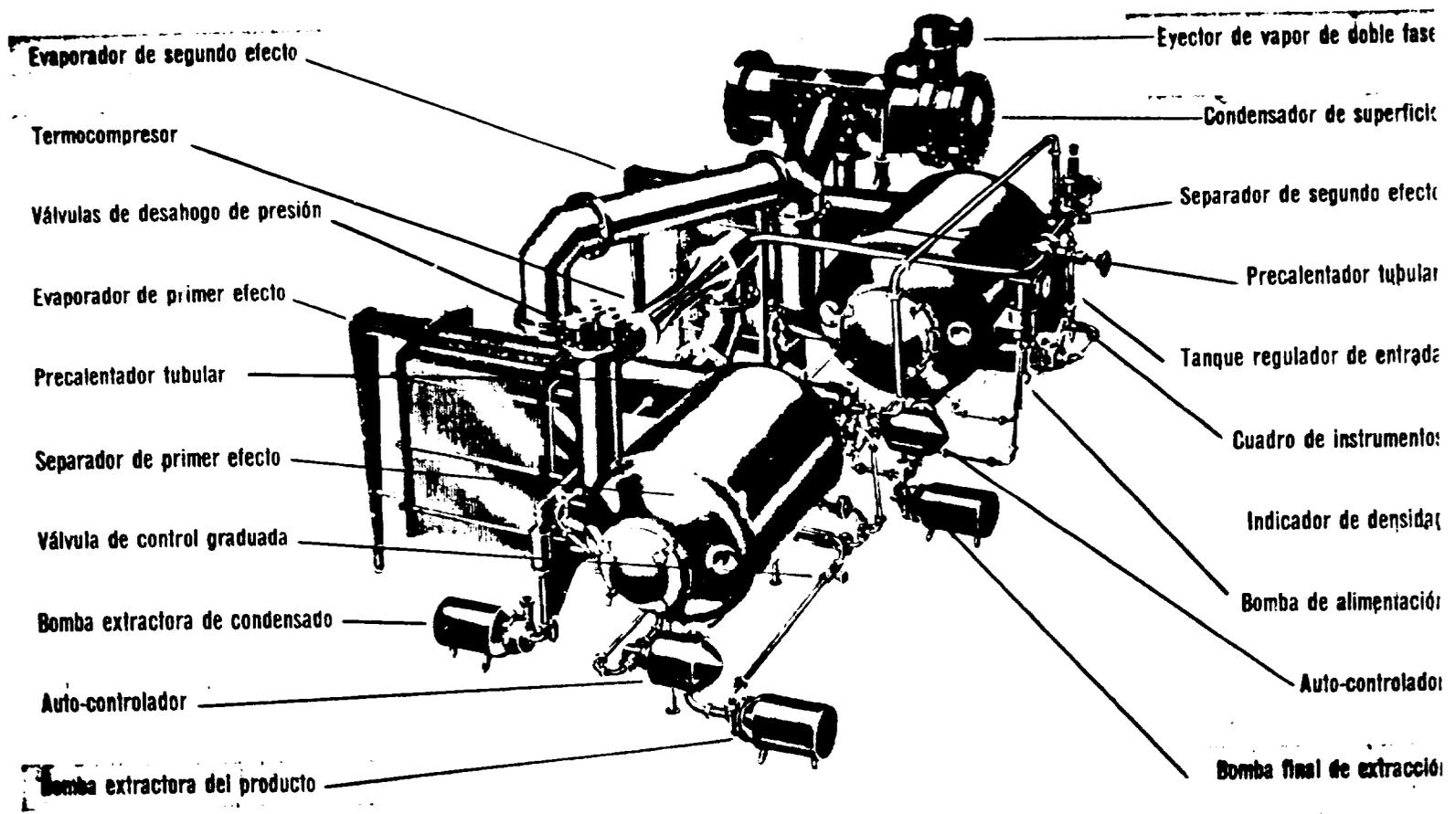


Figura No. 26

Conjunto evaporador de placas en doble estado. Un efecto con thermo-compresión

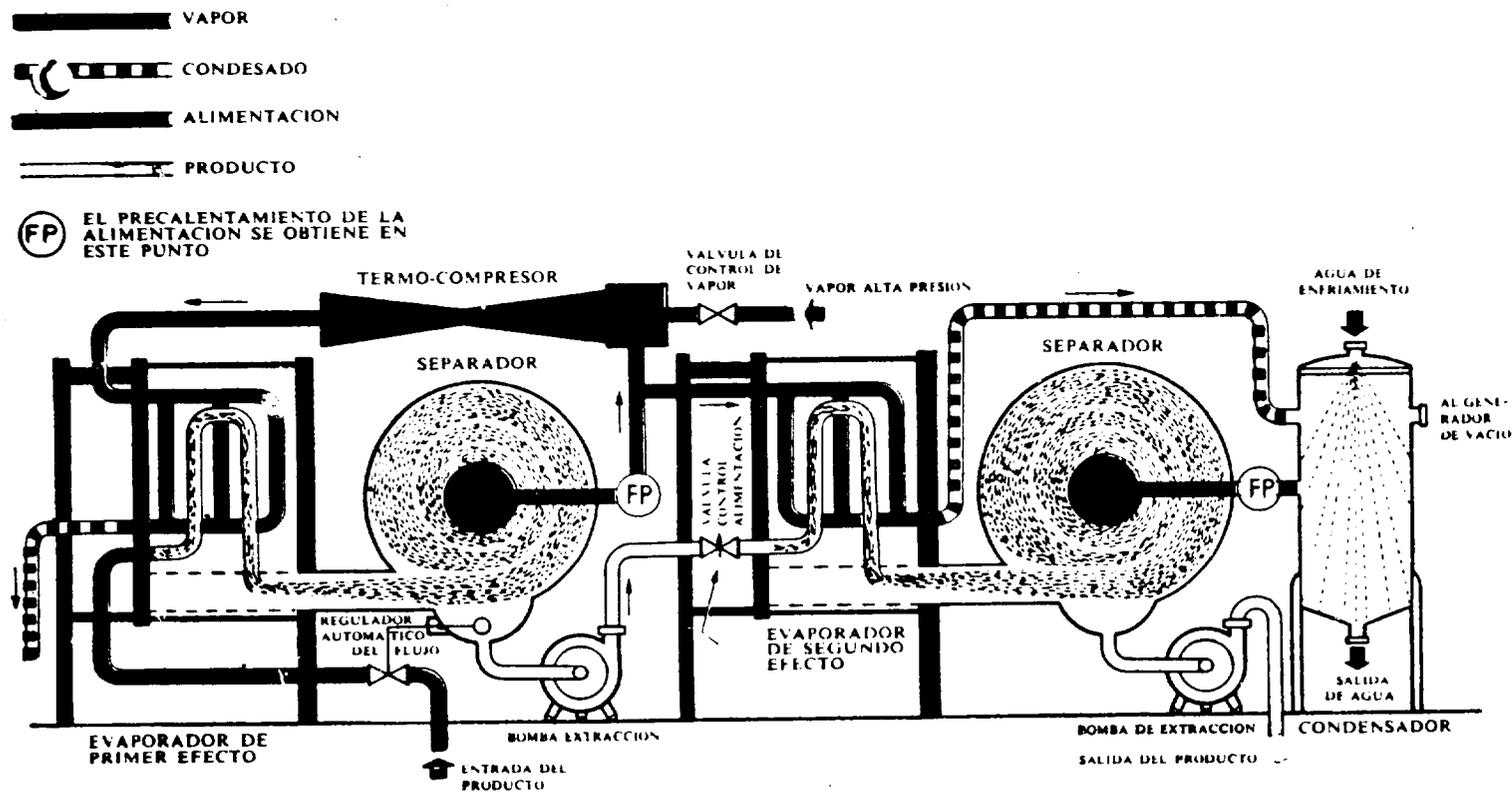
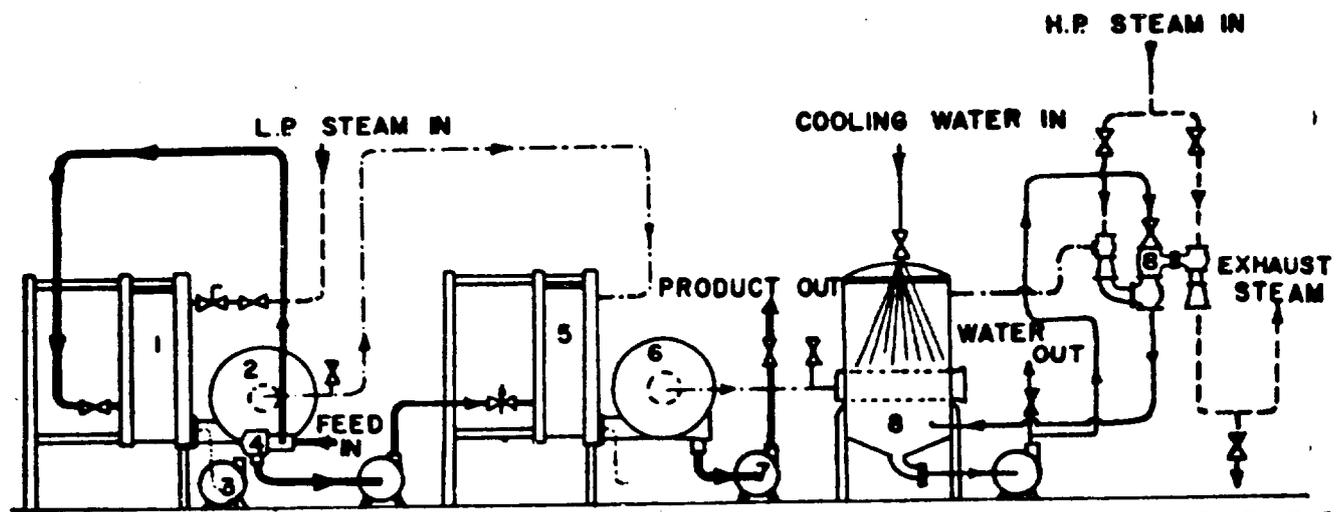


Figura No. 27

Flujo de vapor, condensado y producto en el evaporador de placas de doble estado, un efecto con thermo compresión

PRODUCT LINE	—————	Línea de producto
STEAM LINE	- - - - -	Línea de vapor vivo
VAPOUR LINE	· · · · ·	Línea de vapor
CONDENSATE LINE	.....	Línea de condensado
WATER LINE	—————	Línea de agua



Courtesy of A.P.V. Co. Ltd.

Figura No. 28

- |                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1- Primer evaporador de placas        | 5- Segundo evaporador de placas     |
| 2- Primer separador                   | 6- Segundo separador                |
| 3- Bomba de extracción de concentrado | 7- Bomba de extracción del producto |
| 4- Controlador de flujo               | 8- Equipo de condensación           |

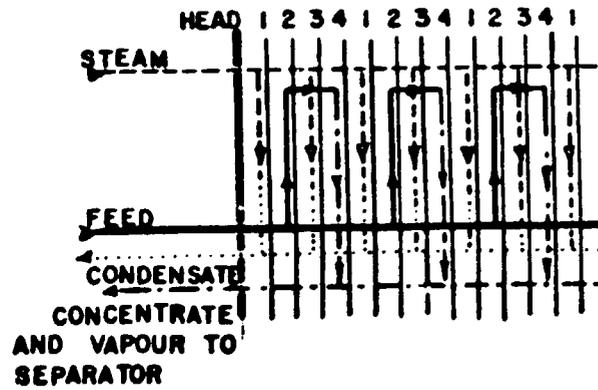
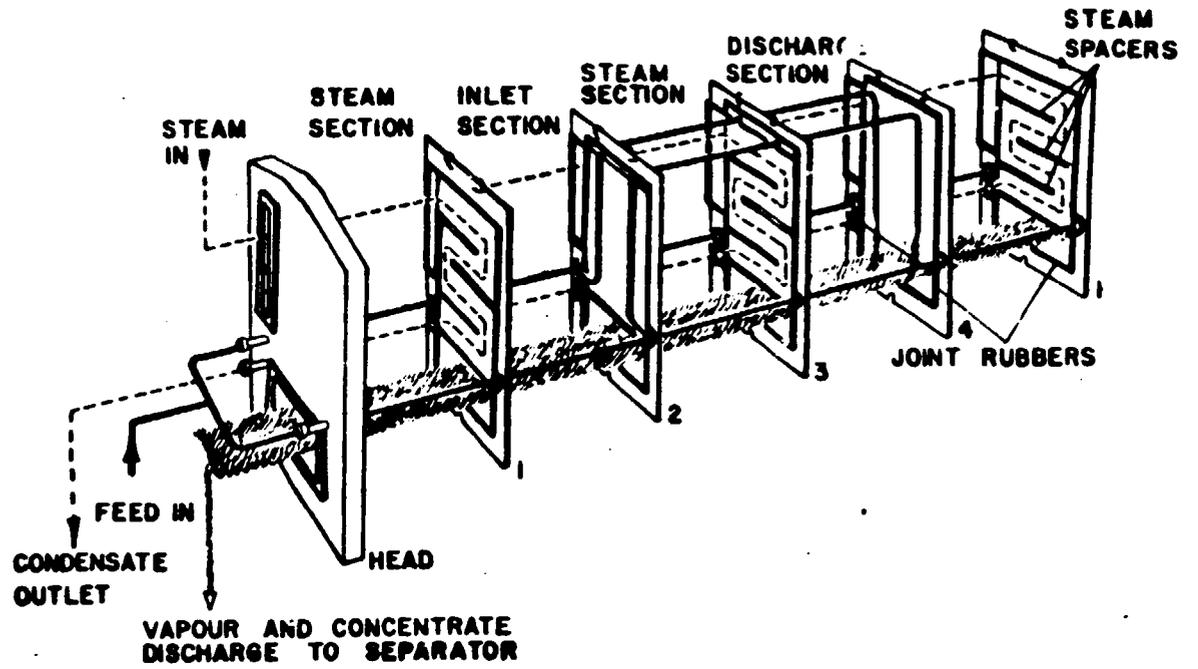


Figura No. 29

Arreglo de un sistema de placas para un pasaje completo  
(Evaporador de placas)

### Evaporadores Centrifugos (Centri-therm)

Los evaporadores centrifugos (centri-therm) son constituidos de: a) trocador de calor de placas trabajando a presión atmosférica para la pasteurización del jugo; b) trocador de calor centrifugo al vacío; c) condensador semi-barométrico. (Figuras Nos. 30,31,y 32)

Estos son indicados para la producción de jugos de alta calidad y muy termolábiles. No trabajan con recirculación del jugo y tienen un tiempo de retención muy bajo cuando se compara con otros principios de concentración. En el jugo de naranja, el tiempo de retención que toma para concentrar el producto de 12° a 65°Brix es de 1 minuto.

La baja retención está relacionada con el principio de calentamiento o sea la conjugación de la energía térmica y la fuerza centrífuga. Este último factor permite la formación de una película muy fina sobre las paredes de trocas de calor, así es como se produce la separación del vapor del concentrado. El equipo no posee separador de líquido-vapor.

Tienen como desventaja el alto consumo de vapor o sea 1:1 vapor por agua evaporada. Este consumo teórico en la práctica es de 1.2:1 vapor por agua evaporada.

Estos evaporadores son contruidos siempre en un estado. Pero asociando el sistema de placas con el centrifugo puede lograrse en dos estados y un efecto, con una reducción teórica del consumo de vapor para la mitad.

### Cálculo de la capacidad evaporativa

La fórmula para el cálculo de la capacidad evaporativa de los evaporadores es el que sigue:

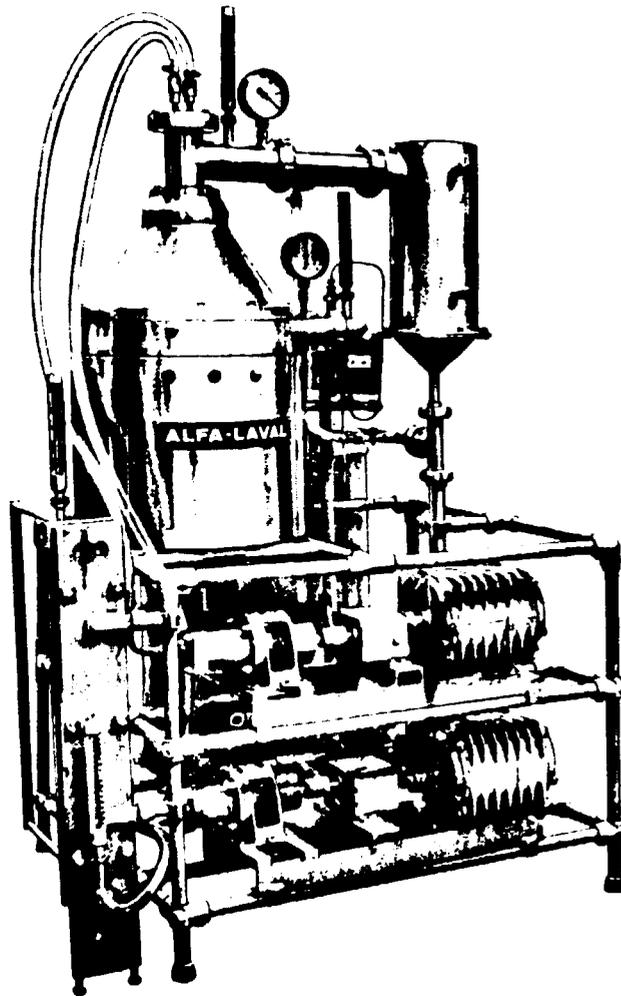


Figura No. 30

Evaporador centrífugo piloto del tipo centri-  
therm

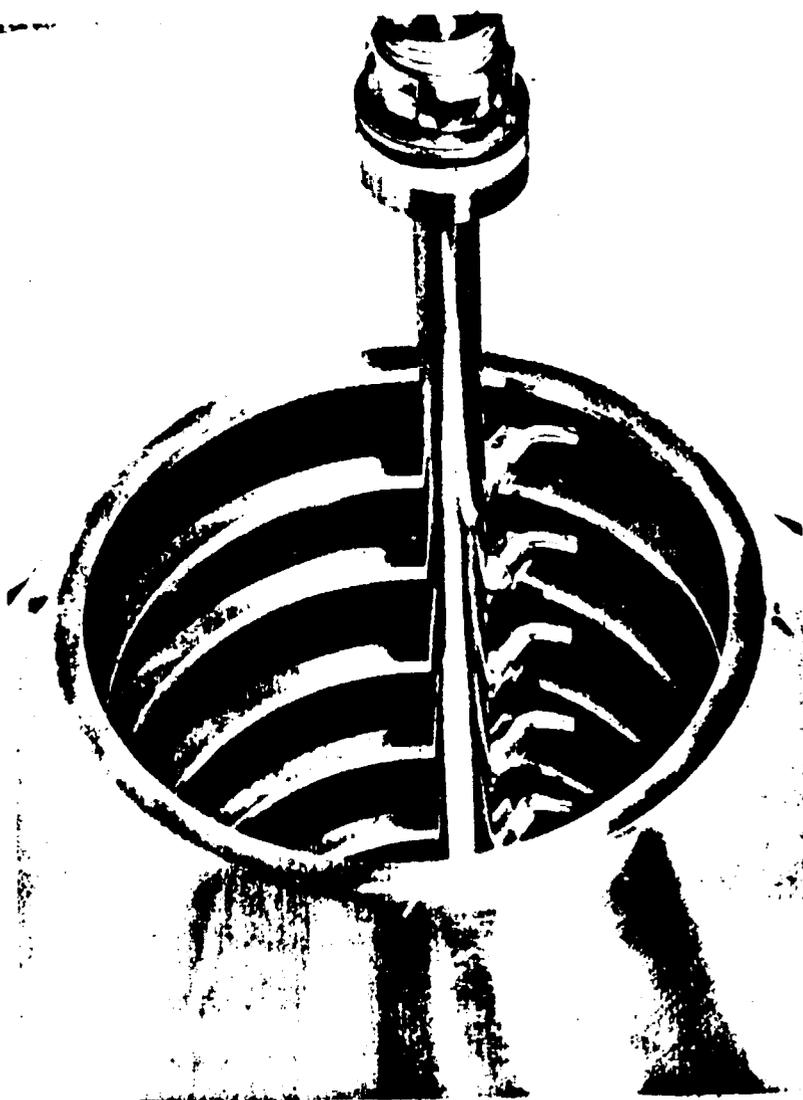


Figura No. 31

Detalle de la aplicación del producto en los  
discos trocadores de calor del evaporador  
centrífugo

$$\frac{E}{F} = \frac{M_1 - M_2}{100 - M_2}$$

E = Peso de la humedad evaporada

F = Peso mojado

M<sub>1</sub> = Contenido inicial de agua

M<sub>2</sub> = Contenido final de agua

$$E = F \cdot \frac{M_1 - M_2}{100 - M_2}$$

Fórmula para el cálculo de la alimentación:

$$F = E \cdot \frac{100 - M_2}{M_1 - M_2}$$

Ejemplo: El cálculo de la capacidad evaporadora de un evaporador para concentrar 20.000 kilos de jugo de naranja por hora con 12° Brix o 12% de sólidos solubles hasta 65° Brix o 65% de sólidos solubles.

$$E = F \frac{M_1 - M_2}{100 - M_2}$$

$$E = ?$$

$$F = 20.000 \text{ kilos/hora}$$

$$M_1 = 88\%$$

$$M_2 = 35\%$$

$$E = 20.000 \cdot \frac{88 - 35}{100 - 35}$$

$E = 16.307 \text{ Kilos/hora}$
---------------------------------

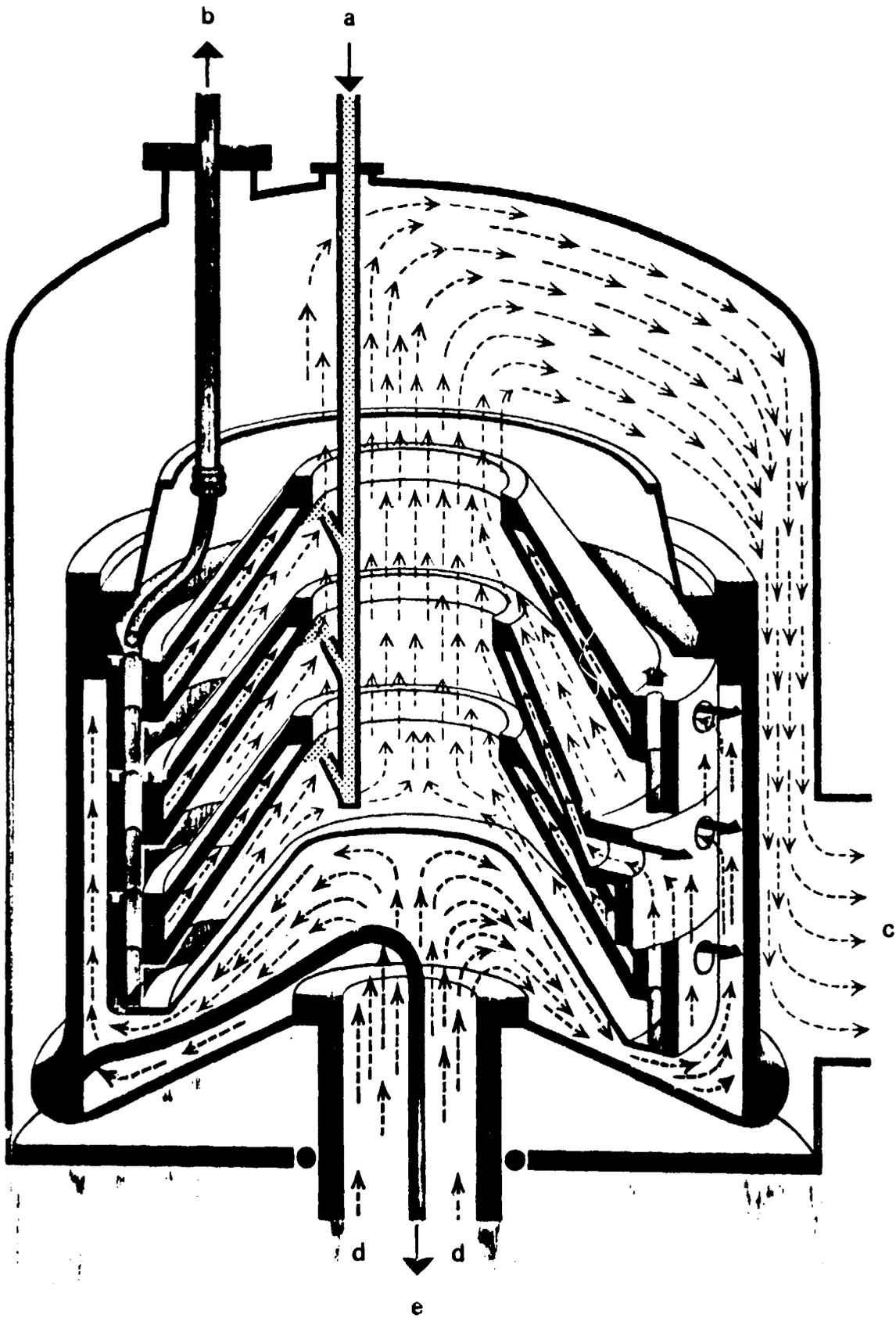


Figura No. 32  
Trocador de calor centrífugo del evaporador central-therm

Durante el proceso de concentración de jugos cítricos, principalmente en el de jugo de naranja, es necesario hacer un control del desarrollo de bacterias lácticas durante el proceso para determinar así el momento exacto para desconectar la línea y hacer la limpieza del equipo.

Las bacterias lácticas, ácido resistente, encuentran buenas condiciones de desarrollo en el jugo de naranja debido a sus características de acidez. Por lo tanto, las bacterias lácticas del género *Leucomostoc* y *Lactobacillus* crecen en el medio y como producto de su metabolismo producen Acetimetilcarbinol y Diacetil. El Diacetil es responsable por un sabor indeseable llamado "butter milk" y el Acetimetilcarbinol se convierte en Diacetil en presencia de un alcali fuerte. El acetilmetilcarbinol no comparte sabores extraños.

Estos dos productos del metabolismo de la bacteria pueden medirse y donar la incidencia de la bacteria.

La medida es hecha con la reacción de Vogues-Proskauer, que se hace en presencia de creatina y alpha-naftol. Surge un color rosado que va a ser un tanto mas intenso en cuanto mayor por la incidencia de dichas bacterias lácticas. La intensidad del color rosado es medida en el colorímetro.

En evaporadores de múltiples estados, es en el segundo estado que se desarrollan mas las bacterias lácticas. Por lo tanto en ese momento son tomadas las muestras para el análisis.

Otro factor de importancia de control durante la concentración es la hispiridina flavonoide que se precipita en el medio ácido, formando una película aislante sobre las paredes del trocador de calor.

Debido al aumento de la espesura de la película, éste se desprende y se agrega al jugo, creando defectos en el jugo final.

El control es hecho a través de un seguimiento del número de puntos blancos que se precipitan en el jugo concentrado diluido a 11.8° Brix y quedando en reposo por 10 minutos.

Para la hispiridina se acepta no mas de cinco puntos blancos en un litro de jugo con 11.8° Brix.

Para el Diacetil se acepta el máximo de 1 ppm de Diacetil en el producto acabado.

#### 6.6.3. Tanques de mezcla, formulación y enfriamiento

Los tanques de enfriamiento y mezcla tienen los siguientes objetivos: a) bajar la temperatura del jugo de 12°C (salida del "flash cooler" del evaporador) a 2°C, produciendo la homogenización del producto por la acción de agitadores de face total.

Una temperatura mas baja evita cambios de color y produce estabilidad enzimática y microbiológica.

En los tanques de mezcla se agrega jugo crudo a concentración natural para bajar el Brix del concentrado de 58° Brix a 42° - 44° Brix. Como promedio de trabajo se aparta como 10% del jugo extraído en la operación de "finishing" el cual es agregado al concentrado en la proporción de 50% en volumen.

Al producto así preparado se le agrega aceite esencial al nivel de 0.025ml por 100 grs. de concentrado. En muchos casos también se añade esencia acuosa y aceitosa recuperadas durante el proceso de concentración en el evaporador.

6.6.4. Envasado y sellado

El envasado del jugo concentrado congelado es bombeado a las llenaderas rápidas, pasando inmediatamente para la operación de sellado. Casi simultáneamente con el sellado, se inserta vapor en la parte interna superior de la lata para la eliminación del aire del espacio vacío (head-space).

6.6.5. Congelamiento

El congelamiento es hecho en sistema de "blast-freezer" en donde por la acción del aire a baja temperatura y en contra corriente, se lleva la temperatura central de la lata hasta  $-18^{\circ}$  C.

6.6.6. Almacenamiento

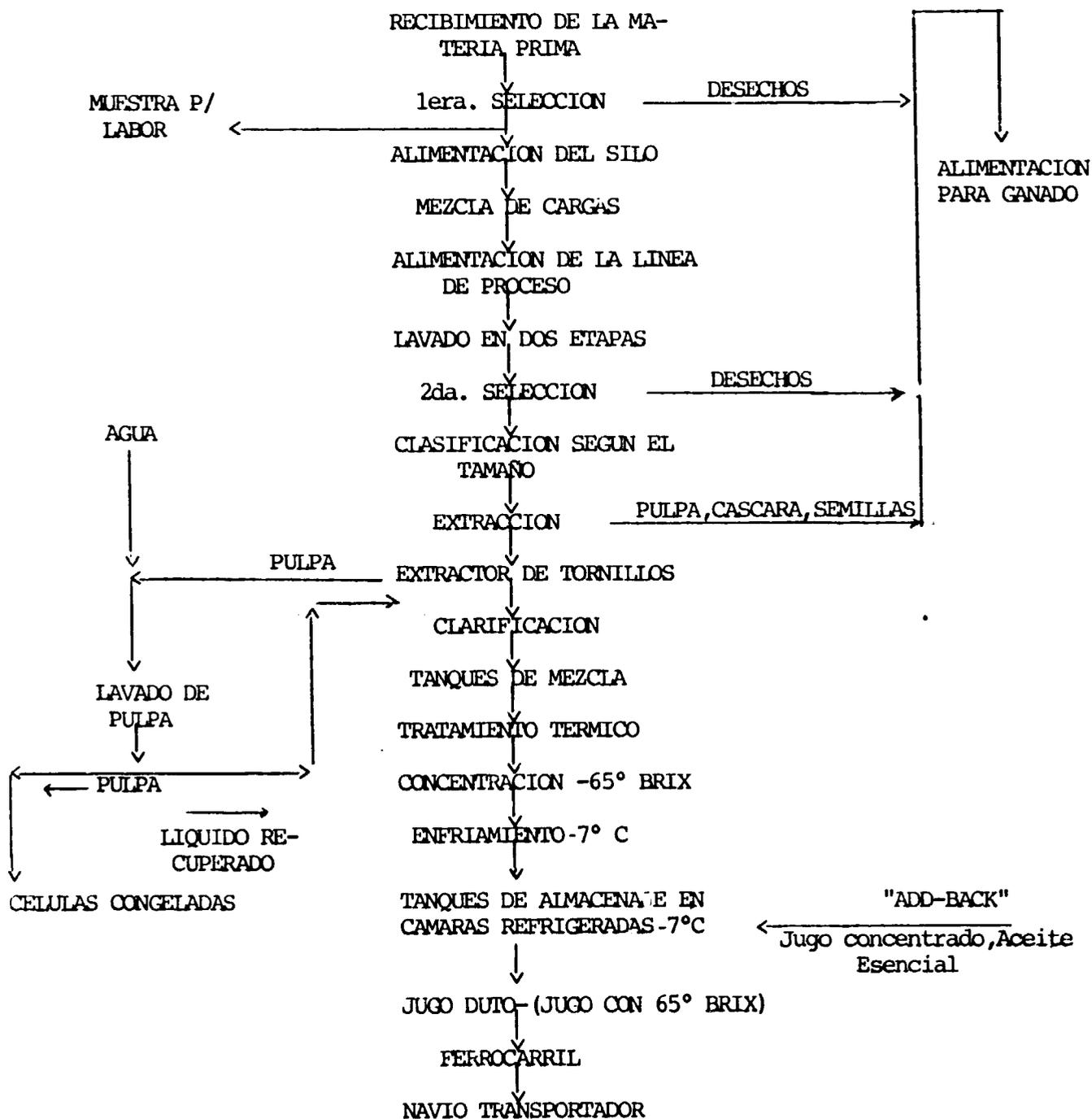
Las latas son transportadas para cámaras de congelamiento en donde el producto es mantenido a  $-18^{\circ}$ C.

A esta temperatura, los cambios de calor, sabor y pérdida de ácido ascórbico son evitados.

6.7. Jugo de naranja concentrado para manufactura

FLUJOGRAMA No.3

PRODUCCION DE JUGO CONCENTRADO PARA MANUFACTURA



6.8. Proceso para la producción de jugo de naranja concentrado para manufactura

El jugo de naranja concentrado para manufactura es el jugo elaborado para fines industriales. En líneas generales, sigue el mismo proceso que para la producción de jugo concentrado congelado para manufactura hasta la operación de "finishing" (extractor de tornillos). La pulpa que sale del extractor de tornillos sufre un proceso de lavado para la recuperación de los sólidos que ya no son recuperados mecánicamente. El lavado de la pulpa (pulp-wash) es hecha en sistemas de tres o siete estados. En el sistema de siete estados, se tiene una inversión financiera mas alta pero se logra una mejor recuperación de sólidos solubles.

El sistema de lavado de la pulpa está compuesto de "finishers" (extractores de tornillo) y tornillos mezcladores. Cada estado contiene un extractor de tornillo y un tornillo mezclador. El sistema trabaja en contra corriente o sea el agua del lavado es bombeada en sentido inverso al de la pulpa. El líquido recuperado, con un contenido de 2% a 4% de sólidos solubles, es mezclado con el jugo de la línea y sigue para el evaporador y operaciones subsecuentes. En muchos casos, el jugo elaborado con el líquido recuperado, es concentrado separadamente y comercializado como jugo tipo "pulp-wash". Con el aumento del número de estados se reduce el volumen de agua agregado a la pulpa. El sistema de tres estados requiere una proporción de 1.25 kilos de agua para cada kilo de pulpa. El sistema de siete estados necesita 1.00 kilo de agua para 1 kilo de pulpa. Esto significa una reducción en el volumen de agua que se va a evaporar bajando el costo de esta operación.

El líquido recuperado no tratado con enzimas tiene una viscosidad bien alta, mayor de 20.000CP a concentración de 25° a 35° Brix, lo que impide concentraciones mas altas. El tratamiento del líquido recuperado con enzimas pectinolíticas permite bajar la viscosidad.

El lavado de la pulpa incrementa el rendimiento de recuperación de sólidos solubles de 65 a 80Kg./Ton de pulpa, en naranjas y de 45 a 50 kg/ton en grapefruit. La cantidad de pulpa extraída en "finishers" es de 1.8 kilos por caja de 40.8 kilos de naranjas.

El jugo que sale de la operación de "finishing" es clasificado por centrifugación y el contenido de pulpa suspensa es reducido de 4% a 6%.

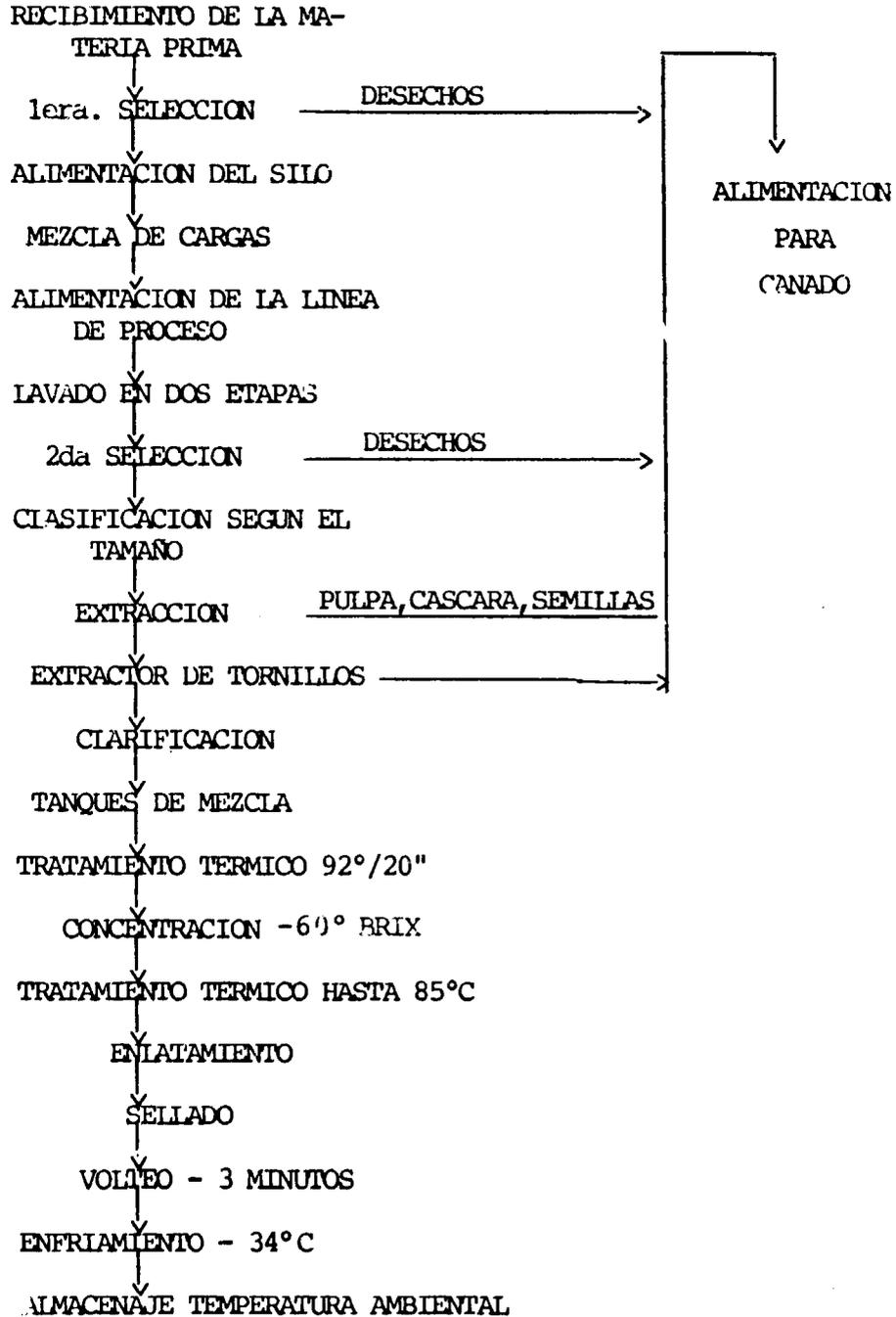
La concentración mas corriente del jugo concentrado para manufactura es de 65° Brix. En las fábricas de gran capacidad en Brasil y USA, el producto concentrado es formulado con aceite esencial y esencia recuperada durante la concentración, y es almacenado en "tank farms" que son tanques con capacidad hasta de 400.000 litros, instalados en cámaras frigoríficas y el producto es mantenido a temperatura de -7°C, bajo una capa de nitrógeno. De los tanques el jugo es bombeado para vagones-tanques de ferrocarril y transportado para el puerto de embarque. El jugo es bombeado de los vagones para los navíos, tipo petroleros, preparados para el transporte del jugo concentrado.

En las fábricas que no están preparadas para el transporte a granel, el jugo concentrado para manufactura es envasado en barriles metálicos con capacidad para 200 litros, revestidos con una capa de epoxy conteniendo dos sacos de polietileno en la parte interna. La temperatura de almacenaje es de -18°C.

6.9. Jugo de naranja concentrado esterilizado

FLUJOGRAMA No.4

PRODUCCION DE JUGO CONCENTRADO ESTERILIZADO



6.10. Proceso para la producción de jugo de naranja concentrado esterilizado

La producción de jugo concentrado esterilizado ha sufrido una gran reducción en su producción ya que fue substituído por el jugo concentrado congelado.

Sin embargo, las fábricas pequeñas envasadoras de bebidas carbonadas y que no poseen instalaciones para el almacenaje refrigerado lo necesitan.

El producto por sus características de sabor y color no es usado para la dilución directa.

El proceso es el mismo que para la producción de jugo concentrado congelado, hasta la operación de concentración que es hecha hasta 60° Brix. Continúa el calentamiento del jugo hasta 85°C que es la temperatura de enlatamiento. Las latas corrientemente usadas son las número 10. Estas son cerradas, invertidas por tres minutos para la esterilización de la parte interna de la tapa superior y enfriadas hasta 34°C. El almacenaje es hecho a temperatura ambiental.

6.11. Jugo de naranja concentrado preservado químicamente

El jugo de naranja concentrado y preservado con la adición de aditivos químicos, tales como SO<sub>2</sub> y benzoato de sodio. Tiene una tendencia a disminuir actualmente.

SO<sub>2</sub> es requerido a una concentración de 1,500 a 2,500 ppm para así evitar cambios en el color del jugo. El SO<sub>2</sub> libre tiene que mantenerse a un nivel de 500ppm.

El benzoato de sodio puede ser usado, pero no evita los cambios en el color. Muchas veces se usa una combinación de SO<sub>2</sub> y benzoato de sodio y en este caso se agrega 0.1% de este preservativo químico.

Los concentrados sulfitados pueden ser almacenados a la temperatura ambiental y la esencia recuperada a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Después del período de almacenaje se puede reducir el contenido de  $\text{SO}_2$  con tres estados de calentamiento en "flash" , a la temperatura de  $55^{\circ}\text{C}$  por dos segundos y evaporación en "flash" a  $25^{\circ}\text{C}$ .

Después de la reducción de  $\text{SO}_2$  se agrega la esencia recuperada.

El proceso para producir el concentrado es el mismo usado para el jugo de naranja esterilizado hasta la operación de concentración. El producto concentrado es bombeado para los tanques de mezcla y allí se agregan los preservativos químicos.

#### 6.12. Cambios en jugos cítricos concentrados durante el almacenaje

En los jugos enlatados por largos períodos a temperatura ambiental o a temperatura mas alta, generalmente se forman sustancias oscuras solubles en agua. Esto es inmediatamente observado en jugos como grapefruit y piña. En jugos con un contenido mas alto de carotenoides tales como naranja y tomate, el cambio de color es disimulado, pero es visible con la centrifugación o filtrado de los pigmentos suspensos. El obscurecimiento puede también ser disimulado con pigmentos de antocianina solubles en agua, como en el jugo de uvas o de ciruelas pero puede ser mas aparente en jugos mas claros. Los cambios indeseables en sabor son usualmente asociados con la formación de pigmentos oscuros.

El obscurecimiento de los alimentos es corrientemente atribuido a la reacción de Maillard. Este autor encontró que cuando los azúcares y los amino ácidos sufren reacciones, bajo condiciones blandas, una serie de reacciones ocurren , las cuales resultan de la formación de compuestos oscuros de carácter complejo (melanoidinas) con evolución de dióxido de carbono. Las reacciones ocurren en ausencia de oxígeno.

Los jugos cítricos pasteurizados, almacenados en condiciones no refrigeradas, obscurecen considerablemente. En el caso del jugo de naranja, los cambios de color son disimulados hasta cierto punto por los pigmentos de la naranja que están suspensos en el jugo; el cambio de color es mucho mas claro en jugos filtrados.

Hay evidencia de una correlación entre la pérdida de ácido ascórbico y el cambio de color.

Hay dos formas distintas por las cuales el ácido ascórbico es involucrado en reacciones. El jugo envasado en vidrio o en lata protegidos con barniz, cualquier oxígeno residual puede reaccionar con ácido ascórbico para formar ácido dehidroascórbico. El ácido dehidroascórbico, pero no el ácido ascórbico, reacciona en solución a 98°C con  $\alpha$ -aminoácidos para formar compuestos fuertes en color. Una reacción similar puede pasar en el jugo de naranja, pero mas lentamente, por las temperaturas mas bajas y menores concentraciones de amino ácidos.

Se determinó que en botellas de 6oz. de jugo de naranja, incrementandose el "head space" de 10 para 50ml, resulta en considerable aumento el obscurecimiento en almacenaje a 50°C; si se agrega ácido ascórbico, el obscurecimiento en botellas con 50ml de "head space" aumenta mucho mas que en las de 10ml de "head space"

Aparentemente el "head space" con 50ml contiene mucho mas oxígeno que el necesario para convertir el ácido ascórbico en dehidroascórbico.

Se determinó que en el jugo de naranja pasteurizado y embotellado, el cambio de color es detectable con una reducción de 10 a 15% del ácido ascórbico.

Pero el ácido ascórbico continúa disminuyendo aún después que todo el oxígeno disponible ha sido usado en reacciones con el ácido ascórbico. Probablemente, en el jugo ácido el ácido ascórbico es lentamente convertido en furfural, soluciones que son conocidas a oscurecer, especialmente en presencia de aminoácidos.

Fue determinado que la adición de aminoácidos incrementan el cambio de color en el jugo de naranja en presencia de aire.

Otra fuente de oscurecimiento, es la reacción de aminoácidos y azúcares, también en ausencia de ácido ascórbico. Es decir, que existen por lo menos tres tipos de oscurecimiento en el jugo de naranja.

El jugo de naranja almacenado a temperaturas de 7°C, no sufre cambios durante un año. Cuando es almacenado a 15°C, los jugos mas diluidos no sufren cambios, pero el cambio de color se incrementa y aumenta con los aumentos de concentración, pero el oscurecimiento no es muy pronunciado en ninguno de los casos. El almacenamiento a 26°C o arriba, incrementa los cambios de color con los aumentos de concentración por un período determinado.

ALMACENAJE		% SOLIDOS SOLUBLES			
TEMPERATURA °C	PERIODO MESES				
Inicial		0.18	0.17	0.17	0.17
7°	12	0.17	0.15	0.16	0.18
15°C	12	0.18	0.17	0.20	0.24
26°C	12	0.25	0.42	0.94	2.70
38°C	6	0.51	1.10	2.15	6.53
50°C	2	1.05	4.14	7.9	-

Tabla No.4

Densidad de color de jugo de naranja almacenado después de su reconstitución y filtración

La reducción al vacío y la formación de presión en las latas son una medida gruesa de la cantidad de dióxido de carbono liberado. No hay cambios significativos en el vacío en las latas de jugo de naranja concentrado esterilizado, almacenado a 7°C. A 15°C la reducción del vacío es mas evidente solamente en concentraciones mas altas; a temperaturas mas altas, la reducción al vacío se torna evidente a concentraciones siempre mas bajas y finalmente a 50°C una pequeña reducción fue encontrada en el jugo a concentración natural. A 26°C las latas de concentraciones mas altas desarrollaron presión. La Tabla No.5 nos enseña el efecto de temperatura y concentración sobre el jugo almacenado, del punto de vista del vacío y presión.

ALMACENAJE		% SOLIDOS SOLUBLES			
TEMPERATURA °C	PERIODO MESES	13	30	49	71
7°	12	14 IN	12 IN	7 IN	10 IN
15°	12	13 IN	8 IN	11 IN	3 IN
26°	12	14 IN	7 IN	1 Lb	15 Lb
38°	6	14 In	3 IN	2 Lb	19 Lb
50°	2	10 IN	1 Lb	10 Lb	19 Lb

Tabla No.5

Vacío (IN de mercurio) presión (LB/SQ.IN) en latas de jugo de naranja almacenadas

.12. Alimento para ganado (feed meal) y melaza cítrica

Cuando las frutas cítricas son procesadas para la producción de jugo o segmentos, resulta para la utilización, de 45 a 60% de su peso en forma de cáscara, bagazo y semillas. Este material fue considerado por mucho tiempo como un residuo de la industria. En la década de los 30, la cantidad era

insuficiente para provocar el interés de la industria cítrica. Muchas veces el residuo era devuelto para utilizarlo en el campo por su valor como fertilizante. Pero el valor como fertilizante es muy limitado por su bajo contenido de "humus". Su contenido de nitrógeno (cerca de 0.14%) es insuficiente para soportar la acción de bacterias, durante la descomposición y por lo tanto, usa el nitrógeno del suelo, a no ser que se haga una suplementación con fertilizantes químicos. Uno de los métodos usados para superar la deficiencia fue añadir cianamida. Alrededor de 200 a 400 libras de cianamida de calcio por tonelada de residuo fueron agregadas. Resultó una pérdida gradual de amonio en la mezcla. Muchas veces se agregó junto con cianamida, nitrato, sulfato de amonio y superfosfato.

21

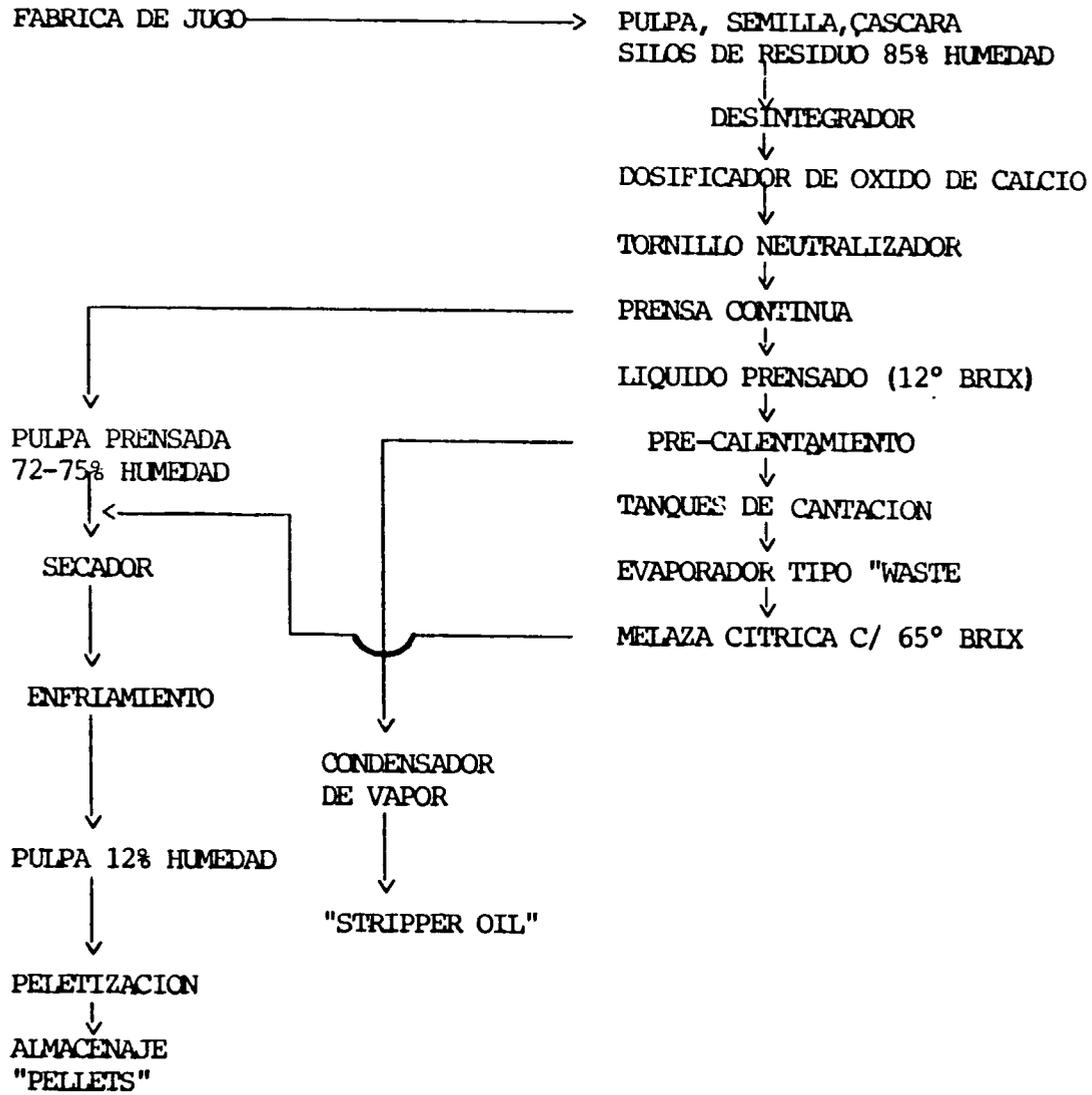
El valor alimenticio del residuo fué reconocido. La deshidratación del residuo fue el método mas indicado. El secado directo no tuvo éxito por su alto contenido de humedad (80 a 85%) y también por la alta viscosidad del residuo.

Se encontró que la naturaleza hidrofílica de pectina del residuo podría ser rota por la acción de óxido de calcio.

La pulpa de naranja para la alimentación animal se inicio en 1927, con ganado de engorde y de leche. Tiene un valor nutritivo igual a la pulpa de remolacha, con bajo contenido de proteínas, fibras y grasa, también con alto contenido de nitrógeno libre y carbohidratos que son de 88 a 92% digestibles. Es considerada una buena fuente de carbohidratos.

FLUJOGRAMA No.5

PRODUCCION DE ALIMENTO PARA GANADO Y MELAZA CITRICA



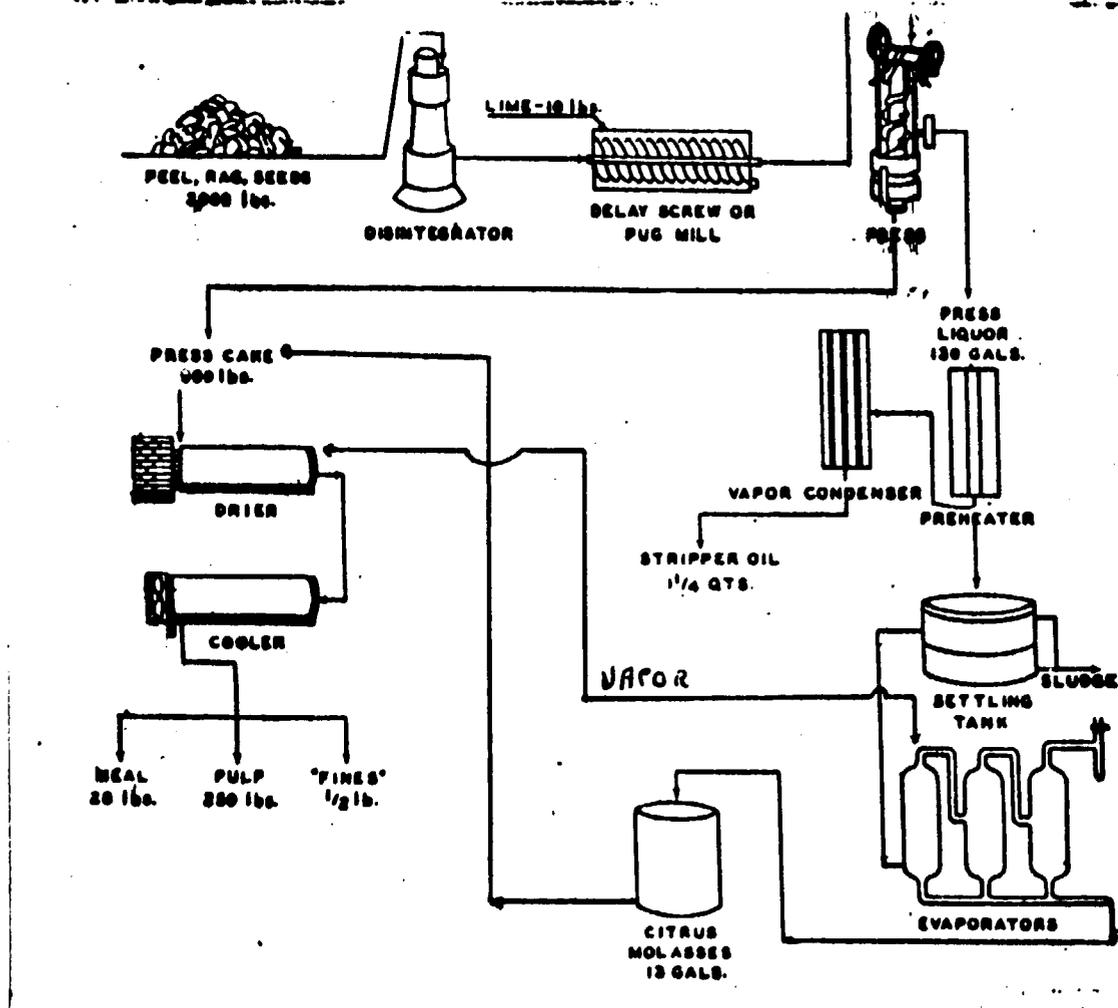


Figura No. 33

Operaciones de producción de "feed-meal" y melaza cítrica

6.13. Proceso para la producción de alimento para ganado ("feed-meal") y melaza cítrica

6.13.1. Materia prima

Es constituida de todo residuo (cáscara, pulpa, semilla, etc) que viene de la fábrica de jugos cítricos o de segmentos la cual es transportada y almacenada en un silo metálico. El tiempo de almacenaje no debe exceder de 12 horas debido a que la pulpa se hace muy dura y provoca el desgaste del equipo.

6.13.2. Desintegración

El residuo es triturado en molinos de martillos, con la reducción de la pulpa en trozos de 1 cm<sup>2</sup>. Después de la trituración se agrega continuamente óxido de calcio o hidróxido de calcio (0.2% a 0.5% en base al peso del residuo). La mezcla del residuo mas el neutralizante son transportados en un tornillo mezclador y permanecen allí hasta por 12 minutos. Para que se llegue a la neutralización se corrige el pH de 6.5 a 7.0. La neutralización se detecta por el cambio que ocurre en el color.

La alta alcalinidad local que ocurre después de la adición de óxido de calcio, causa demetilación de pectina la cual ayuda a la liberación del líquido. La mezcla se convierte en un producto menos "slimy", estando listo para ser procesado.

6.13.3 Prensado

Después que la pulpa es neutralizada, se prensa y libera dos productos: el líquido prensado con 12% de sólidos solubles y la pulpa con 72 a 75% de humedad. En muchos casos se duplica el prensado habiendo una reducción de 65% de humedad de la pulpa.

#### 6.13.4. Calentamiento del líquido prensado

El líquido prensado que tiene alrededor de 10 a 15% de sólidos solubles, de los cuales de 50 a 70% son azúcares, es inicialmente tamizado para la separación de material insoluble y luego calentado para la separación del aceite esencial. Los vapores son condensados y el aceite ("stripper-oil") separado por centrifugación. El líquido es bombeado para tanques de precipitación. La parte precipitada es desechada y el líquido limpio es bombeado para un evaporador tubular.

#### 6.13.5. Concentración

La concentración del líquido es hecha hasta alcanzar 65° Brix. Si los evaporadores son del tipo "waste", o sea los de calentamiento en el primer estado hechos con los vapores que salen del deshidratador, el costo de la operación es casi nulo, del punto de vista de consumo de combustible. La melaza cítrica puede ser comercializada separadamente o puede ser agregada a la pulpa prensada y seguir para el deshidratador.

#### 6.13.6. Deshidratación

La deshidratación es hecha en secadores giratorios a fuego directo con el aire entrando a temperatura de 650°C y saliendo a 116°C. La temperatura de la pulpa se baja a 38°C. La pulpa deshidratada tiene baja densidad y ésta puede ser incrementada (721 a 737 Kg./m<sup>3</sup>), convirtiéndola en "pellets" en un extractor rotativo continuo.

Se mantiene un 10 a 12% de la humedad final. El almacenamiento se hace en silos metálicos a granel y el transporte también es a granel.

### 6.14. Producción de ácido cítrico

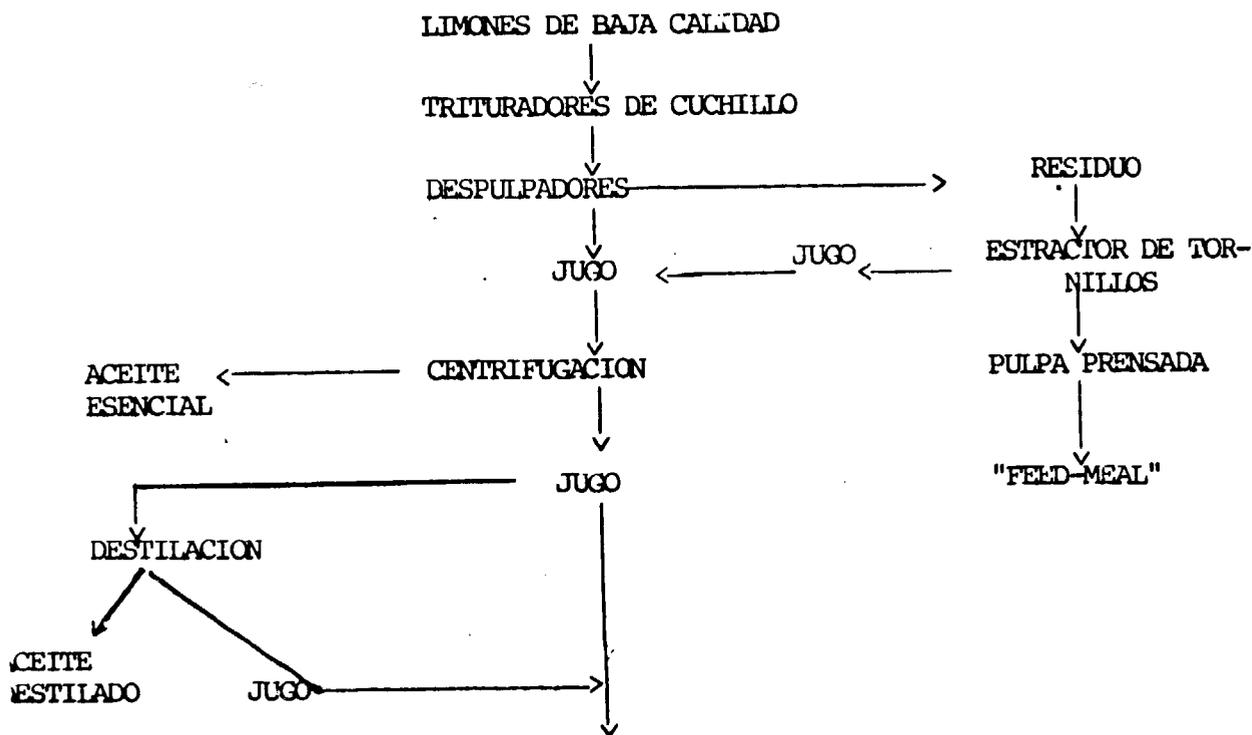
Todas las frutas cítricas contienen ácido cítrico, aunque solamente los limones son usados para la producción de este ácido.

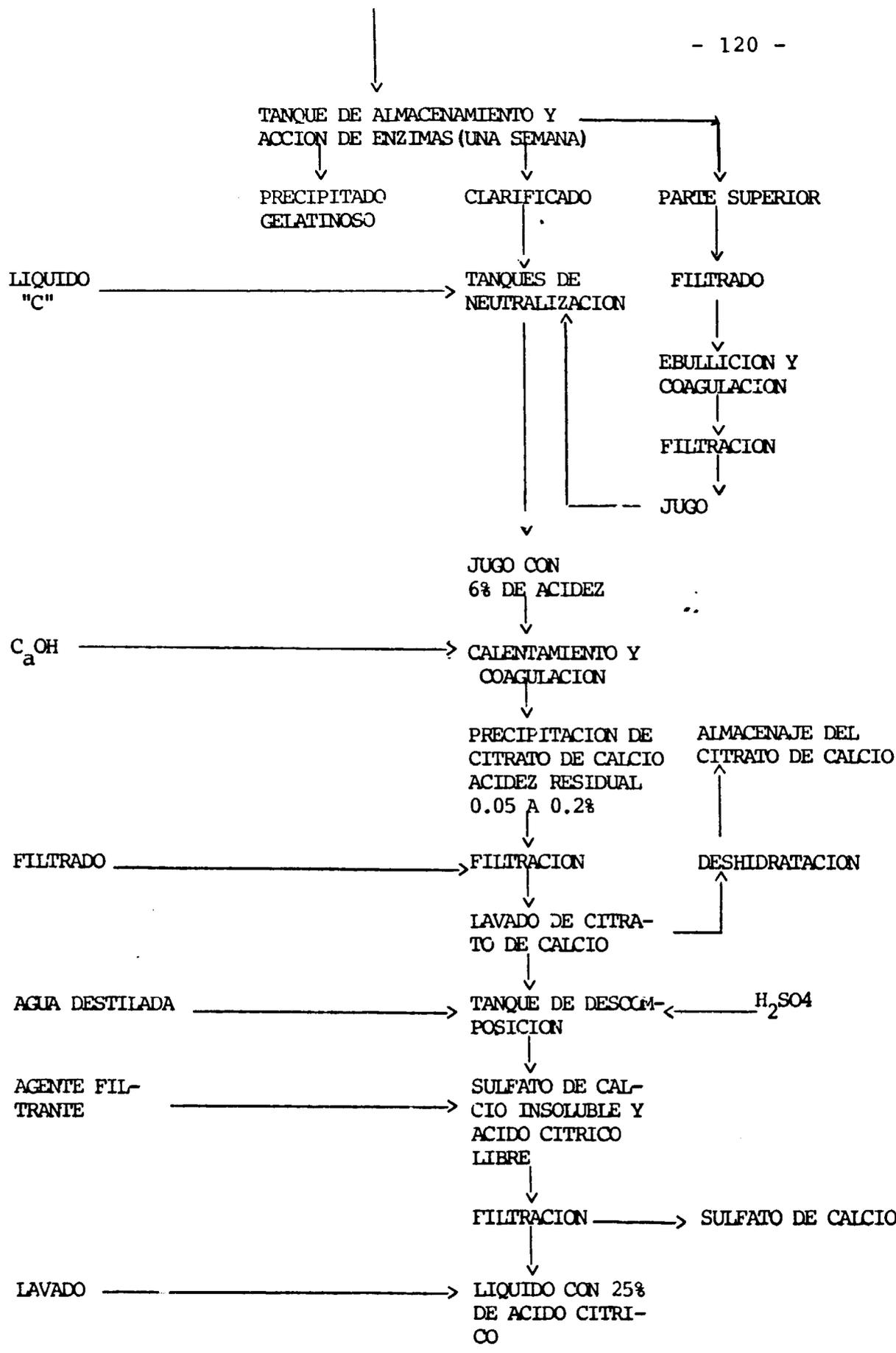
El ácido cítrico se encuentra libre en el jugo pero no puede ser separado inmediatamente. La producción de ácido cítrico en los EE.UU. ha sido substituída por la producción de melaza de remolacha, usando inicialmente la fermentación.

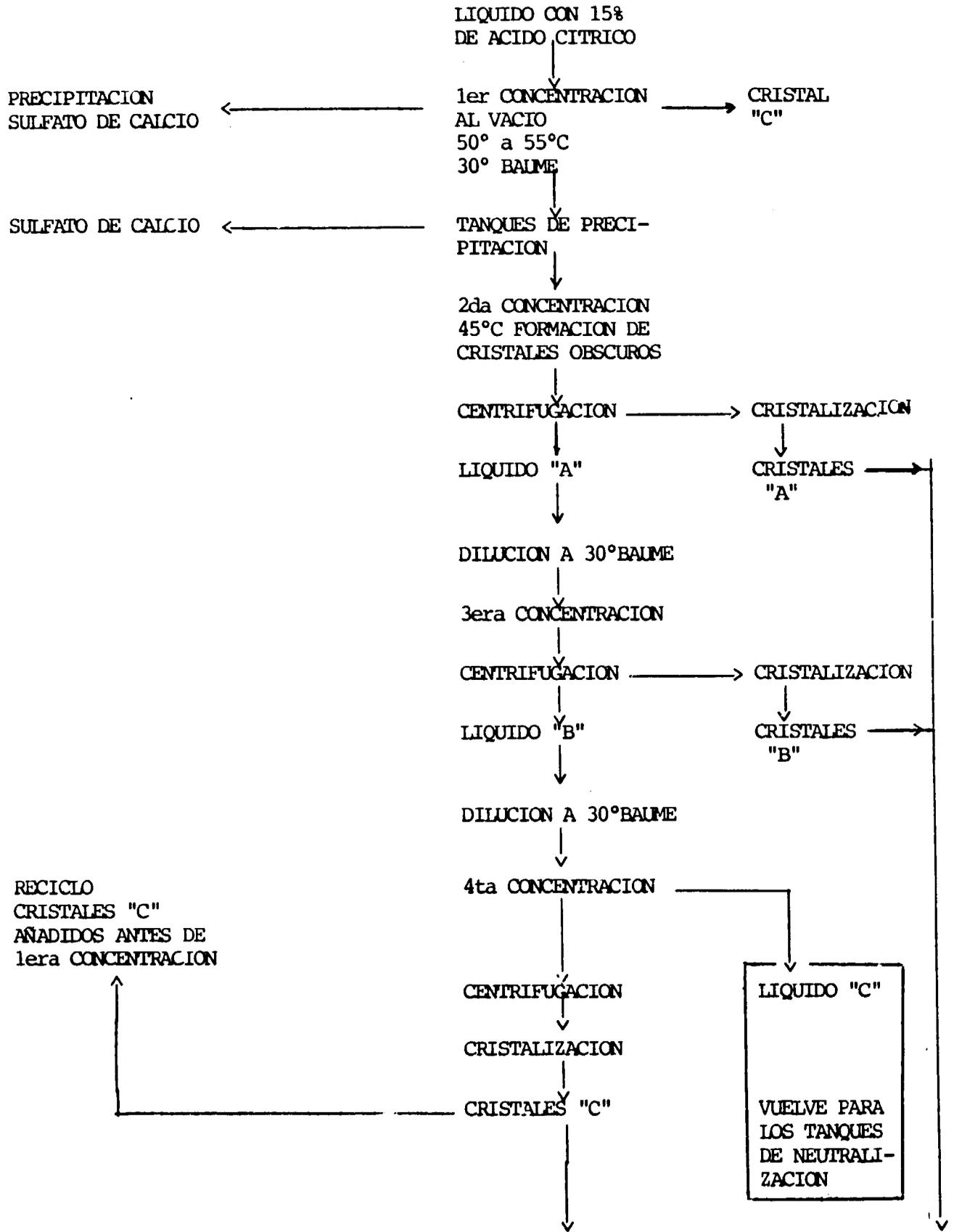
El proceso es basado en la precipitación del ácido cítrico con sal de calcio y descomposición del citrato de calcio con ácido sulfúrico. La materia prima es compuesta de limones de baja calidad, desechos de "packing houses", fábricas de jugo o exceso de una buena cosecha.

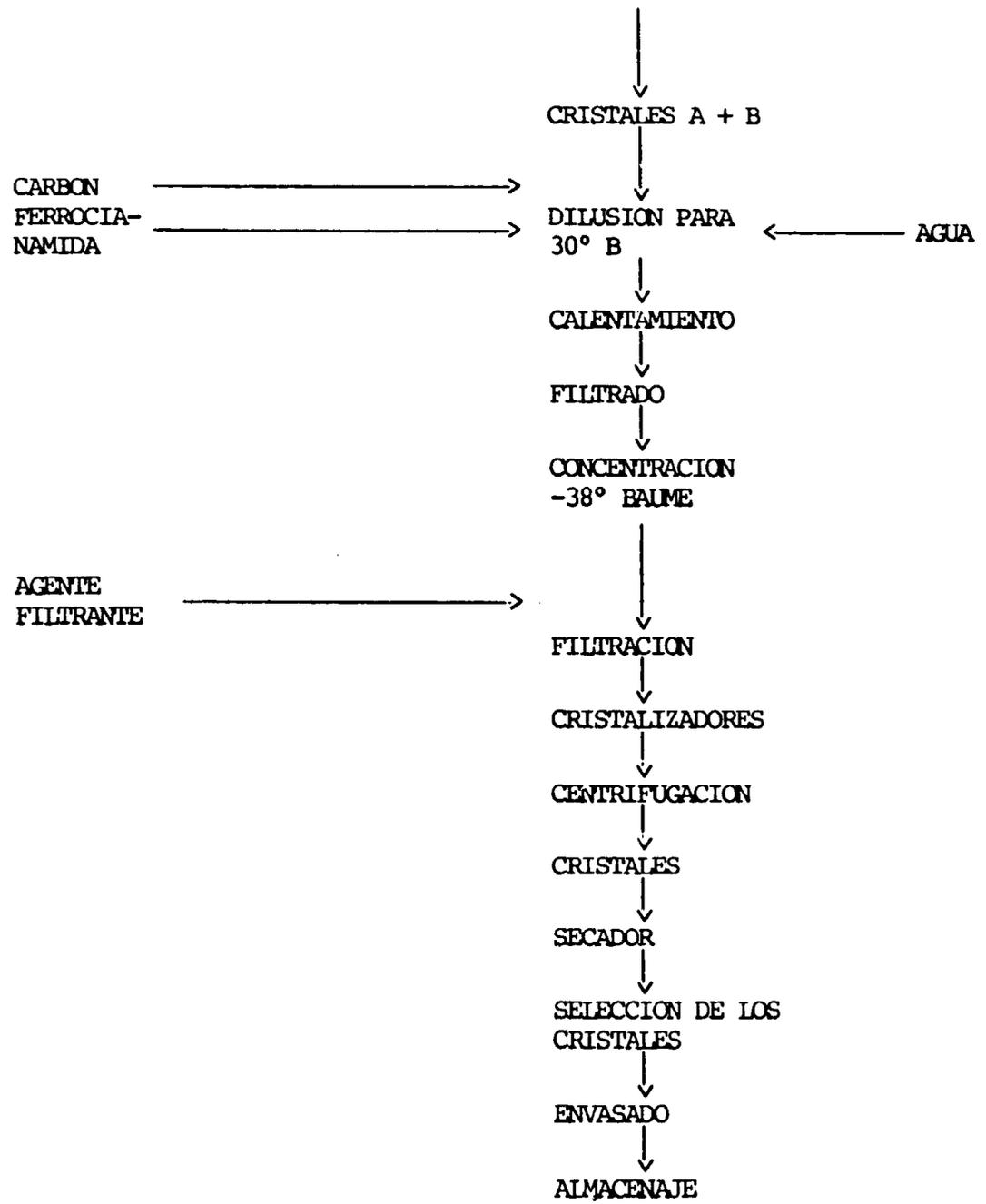
#### FLUJOGRAMA No.6

#### PRODUCCION DE ACIDO CITRICO









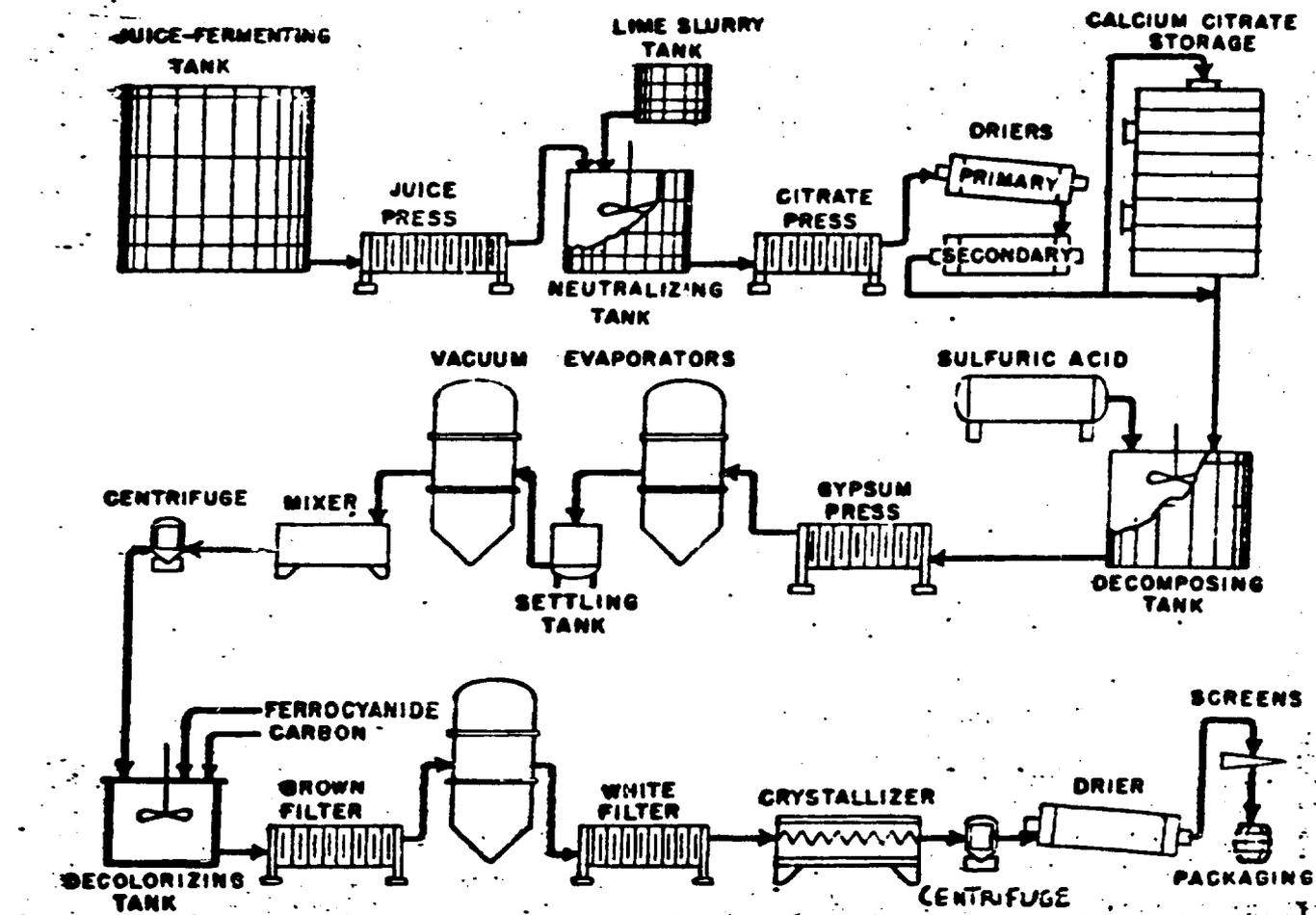


Figura No. 34

Operaciones del proceso para la producción de ácido cítrico

## 6.15. Proceso para la producción de ácido cítrico

### 6.15.1. Trituración. Despulpado y "finishing"

La materia prima formada de limones rechazados de las "packing houses", fábricas de cítricos, exceso de producción, es triturada en un molino de cuchillos. El material triturado es procesado en un despulpador en donde se separa la pulpa del jugo. La pulpa mojada es procesada en un extractor de tornillo para extraer el jugo del residuo. El jugo del despulpador es mezclado con el jugo del "finisher", y es centrifugado para separar el aceite esencial.

### 6.15.2. Destilación y enzimación.

Parte del jugo ya centrifugado es alimentado en un destilador para la remoción del aceite esencial. El jugo destilado es enfriado y mezclado con el jugo no tratado. El último es responsable por la introducción de enzimas pectinolíticas en la mezcla. La mezcla es bombeada para tanques de enzimación, permaneciendo así por una semana para que la acción de la Pectinasterase actúe en la molécula de pectina haciendo la desmetoxilación clarificando el jugo. Se forma un precipitado, el jugo se clarifica y se forma una suspensión de pulpa fina. La parte suspensa es calentada hasta la ebullición y sufre coagulación.

### 6.15.3. Precipitación

El jugo coagulado es filtrado y mezclado con el jugo clarificado en los tanques de precipitación. Una solución de  $C_aOH$  es agregada para precipitar el ácido cítrico en forma de citrato de calcio. La solución alcalina agregada es controlada para evitar el exceso de neutralización, siendo 0.05 a 0.2% la acidez residual deseable. La mezcla es filtrada y desechada, El material retenido en el

filtro es lavado con agua caliente.

#### 6.15.4. Descomposición

El citrato para la producción de ácido cítrico es transportado para un tanque de descomposición con agua filtrada. La mezcla de citrato de calcio obtenida es procesada con ácido sulfúrico. El citrato puede ser también almacenado para uso posterior.

Con la descomposición del citrato de calcio, se libera ácido cítrico y el calcio se combina con ácido sulfúrico para formar sulfato de calcio insoluble. Al añadir el agente filtrante, la mezcla es filtrada y se produce un líquido claro con un contenido de 25% de ácido cítrico; esta concentración tiene una reducción de aproximadamente 15% después del lavado del material. El material que se queda en el filtro es el sulfato de calcio y es eliminado.

#### 6.15.5. Concentración.

El líquido con 15% de ácido cítrico es alimentado en el evaporador al vacío, construido en acero inoxidable, en donde es concentrado a temperatura de 50° a 55°C hasta 30° Baume. Durante la concentración, el sulfato de calcio que aún existe, se precipita. Esta solución concentrada es bombeada para los tanques en donde se separa el precipitado de sulfato de calcio. La solución concentrada es bombeada para otro evaporador. La concentración de ácido continúa bajo el nivel de vacío hasta la formación de cristales oscuros. Esta magma es descargada para ser centrifugada y parcialmente secada. Este ácido crudo es llamado cristales "A".

El líquido que genera los cristales "A" es diluido a 30° Baume y las operaciones de evaporación al vacío son repetidas para obtener un concentrado que genera los cristales "B". Este segundo líquido es también diluido,

precipitado, concentrado y cristalizado para obtener los cristales "C". El líquido "C" es muy impuro para una refinación y es regresado para la operación de neutralización y de reciclo. Los cristales "C" son disueltos en el líquido usado en la primera concentración y es reciclado a través de las operaciones de cristalización "A", "B" y "C".

Los cristales "A" y "B" son combinados en un tanque con el líquido y se vuelven a disolver. Después de tener la mezcla ajustada a 30° Baume, el carbón y la ferrocianida son agregados para la decoloración y remoción de hierro. La mezcla es calentada, filtrada y genera un líquido de ácido cítrico, claro, incoloro que es concentrado a 38° Baume. Este es mezclado con un agente filtrante y filtrado. La solución de ácido es calentada, bombeada para el cristizador, en donde se forman cristales en la magma. El magma blanco es centrifugado y lavado.

Los cristales centrifugados son procesados en un secador con corriente de aire, seleccionados y almacenados.

El ácido cítrico es lo mas usado en la industria química y de alimentos. Sus sales son especialmente los de sodio y son usados en medicina y en los alimentos. Es también usado como efervescente, en la industria de bebidas carbonatadas, etc. y en la industria de pintura.

#### 6.16. Producción de pectina

El residuo de la industria de frutas cítricas contiene cerca de 3% de pectina en base de peso fresco y se forma en una fuente de producción de pectina.

La producción de pectina es un proceso costoso, con innumerables operaciones del tipo "batch", con uso de agentes químicos corrosivos, solventes y filtraciones de soluciones muy viscosas. Las operaciones incluyen: preparación de la cáscara para la extracción o almacenaje para uso posterior; remoción de glicosidos amargos y azúcar cruda; conversión de protopectina de la cáscara en pectina soluble; filtración de la pectina extraída; precipitación; purificación y secado de la pectina preparada.

La cáscara de cítricos, empleada en la producción de pectina es la que se extrajo del aceite esencial. Esta es cortada en trozos pequeños para facilitar el lavado y la extracción. Si la cáscara no es procesada inmediatamente, se calienta a 97°C por 10 minutos para inactivar las enzimas pectinolíticas y se deshidrata para su almacenamiento. Si el uso es inmediato, la inactivación se hace durante el proceso de extracción. La cáscara almacenada, cortada y secada es lavada con gran cantidad de agua, hasta que todos los glicosidos y el azúcar son removidos. Alguna pectina acuosoluble puede ser removida durante el lavado, pero es de poca importancia ya que es de bajo poder gelificante.

La extracción de la pectina es hecha con cáscara y agua, en tanques en donde se procesa el calentamiento. Se agrega ácido sulfúrico o clorídrico concentrado, previamente diluido para evitar exceso de calentamiento local. La adición es hecha hasta que el pH es ajustado a 2.0. Debido a las uniones fuertes de la pectina con iones metálicos polivalentes, debe tenerse mucho cuidado con la purificación

severas de tiempo, temperatura y acidez.

El extracto obtenido contiene aproximadamente 1% de pectina. Si la concentración de pectina en el extracto es baja, éste puede ser evaporado en condiciones a baja temperatura, hasta tener un contenido de pectina de 3 a 4% para facilitar la precipitación.

La filtración del extracto es lenta debido a la viscosidad y alta corrosividad. Se agrega el agente filtrante como terradiatomacea, la cual es añadida durante la operación de la extracción. El filtrado es hecho en dos estados. Uno mas grueso que separa los trozos grandes de pulpa y otro que produce el filtrado claro.

Tanques continuos y filtros trabajando al vacío y a presión, son usados en el proceso de filtrado. La naturaleza corrosiva de los materiales exige el uso de material inerte como el acero inoxidable para los equipos y orlon dynel para los filtros.

La pectina extraída es después purificada, precipitada de la solución y lavada.

- 7 -

## 2. LA MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA

Para tener cosechas más largas que permitan un mejor uso de las instalaciones se consideran siempre en la producción agrícola tres clases de estación: estación de inicio, estación media y final de estación.

Las principales variedades de naranjas para la industrialización en Florida el Estado más grande en procesar cítricos en los Estados Unidos de Norteamérica son: Parson Brown; Hamlin ; Jaffa; Pineapple y Valencia.

Las variedades consideradas de inicio de estación (early season) son: Parson Brown y Hamlin.

La variedad de media estación (midseason) es la Pineapple.

La Valencia es considerada de final de estación (late season).

Usando las variedades de inicio, media y final de estación en Florida se puede lograr un período de seis meses de trabajo.

En Brasil la cosecha es un poco mas larga longrandose hasta ocho

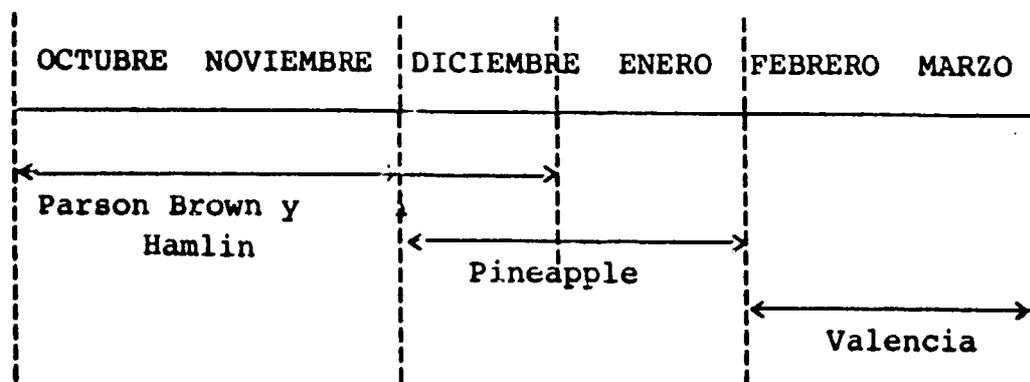
La pectina lavada es drenada y prensada para remover 50% de la mezcla de solvente y agua, y se seca con aire caliente hasta una humedad de 6 a 10%. La pectina seca es tamizada en un tamiz de 60 mesh y almacenada. Alguna pectina cítrica es comercializada en forma líquida en solución con ácido cítrico.

En una fábrica eficiente se logra una reducción en el costo con la recuperación del solvente.

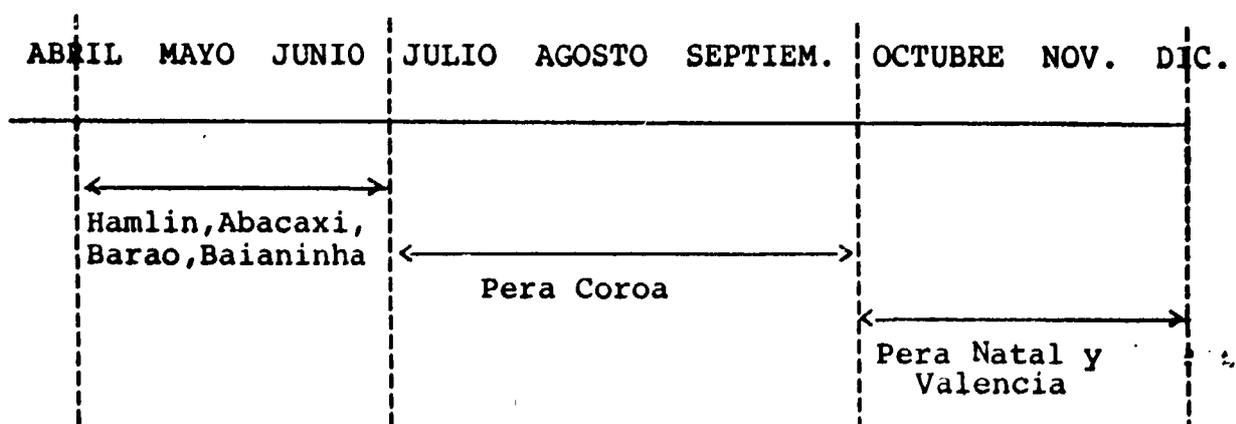
La pectina del extracto puede ser precipitada, usando sales de aluminio. El pH del extracto clarificado es ajustado de 3.8 a 4.5 usando solución de carbonato de sodio y posteriormente agregando sal de aluminio.

Debido a la variación natural de los diferentes frutos cítricos, el proceso de producción de pectina es flexible y por la mezcla de lotes diversos, se puede obtener un producto de grado uniforme. Las pectinas así producidas son llamadas pectinas de gelificación rápida, ya que se gelatinizan muy rápidamente.

Este tipo de pectina es deseable para la producción de jaleas que contienen trozos de frutas y que se quedan en suspensión



En Brasil la distribución de la cosecha industrial es como sigue:



en el producto. Si la gelificación es lenta los trozos van a quedarse en suspensión en la jalea.

La pectina de gelificación lenta es producida con pequeños cambios en el proceso. El extracto de pectina obtenido por el proceso estándar permanece de 10 a 20 horas, de  $-1^{\circ}\text{C}$  a  $4^{\circ}\text{C}$  en contacto con un ácido fuerte. El tratamiento es responsable por una desmetoxilación de la pectina, y quizás una reducción en el peso molecular. Estos cambios producen la característica de una pectina de gelificación lenta.

El valor de las pectinas comerciales es determinado por su habilidad de formar gel.

Por su habilidad de formar gel, las pectinas son estandarizadas para fines comerciales y el estándar es conocido como grado de gelificación (jelly grade), y es un número que representa las libras de azúcar que una libra de pectina puede soportar en una jalea con un contenido de 65% de azúcar y pequeñas cantidades de ácido. Los grados de pectina son determinados por la preparación de una serie de jaleas con 65% de azúcar bajo condiciones y composición definidas. Las proporciones diversas de pectina son usadas en la serie de jaleas, las cuales son comparadas usualmente con la jalea estándar.

Por lo tanto, una libra de pectina grado 200 puede soportar 200 libras de azúcar en una jalea con 65% de azúcar calidad estándar. Una libra de pectina grado 100 soporta 100 libras de azúcar; 1 galón de pectina líquida grado 50 soportará 50 libras de azúcar en una jalea con 65% de azúcar calidad standard.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Quality Control Manual for Citrus Proccesing Plants.  
Publicado por Intercit, Inc.
- 2) ZANGELMI, A.C.B., Curso de Normalizacao en Engenharia de Alimentos promovido pela OEA (Organizaca dos Estados Americanos). Tecnologia de Frutas Cítricas, 1969.
- 3) HENDRIX, C.M. y otros, Quality Control Manual for Citrus Processing Plants. Publicado por Redd Laboratories, Inc.
- 4) TRESSLER, D.K., Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. Publicado por The AVI Publishing Company, Inc. 1961.
- 5) BRAVERMAN, J.B.S. Los Agrios y sus Derivados. Publicado por Aguilar, S.A. de Ediciones, 1960.
- 6) SINGLAIR, W.B. The Orange, Its Biochemistry and Physiology. University of California, 1961.

VOLUMEN II  
ANEXOS Nos. 3,4 y 5

ANEXO No.3

SEMINARIO: SEMINARIO DE CITRICULTURA AUSPICIADO Y  
ORGANIZADO POR AMERICAN CHAMBER OF  
COMMERCE

FECHA: 17 DE AGOSTO DE 1985

IDIOMA: ESPAÑOL

SEMINARIO DE CITRICULTURA

AUSPICIADO Y ORGANIZADO POR AMERICAN CHAMBER OF COMMERCE

EXPOSITOR: ANTONIO CELSO BUENO ZANGELMI, CONSULTOR ONUDI

FECHA: 17 DE AGOSTO 1985

LOCAL: HOTEL CAMINO REAL

PROYECTO: "DESARROLLO AGROINDUSTRIAL INTEGRADO" ELS/82/006

IDIOMA: ESPAÑOL



**AMCHAM**  
**EL SALVADOR**



**AMERICAN CHAMBER OF COMMERCE OF EL SALVADOR**  
66a. AVENIDA SUR No. 169 TELS.: 23-2419 y 23-9604.

PROGRAMA - SEMINARIO DE CITRICULTURA

Auspiciado y organizado por: American Chamber of Commerce

Sábado 17 de agosto de 1985 - Hotel Camino Real - 8 a 5:30 p.m.

Inscripción: Socios \$125 - No Socios \$175

- 8:00 Registro - Inscripción
- 8:30 Apertura
- 8:45 Ing. Roberto Figueroa - Griffin & Brand
- Proyecto de producción de jugo concentrado de naranja para el mercado de exportación.
- 9:30 José Amador (USA) Consultor y Catedrático Texas A+M University
- Aspectos técnicos agronómicos para plantaciones de naranja.
  - Certificación de material vegetativo - variedades - técnicas de viveros - manejo de plantaciones, etc.
- 10:15 Refrigerio
- 10:30 Ing. Antonio C. Zangelmi (Brasil) Consultor N.N.U.U., Citrícolo, etc.
- Industria del jugo de naranja concentrado y derivados del procesamiento industrial de cítricos.
- 11:15 Guadalupe Torres (USA) Consultor - Griffin & Brand, Experto del Mercado de Jugos Concentrados de Cítricos
- Mercado de jugo de naranja concentrado en los E. E. U. U.
- 12:00 Almuerzo
- 1:30 Grupo de Ingenieros Salvadoreños
- Proyecto de Planta de jugo concentrado de naranja para 1,000 hectáreas de naranja en producción.
- 2:15 Fuentes de financiamiento para citricultura: viveros - plantaciones - riego - asistencia técnica - procesamiento - etc.
- 3:00 Refrigerio
- 3:15 Formación de una gremial agroindustrial de citricultura.
- 4:00 Consultas individuales con los conferencistas.
- 5:00 Recepción - Convivio

Reservaciones: Oficinas del AmCham y Teléfonos: 23-2419 y 23-9604

1. INTRODUCCION

El cultivo y la industrialización de frutas cítricas son de gran importancia económica para muchos países por la fuente de ingresos que representa, por el número de empleos que generan, así como por la calidad de alimento que producen, ya que los productos cítricos se presentan como una fuente importante de vitamina C (Acido Ascórbico).

Los dos países más notables en la producción e industrialización de cítricos son: los Estados Unidos de Norteamérica y los Estados Unidos de Brasil.

La industrialización de jugos cítricos en los Estados Unidos de Norteamérica tiene como más de cincuenta años, siendo los estados productores más importantes: Florida, California, Texas y Arizona, respectivamente. De toda la producción americana de naranjas, el estado de Florida participa con un 67%, quedando un 30% para California y 3% para Arizona, Texas, Louisiana, Alabama y Mississippi. En el estado de Florida, como un 80% de la producción agrícola de naranjas es industrializada, ya que las variedades allí producidas son las conocidas como "Juice Fruit". El fruto de California es, antes de todo, usado para la comercialización al natural ("in natura") y casi solamente los desechos son procesados en las plantas procesadoras.

En Brasil la industrialización de frutas cítricas, básicamente naranjas, comenzó cuando una helada en 1962 destruyó y afectó parte de las plantaciones de cítricos en el estado de Florida.

Como consecuencia, se implantó en tiempo record, 6 meses, la primera fábrica en Brasil con capacidad para procesar 1 millón

de cajas de 40.8 kilos por año o sea 40.800 toneladas métricas de naranjas.

Debido al problema cíclico de heladas en los Estados Unidos de Norteamérica y la gran demanda del mercado consumidor local, fue posible obtener un sorprendente desarrollo en la industria cítrica en Brasil, con el objeto básico de explotar el mercado europeo cada vez mas acostumbrado a la introducción del jugo de naranja en la dieta alimenticia. Para 1968, Brasil se había convertido en el segundo procesador de frutas cítricas, después de los Estados Unidos de Norteamérica y el primer exportador. A fines de la década de los años setenta, Brasil lograba superar a los Estados Unidos de Norteamérica en cantidad de fruta procesada, convirtiéndose en el mayor productor y mayor exportador de jugo de naranja.

El estado mas importante es el estado de Sao Paulo, que mantiene un 95% de la cantidad procesada, quedando como un 5% para el estado de Sergipe y Rio Grande del Sur.

Otros países procesadores de frutas cítricas son: Japón, España, Italia, Israel, Marruecos, Africa del Sur, Grecia, Argentina, Uruguay y Cuba.

Cada uno de estos países tienen características especiales en la forma de trabajar el fruto y de explotar el mercado.

Los Estados Unidos de Norteamérica tiene las plantas mas diversificadas con una amplia gama de productos y con la comercialización orientada hacia el mercado interno.

Los productos básicos de las plantas americanas son: jugo concentrado congelado con 44° Brix; jugo simple enlatado; jugo enfriado (chilled juice); segmentos; aceite esencial; alimento para ganado (feed meal) y pectina cítrica.

Los jugos producidos en los Estados Unidos de Norteamérica mantienen una calidad muy alta, ya que son elaborados para el consumo directo y para un mercado muy exigente, o sea el americano y el europeo.

Como ya hemos analizado antes, el estado que tiene la mas grande industrialización es Florida. Aunque las frecuentes heladas de 1983-84 y 1984-85 han reducido mucho la capacidad de producción de este estado, ya que no solamente les afecta a los frutos sino que también a los árboles, ocurriendo reducciones en la producción hasta por 4 años.

Así es que debido a cada helada, países como el Brasil incrementan su producción ocupando el vacío dejado en el mercado y nuevos países se preparan para entrar en la actividad de la industrialización de cítricos.

Como consecuencia de las dos últimas heladas en Florida, el precio de exportación del jugo brasileño que estaba siendo exportado en 1983 a US\$1000.00/ton.métrica de jugo concentrado congelado con 65° Brix, tuvo un incremento a US\$2000.00/ton.métrica en 1984 y en la actualidad es comercializado por US\$2500.00 hasta US\$3000.00/ton.métrica.

El jugo de naranja concentrado de Brasil que representaba el cuarto rubro de la exportación de manufacturados después del café, carne enlatada y calzado, es ahora el primero, con un ingreso de más de 1 billón de dólares.

Es decir que, por cada helada en Florida hay una pérdida de posición del producto americano en el mercado, que es irreversible, debido a los altos costos de recuperación de las plantaciones. El alto costo de las tierras y la invasión de las áreas agrícolas por la urbanización se convierten en otro problema para la Florida.

La industria de cítricos en Brasil se caracteriza por una orientación bien definida hacia la exportación. El número de plantas no es grande pero poseen una gran capacidad procesadora y son fábricas muy modernas.

Con 12 plantas adentro y 3 plantas fuera del estado de Sao Paulo, el Brasil procesa mas naranjas que 43 fábricas instaladas en el estado de Florida.

El producto básico es el jugo concentrado congelado para manufactura con 65° Brix.

Con el objeto de reducir costos y crear condiciones de manejar grandes volúmenes de jugo, se desarrolló en el país el sistema de "suco-duto" (jugo-duto) o sea, a similitud del petróleo, el jugo concentrado es bombeado del área de producción para grandes tanques de acero inoxidable (300.000 litros) instalados dentro de cámaras frías y de allí bombeados para vagones tanques de ferrocarril. De allí, son transportados hasta el puerto y luego bombeados para navios-tanques similares a los petroleros.

Otro producto básico es la alimentación para ganado (feed-meal) que es elaborada con los residuos que deja la industria cítrica.

También se produce aceite esencial. Otros productos son de pequeña importancia económica.

La industria cítrica de Israel se caracteriza por procesar bajas cantidades de fruta, siendo la mayor parte desechos de "Pack-ing-houses". También importan grandes volúmenes de concentrado del Brasil y de Estados Unidos de Norteamérica para mezclarlos con sus productos y elaborar productos especiales, tales como la base para bebidas carbonatadas, agentes responsables por opacidad y otros. Las fábricas son pequeñas, bien diversificadas en los productos terminados así como en los equipos usados.

Del punto de vista técnico, puede decirse que las fábricas brasileñas son instalaciones ejemplares, en el sentido de ingeniería mecánica y las fábricas de Israel son pequeñas instalaciones con un amplio conocimiento químico y bioquímico de los productos que elaboran.

Las fábricas del Japón son especializadas en procesar Satsumas (mandarinas japonesas) con instalaciones mas sencillas comparables con las fábricas americanas y brasileñas.

Han desarrollado un producto de gran aceptación en el mercado del Japón, así como en los países arabes, que es el néctar de naranja que puede ser mantenido a temperatura ambiental con pequeños cambios en su sabor, color, así como en las pérdidas de vitamina C. (Acido ascórbico).

Las plantas italianas instaladas en Sicilia y Regia Calabria, son unidades pequeñas y la mayor parte de éstas son pobres en instalación y equipo y despreocupados con la calidad del jugo desde el punto de vista de sabor, ya que se especializan en la producción de la base para las bebidas carbonadas, las cuales son de muy buena calidad.

También se le da gran importancia a la extracción de los aceites esenciales, principalmente del limón, que representa un ingreso muy grande para las fábricas.

Es decir, que en cada país procesador de cítricos se desarrolla una industria que tiene los siguientes factores básicos, determinando su orientación:

- Cantidad de materia prima
- Tipo de materia prima
- Mercado potencial local
- Mercado de exportación
- Costos internos

- Inversiones adecuadas para las cantidades procesadas
- Competencia de otros países

Esta orientación de carácter general tiene profunda interferencia en el planeamiento de la fábrica, selección de líneas de procesamiento, así como en la escogida de los equipos.

Cualquiera que sea el país que tenga programado entrar en la industrialización de frutas cítricas y que no tome en consideración los factores antes mencionados para un análisis profundo de sus condiciones y posibilidades, incurrirá en un alto riesgo con posibilidades de errores.

Los países de centroamérica, por ejemplo pueden y deben tener su industria cítrica, aunque el concepto de la industria que se va a desarrollar requiere un amplio estudio y un análisis profundo de los factores coyunturales.

COMPOSICION FISICA DE NARANJAS Y POMELO

<u>COMPONENTE</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Jugo	40-45
Flavedo	8-10
Albedo	15-30
Pulpa	20-30
Semillas	0- 4

La composición química de naranjas y pomelo es la siguiente:

COMPOSICION QUIMICA DE NARANJAS Y POMELO

<u>COMPONENTE</u>	<u>PORCENTAJE</u>
Agua	86-92
Azucares	5- 8
Pectina	1- 2
Glicosidios	0.1-1.5
Pentosanas	0.8-1.2
Acidos	0.7-1.5
Fibras	0.6-0.9
Proteínas	0.6-0.8
Grasa	0.2-0.5
Aceite esencial	0.2-0.5
Minerales	0.5-0.9

Ciertos puntos necesitan ser considerados y analizados para establecer si una determinada producción de frutas cítricas es recomendable para la industrialización.

El control, determinaciones y análisis están hechos para muestras y han sido tomadas desde los puntos siguientes:

- En el campo
- De las cargas que llegan a la fábrica

## 2.1. Control de la materia prima en el campo

### Evaluación de la maduración del fruto

Las muestras tomadas en el campo tienen como objetivo establecer la evolución de la maduración de los frutos, así como la caracterización de los lotes.

El punto de maduración del fruto está demostrado por la relación del Brix/acidez total.

Con la maduración del fruto hay un incremento de sólidos solubles que contienen como un 85% de azúcares y una reducción de la acidez total demostrada en ácido cítrico.

Bajando la acidez total y aumentando el Brix (porcentaje de sólidos solubles) hay un incremento del ratio o sea la relación del Brix/acidez total. Por lo tanto, cuanto más madura sea la naranja más alto será el ratio.

Por lo tanto, los analistas hacen periódicamente una inspección en las plantaciones de cítricos recogiendo muestras y analizándolas en el campo para determinar la curva de maduración del fruto. Basado en la curva es que se determina cuando la producción estará buena para ser cosechada.

### Evaluación del rendimiento en sólidos solubles

Otro análisis a los frutos en el campo es la determinación del peso de sólidos solubles.

El peso de sólidos solubles es dado por la siguiente fórmula:

$$Kss/Pf = \frac{\%B}{100} \cdot Pf \cdot R \frac{Pj}{Pf}$$

Kss = Kilos de sólidos solubles

Pf = Peso de fruta

B = % Brix (% de sólidos solubles)

R = Rendimiento

Pj = Peso de jugo

Pf = Peso de fruta

Por lo tanto, el analista del campo toma una muestra de frutos, lo pesa, hace la extracción del jugo, lo pesa y establece la relación de peso de jugo por peso de muestra, o sea el peso de las frutas.

Las muestras tomadas pueden tener siempre el mismo peso para estandarizar la metodología. Lo más común es usar el peso de una caja estandar de cosecha, o sea 40.8 kilos.

Supongamos que para 40.8 kilos de fruta se estrajeron 19 kilos de jugo y se determinó un Brix de 10°, tendremos:

$$K_{ss} = ?$$

$$P_f = 40.8 \text{ kilos}$$

$$B = 10^\circ$$

$$P_j = 19$$

$$R \frac{P_j}{P_f} = \frac{19}{40.8}$$

$$P_j = 19$$

$$K_{ss}/P_f = \frac{10}{100} \cdot 40.8 \cdot \frac{19}{40.8}$$

$$K_{ss}/P_f = 1.9 K_{ss}/40.8 = 1.9 K_{ss}/\text{caja estandar}$$

Por lo tanto, cuanto más alto el Brix (% de sólidos solubles) y más alto el rendimiento en peso de jugo para el peso de fruta, más alto será el rendimiento industrial en el peso de los sólidos.

Ejemplo:

Si consideramos dos plantaciones de naranjas, una de 24.2 hectáreas conteniendo 207 árboles/hectárea, o sean 5.009 árboles y la segunda plantación de 29.04 hectáreas, conteniendo 207 árboles/hectárea o sean 6.011 árboles, con una producción promedio de 2 cajas estandar (40.8 kilos/caja) por árbol y más lo datos siguientes:

1era. Plantación

$$\text{Brix promedio} = 13\%$$

$$\text{Rendimiento} \frac{P_s}{P_f} = 48\%$$

2da. Plantación

$$\text{Brix promedio} = 10\%$$

$$\text{Rendimiento} \frac{P_s}{P_f} = 50\%$$

Considerando que el precio de las dos plantaciones es lo mismo, determinar la más conveniente para la fábrica al adquirirla.

1er. Caso

$$Kss/P = \frac{\text{Brix}}{100} \cdot P \cdot R \frac{P}{P 100}$$

$$Kss/P = ?$$

$$P = 24.2 \times 207 \text{ árboles} \times 2 \text{ cajas/árbol} \times 40.8 = \\ = 408.768 \text{ kilos de naranja}$$

$$R = 48\%$$

$$\text{Brix} = 13\%$$

$$Kss/P = \frac{13}{100} \cdot 408.767 \cdot \frac{48}{100} =$$

$$Kss/P = \underline{\underline{25.507 \text{ Kss}}}$$

$$\text{Kss/Caja} = \frac{25.507}{10,018} = \underline{\underline{2.54 \text{ Kss/caja}}}$$

2do. Caso

$$Kss/P = ?$$

$$P = 29.04 \times 207 \text{ árboles} \times 2 \text{ cajas/árbol} \times 40.8 = \\ = 490.520 \text{ kilos de naranja}$$

$$R = 50\%$$

$$\text{Brix} = 10\%$$

$$\text{Kss/P} = \frac{10}{100} \cdot 490.520 \cdot \frac{50}{100} = \underline{24.526 \text{ Kss/caja}}$$

$$\text{Kss/caja estandar} = \frac{24.526}{12.022} = \underline{2.04 \text{ Kss/caja}}$$

Conclusi6:El planteamiento del caso No.2 es mas extenso, tiene mäs 6rboles pero va a generar al menos 4% de s6lidos solubles cuando se industrialize. La decisi6n de compra es por el planteamiento del caso No.1.

Por lo tanto, los dos factores cantidad de jugo y porcentaje de s6lidos solubles determinan el rendimiento, del punto de vista de la materia prima.

## 2.2. Control de la materia prima que llega a la planta procesadora

El control de la materia prima que llega a la planta procesadora tiene los objetivos siguientes:

- a) Determinar la calidad de los frutos del punto de vista de maduraci6n y sabor.
- b) Determinar el rendimiento en el jugo y el peso de s6lidos solubles.
- c) Controlar el rendimiento industrial con base al rendimiento te6rico determinando la eficiencia de la planta procesadora.

### Recibimiento de la fruta

La operación de recibimiento es de gran importancia para el resultado final de la fábrica. El control presenta algunas diferencias de un país productor a otro. A continuación señalaremos los puntos mas importantes de cada país como si fueran todos ellos aplicados en una misma fábrica.

La cosecha de las naranjas, el cítrico de mayor importancia por las cantidades procesadas, es manual en casi todos los países. En Florida se usa la cosecha mecánica debido al alto costo de la mano de obra.

La cosecha mecánica es aplicada durante los años de super producción cuando las pérdidas causadas por daños al fruto no son de mucha importancia en virtud de los volúmenes elevados.

Los frutos son transportados en camiones de 8 a 30 toneladas métricas, en muchos casos especialmente construidos con la finalidad de permitir una perfecta ventilación de los frutos durante el transporte.

La descarga es hecha por gravedad con la utilización de rampas hidráulicas.

El camión sube sobre la rampa la cual mueve la parte delantera arriba hasta el punto en que los frutos empiezan a moverse por la acción de la gravedad. Luego, hay una banda transportadora que lleva los frutos hasta el área de almacenaje.

El almacenaje es hecho en silos almacenándose de arriba para abajo.

De la banda transportadora los frutos son llevados por un elevador vertical que tiene un dispositivo que permite sacar muestras representativas de la carga. Como promedio se

toma una caja standard por carga o sea 40.3 kilos de frutas.

La muestra tomada es trasladada por una pequeña banda transportadora hasta el laboratorio para inspección y análisis.

Los siguientes análisis y determinaciones son hechos para la muestra tomada:

Determinación del: Brix

Acidez total

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Brix}}{\text{Ac.Total}}$$

Peso del fruto

Peso del jugo extraído

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso del jugo}}{\text{Peso de la fruta}}$$

Peso de sólidos solubles

Galones de jugo/caja standard

Color

Para la producción de jugo para la alimentación infantil, se determina el contenido de vitamina C (Acido ascórbico)

#### Brix (total de sólidos solubles)

El jugo de frutas cítricas tiene un número grande de constituyentes solubles, principalmente azúcares, con pequeñas cantidades de ácidos orgánicos, vitaminas, proteínas, aminoácidos libres, aceite esencial, glucosidos y otros componentes.

Aproximadamente 85% del total de sólidos solubles son azúcares. Estos son medidos como tal en pruebas oficiales por medio de un hidrómetro. También puede ser medido en un refractómetro con fines no oficiales.

Acidez total (titulavel)

De los ácidos en las frutas cítricas (jugos cítricos), el ácido cítrico es el principal, con pequeñas cantidades de ácido málico, tartárico y succínico, también presentes. La acidez se expresa en el ácido cítrico anhidro el cual es el predominante.

Relación (ratio) del Brix por la acidez total

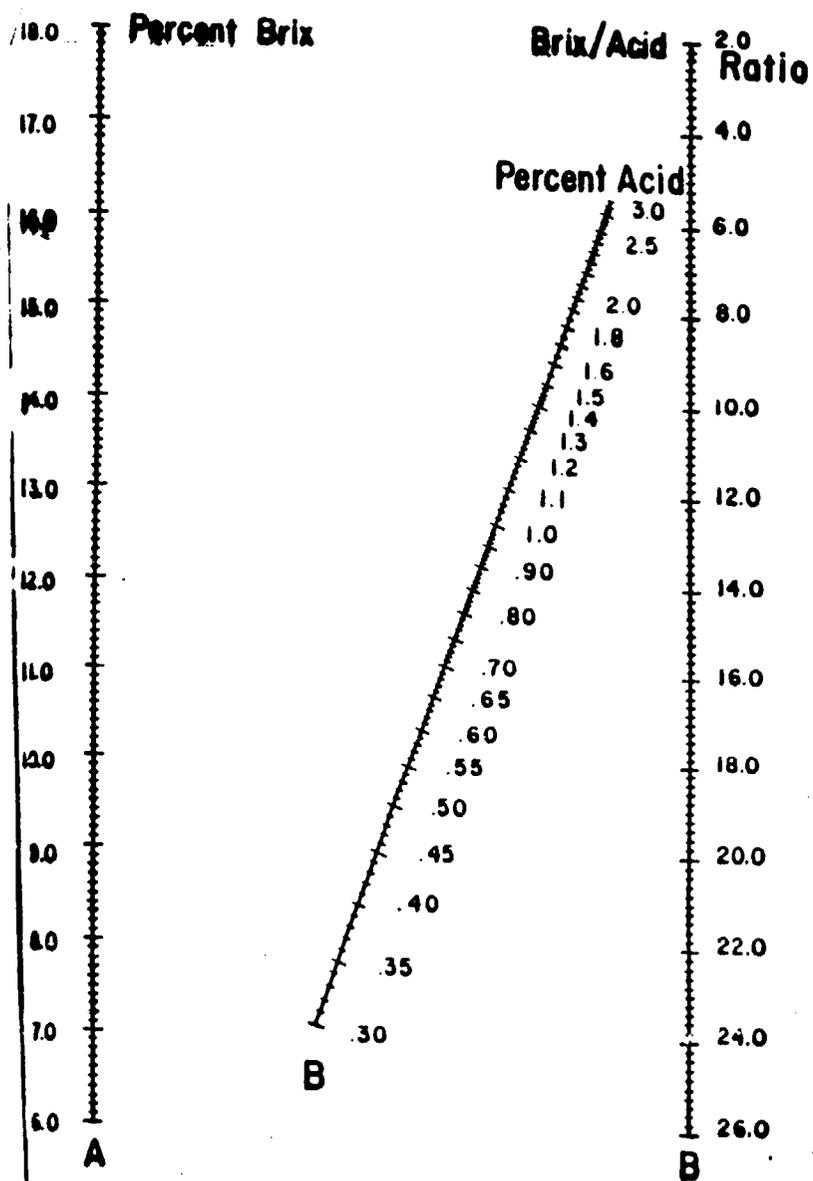
La proporción del Brix para la acidez total o relación, es encontrada por la simple división o usando la guía técnica para el ratio (Figura No.1).

Existe una escala variable para los requisitos concernientes a naranjas, grapefruit, "temples", mandarinas y tangelos. La fruta con un Brix más alto puede tener una acidez más alta o el ratio más bajo que una con un Brix más bajo.

La proporción de azúcares para el ácido tiene relación con la palatabilidad del jugo; por lo tanto, cuando los azúcares están bajos, los requisitos para el ratio aumentan y la acidez es proporcionalmente más baja. Esto hace que los azúcares sean más perceptibles al paladar de los probadores.

FIGURA No. 1

CONVERSION DE BRUX Y PORCENTAJE DE ACIDEZ EN BRUX/  
ACIDO RATIO



También hay que considerar que los requisitos para la madurez de la mayor parte de variedades, también incluye un ratio mínimo, que hay que encontrarse independiente del contenido de Brix del jugo.

#### Libras o kilos de sólidos solubles

En la mayor parte de los países procesadores de frutas cítricas, la adquisición del fruto es hecha con base en kilos o libras de sólidos solubles disponible en el fruto.

En Brasil la compra es hecha por peso del fruto convertido en número de cajas standard de 40.8 kilos y el valor unitario definido por caja es multiplicado por el número de cajas recibidas.

La compra con base en el peso de sólidos solubles disponibles es buena para el productor, así como para la fábrica.

El productor que produce naranjas mas ricas en sólidos recibe valores de pago mas altos por su fruta y así es estimulado para hacer tratos culturales que incrementan el peso de sólidos solubles en la fruta.

La fábrica paga en realidad por los sólidos, que es lo mas importante industrialmente.

En los países en donde la fruta es adquirida con base en el peso de fruta, hay que mantener un registro paralelo de las plantaciones que poseen mas sólidos y éstas son preferenciales para su adquisición.

La compra con base en libras o kilos de sólidos solubles es hecha como sigue:

Tómese una muestra de una caja standard de 40.8 kilos o 90

libras que representa la carga y se hace la extracción del jugo.

La extracción es hecha en una unidad extractora igual a las instaladas en la planta para poder usar los datos encontrados para el control del rendimiento industrial y la eficiencia.

El jugo extraído es pesado y el cociente del peso del jugo por el peso de la muestra da el rendimiento del jugo.

El rendimiento es multiplicado por el peso de la muestra y por el Brix, generando el peso de sólidos solubles.

La fórmula aplicada es la siguiente:

$$Kss/Pf = \frac{B}{10.000} \cdot Pf \cdot R \frac{Pj}{Pf}$$

Muchas fábricas establecen un mínimo de peso en sólidos solubles, ya que el jugo muy bajo en sólidos representa un costo muy alto de evaporación para llegar a la concentración final en la producción del jugo concentrado.

#### Galones de jugo por caja standard

El rendimiento del peso de jugo es controlado mucha veces, aceptando solamente los frutos que en la extracción producen un mínimo de peso de jugo por peso de fruta.

Este control es hecho ya que los frutos bajos en rendimiento de jugo toman el mismo tiempo de extracción que los frutos ricos en jugo, bajando así la capacidad de extracción de la línea.

El cálculo es hecho como sigue:

$$\frac{G.J.}{C.S.} = \frac{P_j}{P_f} \cdot \frac{P_{C.S.}}{P_{J/G}}$$

G.J. = Galones de jugo

C.S. = Caja standard de 90 libras

P<sub>j</sub> = Peso de jugo

P<sub>f</sub> = Peso de fruta

P<sup>P</sup><sub>C.S.</sub> = Peso caja standard

P<sup>P</sup><sub>J/G</sub> = Peso jugo por galón

Ejemplo:

Si la muestra de fruta pesa 40 libras y el jugo extraído de ésta pesa 20 libras y el galón de jugo (con un contenido de 12% de sólidos solubles) pesa 8,72 libras, tenemos:

$$G.J./C.S. = \frac{20}{40} \cdot \frac{90}{8,72} = 5,16$$

El rendimiento es afectado por un gran número de factores, tales como: variedad, rizoma, tipo de suelo, prácticas culturales, temperatura y residuo pluviométrico. La mayor parte de naranjas en buen punto de maduración contienen de 45 hasta 52 libras de jugo, o sea de 5 hasta 6 galones de jugo por caja standard.

Este ha sido un control mas frecuentemente usado en los Estados Unidos de Norteamérica, pero hoy día es aplicado en pocas fábricas.

Evaluación del valor de la fruta

La inspección de una muestra representativa garantiza que solamente las naranjas que llenan los requisitos de calidad mínima son procesadas. Al mismo tiempo, las informaciones obtenidas por las pruebas son utilizadas por la planta para determinar si el fruto es adecuado para la concentración y como la carga tiene que ser mezclada con otras, cuando procesadas, para mantener un producto uniforme. Finalmente, es la base para determinar las condiciones de pago.

### 3. ALMACENAJE DE LA MATERIA PRIMA

El almacenamiento de los frutos cítricos en la fábrica, principalmente naranjases hecho con dos objetivos básicos: a) tener frutos en cantidad suficiente para operar la fábrica por lo menos 24 horas y b) permitir la mezcla de diferentes cargas para estandarizar el producto final.

El almacenamiento es hecho en sistemas de silos contruidos de madera o de acero, de manera que permita la perfecta ventilación de los frutos.

Las células de los silos tienen la capacidad de almacenar de 200 a 600 cajas de naranjas standard. La capacidad de almacenaje de cada célula es determinada por las condiciones de trabajo, inversión financiera deseable y capacidad de carga de los camiones.

Las medidas mas comunes para cada célula son 2.00 x 4.00 m x 7.00 m como en la figura No.6.

Del punto de vista de la capacidad de los camiones, la célula de los silos deben tener condiciones de almacenar una carga o el múltiplo de una carga.

Del punto de vista de formación de costos, el costo mas bajo es el que tiene las células con capacidad de hasta tres veces la capacidad de una carga.

Del punto de vista de flexibilidad, las células con capacidad para una carga son las mas indicadas, y tienen una formación de costo más alto.

El silo es formado por un conjunto de células y el número de células depende de la capacidad de la fábrica y de la capacidad individual de cada célula.

Dependiendo de la capacidad de la fábrica, el silo deberá estar en condiciones de almacenar fruta suficiente para un trabajo mínimo de 24 horas.

Ejemplo: Si una fábrica tiene la capacidad de procesar 1000 cajas por hora, los silos deberán tener la capacidad de almacenar 20.000 cajas de naranjas.

Si las células son construídas para 600 cajas cada una, la fábrica necesita 34 células.

Cada célula recibe una o más de una carga con las mismas características de ratio o sea la misma faja de ratio Brix/acidez total.

Las células son controladas por la fecha de llegada del fruto y por el ratio.

También el sistema de silos usado permite a través de la mezcla de frutas de diferentes variedades, lograr correcciones en la coloración final del jugo.

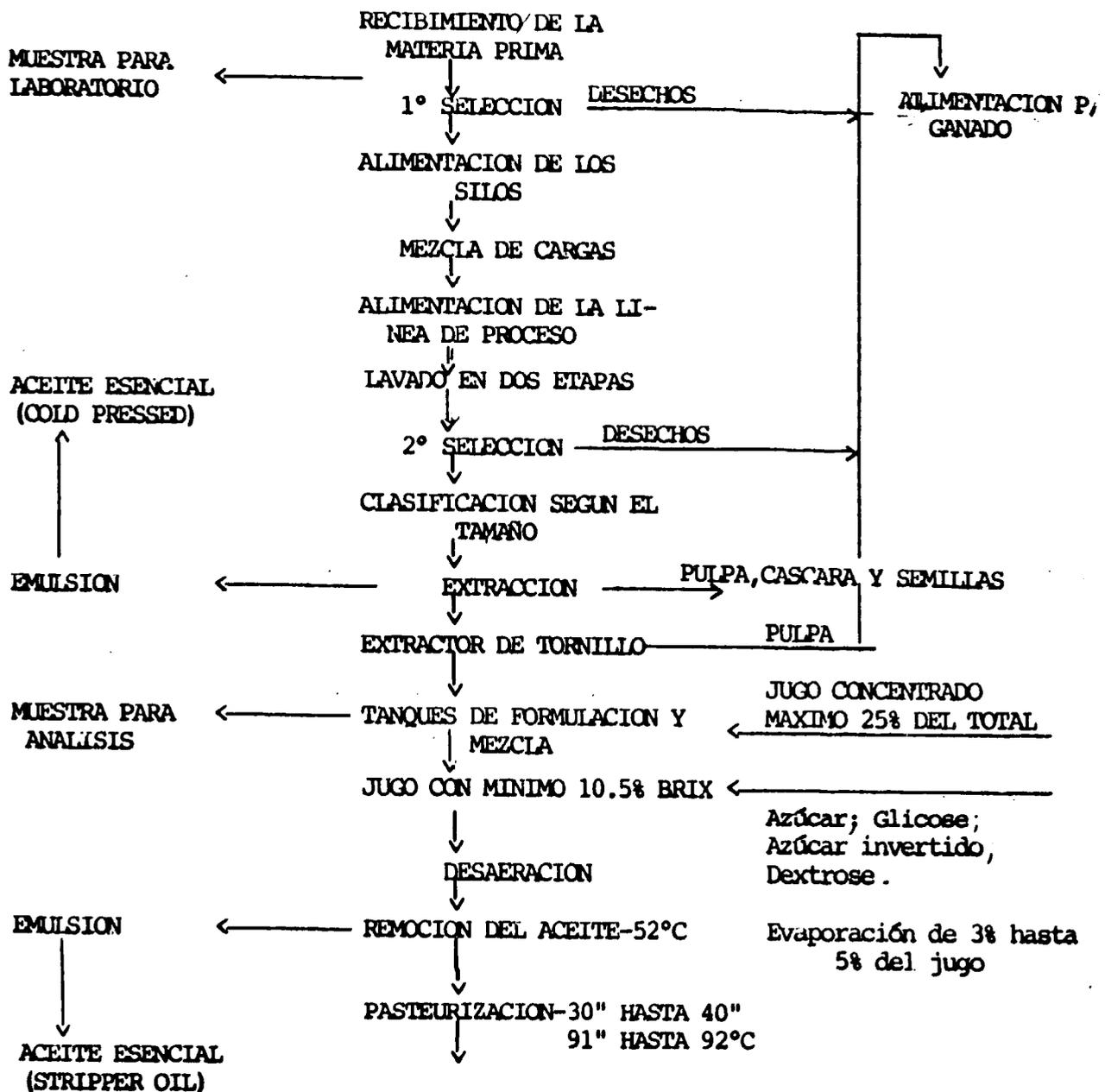
El tiempo máximo de permanencia de los frutos en los silos es de 36 horas.

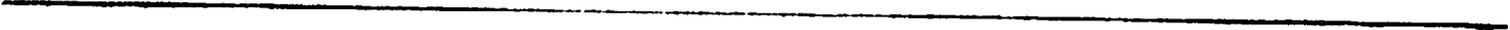
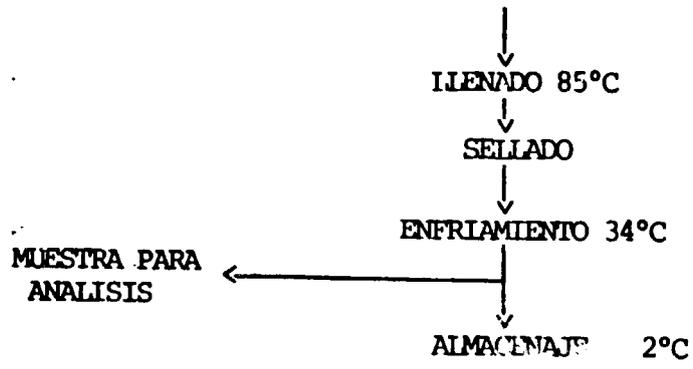
4. PROCESOS DE PRODUCCION

4.1. JUGO DE NARANJA PASTEURIZADO

FLUJOGRAMA No.1

PRODUCCION DE JUGO DE NARANJA PASTEURIZADO





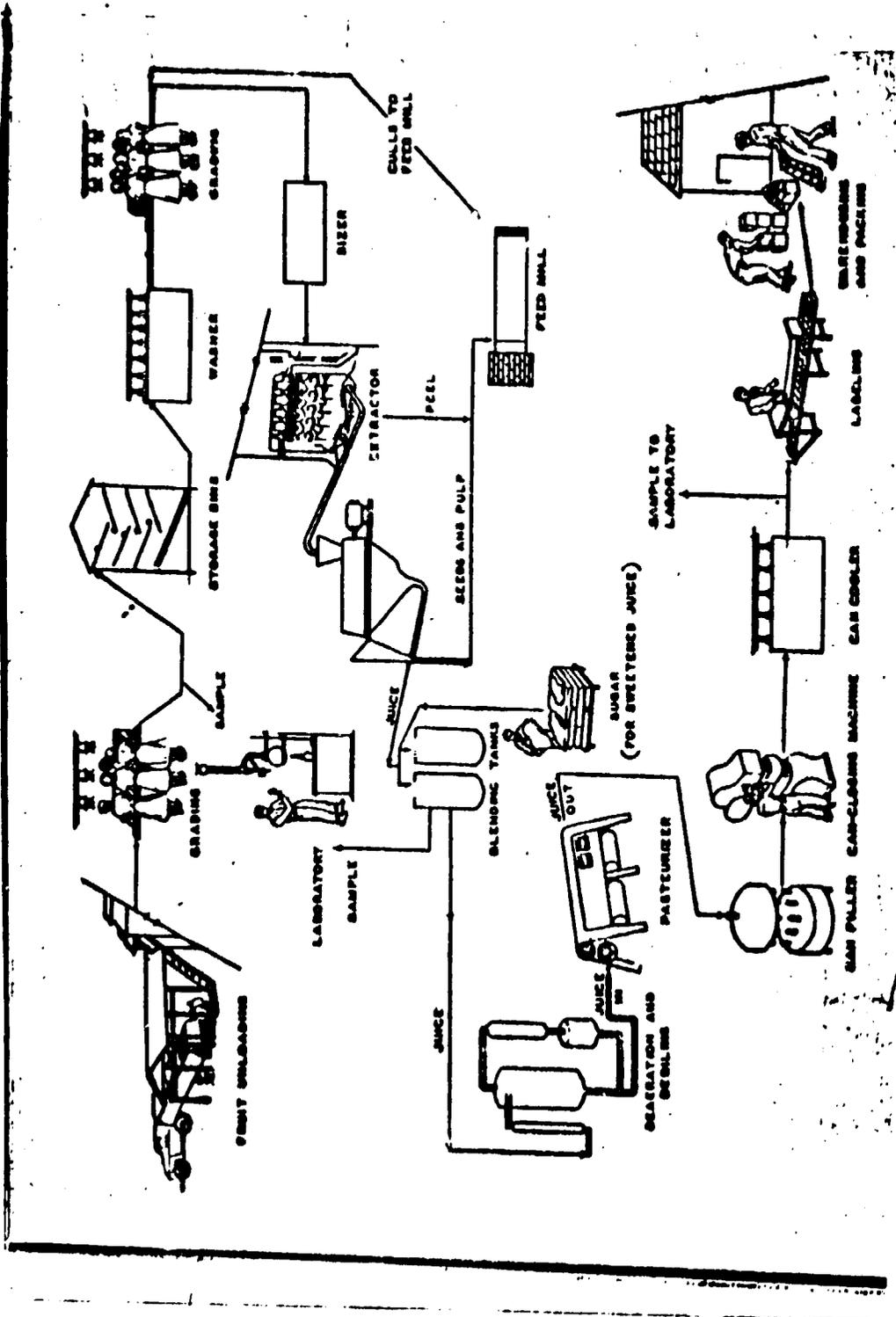
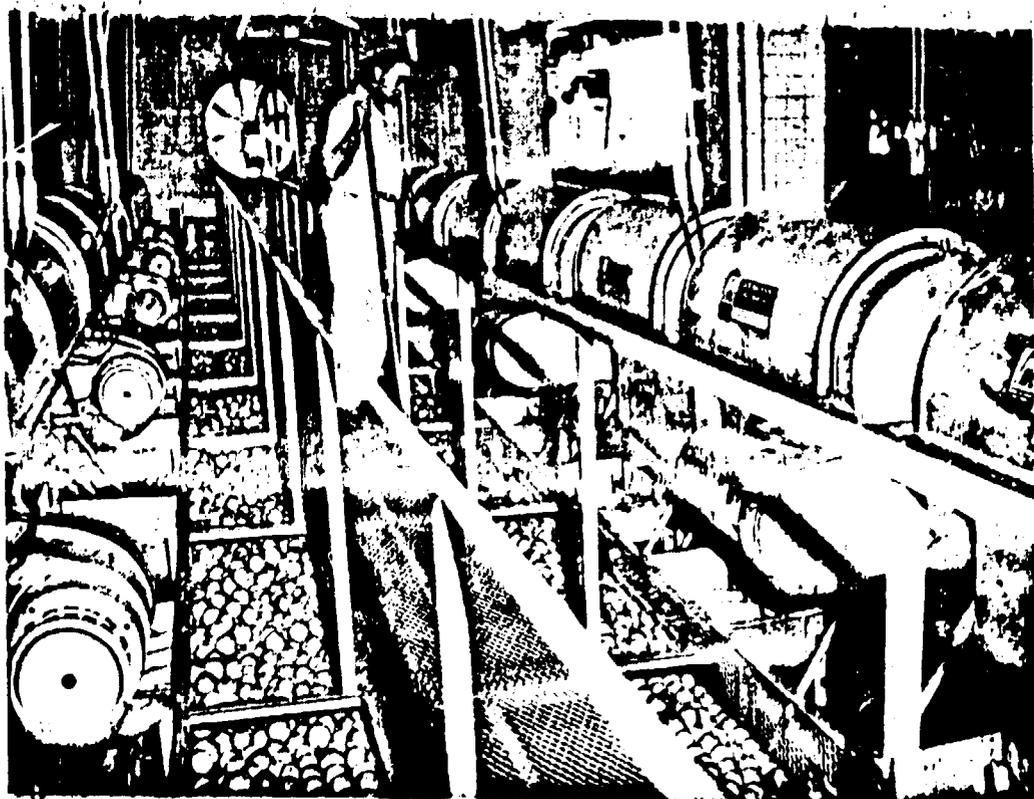


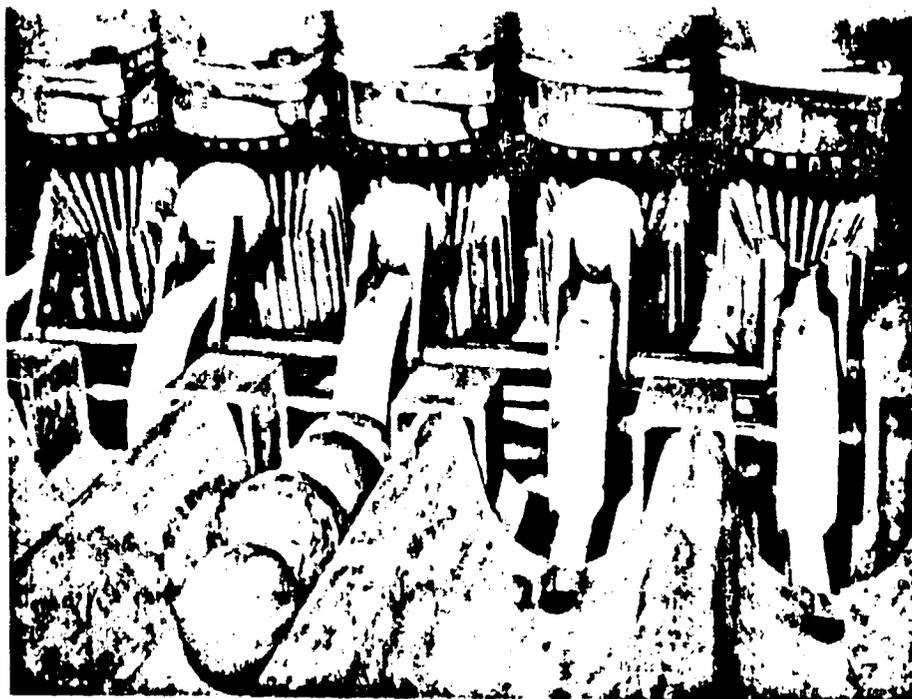
Figura No.9  
Producción de jugo de naranja pasteurizado



*Courtesy of Food Machinery and Chemical Corp.*

Figura No. 10

Batería de extractores FMC In Line



*Courtesy of Fla. Div., Food Machinery & Chemical Corp.*

Figura No. 11

Detalle de la alimentación de naranjas en un  
extractor FMC In Line



*Courtesy of Fla. Div., Food Machinery & Chemical Corp.*

Figura No. 12

Fotos del extractor FMC In Line. A la izquierda cerrado y listo para operar. A la derecha abierto mostrando los vasos extractores y los cilindros tamizadores.

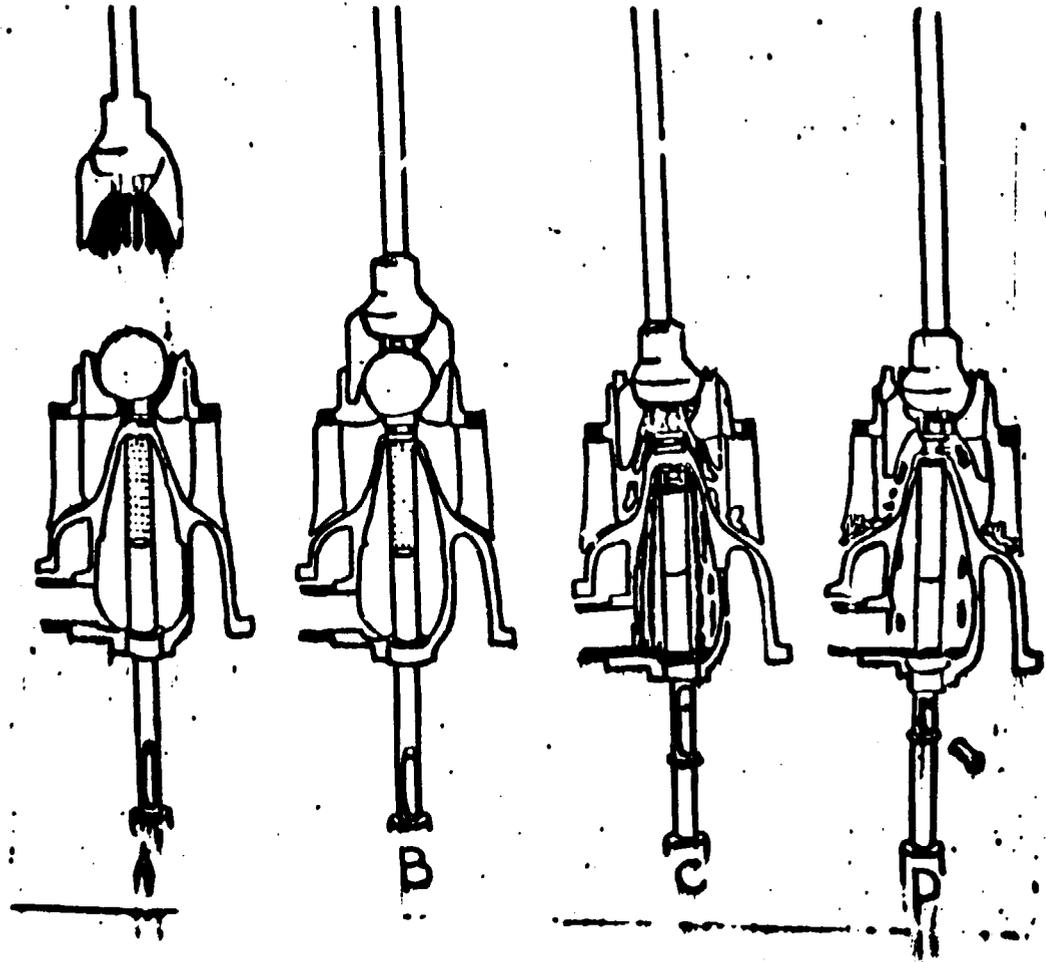
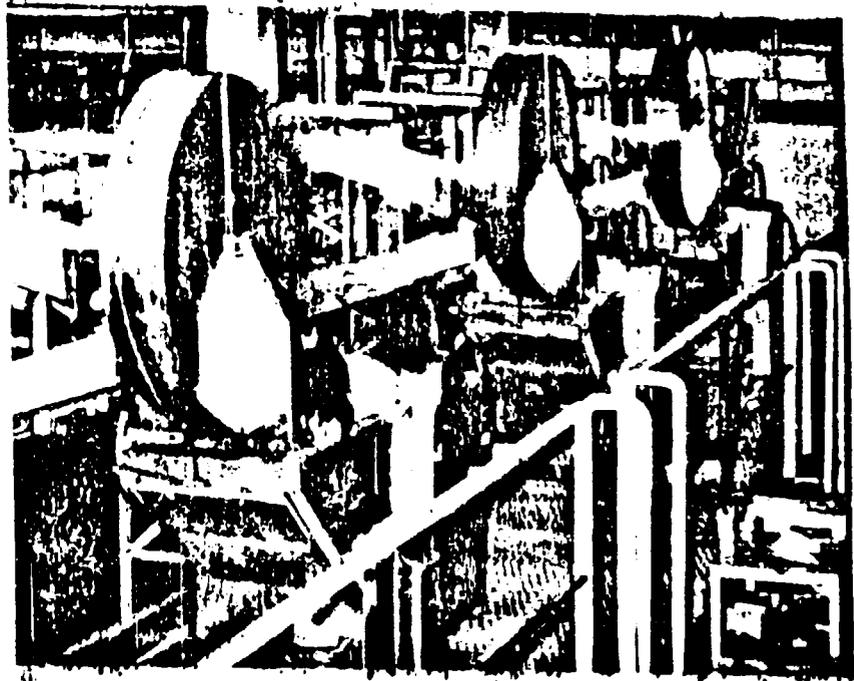


Figura No. 13

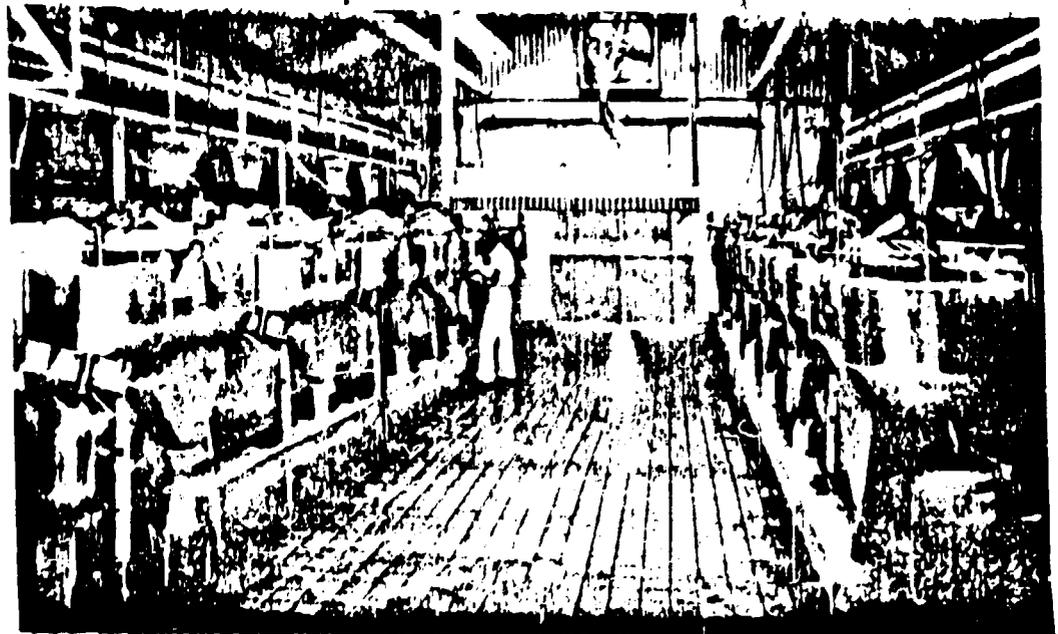
Etapas de la extracción de jugos cítricos en el extractor  
FMC In Line



*Courtesy Brown Citrus Machinery Corp.*

Figura No. 14

Demostración de tres extractores Brown con  
sus respectivos sistemas de alimentación



*Courtesy of Brown Citrus Machinery Corp.*

Figura No. 15

Batería de 16 extractores del tipo Brown

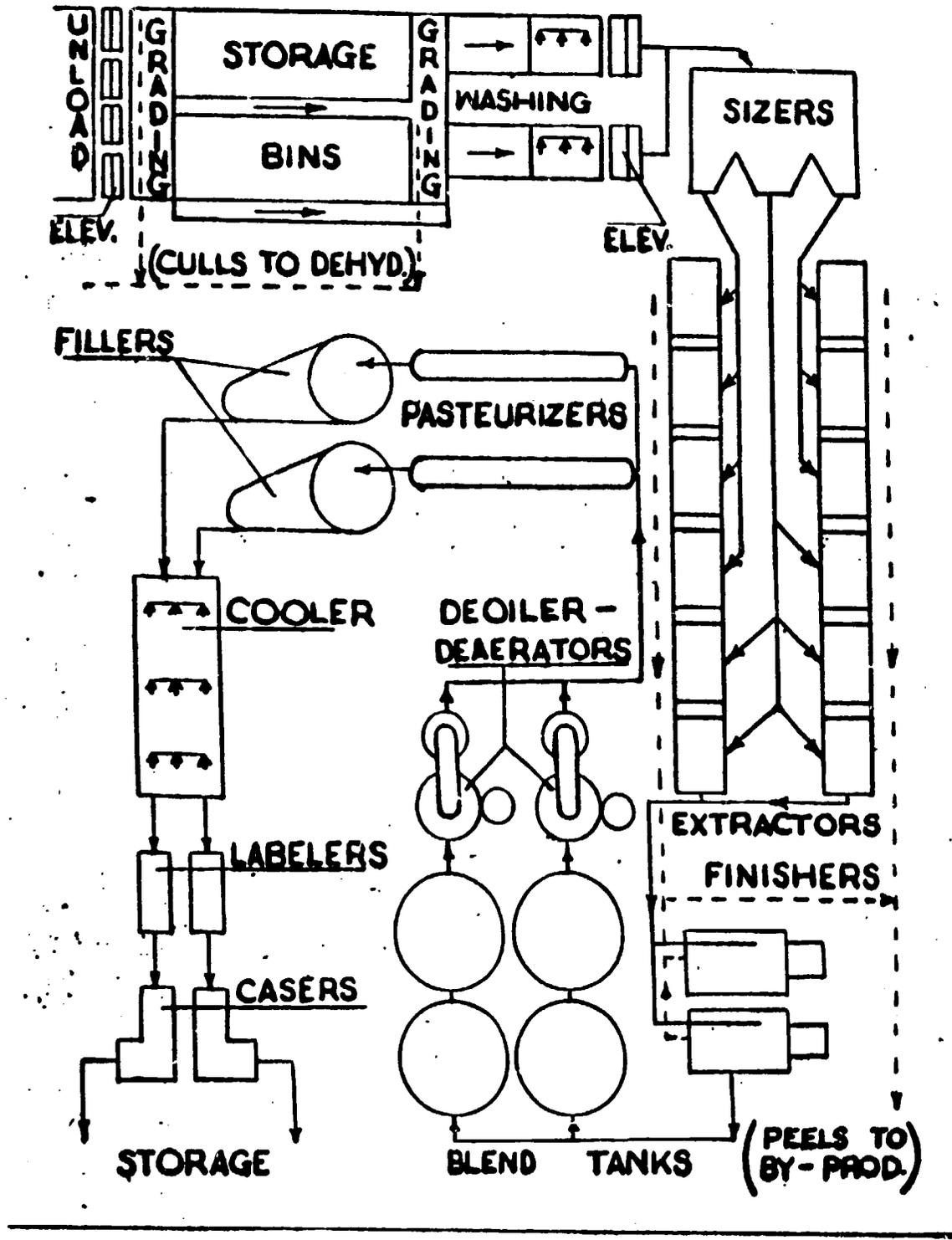


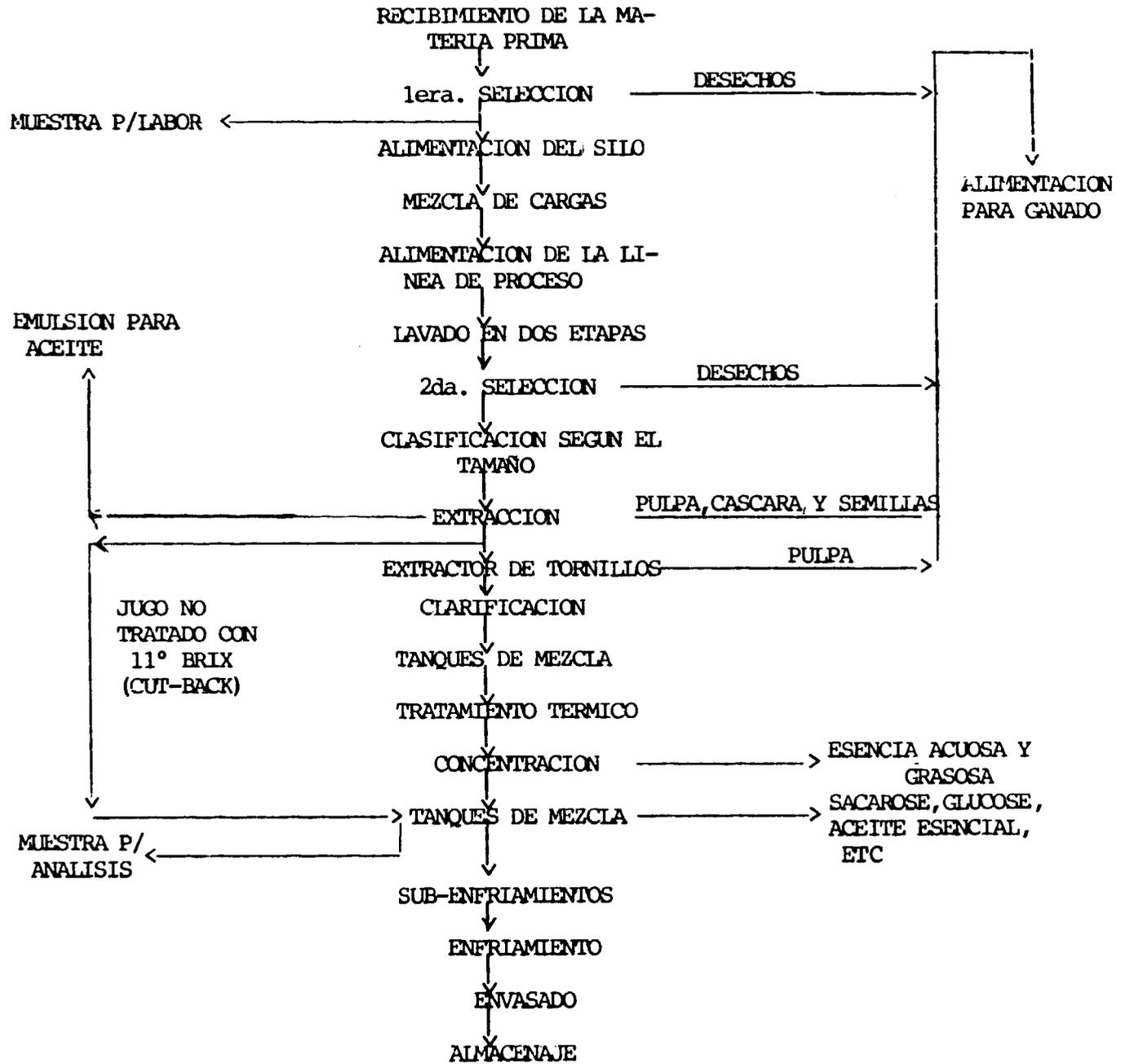
Figura No. 17

Distribución típica de los equipos de una planta para la producción de jugo pasteurizado de naranja

5.5. Jugo de naranja concentrado congelado

FLUJOGRAMA No. 2

PRODUCCION DE JUGO CONCENTRADO CONGELADO



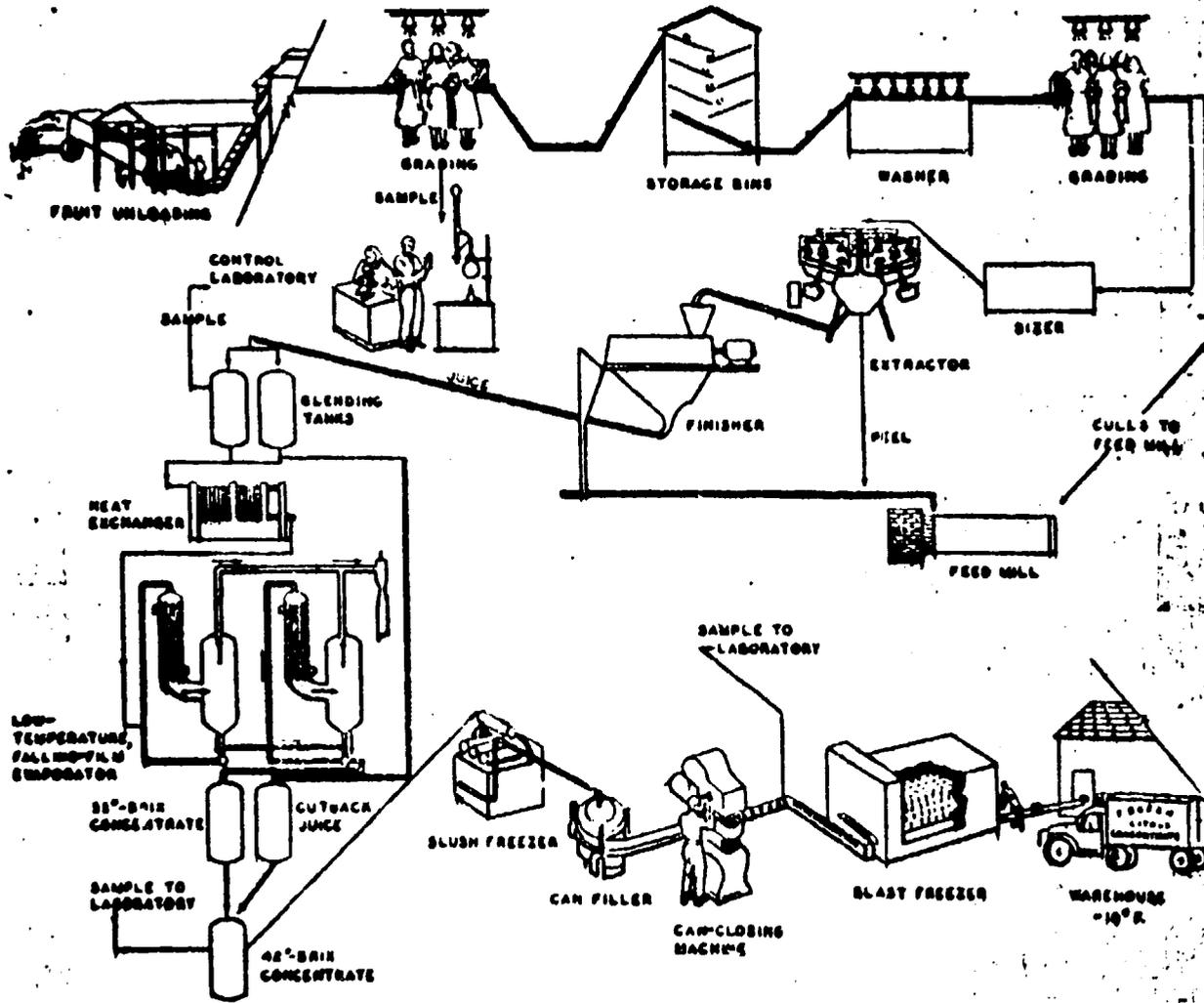


Figura No. 20

Producción de jugo de naranja concentrado congelado

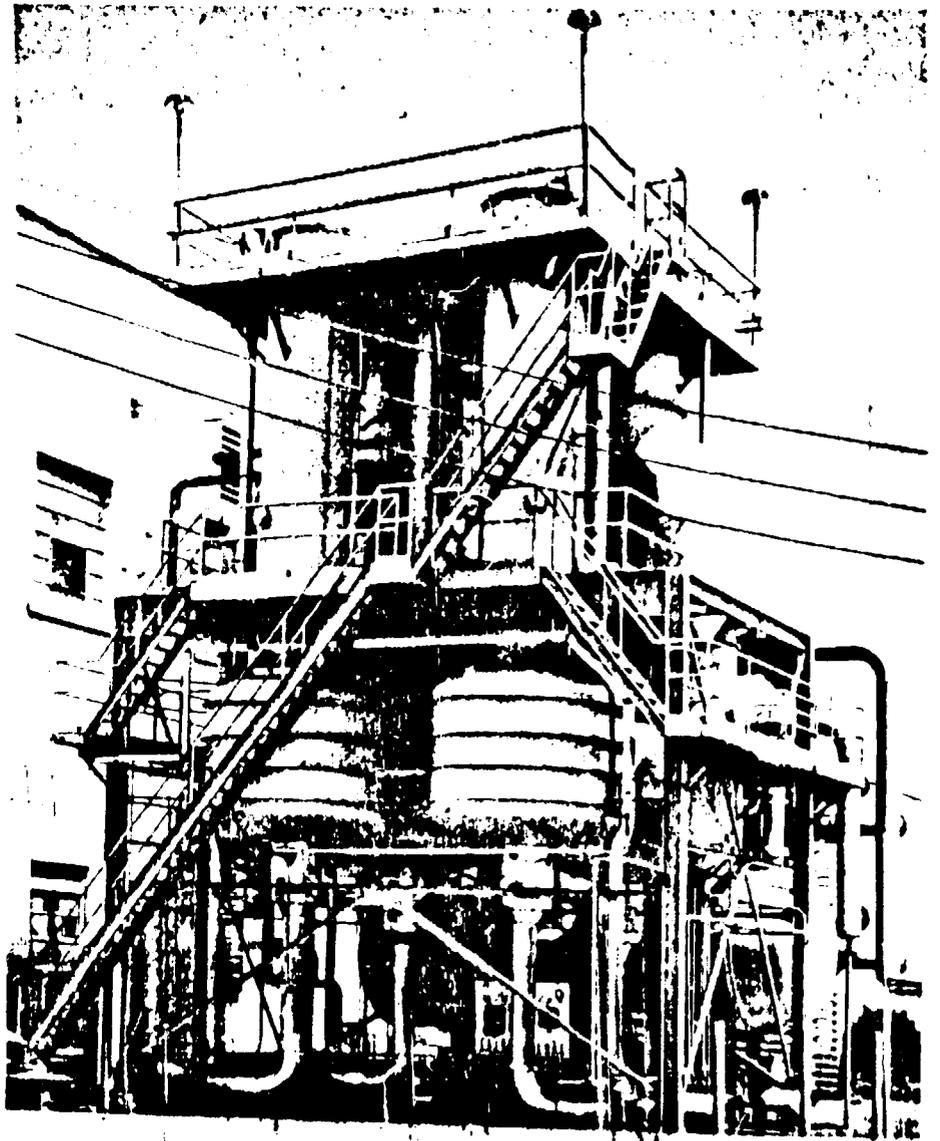


Photo by M. K. Vaidya

Figura No. 21

Evaporador de película descendente (falling-film) en estados y efectos múltiples.

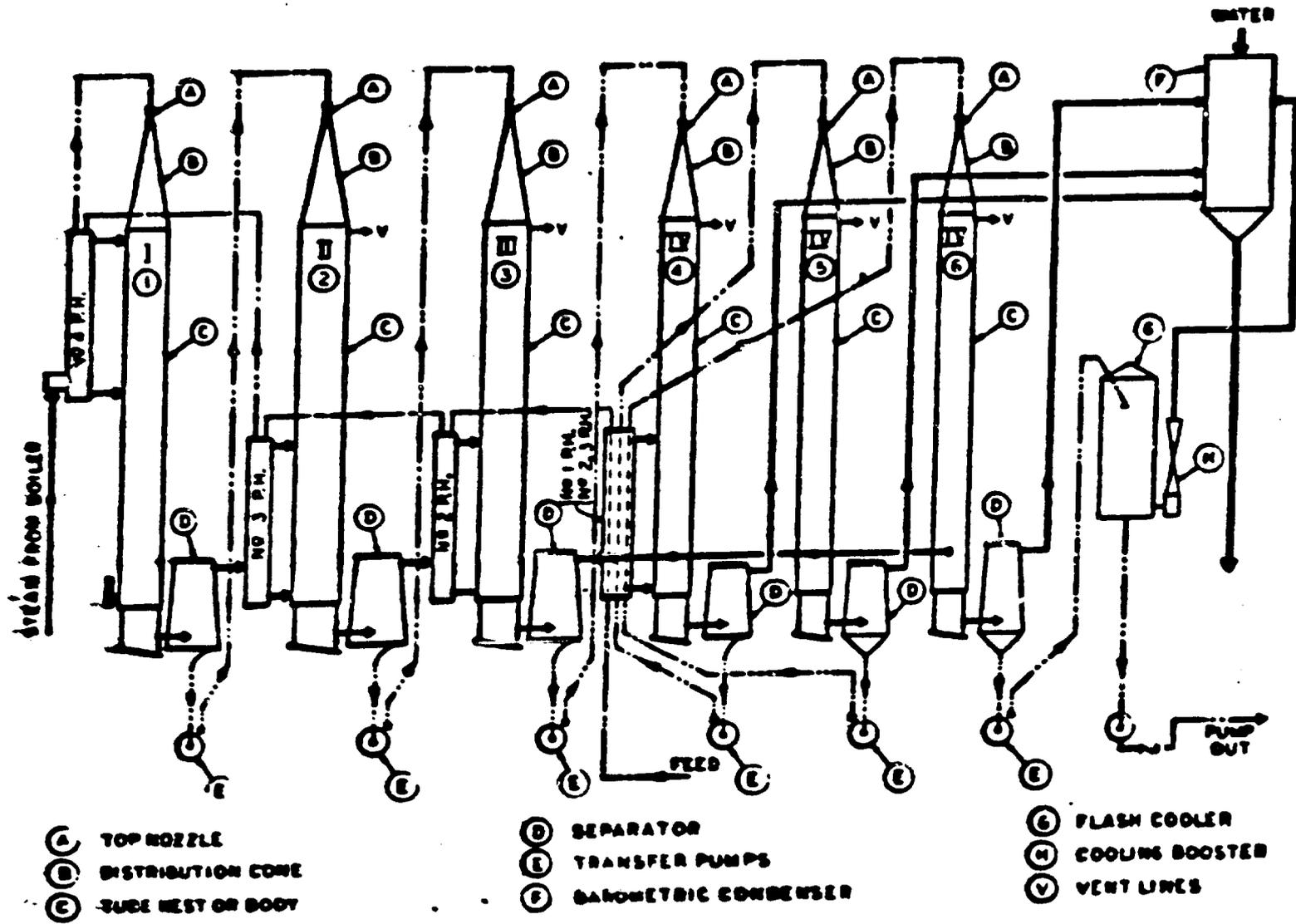


Figura No.22

Diagrama esquemático del flujo de jugo y vapor para un evaporador de película tipo TASTE con cuatro efectos y seis estados

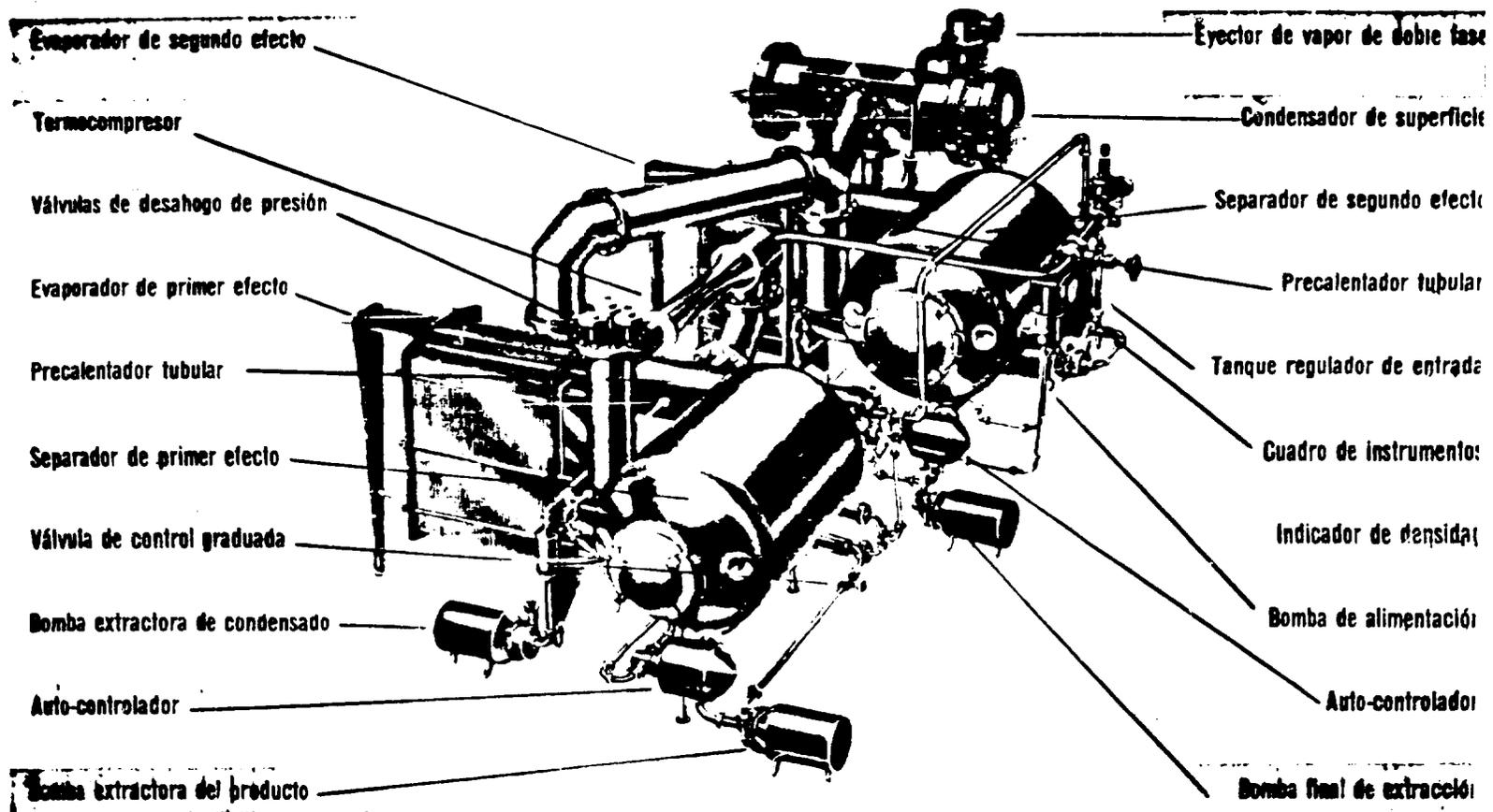


Figura No. 26

Conjunto evaporador de placas en doble estado. Un efecto con thermo-compresión

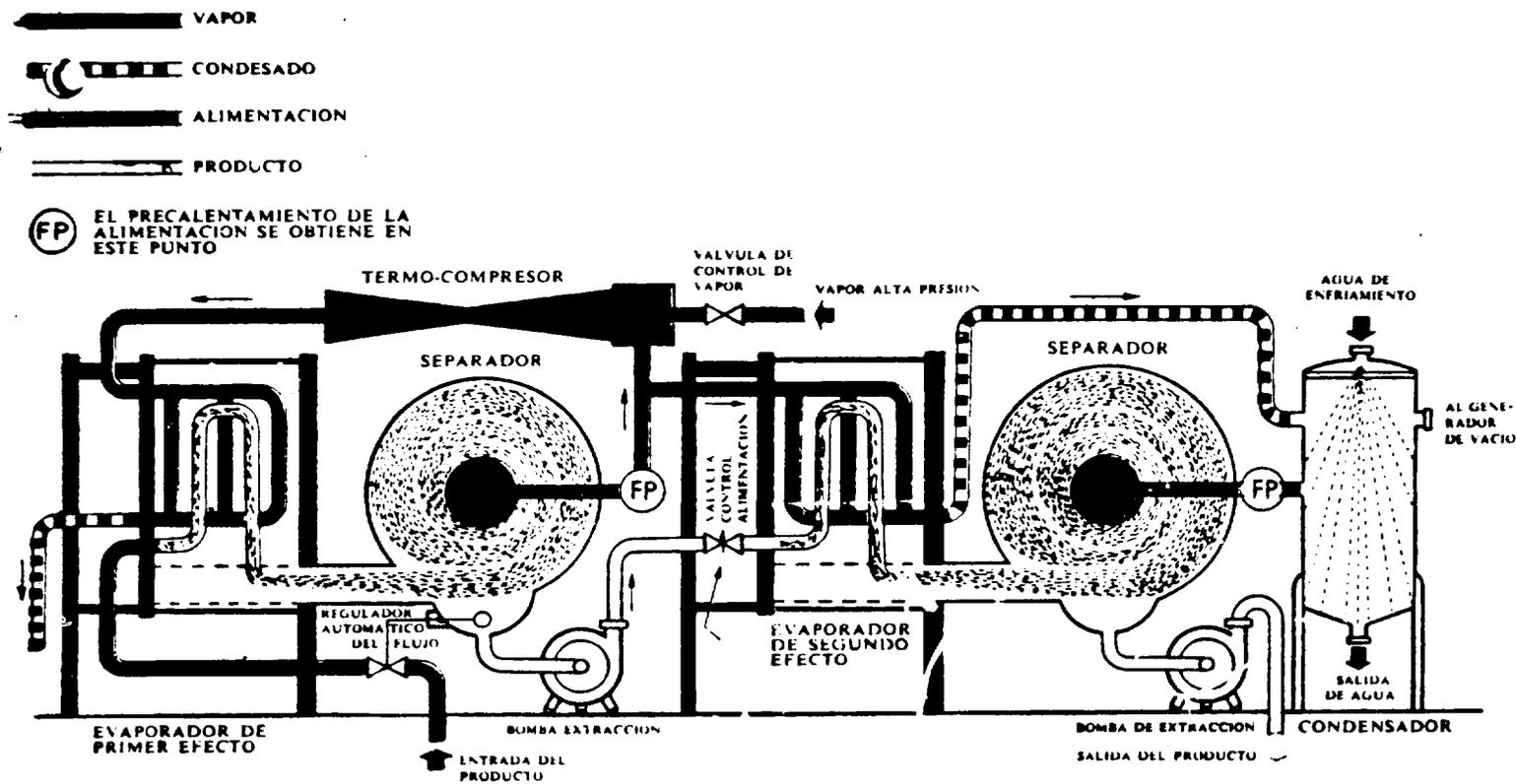


Figura No. 27

Flujo de vapor, condensado y producto en el evaporador de placas de doble estado, un efecto con thermo compresión

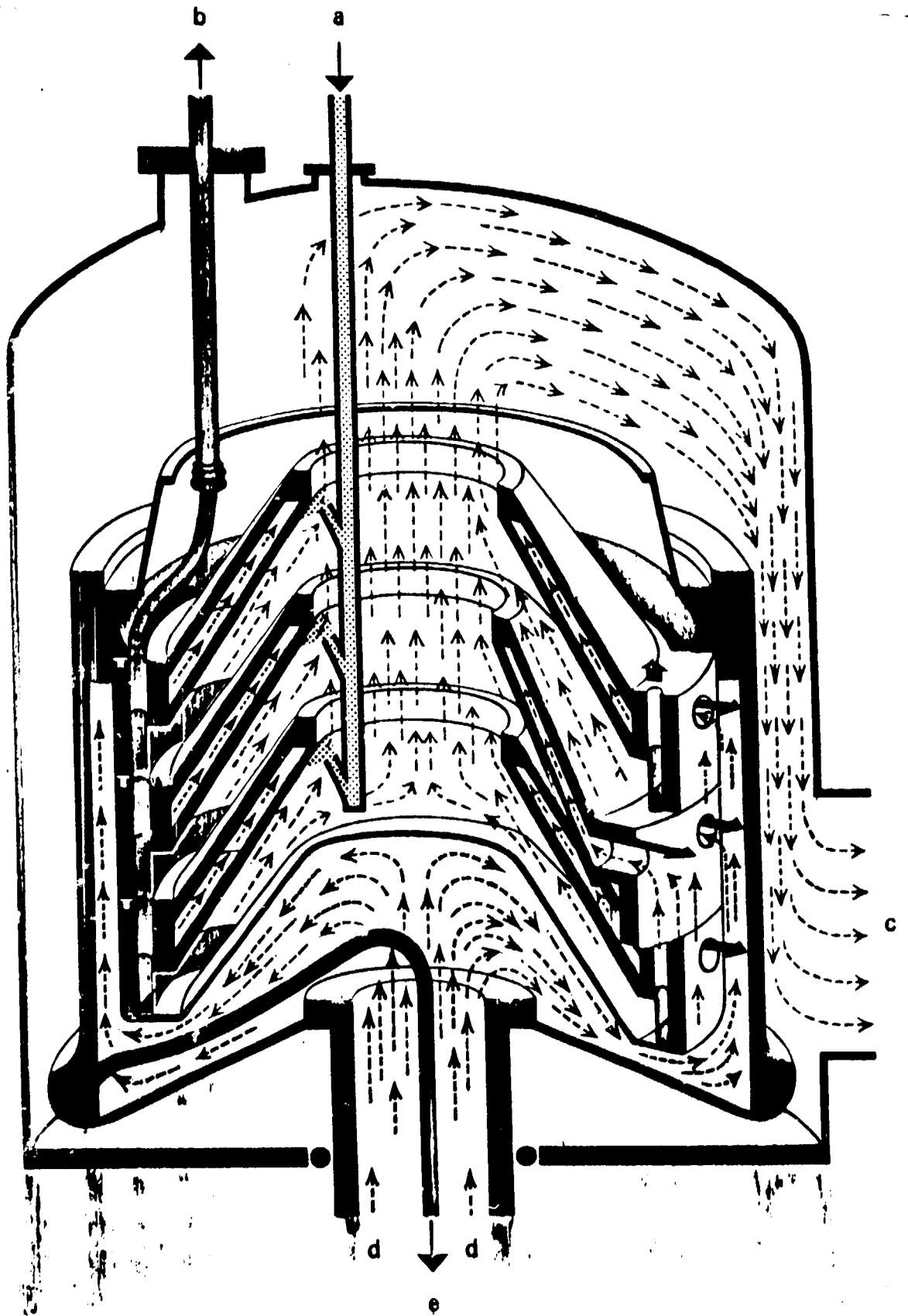


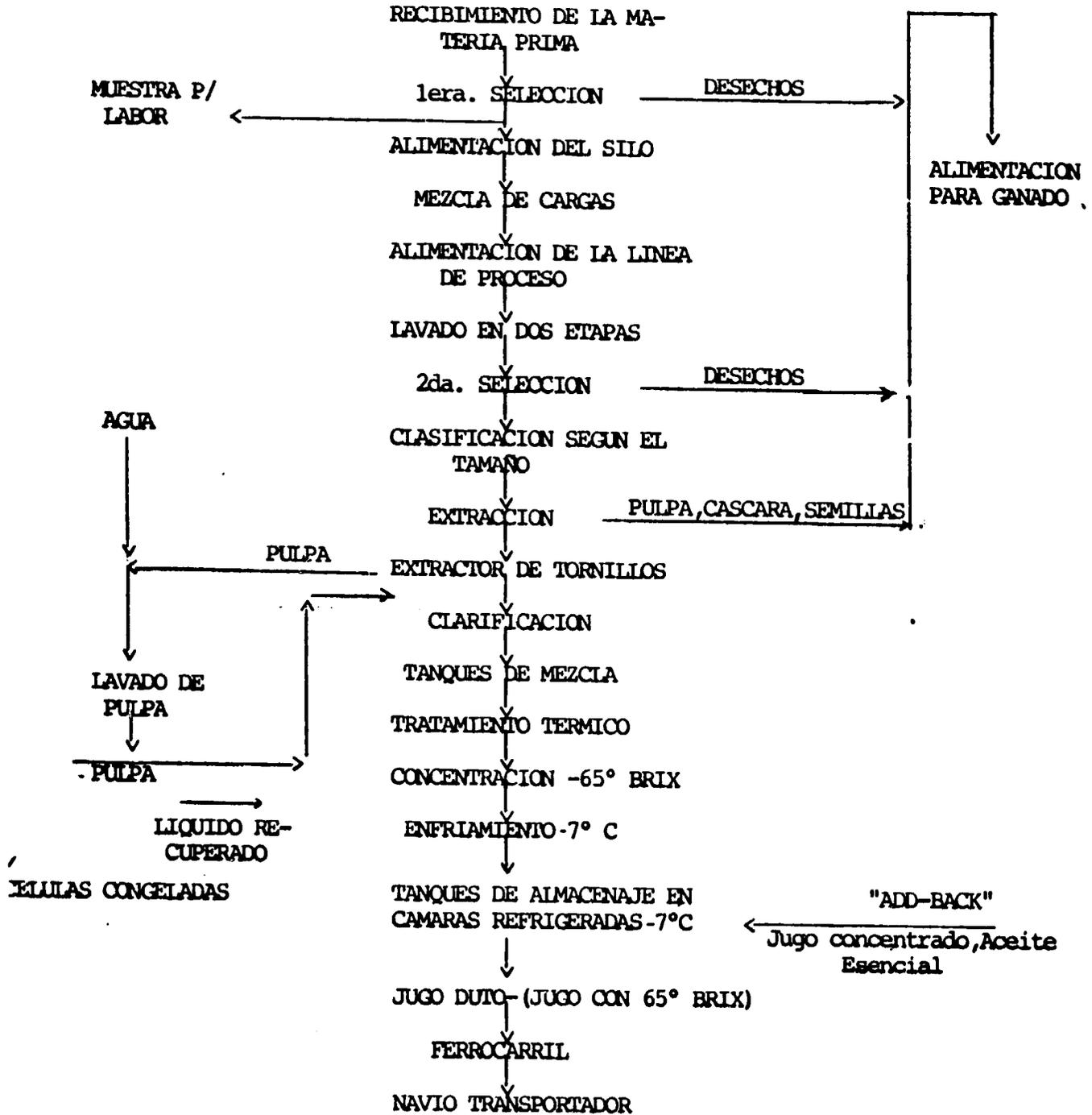
Figura No. 32

Trocador de calor centrífugo del evaporador central-therm

6.8. Jugo de naranja concentrado para manufactura

FLUJOGRAMA No.3

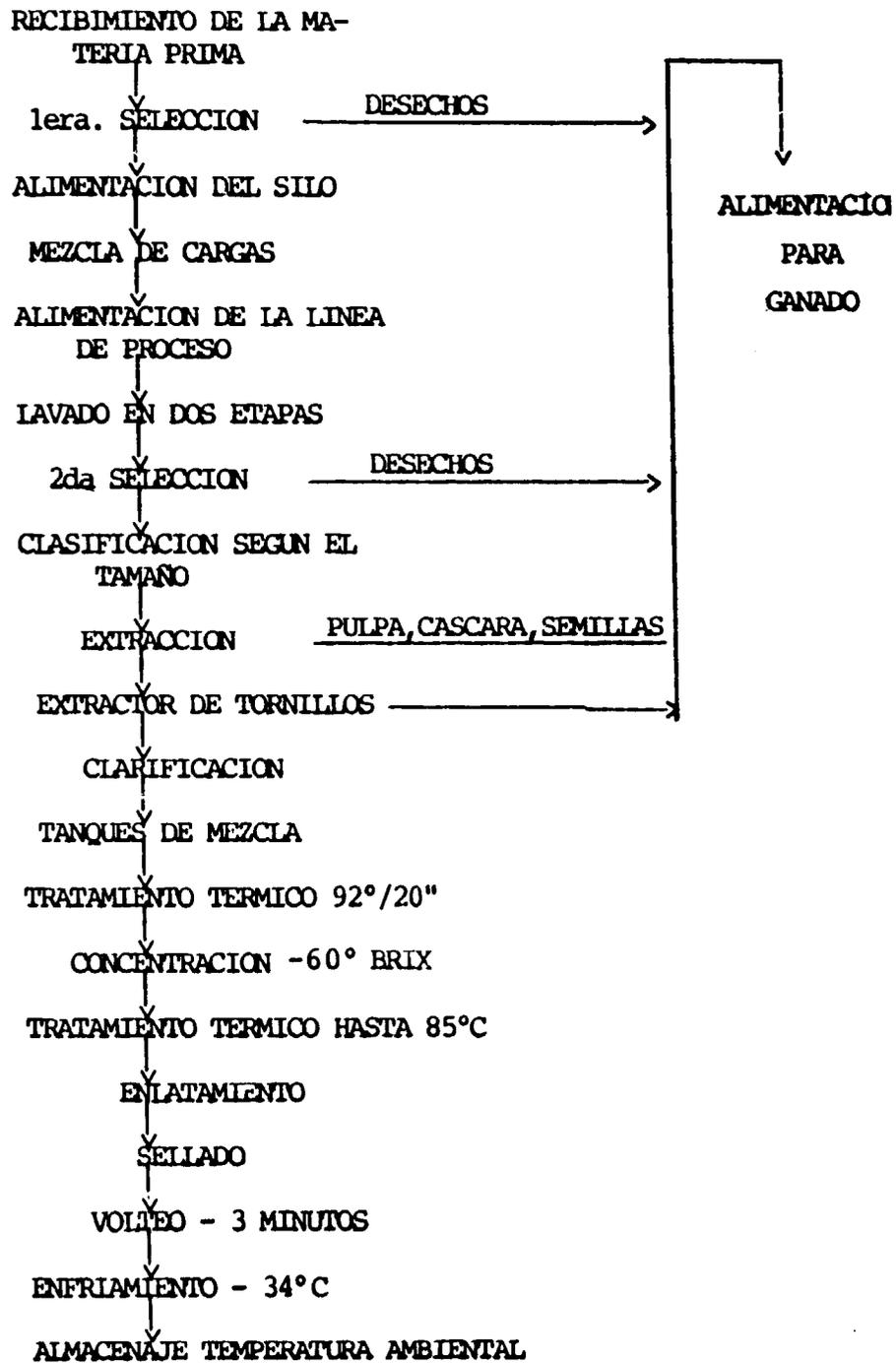
PRODUCCION DE JUGO CONCENTRADO PARA MANUFACTURA



6.9. Jugo de naranja concentrado esterilizado

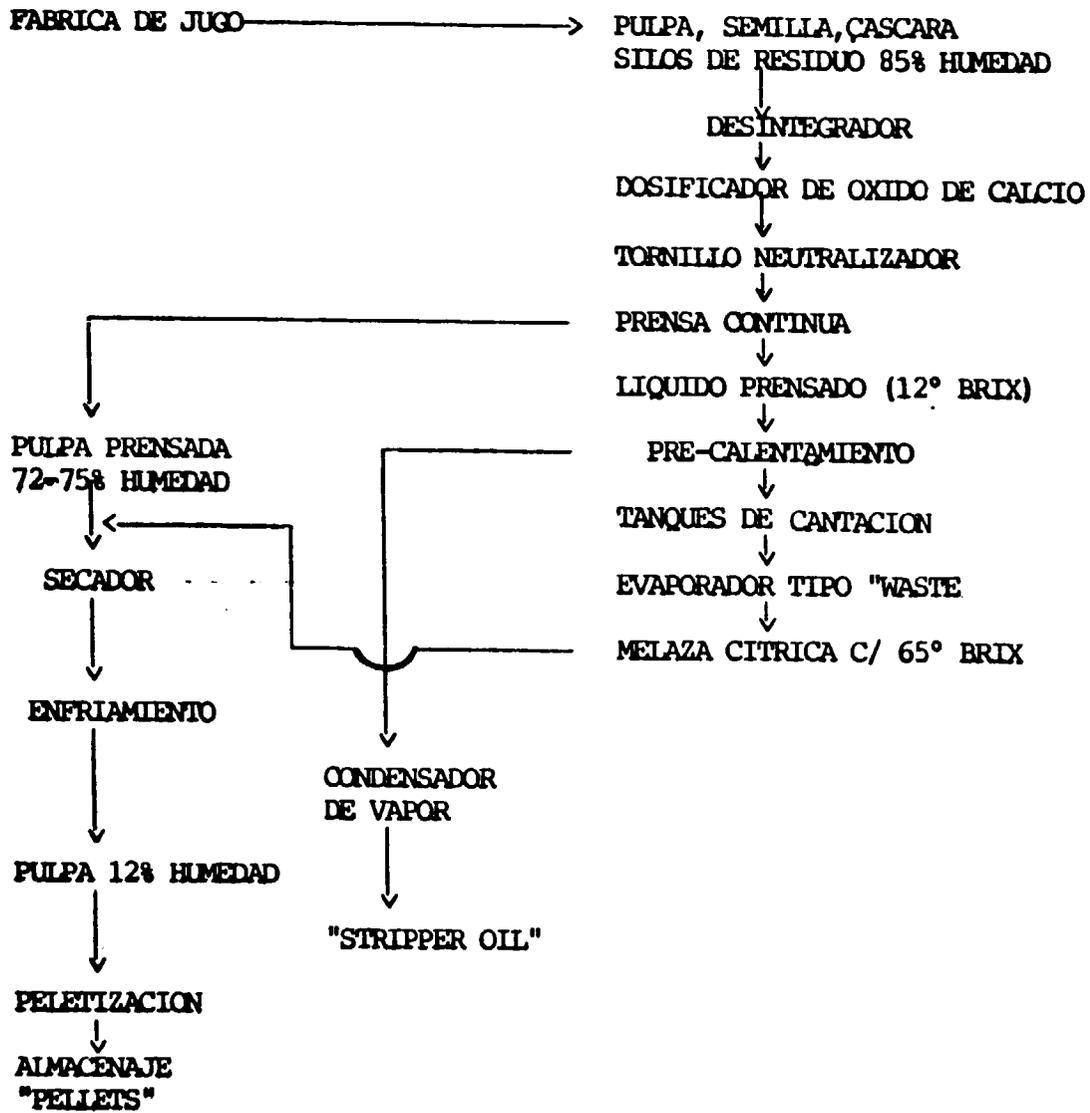
FLUJOGRAMA No.4

PRODUCCION DE JUGO CONCENTRADO ESTERILIZADO



FLUJOGRAMA No. 5

PRODUCCION DE ALIMENTO PARA GANADO Y MELAZA CITRICA



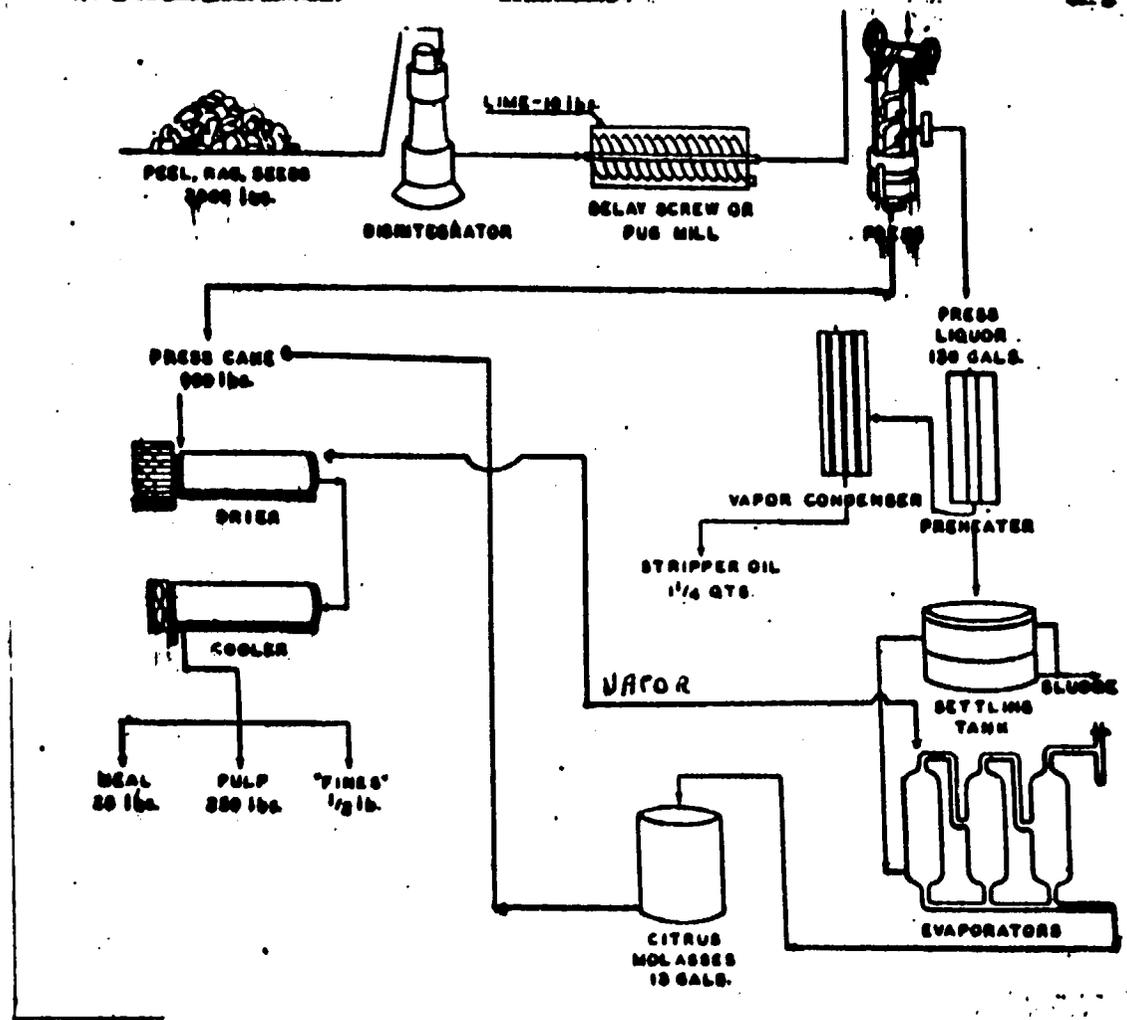


Figura No. 33

Operaciones de producción de "feed-meal" y melaza cítrica

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Quality Control Manual for Citrus Processing Plants.  
Publicado por Intercit, Inc.
- 2) ZANGELMI, A.C.B., Curso de Normalizacáo en Engenharia de Alimentos promovido pela OEA (Organizaca dos Estados Americanos). Tecnologia de Frutas Cítricas, 1969.
- 3) HENDRIX, C.M. y otros, Quality Control Manual for Citrus Processing Plants. Publicado por Redd Laboratories, Inc.
- 4) TRESSLER, D.K., Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. Publicado por The AVI Publishing Company, Inc. 1961.
- 5) BRAVERMAN, J.B.S. Los Agrios y sus Derivados. Publicado por Aguilar, S.A. de Ediciones, 1960.
- 6) SINCLAIR, W.B. The Orange, Its Biochemistry and Physiology. University of California, 1961.

ANEXO No. 4

CONFERENCIA: LA INDUSTRIALIZACION DEL TOMATE

FECHA: 3 DE SEPTIEMBRE DE 1985

IDIOMA: ESPAÑOL

CONFERENCIA: LA INDUSTRIALIZACION DEL TOMATE

PROMOVIDA POR: PROYECTO "DESARROLLO AGROINDUSTRIAL INTEGRADO"  
MIPLAN (MINISTERIO DE PLANIFICACION ) Y  
ONUDI (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNI-  
DAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL)

FECHA: 3 DE SEPTIEMBRE DE 1985

LOCAL: HOTEL PRESIDENTE

IDIOMA: ESPAÑOL

EXPOSITOR: ANTONIO CELSO BUENO ZANGELMI  
CONSULTOR ONUDI

## I N D I C E

	<u>Pagina</u>
INTRODUCCION	1
MATERIA PRIMA	4
DEFINICION DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS	12
PREPARACION DE TOMATES PARA EL PROCESAMIENTO	15
MANUFACTURA DEL JUGO DE TOMATE	52
CONCENTRADO DE TOMATE	64
EXTRACTO DE TOMATE	107
CATSUP DE TOMATE	108
DETERIORACION EN PRODUCTOS DE TOMATE	112

## INTRODUCCION

De las hortalizas el tomate es, quizás el cultivo mas importante, no solamente en términos de producción, sino que también en valor económico, ya que es la hortaliza mas industrializada.

En los Estados Unidos de América, entre todos los vegetales industrializados, es el segundo producto en valor despúes de las papas. El promedio del consumo americano es más de 23 libras de tomates procesados por año, comparado con el total de 54 libras de vegetales procesados.

El tomate es originario de la región ubicada entre el norte de Chile y Ecuador, entre el Océano Pacífico y los Andes, y las Islas Galápagos.

El centro de domesticación del tomate fue en Mexico, ubicado en la región de Puebla y Veracruz. El nombre tomate viene del Mahura (Grupo Etnico Mexicano) tomate.

De América fue introducido en Europa en el período 1535 a 1544. La descripción mas antigua del tomate fué hecha por Mathiolus en 1544.

En un principio, el tomate fué usado para fines ornamentales y era considerado venenoso por los Europeos; fue despúes del Siglo XIX que se inició su consumo como alimento y fué difundido en todo el mundo.

Hoy en día casi todos los países ubicados en la faja entre 50° de latitud norte y 40° latitud sur, producen tomate en mayor o menor escala.

Las tomateras son plantaciones de regiones calientes, resistentes

al calor y a las sequías y se desarrollan en un rango de condiciones de clima y suelo.

El tomate no es sensible a la duración del día y los frutos se desarrollan en días con variaciones de 7 a 19 horas. Toma de 3 a 4 meses para la producción de los primeros frutos maduros después que han sido sembrados. El tomate prospera mejor cuando el clima es claro y seco y cuando las temperaturas son moderadamente uniformes, (65° a 85°F); las plantas sufren cuando la temperatura es abajo de 32°F y los frutos no aumentan de tamaño a temperaturas arriba de 95°F. Las altas temperaturas con elevada humedad favorecen el desarrollo de enfermedades foliares. Los vientos secos y calientes provocan la caída de las flores.

El tomate pertenece a la familia solanácea, es dicotiledónea de la orden Tubiflore, género *Lycopersicon*, con dos sub-géneros *Eulycopersicum* y *Eriopersicum*. El tomate cultivado pertenece al sub-género *Eulycopersicum*.

Las principales especies del género *Lycopersicum* son:

- |                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| <i>Eulycopersicum</i> : | <i>L. Pinpinellifolium</i>          |
|                         | <i>L. Esculentum</i>                |
|                         | <i>L. Esculentum</i> F. Piriforme   |
|                         | <i>L. Esculentum</i> F. Cerasiforme |
| <br>                    |                                     |
| <i>Eriopersicum</i> :   | <i>L. Cheemamii</i>                 |
|                         | <i>L. Glamoulosum</i>               |
|                         | <i>L. Chilense</i>                  |
|                         | <i>L. Hirsutum</i>                  |
|                         | <i>L. Peruvianum</i>                |

Los principales países productores de tomate son: Estados Unidos, Italia, Turquía, España, Brasil, Argentina, Grecia, México, Portugal y Egipto. (Tabla No.1).

TABLA No. 1.

PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE TOMATE.

	Área (x 1 000 ha)				Produção (x 1 000 t)			
	1976	1977	1978	1979	1976	1977	1978	1979
Argentina	29	30	30	31	533	550	555	560
Brasil	47	51	55	56	1 141	1 291	1 452	1 498
Espanha	68	73	71	67	2 078	2 179	2 153	2 176
Estados Unidos	177	210	172	182	6 857	8 160	6 783	7 200
Grécia	32	32	40	40	1 500	1 560	1 609	1 669
Itália	99	105	113	114	2 985	3 120	3 821	3 945
México	50	50	59	59	913	964	1 117	1 168
Portugal	15	27	29	19	631	790	650	542
Turquia	84	86	107	108	2 750	2 800	3 300	3 000
Egito	129	123	127	132	2 066	1 967	1 505	1 579
<b>Mundo</b>	<b>2 208</b>	<b>2 306</b>	<b>2 366</b>	<b>2 413</b>	<b>43 755</b>	<b>45 788</b>	<b>46 699</b>	<b>47 934</b>

Fontes: Production Yearbook, (52) e Symposium on Production of Tomatoes for Processing.

## 2. LA MATERIA PRIMA.

La calidad de tomates no puede ser mejorada después de la cosecha pero, puede ser mantenida o empeorada, esto es quedando en la dependencia de los métodos de cosecha usados, la manipulación del producto fresco durante la cosecha. Destrucción de la calidad puede ocurrir de muchas formas: rompimiento, contaminación por huevos de *Drosophila*, acción de bacterias, esporas, hongos y levaduras.

Los tomates son transportados para la fábrica en cajas de madera, cajas de plástico, "Containers" o "Hampers". (Figura No.1).



Figura No. 1: Recipientes usados para cosecha manual (de la izquierda para la derecha "Hamper"; caja de madera del "Midwest" americano; caja de plástico y caja de madera de California).

"HAMPERS". El Hamper fué el tipo de recipiente más usado en el Este y Medio Oeste antes de 1970. La principal ventaja es su forma y tamaño.

En virtud de su tamaño pequeño, puede ser manipulado en forma conveniente y paletizado en el transporte. Debido a su forma más pequeña en la parte inferior que en la superior, facilita la ventilación entre los recipientes; también debido a los vacíos que se quedan, se puede hacer la pulverización en la carga. La desventaja principal del "hamper" es la compresión de los frutos que quedan en la parte inferior del recipiente. La carga de los "hampers" en camiones puede ser difícil debido al método para fijarlos. La base menor aumenta la posibilidad de volcar cuando está siendo paletizado. A causa de la flexibilidad del material de construcción de los "hampers", el tiempo de vida útil es poco, generalmente menos de tres años.

CAJAS DE MADERA. Es una caja rectangular de madera, variando en capacidad, de 40 libras (18 kilos) a 50 libras (23 kilos) de tomates; las medidas internas estándar de la caja son: 7 3/4" de profundidad, 14" de ancho y 21 7/16" de largo.

Gran parte de las cajas tienen una abrazadera de 3/4" en la parte superior para prevenir daños al fruto, cuando éstas son apiladas. Las cajas son sencillas de manipular, pueden ser apiladas y bien ajustadas para el transporte, además paletizadas para facilitar la descarga mecánica. La característica de permitir el apilamiento justo, facilita la carga en camiones porque estos no necesitan protecciones laterales. Las cajas de madera pueden ser usadas muchas veces si se mantienen limpias y en buenas condiciones. Estas pueden tener una vida útil de 5 a 7 años. La principal desventaja de las cajas de madera es el exceso de frutos en la parte superior que provoca la compresión tanto de los frutos de la parte superior como la de los de la parte inferior. La carga justa reduce la eficiencia de la pulverización.

CAJAS DE PLASTICO: La caja de plástico tiene capacidad para 40 libras (18 Kilos) de tomates. La gran ventaja de las cajas de plástico es que pueden ser lavadas y clorinadas. Pueden también ser sumergidas

en solución bacteriostática o en solución de detergente. También tienen la mitad del peso de una caja de madera, y permiten, cuando estén vacías el almacenaje encajado.

BULK CONTAINERS: El desarrollo de la cosecha mecanizada de tomates ha creado la necesidad de un método económico, que mantenga la calidad de los frutos cuando son transportados. El sistema de "Bulk" representa una fase para la completa mecanización. La introducción exitosa del sistema de manipulación en "Bulk" en economía, dinero, tiempo y equipos fué un factor importante en el transporte de tomates.

CAJAS TIPO "BULK": Las cajas tipo "Bulk" con capacidad para 1/4 a 1 tonelada de fruta, son usadas para la manipulación de tomates para jugo y productos de tomate. El uso de "bulks" para tomates destinados a la producción de tomate pelado, se queda en la dependencia de la variedad, clasificación, tiempo de tratamiento y si el fruto va a ser mantenido seco o en agua.

Figura No. 2

Manipulación de tomates en "Bulk"



Trabajos desarrollados en la Universidad Estatal de Michigan evaluaron diferentes tamaños de "Bulk" para manejar tomates. Las cajas tipo "bulk" utilizadas fueron de 45" de largo, 43" de ancho y 8, 12 y 16" de profundidad con capacidad de 320, 486 y 634 libras de tomates respectivamente. Los tomates son cargados directamente de la banda del cosechador mecánico en las cajas tipo "bulk" después de la cosecha. Las cajas tipo "bulk" son cargadas con montacargas.

Se encontró que con el aumento de la profundidad de las cajas, hay un incremento de deterioro en el fruto, expresa en frutos resquebrajados. También aumentan los daños cuando la máquina alimenta el fruto, que cuando la alimentación es hecha manualmente en cajas de madera. (Tabla No. 2).

TABLA No. 2.

DAÑOS PROVOCADOS POR LOS METODOS DE COSECHA  
EN TRES TAMAÑOS DE CAJAS.

Profundidad en pulgadas	METODO DE COSECHA		
	Manual	Máquina	Promedio
8	11.1	22.1	16.6
12	12.8	30.2	21.5
16	13.0	33.0	23.0
Promedio	12.3	28.4	

Daños expresos en porcentajes de frutos desquebrajados arriba de 1 pulgada de largo.

No se encontraron muchas diferencias entre "bulks" construídos de madera, acero o malla de alambre. En lo que concierne a los daños causados a los tomates, los factores determinantes para la selección de material de construcción son: durabilidad, facilidad de limpieza y costo de construcción.

TANQUES DE AGUA: Los tanques del tipo "bulk", llenos con variables cantidades de agua han recibido mucho análisis. McGilluary Et.Al (1950) han fabricado, en California, un tanque para transportar tomates en agua y encontraron que el fruto desarrolló innumerables rajaduras pequeñas. Cinco años después, estos estudios continúan y llegaron a la conclusión que habían formas para remediar las rajaduras. Se concluyó que el transporte seco ahorra \$1/ton. de frutos y que el transporte con agua no presentaba ahorro. Cooler and Kramer (1960) encontraron que en el procesamiento de tomates con agua, los frutos mostrabanse bien protegidos contra shocks y poco dañados. Los tomates que permanecieron en agua por 48 horas mostraron evidencias de rompimiento. Investigadores de la Universidad del Estado de Michigan, declaran que la manipulación con agua no fué mejor que la manipulación seca y que la calidad era bien reducida si el producto permanecía por períodos superiores a 24 horas.

Leiss (1962) reportó que los tomates podrían ser mantenidos en agua y/o soluciones compuestas de lavado de agua por períodos de 24 horas y no mostrar daños significativos en su calidad.

La manipulación con agua enseña tres ventajas sobre la manipulación seca en el sistema "bulk".

&&

- a) El agua sirve para proteger los tomates, de la cosechadora mecánica, que son depositados en los "bulks", tanto durante el transporte del campo a la fábrica, como previniendo rajaduras y shocks.
- b) La operación de limpieza comienza cuando los tomates son depositados en el agua.

- c) El problema de Drosophila no existe excepto para los frutos que se quedan nadando en la superficie del agua. National Canners Association muestra en sus experimentos, que los tomates lavados con agua clorada atraen menos a los insectos de las frutas.
- d) Los hongos pueden ser controlados por la manipulación con agua, ya que los antimicóticos y/o otros agentes químicos pueden ser dañinos al agua en el control del crecimiento de los hongos.

McGillivray Et.Al. encontraron que en el control de crecimiento de hongos, éstos se pueden incrementar con el tiempo en la manipulación en seco en "bulks", pero no con la manipulación con agua.

- e) La calidad del fruto puede ser mejorada con la manipulación con agua, quedándose en la dependencia de la variedad, madurez del fruto, y la cantidad de organismos en el tanque.

Las pruebas hechas con tomates enteros, para encontrar si la calidad fué disminuída por la acción de la cosecha mecánica y por la manipulación en "bulk" del producto fresco, muestran que el peso drenado de los tomates procesados, es el mejor factor de calidad para lograr comparaciones.

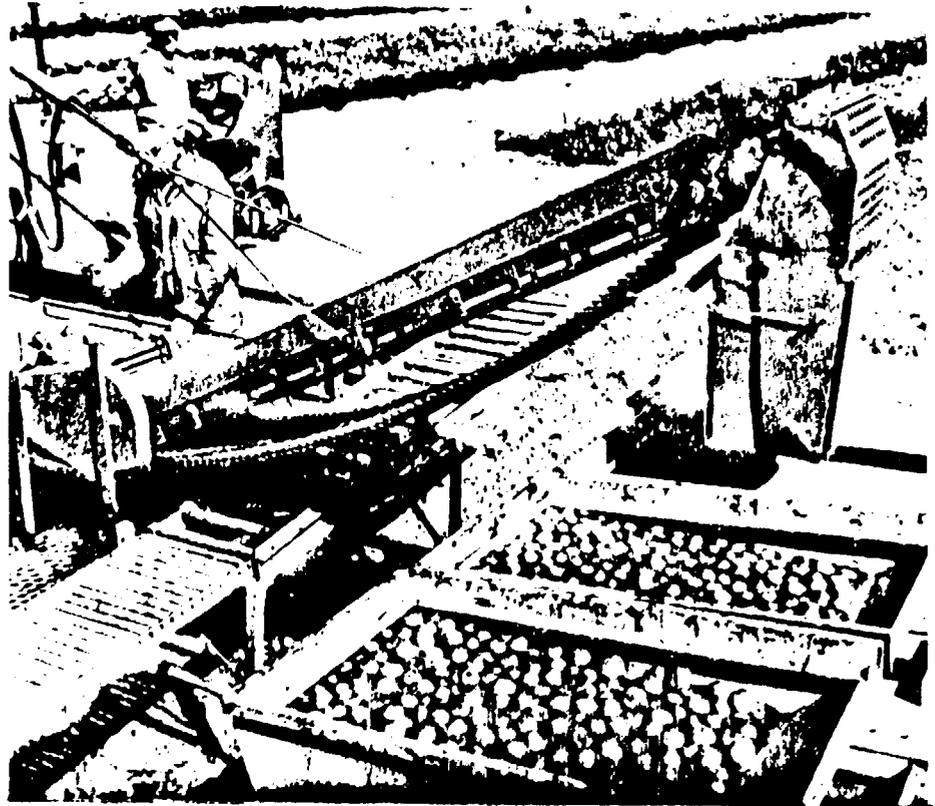
Gould, Leiss, and Yingst, reportaron que las diferencias en el peso drenado de tomates procesados son pequeñas, independiente del tipo de manipulación cuando el período de mantenimiento en agua es pequeño. (Hasta 12 horas despues de la cosecha).

Sin embargo, cuando el tiempo es mayor de 24 horas, ocurre una pérdida mayor en el peso drenado para tomates manipulados en tanques con agua que los mantenidos en condiciones secas o los tratados por inmersión en solución de agua clorada, cuando el envase es llenado durante la cosecha y despues drenado.

f) La adición de detergentes al agua, crea mejores condiciones de lavado y la adición de cloro o dióxido de cloro, da un mejor control de bacterias; el uso de estos productos químicos en las soluciones de agua o inmersión reducen grandemente la contaminación de esporas, Muchos grupos de investigación reportan la efectividad del uso de soluciones de cloro para tomates cosechados

Figura No. 3

Tanques con agua para manipular tomates cosechados mecánicamente



mecánicamente y almacenados en tanques con agua. Dos de los investigadores (Gould Et.At. 1963 y Leiss 1962) enseñan que las soluciones de cloro reducen casi a cero la contaminación de esporas en los tomates. Bash (1964) encontró que las soluciones con un contenido de cloro de 550 ppm y 1000 ppm reducen la contaminación bacterial de tomates almacenados en tanques con agua hasta 48 horas.

Las desventajas de la manipulación con agua en el sistema de mantenimiento en agua tienen algunos problemas. Uno de ellos es la insuficiencia de agua en algunas áreas. Otras críticas hablan del incremento de peso durante el transporte, el método de pesar el fruto al pasarlo al abastecedor y la ausencia de contenedores; éste último punto fué superado con le uso del envase de acero (Gould Et.Al. 1965).

Investigadores de la Universidad Estatal de Ohio, en cooperación con la Chase Foundry Manufacturing Co. de Columbus, Ohio, han diseñado un recipiente de acero para usarse con la cosecheras mecánicas. El tanque tiene una capacidad de 400 libras de fruto y 20 galones de agua.

Los recipientes son manejados con monta carga y pueden ser apilados hasta tres recipientes. Cada tanque tiene una protección interna para reducir el derrame de agua durante el transporte y para sostener la tapa.

"BULK TRAILERS": Para incrementar la eficiencia de la cosecha mecánica, fue introducido un sistema de "Bulk Trailers" como medio para manipular el producto de las máquinas cosechadoras a la planta procesadora. El sistema incluye la cosecha del fruto directamente en los "Bulk Trailers" (capacidad de 14.000 libras), eliminando el uso de "pallet bin" (800 libras de capacidad y sus equipos de apoyo como monta cargas y mano de obra adicional). Con el sistema de "trailers", el máximo de profundidad a que los frutos permanecen es de 30 pulgadas.

La mayor ventaja del "Bulk Trailers" es la reducción de costo por tonelada de producto transportado, \$4.59 por BIN y \$1.86 por "trailer." Otra ventaja es la descarga del fruto. Las fábricas usan mangueras de 3 a 6 pulgadas para transportar los tomates del trailer directamente para los hídricos.

### 3. DEFINICION DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS.

Jugo de Tomate: Considérase como jugo el tomate desintegrado que no pasó por el proceso de concentración, extraído de tomates sanos y maduros, con o sin cáscara. En la extracción de tal líquido, la utilización del calor es posible, así como cualquier línea del proceso, siempre y cuando éstos no añaden agua al producto. El líquido deberá estar libre de cáscara, semillas y otras impurezas, y si el tomate tiene partículas finas divididas de sólidos insolubles puede ser homogenizado o preparado con sal. En el caso específico del jugo, este tendrá su contenido natural de sólidos insolubles.

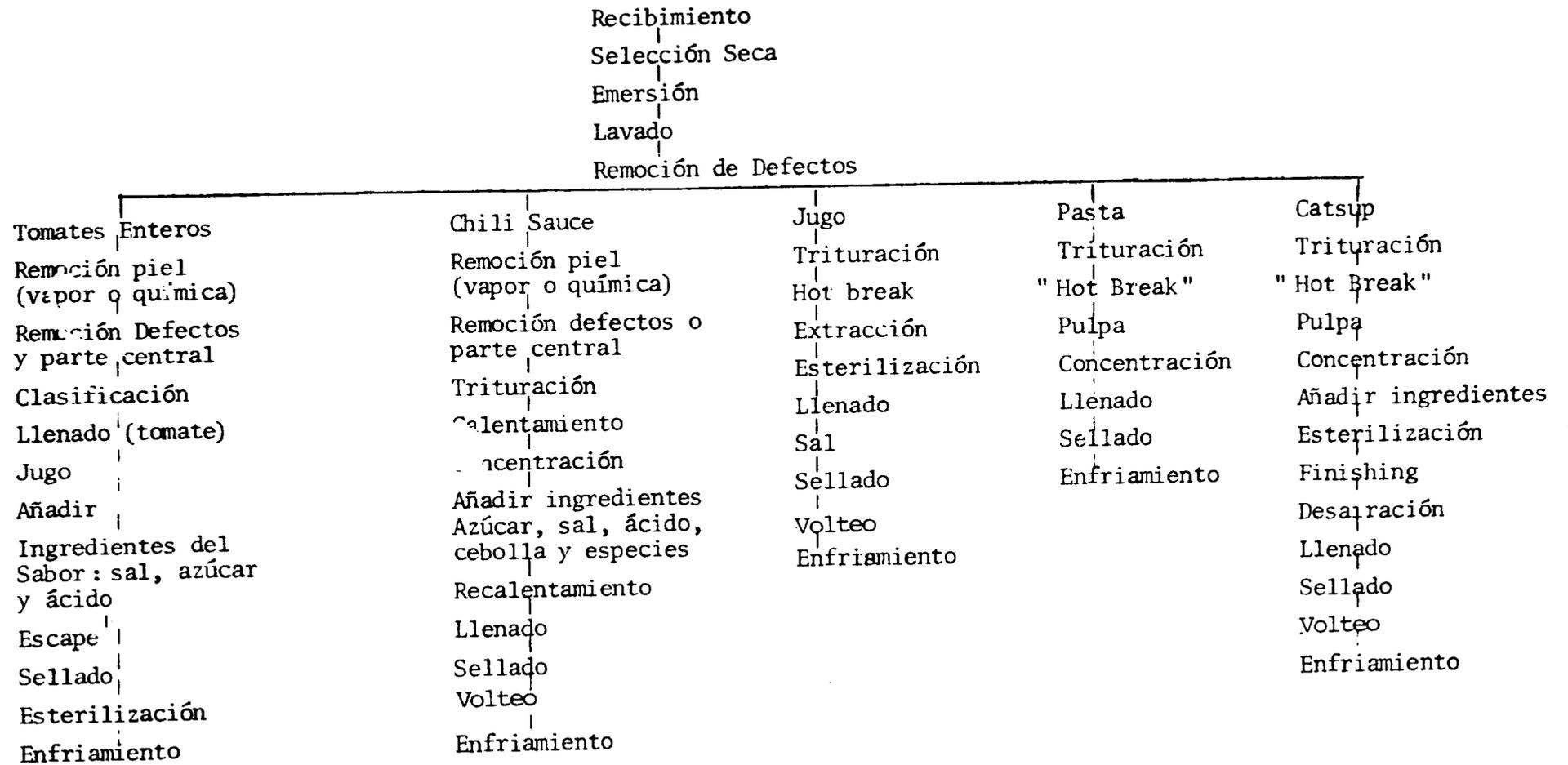
Puré de Tomate: Considérase puré de tomate el tomate desintegrado, extraído de tomates sanos y maduros, con o sin cáscara y parcialmente concentrado. Para la extracción de tal líquido se puede usar calor o cualquier línea de procesamiento que no añada agua. El líquido tiene que estar libre de cáscara, semillas y otras impurezas, conteniendo partículas finamente divididas de sólidos insolubles de la pulpa del tomate. La concentración se lleva a cabo en concentradores al vacío. Cuando se agrega al puré una proporción igual de agua, se reconstituye el jugo a su concentración natural.

Pasta de Tomate: Considérase pasta de tomate, el tomate desintegrado, que sufrió la eliminación de la cáscara, semillas y fibras en la operación de finalización (finishing) y en la cual parte del agua ha sido eliminada por evaporación a bajas temperaturas. La concentración final va desde 25% de sólidos totales hasta 33%.

Catsup y Salsas Condimentadas: Es el tomate desintegrado que sufrió la eliminación de la cáscara, semillas y fibras durante las operaciones de finalización, parcialmente concentrado o sin concentración y al cual se añaden alimentos.

Tomate Pelado: Considérase tomate pelado el fruto entero que tiene la piel y la parte interna removidos, envasado en salmuera o en jugo de tomate, y preservado por la acción del calor.

#### 4. PROCESAMIENTO DE TOMATES.



5. PREPARACION DE TOMATES PARA PROCESAMIENTO

5.1. Selección Seca: El objetivo es remover la contaminación gruesa y los frutos defectuosos (verdes, descompuestos o contaminados), que puedan contaminar el lavado de agua, un tamiz de alambre o banda de rollos es usado en esta operación. La banda debe tener una velocidad variables (15 a 30 pies/minuto) y poseer aire suficiente para la inspección (dos inspectores por tonelada de frutos) que permitan la selección adecuada. La iluminación es de 800 a 1000 luz y la capacidad de selección es de 500 a 600 k/hora.

5.2. Clasificación según el tamaño

Debido a variedad en tamaño de los tomates, muchos equipos fueron desarrollados para la selección. Generalmente se usan bandas divergentes (diverting-belts graders). La clasificación es hecha solamente para la producción de tomate pelado.

5.3. Lavado: Esta operación es esencial para la remoción del "suelo" lo cual puede contener residuo de pulverización; microorganismos, suciedad, hongos, larvas y huevos de Drosophila. El suelo necesita ser removido, ya que cualquier residuo que quede puede clasificarse el producto final como adulterado.

La operación de lavado es hecha en dos estados: inmersión y acción de agua pulverizada.

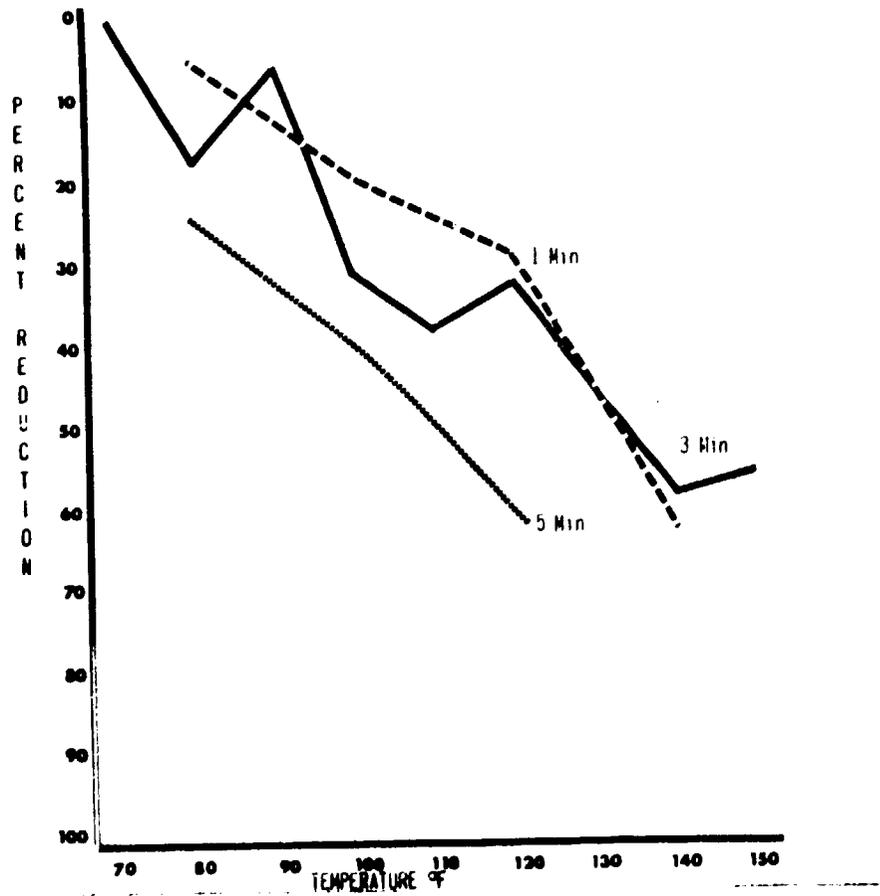
La inmersión es corrientemente efectuada en tanques de inmersión, que posee un sistema de vapor y aire comprimido para permitir la agitación del agua. Gould Et.Al.(1959) encontró que la agitación de tomates durante la inmersión ayuda a la remoción de huevos de Drosophila y larvas.

El vapor debe ser suficiente para elevar la temperatura del agua hasta 130°F. El tiempo mínimo de lavado es de 3 minutos. Gould Et.Al.(1959) encontró que la temperatura

de 130°F y 3 minutos de lavado son suficientes para remover huevos de Drosophila y larvas, resultando una reducción de huevos y larvas de 48%, como puede apreciarse en la Figura No.4.

Figura No. 4

Efecto de la temperatura y de la inmersión en agua en la reducción de Drosophilas



Con una temperatura de 120°F por 5 minutos, se logra una reducción mas grande, pero este tratamiento puede ser de un costo muy alto y consume mucho tiempo. Con una temperatura de 140°F por 3 minutos la piel empieza a soltarse. Así la inmersión a 130°F por 3 minutos es ideal. El agua tiene que ser cambiada constantemente para prevenir recontaminación de los frutos.

El sistema debe tener un diseño que permita el uso de detergente cuando sea necesario. El detergente debe ser bajo en formación de espuma y bien alcalino (pH 11 a 12). La National Canners Association reporta que la solución de detergente neutro o levemente alcalino no es eficiente en la remoción de huevos. Gould Et. Al. (1959) indican que el contagio de huevos de *Drosophila* y larvas se reduce en un 86% cuando los detergentes formulados son alcalinos para un ph de 10 a 12 fueran añadidos al tanque de inmersión en una concentración del 0.25% en peso, a una temperatura de 130°F.

El uso de soluciones de hidróxido de sodio para la remoción de huevos de *Drosophila* y larvas, también ofrece buenos resultados. Twigg y Gulleté (1965) reportan que la inmersión de tomates en una solución de hidróxido de sodio de 0.5% por 3 minutos a 130°F fué bastante efectiva. Un detergente o un agente humectante, pueden ser agregados a la solución; también se puede usar soda cáustica combinada con el agente humectante. El agente humectante puede incrementar la efectividad del lavado y facilitar la remoción del residuo cáustico del fruto en las lavadas subsecuentes. También enseñan que con suficiente inmersión no hubo cambios en el pH ni en la acidez total.

El estudio de Ashwah (1963), investigó el efecto del uso de detergentes en lavados de tomate, en la viabilidad y resistencia térmica de esporas de *Bacillus Thermo Acidurans*, el agente responsable por el deterioro conocido como "flat sour"

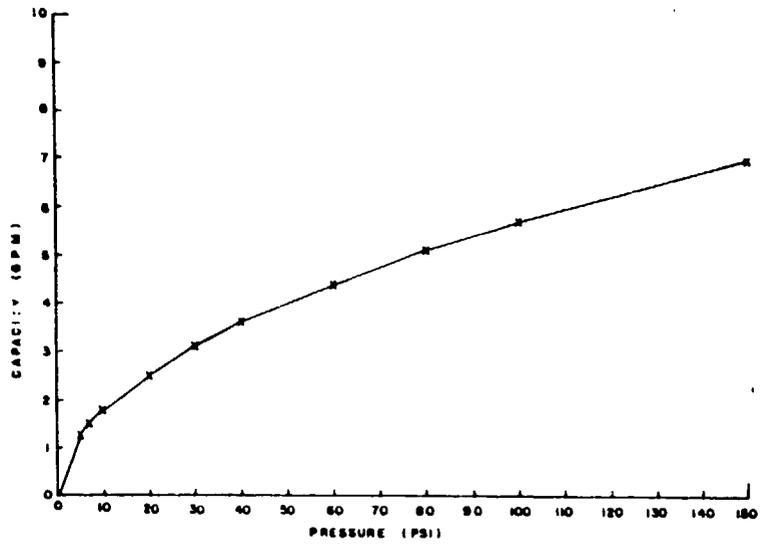


Figura No.5

Relación entre presión y capacidad (VOL) Pa

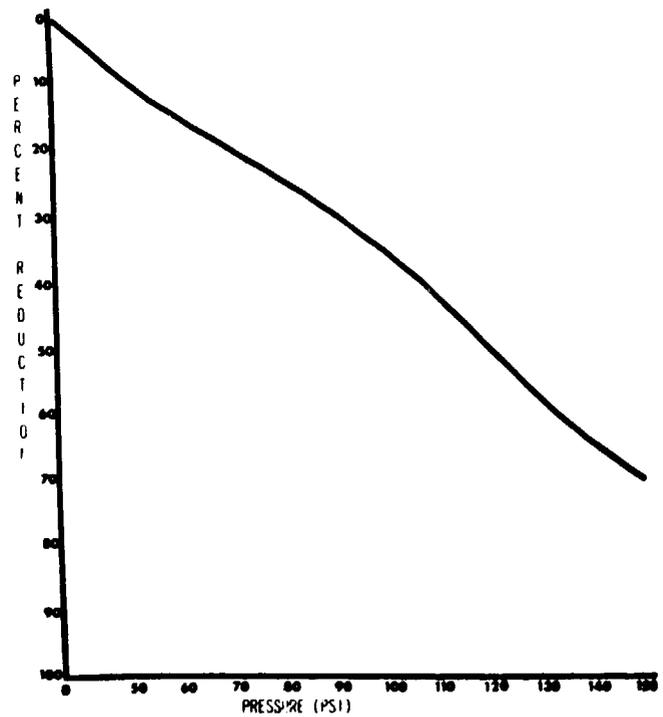


Figura No. 6

Efecto de la presión de pulverización en la reducción de huevos de Drosophila

en tomate pelado y jugo de tomate. El reportó que lavando tomates con soluciones de detergente a 130°F (54.5°C) por 3 minutos resultó una reducción de 17 a 25% de valores D (tiempo requerido bajo condiciones determinadas para reducir 90% de esporas vivas).

Solución de Hipoclorito de sodio puede ser dosificada en el tanque de inmersión para controlar el crecimiento de Thermophilicas. Gould Et. Al (1959) reportó que con un residuo de cloro conteniendo de 6 a 8 partes por millón es suficiente para prevenir las Thermophilicas.

Después de la inmersión hay que enjuagar el fruto. Los tomates son trasladados en una sola capa usando una transportadora de rollos. La transportadora debe tener una velocidad variable para permitir el mínimo de 2½ rotaciones del tomate durante el proceso de enjuage.

Los sprays pulverizadores ubicados sobre el fruto son usados para el enjuage. El agua de los sprays no puede pasar al tanque de inmersión debido a que diluiría la concentración de detergente y de cloro. El tipo de spray pulverizador y la distancia del fruto son variables importantes. Gould Et. At. (1959) enseñaron que el tipo "Fullcone" que dan una pulverización cuadrada son adecuados. Estos sprays (3/8GG 18SQ -Spraying Systems Company) producen la partícula de tamaño correcto para la operación. El número y altura de los sprays son importantes para que el agua haga contacto con todo el fruto; 9 sprays pulverizadores cuadrados a una altura de 7 pulgadas sobre los rollos producen una buena cobertura sobre una transportadora de 40 pulgadas y un buen impacto sobre la superficie de la fruta.

En la operación de enjuage, la presión es importante. El impacto, cobertura, tamaño de las partículas y el volumen de agua permanecen en la dependencia de la presión. Los datos

de la figura número 6 enseñan que cuando la presión de agua se incrementa a un máximo de 150PSI la efectividad en la reducción de huevos de Drosophila aumenta. Pero a 150PSI también ocurre un incremento en la cantidad del residuo del tomate. La cantidad de agua y de residuo son muy altos para permitir una aplicación práctica. La presión de 130PSI es próxima del ideal. A esta presión los sprays fullcone aplican como 6.5 galones de agua por minuto. Además al instalar los sprays 7 pulgadas arriba de los rollos, cubren 1 pie cuadrado del área.

Por lo tanto, cuando la operación de inmersión es combinada, con el enjuague existe una gran reducción en los huevos de Drosophila y larvas. Gould Et.Al. (1959) encontraron que al añadir detergentes en el tanque de inmersión la reducción de huevos de Drosophila y larvas fué de 86%.

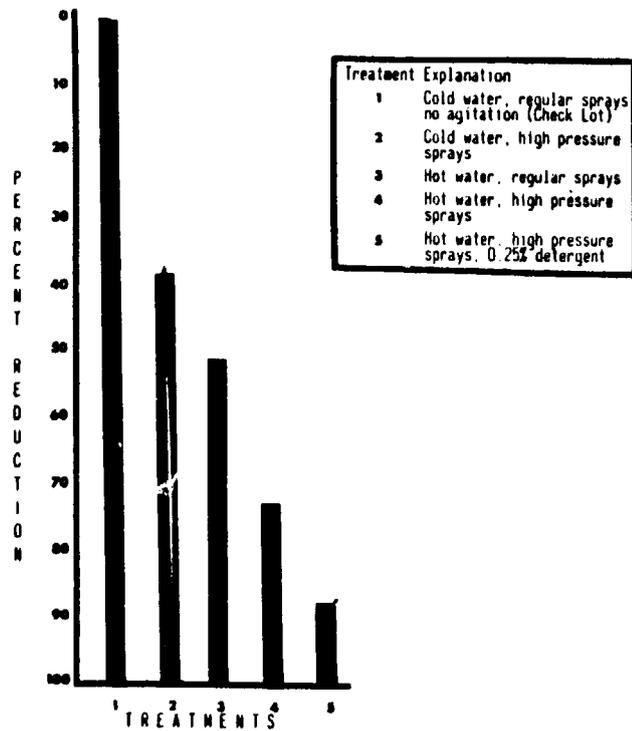


Figura No.7

Efecto de la combinación de factores químicos y físicos en la remoción de huevos de Drosophila y larvas

#### 5.4. Selección y remoción final de defectos

La finalidad de la selección y la remoción de defectos es la eliminación de frutos verdes y defectuosos (áreas podridas, porciones con hongos, daños de insectos o partes afectadas por el sol). La selección será una inversión rentable si los tomates lavados son cuidadosamente seleccionados de tal forma que solamente los frutos grandes y perfectos van para el enlatado y los frutos podridos eliminados y los frutos pequeños y deformes van para la línea de pulpa. Los frutos que no son uniformes en color van a la pulpa.

Howard demostró que los frutos con mas de 0.5% a 1% de pudrición pueden producir una contaminación de hongos muy alta en el producto final. El número de inspecciones y remoción de defectos depende de la selección seca, lavado, enjuague y la calidad de la materia prima.

El equipo indicado para la selección es el transportador de rollos con una banda superior para la remoción de los desechos.

Los métodos de selección y remoción de defectos varían. Una práctica efectiva es la utilización de dos o tres inspectores para seleccionar solamente los frutos bien podridos, los de enmedio y los finales concentran su trabajo en los frutos con partes afectadas y remueven los defectuosos.

Un tipo de banda de selección con tres divisiones es usada. Los frutos para la selección son alimentados en la división externa. Los inspectores remueven los frutos individualmente y eliminan los defectos si es necesario. Los tomates completamente sanos son transferidos a la línea de envasado.

Para garantizar la eficiencia en la selección es preferible que los operadores no ejecuten las dos operaciones de inspección y remoción de defectos simultáneamente. Cada operación debe ser tratada individualmente. En cada operación es

aconsejable usar personas que las realicen individualmente.

#### 5.5. Remoción de la parte interna (coring)

La remoción de la parte interna es una operación que debe ser hecha con mucho cuidado ya que la parte externa del fruto no puede ser afectada. Con las nuevas variedades en los Estados Unidos de América, este proceso permanece sencillo ya que la cantidad de material es mínimo o nada. La operación puede ser manual o mecánica.

Para la operación manual lo más usado fué la "Smiley tomato knife". Hoy día lo preferente es "Mark Lowe" o "Boucher Tomato Spoon". La "Smiley knife" tiene un cuchillo curvo de acero inoxidable. El cuchillo recto no puede ser usado. El proceso de remoción de la parte interna manual produce mayor pérdida de material y tiene un costo más alto que la operación mecanizada.

La remoción mecanizada de la parte central es hecha con una máquina pequeña llamada "Hydrout", construída por Magnuson Engineers de San José, California.

El "Hydrout" es movido por la acción del agua, removiendo la parte interna y los defectos. Está constituída por tres partes esenciales: a) una hoja que varía en su diseño de acuerdo con el producto o tamaño de la parte interna a ser removida; b) una turbina movida por la acción del agua (100 a 200PSI de presión de agua y cada equipo consumiendo de 0.6 a 1.2 galones por minuto de agua); c) un diafragma de goma que controla la profundidad del corte.

El agua que acciona el equipo, mantiene el "Hydrout" limpio, remueve la parte central y previene problemas mecánicos.

Trabajando con tomates cada "Hydrout" tiene una capacidad de hasta 700 libras por hora, variando de acuerdo al operador y tamaño del fruto.

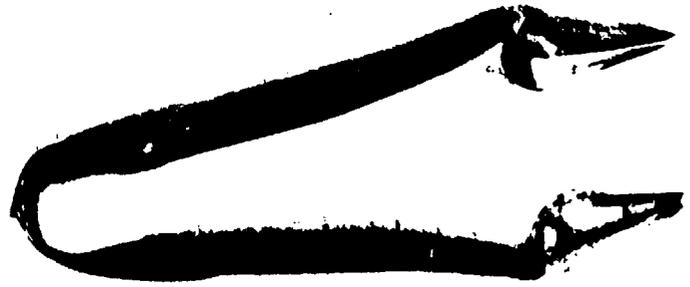


Figura No. 8

De arriba para abajo: "Smiley Tomato Knife"; "Mark Lowe Tomato Spoon"; "Boucher Tomato Spoon".

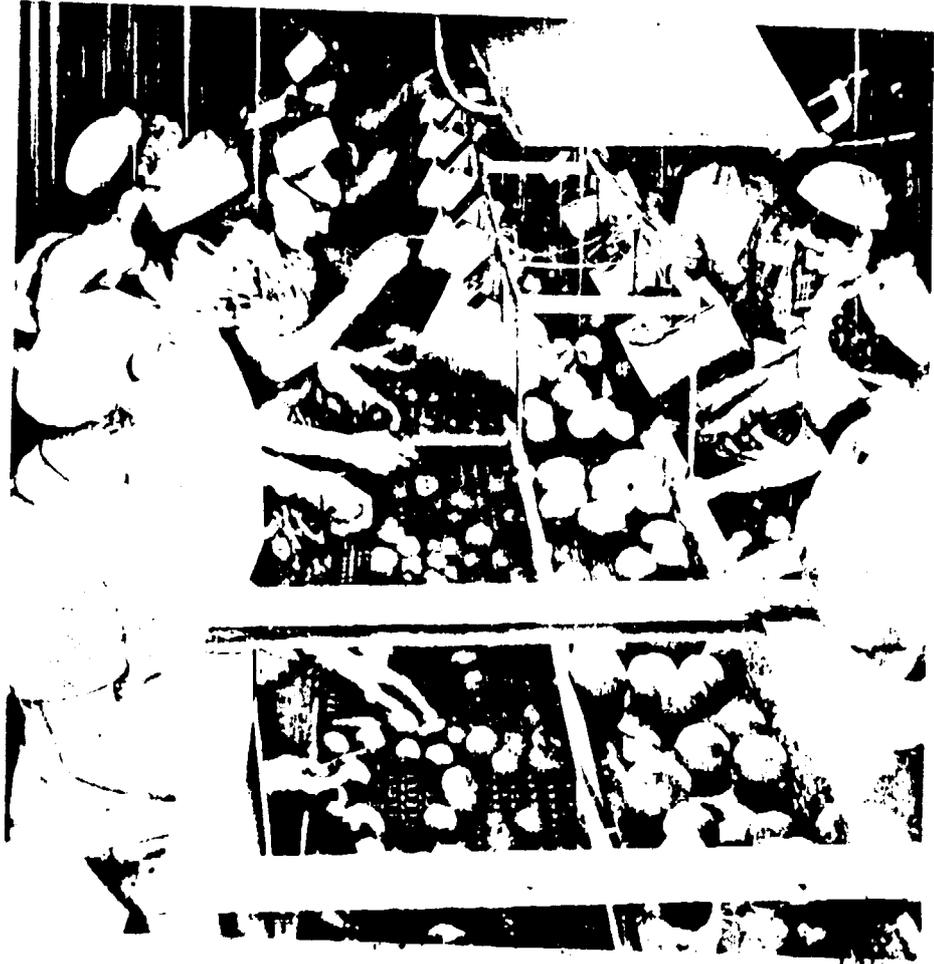


Figura No. 9

Removedor mecánico de la parte interna "Hydrout"  
y bandas "Hytap" para la preparación de tomates  
para el envasado

El Hydrouit es sencillo para instalar y puede ser ubicado en la extensión del "trimming" (remoción de defectos), selección o peladores.

Se recomienda que el Hydrouit sea ubicado después que los tomates sean seleccionados para ser envasados, antes de remover la cáscara. Se encontró que la operación de remover la parte central es mas simple antes de que éstos sean pelados, y que la cáscara comienza a desprenderse antes de que los removedores de defectos toquen el fruto. En otras palabras, la cáscara se parte al remover la parte central antes de que sean pelados, y en el caso de los frutos que son sólidos y libres de defectos, la cáscara sale sin el uso de cuchillos.

Gould (1953) encontró que la capacidad de producción se incrementa por lo menos en un 25% y que el mismo nivel de calidad es mantenido con el "coring" y con el Hydrouit, usando el mismo número de personas para pelar y remover la parte central. También se reportó que no existen diferencias significativas en la calidad del producto acabado, entre tomates con la parte interna removida por el método tradicional y con Hydrouit (Tabla No.3 ).

#### 5.6. Remoción de la cáscara

La remoción de la cáscara de los tomates para ser envasados es una operación de alto costo en términos de mano de obra. Junto con la operación de "coring" es responsable aproximadamente de un 60% del costo de la mano de obra total en procesamiento de tomates. La eficiencia de la operación de la remoción de la cáscara tiene influencia en la calidad del producto terminado (Schulte 1965).

Existen tres métodos de uso corriente para remover la cáscara. El costo del equipo y el volumen de fruta determinan el método a escoger.

#### Remoción de cáscara con vapor

Los tomates son escaldados con vapor vivo durante un tiempo suficiente

para perder la cáscara pero se mantienen firmes y no sufren un calentamiento total del fruto (Crues 1958). El escaldado es llevado a cabo por el traslado de los frutos en una banda de transporte bajo la acción de vapor vivo dentro de una cámara. El remover la cáscara con vapor ha sido muy usada en el pasado. El escaldador de vapor es un tunel de acero con "sprays" de vapor vivo. Los tomates son expuestos a la acción del vapor de 30 a 60 segundos dependiendo el tiempo de la variedad, tamaño del fruto, y punto de maduración de los tomates. Cuando salen del escaldador son sujetos a la acción de "sprays" de agua fría para agrietar la cáscara.

Tabla No. 3

Efecto del método de "coring" en la calidad de tomates envasados

Atributos de calidad	"Coring" manual	"Coring Hydrot"
No.de latas evaluadas <sup>1/</sup>	288	288
Score total	93.4	93.1
Score p/peso drenado	18.0	18.0
Score p/color	28.2	28.1
Score p/integridad	17.7	17.6
Ausencia de defectos	29.5	29.4
Grado U.S.	A	A

1/ Las latas de tomates fueron evaluadas por U.S.D.A. usando el sistema de clasificación descritos en "U.S Standards for grades of canned tomatoes"

Para remover eficientemente la cáscara del tomates es esencial que ésta quede completamente despegada. Existe una tendencia en el medio Oeste y Este de hacer un escaldado blando y los obreros son responsables por la remoción final de la cáscara. El escaldado blando exige el uso de cuchillos para remover la cáscara completamente. Esto incrementa el costo de la mano de obra, da una apariencia desagradable y siempre se queda adherida alguna cáscara en el fruto.

Por otro lado, el exceso de escaldado tiene que ser evitado, ya que ablanda los tomates resultando una pérdida excesiva y una baja calidad.

Un escaldador en buenas condiciones, operando a temperaturas de 208°F (97°C) a 212°F (100°C) es considerado satisfactorio. Muchas veces se pueden agregar tubos cerrados dentro del escaldador para incrementar el calentamiento. Un escaldador con un buen diseño puede llegar hasta 300°F (149°C) y con vapor seco a 125PSI. Las temperaturas mas altas resultan de tiempos de calentamientos mas cortos. Hoy en día se usan presiones con temperaturas mas altas.

#### Remoción con soda cáustica (Hidroxido de sodio)

La remoción química de la cáscara de frutas y vegetales ha sido usada por muchos años en la industria de procesamiento de alimentos.

El uso del proceso de remoción con solución de hidroxido de sodio comenzó con albaricoques y melocotones. Hubo un incremento muy intenso en el uso de solución de hidroxido de sodio por su simplicidad, economía y mano de obra económica.

El agente activo en la remoción con hidroxido de sodio, es la solución de soda cáustica. La remoción con soda cáustica es posible por la acción que tiene en los tejidos cuticulares, produciendo su dilución. La acción de la soda cáustica es selectiva atacando y destruyendo los tejidos de la fruta o vegetal, sin tocar la pulpa. El tejido externo destruido, blando y gelatinoso es fácilmente removido por la acción del agua. (Anon.1964).

El equipo para la remoción química de tomate, es constituido por un sistema que permite la inmersión del producto en solución de soda cáustica caliente o la pulverización de la solución sobre los frutos por un tiempo determinado. El equipo permite el drenaje del exceso de solución cáustica, así como un medio de remoción de la solución por la acción del agua.

Tabla No. 4

Densidad y contenido de soda cáustica en las soluciones de soda cáustica a 60°F (15.5°C)

%NaOH	Specific Gravity 60/60°F	NaOH Gm Per Liter	Total Wt Solution Lb Per Gal
1	1.012	10.11	8.44
2	1.023	20.46	8.53
3	1.034	31.02	8.62
4	1.045	41.80	8.71
5	1.056	52.80	8.80
6	1.067	64.02	8.90
7	1.079	75.53	9.00
8	1.090	87.20	9.09
9	1.101	99.09	9.18
10	1.112	111.20	9.27
15	1.167	175.05	9.73
20	1.223	244.60	10.20
25	1.278	319.50	10.65
30	1.332	399.60	11.10
35	1.384	484.40	11.54
40	1.434	573.60	11.96
45	1.483	667.35	12.36
50	1.530	765.00	12.76

El equipo puede ser el "Draper-Type Scalding", "Fox Lye-Scalding", "Mill-Wheel Scalding" y la combinación "FMC Lye-Filming" y Pressure Steam Peeler".

La concentración de soda cáustica varía de 16 a 20%, quedando la concentración dependiendo de la temperatura y de la adición del agente humectante. Cuando se agregan agentes humectantes a las soluciones dan una peladura mas uniforme con tiempos mas cortos y concentraciones mas bajas de soda cáustica y disminuye la cantidad de agua necesaria para la remoción del residuo de soda. Dos de los agentes humectantes aprobados por la FDA para uso en las soluciones de soda y detergente son 2 Ethylhexyl Sulfate y Sodium

mono- y Dimethylnaphthalene sulfonados. Los dos son anionicos y comercializados con nombres como Tergitol Anionic 08, de la Union Carbide y Chemical Co. o Faspeel de Wyandotte Chemical Co. Schultz (1965) ha pelado tomates con éxito usando soda cáustica con 18% a temperatura de 190°F (87.5°C) a 200°F (93°C) con inmersión durante 25 segundos. Encontró que el uso de agente humectante en la solución cáustica facilita la acción de la solución y que la pérdida de la cáscara fué reducida por la adición del agente (El-Ashwan 1963).

Schultz y Smith (1968) Han efectuado la peladura de tomates con éxito usando soda cáustica de 16 a 20% con 0.3% de Faspeel a la temperatura de 190°F (87.5°C) a 210°F (93.5°C) con un tiempo de inmersión de 20 a 30 segundos. Encontraron que el agente humectante redujo la concentración de soda cáustica necesaria. Lucas (1969) encontró que el agente humectante Tergitol y Faspeel añadido a la concentración de 0.3% fue efectivo al reducir las pérdidas en la remoción cuando se usa junto con la solución cáustica a 20% de concentración.

Tabla No. 5

Preparación de soluciones cáusticas

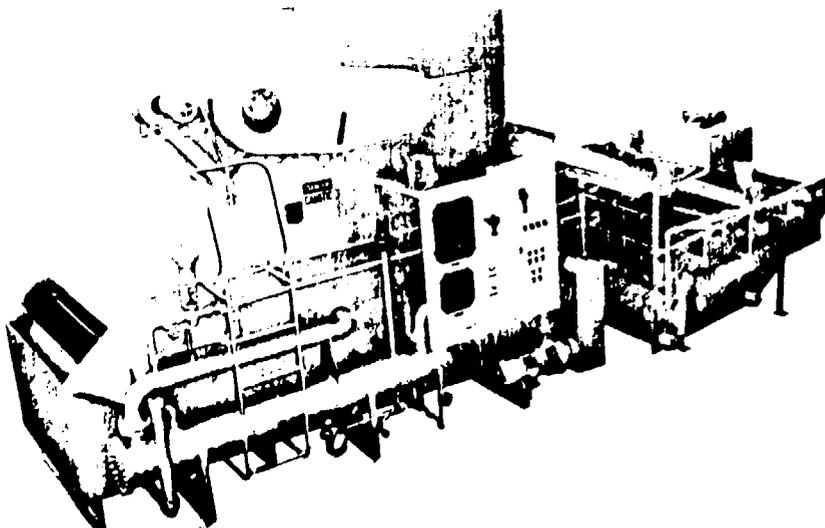
Caustic % By Wt	Oz Caustic Required Per Gal Water	Lb Caustic Required per 10 Gal	Temperature Rise °F	Gal of Final Caustic Solution at 60°F
1	1.4	0.9	5	0.997
2	2.9	1.7	10	0.997
3	4.3	2.7	15	0.996
4	5.0	3.6	20	0.996
5	7.2	4.5	25	0.996
6	8.8	5.5	31	0.996
7	10.4	6.5	37	0.997
8	12.0	7.5	42	0.997
9	13.6	8.5	48	0.998
10	15.4	9.6	54	0.999
15	24.0	15.0	86	1.007
20	33.6	21.0	113	1.021
25	44.0	27.5	139	1.042
30	54.9	34.3	160	1.071
35	66.6	41.6	177	1.111
40	78.9	49.3	185	1.161
45	91.8	57.4	191	1.224
50	105.3	65.8	191	1.306

También encontró que la aplicación del agente humectante en la solución para remover incrementa el "score" de peso drenado para los tomates.

La temperatura de la solución cáustica varía entre 190°F (87.5°C) y 210°F (99°C) con una exposición de 20 a 30 segundos. A los frutos se le permite una reacción de 45 a 60 segundos y a la secuencia se le aplica agua pulverizada para remover la cáscara.

La remoción con soda cáustica puede causar la neutralización de los ácidos del fruto en la parte que persiste.

La National Cannery Association muestra que los residuos de soda pueden ser reducidos o prevenidos por inmersión de los tomates sin cáscara y sin la parte central en agua potable. Se pueden usar dos tanques de inmersión, aplicándose agua pulverizada en el paso de un tanque a otro. Algunas plantas procesadoras usan solución de ácido cítrico a 10% para la inmersión de los tomates. El ácido cítrico también puede ser usado en el agua de enjuague.



*Courtesy of FMC Corporation*

Figura No. 8

La adición de ácido cítrico en el tanque de inmersión es un método práctico de controlar el residuo de la soda cáustica en los tomates. El pH del agua de enjuague debe mantenerse entre 5 y 6.

### Remoción con infrarojo

Se define como infrarojos los rayos que se distribuyen justo antes del rojo en el espectro visible. El tiempo de las ondas es mas largo que el de la luz visible, pero es mas corto que las ondas radio. La región infrarojo del espectro electromagnetico varía en un rango de 0.75 a 1000 microns.

La radiación infraroja como fuente de calor también ha sido estudiada para un gran número de aplicaciones en la industria de alimentos (Lafferty 1960).

Un modelo procotipo de remoción por infrarojo fué diseñado y usado en el laboratorio de la planta piloto del departamento de horticultura de The Ohio State University. El modelo consistió en cuatro quemadores rojos de gas que exponían el fruto a altas temperaturas (de 1.500 a 1.800°F) y el tomate, por la acción de un eje giratorio, tenía todas sus partes expuestas al calor infrarojo. También los ángulos verticales de los quemadores pueden ser ajustados para garantizar el máximo de penetración de calor en la cáscara. El tiempo de exposición varía de 4 a 20 segundos dependiendo de la variedad, tamaño del fruto y madurez. Cuando el fruto se expone de esta manera, solamente las células de la epidermis se calientan. El agua de las células se cambia de líquido a vapor y la cáscara "explota" o se suelta y puede ser fácilmente removida con agua pulverizada o por la acción de dispositivos de goma. Schultz (1965) encontró que la remoción de tomates con infrarojo tuvo una pérdida de 5.27%, mientras que el método a vapor tuvo una pérdida de 7.47%. Los datos de la Tabla No. 6 ilustran la eficiencia relativa de los diferentes métodos comparados con el método usual de remoción a vapor. Tal vez lo más significativo sea la relación de tratamiento con la calidad determinada de acuerdo con los estandares de calidad para tomates enlatados (grados para tomates enlatados). Los datos de la Tabla No.4 representa el promedio para 12 variedades de tomates e indica las posibilidades del uso del infrarojo para la remoción de la cáscara de los tomates.

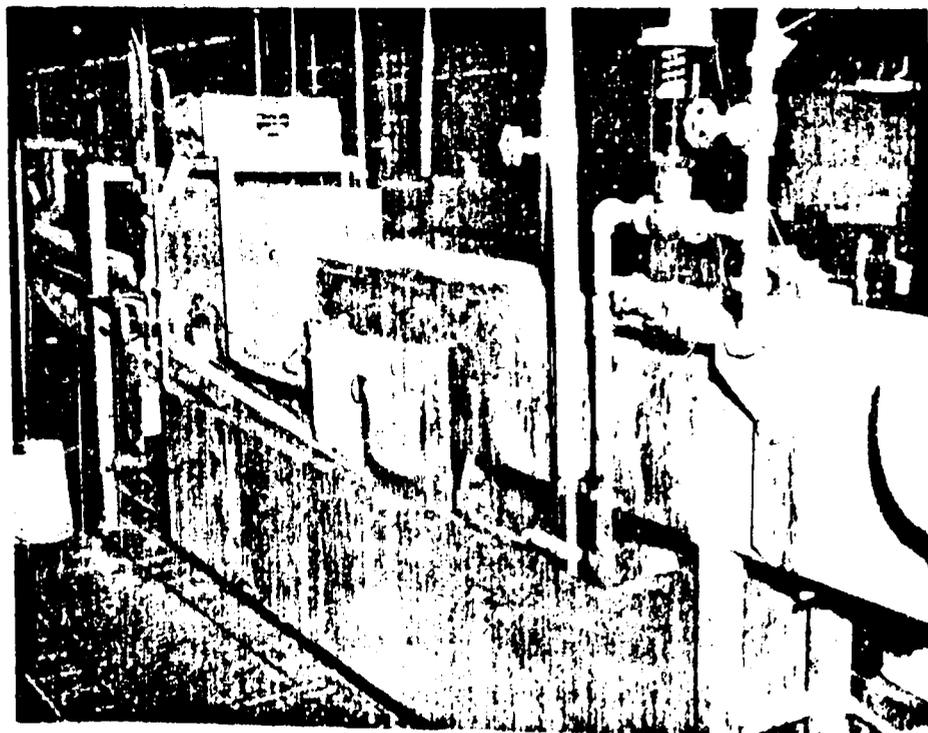


Figura No. 9

Peladora Cáustica Fox

Tabla No.6

Efecto del método usado para la remoción y tamaño de tomates en la eficiencia y calidad de tomates enlatados

	<u>Método de remoción por tamaño del fruto</u>					
	Vapor		NAOH		Infrarojo	
	Pequeño	Grande	Pequeño	Grande	Pequeño	Grande
No. de frutos/25lb.	87.5	57.5	87.0	56.5	83.0	53.0
% "core"	5.2	3.2	4.5	2.8	4.7	3.2
% cáscara	7.8	7.0	2.9	2.4	5.7	5.0
Lb. remoción/hora	305	352	533	741	232	261
pH	4.28	4.30	4.30	4.32	4.28	4.31
Acidez total	0.469	0.461	0.455	0.445	0.445	0.445
Peso drenado (oz.)	10.77	10.77	10.87	10.88	10.89	10.91
Peso drenado (20)	17.3	17.3	17.9	17.9	17.9	17.7
Integridad (20)	16.1	16.4	16.4	17.2	15.1	16.4
Color (30)	27.7	28.7	27.5	28.3	28.0	28.5
Ausencia defectos (30)	29.6	29.4	29.5	29.6	29.2	29.1
Score total	90.7	91.8	91.3	93.0	90.2	91.7
Grado	B	B	B	B	B	B

Otros métodos para remover la cáscara

Escaldado criogénico

Un método para escaldado llamado escaldado criogénico fue desarrollado por el Agricultural Research Service of USDA. El método es proyectado para acelerar el proceso de remoción de la cáscara de tomates para enlatado y para reducir la cantidad de pulpa perdida durante la remoción. El nuevo proceso involucra el uso de nitrógeno líquido, aire líquido o freon 12 para congelar la cáscara de éstos en pocos segundos. Después que la cáscara está congelada los tomates son rápidamente descongelados en agua tibia, quedando la piel como una bolsa suelta, la cual puede ser rápida y sencillamente removida con el mínimo de pérdida de pulpa. La remoción es

hecha abriendo una hendidura en la cáscara mecánica o manualmente, permitiendo el fruto deslizarse para afuera. Las pérdidas durante la remoción son reducidas a la mitad, comparado con el método convencional de vapor. La reducción de pérdidas ocurre por la pérdida mínima de la pulpa debajo de la cáscara. Estas capas son ricas en color y son esenciales para la mantención del color.

#### Remoción con gas

Cuando la remoción es hecha con gas, los tomates son expuestos a acción de gas caliente usado, de 6.5 a 7.5. segundos. Durante este tiempo los tomates son revueltos suavemente para exponer toda la superficie a la acción del gas. El removedor conocido como Hydoff, desarrollado por Magnuson Engineers, San José, California, opera entre 650 y 700°F. A esta temperatura y en este tiempo de exposición la piel se ampolla y se suelta de la pulpa. Penetrando el gas caliente a 250 MPH en el tomate rasga solamente la cáscara y las capas importantes debajo de la cáscara que son ricas en pigmentos y vitamina C, se mantienen intocables.

#### 5.7. Inspección

Es necesario hacer una inspección final de los tomates pelados antes de enlatarlos para la clasificación final.

Las tolerancias presentadas en la Tabla No.7 son el máximo de defectos permitidos para el respectivo grado, de acuerdo con los estándares norteamericanos para grados para tomate enlatado.

#### 5.8. Enlatado de tomates

##### Llenado

El llenado de las latas con tomates, con precisión, es una operación unitaria importante para la planta procesadora en relación al consumidor, las ganancias de la fábrica y el cumplimiento de las regulaciones gubernamentales.

De acuerdo con los estándares de calidad de grados de tomate, U.S. grado A o U.S. Fancy los tomates enlatados deben tener un peso

Grades	Defect (Aggregate Area)	In Cans of Less Than 2 Lb Total Contents	In Cans of 2 or More Lb Total Contents	In Cans of Any Size
		In Any Container	Equivalent Amount Per Lb of Contents of Any Container	Per Lb of Total Contents of All Containers (Avg.)
A and A Whole	Peel	2 sq in.	1 sq in.	1/2 sq in.
	Blemished areas	1/8 sq in.	1/16 sq in.	1/16 sq in.
	Discolored portions	1/2 sq in.	1/4 sq in.	1/4 sq in.
	Objectionable core material—practically none Harmless plant material—not more than a trace			
B	Peel	3 sq in.	2 sq in.	1 sq in.
	Blemished areas	1/4 sq in.	1/8 sq in.	1/8 sq in.
	Discolored portions	1 sq in.	1/2 sq in.	1/2 sq in.
	Objectionable core material—slight amount Harmless plant material—slight amount			
C	Peel	no limit	no limit	1 sq in.
	Blemished areas	1/2 sq in.	1/4 sq in.	1/4 sq in.
	Discolored portions	1 1/2 sq in.	3/4 sq in.	3/4 sq in.
	Objectionable core material—moderate amount Harmless plant material—moderate amount			

Tabla No. 7

Los máximos defectos de los tomates enlatados  
de acuerdo con los U.S. estándares

drenado no menor de un 66% de la capacidad del envase; el U.S. grado B o U.S. Extra Estandar necesita tener un peso drenado no menor de un 58% de la capacidad del envase y el U.S. Estandar o Grado C, los tomates enlatados tienen que tener un peso drenado no menor de un 50% de la capacidad del envase.

Con el énfasis cada vez mas grande, en lo que concierne al peso drenado y llenado de los envases, el procesador tiene que conocer muy bien las llenadoras y mantenerlas bajo estrecho control, dentro de los límites deseables. El procesador tiene que comprender que el exceso o la insuficiencia de llenado representa una pérdida para la fábrica o para el consumidor.

En la parte final de la banda de remoción de defectos, los tomates son envasados en latas previamente limpias. Las latas con una capa de barniz es recomendable para los tomates.

Los tomates son llenados manualmente o con máquina. Los tomates enteros del tipo Fancy, con coloración homogénea y grandes, son cuidadosamente envasados manualmente. El jugo de tomate puede ser de tomates pelados o jugo de tomate de calidades similares. (López, 1969).

La mayor parte de los tomates son llenados a máquina. En este caso, los tomates pelados son vertidos en una tolva y la mezcla de tomates enteros y jugo se hace automáticamente. En algunas máquinas de envase, los tomates pueden sufrir y quebrarse; la máquina llenadora trabaja a alta velocidad.

El estilo conocido como "solid-pack" consiste solamente de tomates o sea el exceso de jugo fué drenado de los tomates pelados. Este tipo usualmente es llenado a máquina.

El envasado estandar en California para tomates enlatados, consiste en una mezcla de tomates pelados y puré de tomate.

La calidad del producto acabado es influenciada por el peso llenado (filled weight), ya que ésto es importante para el peso drenado (drained weight). Schulte (1961) estudió la relación entre el peso llenado y el peso drenado de tomates enlatados de diferentes pesos llenados en latas No.303. El informo una pérdida de peso drenado en un rango de 8.5% a 11.9% después de cuatro meses de almacenamiento. También encontró que los tomates podrían ser envasados con pesos de llenado específicos para generar pesos drenados predeterminados de grado A, grado B y grado C. Ya que el peso drenado es un 20% del score total para tomates enlatados, de acuerdo con el sistema de grados de USDA, un procesador puede calcular el peso llenado requerido para generar un grado específico de calidad en términos de peso drenado, si el fruto es de esta calidad en términos de integridad, color, y ausencia de defectos.

El índice del peso drenado es determinado como sigue (Amon 1971):

$$\text{Índice de peso drenado} = \frac{\text{Peso de tomates drenados}}{\text{Capacidad del envase}} \times 100$$

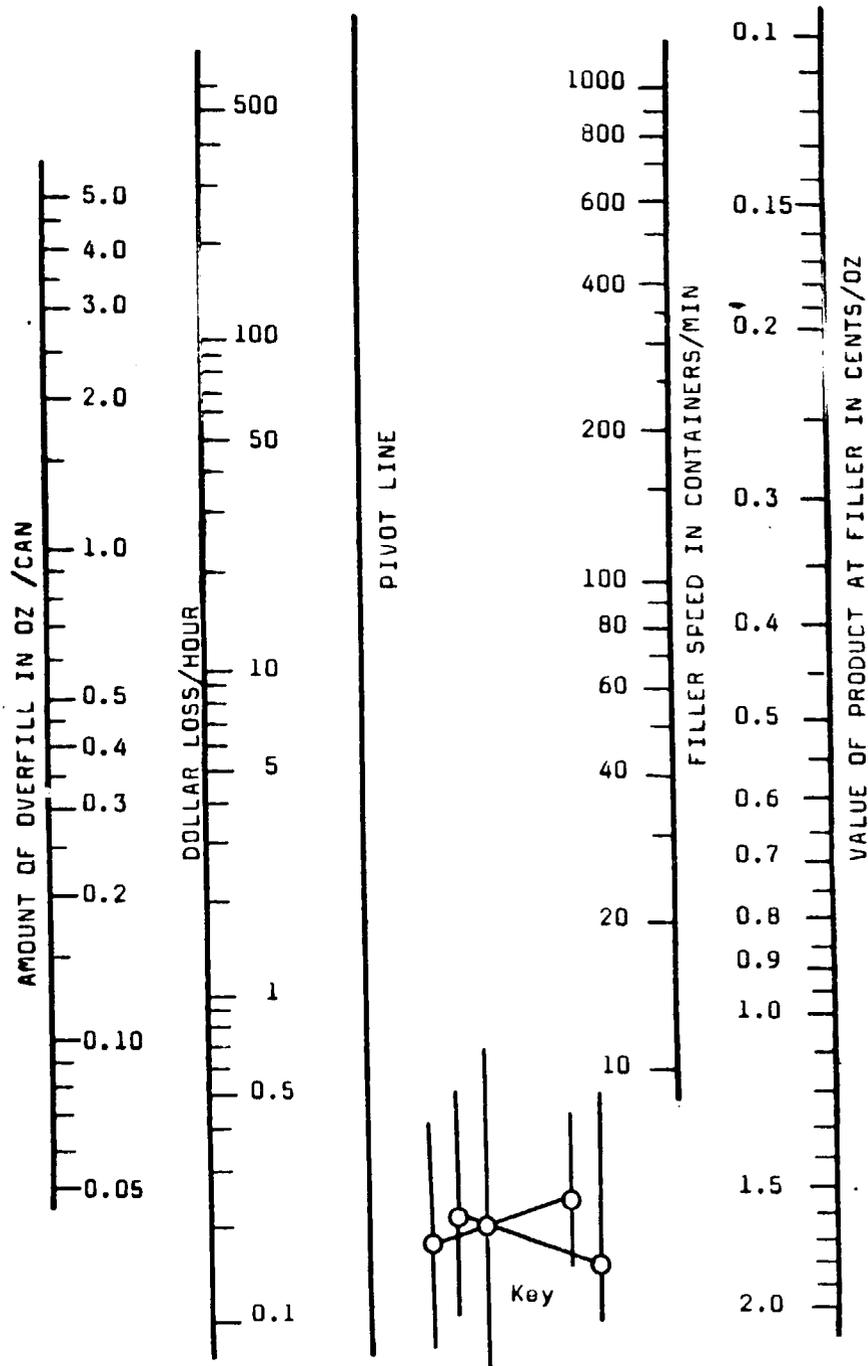
El score permitido para peso drenado y los pesos drenados mínimos de tomates para los envases mas usados son presentados en la Tabla No.8.

U.S. Grade Classification	Score Points	Drained Wt Index %	Container Sizes							
			8Z Tall		Picnic		No. 303		No. 2 1/2 Cyl.	
			No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
Whole	20	62	5.4	6.8	10.5	12.7	18.5	32.0	67.9	
	19	60	5.2	6.5	10.1	12.3	17.9	31.0	65.7	
	18	58	5.0	6.3	9.8	11.9	17.3	30.0	63.5	
	17	54	4.7	5.9	9.1	11.1	16.1	27.9	59.1	
	16	50	4.3	5.5	8.5	10.3	14.9	25.8	54.7	
A	20	70	6.1	7.6	11.8	14.4	20.8	36.2	76.6	
	19	68	5.9	7.4	11.5	13.9	20.2	35.1	74.4	
	18	66	5.7	7.2	11.1	13.5	19.6	34.1	72.2	
B	17	62	5.4	6.8	10.5	12.7	18.5	32.0	67.9	
	16	58	5.0	6.3	9.8	11.9	17.3	30.0	63.5	
C	15	54	4.7	5.9	9.1	11.1	16.1	27.9	59.1	
	14	50	4.3	5.5	8.5	10.3	14.9	25.8	54.7	

Tabla No.8

Score permitido para índices de peso drenado y pesos drenados mínimos de tomate para envases mas corrientes

La gafa técnica en la Figura No.10 enseña la pérdida en dólares por hora para exceso de peso, en base al costo de los ingredientes.



Courtesy of Packaging Engineering (1963)

Tabla No. 10

Gafa Técnica para el control de llenado. Permite la determinación de la pérdida horaria en dólares por exceso de llenado.

### 5.9 Adición de sal y agentes de firmeza

La firmeza es un factor determinante de la calidad para tomates enlatados. Con una madurez avanzada, los tomates tienen la tendencia de ablandarse y de fragmentarse fácilmente durante el proceso. Como resultado, la gran parte de los procesadores son obligados a envasar tomates de excelente sabor y color, los cuales son comercializados a precios más bajos por la falta de firmeza.

Muchos investigadores han relatado el uso y el efecto de sales de calcio para producir la firmeza de tomates enlatados. (Appleman y Conrad, 1927; Kertz y otros, 1940; Lacrone y Haber, 1933; Siegel, 1943). Jacobs (1951) explicó la acción de sales de calcio en la firmeza de productos como el tomate.

Los tomates frescos, como toda fruta fresca, contienen componentes pécticos que son relativamente insolubles y que forman un gel firme alrededor del tejido fibroso del tomate, previniendo el colapso del vegetal y, de esta forma, ayudando a mantener la firmeza. Cuando ocurre una quiebra de la estructura celular, los componentes pécticos entran en contacto con las enzimas del alimento y la pectina es convertida en ácido péctico. Esto resulta en una pérdida de la firmeza del tejido del tomate, provocando un colapso. La adición de sales de calcio en tomates, causa la formación de gel de pectato de calcio, lo cual soporta los tejidos y protege el tomate contra el ablandamiento.

El Food and Drug Administration aprobó el uso de las siguientes sales, como agentes de firmeza: clorato de calcio purificado; sulfato de calcio; citrato de calcio; fosfato monocálcico o cualquier combinación de dos de ellos, o mas de dos en concentraciones que no excedan 0.026% de calcio en peso en el producto acabado. Las sales de calcio añadidas necesitan estar descritas en la viñeta. Las cantidades de sales de calcio recomendadas en tomates enlatados, son descritas en la Tabla No. 9. El clorato de calcio es más recomendado que los sulfatos y fosfatos.

Tabla No. 9

Cantidades de Sal de Calcio para tomates enlatados, por  
tamaño de latas en gramos

Tamaño de la lata	Cantidad recomendada	Máximo de calcio permitido en gramos, como			
		Clorato	Sulfato	Citrato	Fosfato
211 x 400	15 - 20	6.2	4.9	5.4	7.1
303 x 406	25 - 30	9.9	7.8	8.7	11.4
307 x 409	30 - 35	11.8	9.3	10.3	13.5
401 x 411	40 - 50	17.4	13.7	15.1	19.9
603 x 700	150 - 200	63.8	47.8	55.3	72.5

Dos son los métodos de aplicación de sal:

Sal en tabletas. En los Estados Unidos de América, estas tabletas están disponibles comercialmente, en tamaños adecuados para varios tamaños de latas; cada tableta contiene clorato de calcio anhidro en adición a la cantidad adecuada de clorato de sodio (sal corriente). Estas tabletas son alimentadas adecuadamente en las máquinas de llenar jugo. Por la naturaleza microscópica del clorato de sodio exige que las tabletas sean envasadas en recipientes a prueba de humedad, que solamente son abiertas para efecto de uso. Si no se toman estos cuidados, las tabletas absorben humedad y se desintegran.

Solución de jugo. También es posible añadir clorato de calcio o clorato de calcio disuelto en jugo de tomate. Lo más común es tener la solución colocada en la lata antes de envasar los tomates, para evitar pérdidas por exceso de volumen. Dispositivos llamados Flocron y proporcionador electro, son utilizados para distribuir el jugo de tomate con saborizantes y agentes de firmeza en las latas vacías antes que los tomates sean envasados en las latas.

La solución de jugo consiste en 9 libras de clorato de calcio USP (77%  $\text{Ca Cl}_2$ ) y 27 lbs. de sal disuelta en 15 galones de jugo de tomate. La cantidad de solución de jugo envasado, depende del tamaño de las latas. Se encontró que 5 ml de la solución de jugo produce firmeza en tomates envasados en latas No. 303; el contenido de calcio de estos tomates se queda bien abajo del máximo permitido por los estandares de tomates enlatados (Siegel, 1957).

La adición de sales de calcio en tomates, durante el enlatado, mejora la integridad y el peso drenado de tomates enlatados. Gould y otros (1956), encontraron que en los tomates tratados con clorato de sodio tenfan un score promedio para peso drenado de 17.31 y fueron clasificados como U.S., Grado B, mientras los tomates tratados con tabletas de clorato de sodio-clorato de calcio (18.2 gramos de  $\text{NaCl}$  y 11.8 gramos de  $\text{Ca Cl}_2$ ) tuvieron un score promedio de peso drenado de 18.35 y fueron clasificados como U.S. Grado A.

Schulte (1961), indicó que los tomates enlatados tratados con tabletas de clorato de sodio, han tenido peso drenado significativamente mas bajos y perderán 2% más de peso que los tomates tratados con tabletas de clorato de sodio - clorato de calcio. La figura No. 11 representa la influencia de Na Cl y Na Cl - Ca Cl<sub>2</sub> en el peso drenado de tomates enlatados con cinco diferentes pesos de llenado en latas No. 303.

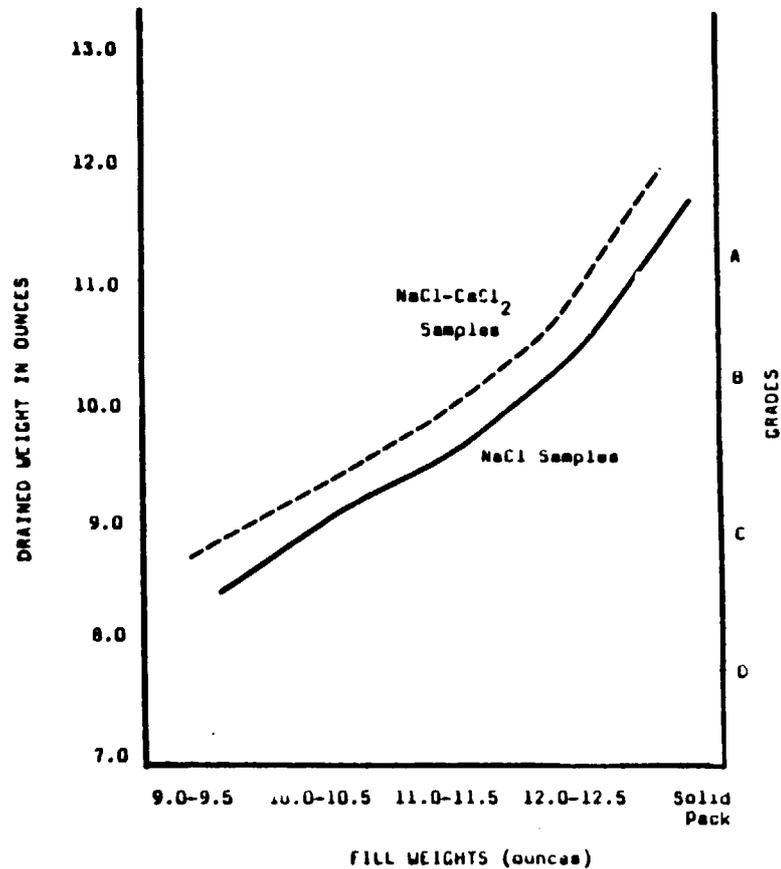


Figura No. 11

Relación de peso de llenado para peso drenado y grado para tomates envasados con NaCl-CaCl<sub>2</sub> versus tableta de sal NaCl.

### 5.10 Agotamiento

Ya que el producto en forma corriente es llenado frío en las latas, las latas llenas tienen que ser calentadas. Esto es hecho, transportando las latas, a través de un túnel de agotamiento que recibe la inyección de vapor.

Durante esta operación, vacío suficiente es obtenido para prevenir un deterioro en las latas durante el almacenamiento (López, 1969). Los tomates deben ser completamente agotados, ya que los cambios térmicos en los tomates "solid packed" son muy lentos.

La parte central de la lata debe alcanzar el mínimo de 130°F, (55.5°C) y el período de agotamiento tiene que ser ajustado para llegar a esta temperatura. Los tiempos mínimos para el agotamiento con vapor vivo son:

Latas No. 2 o No. 303	—————>	3 minutos
Latas No. 2½ y No. 3	—————>	4 minutos
Latas No. 10	—————>	10 minutos (López, 1969).

Un vacío satisfactorio puede ser obtenido con el uso de máquinas llenadoras con inyección de vapor. Esta operación no necesita de agotamiento de las latas. Si el espacio vacío es cuidadosamente controlado para 5/16 pulgadas para latas pequeñas y 6/16 pulgadas para latas No. 10 (López, 1969).

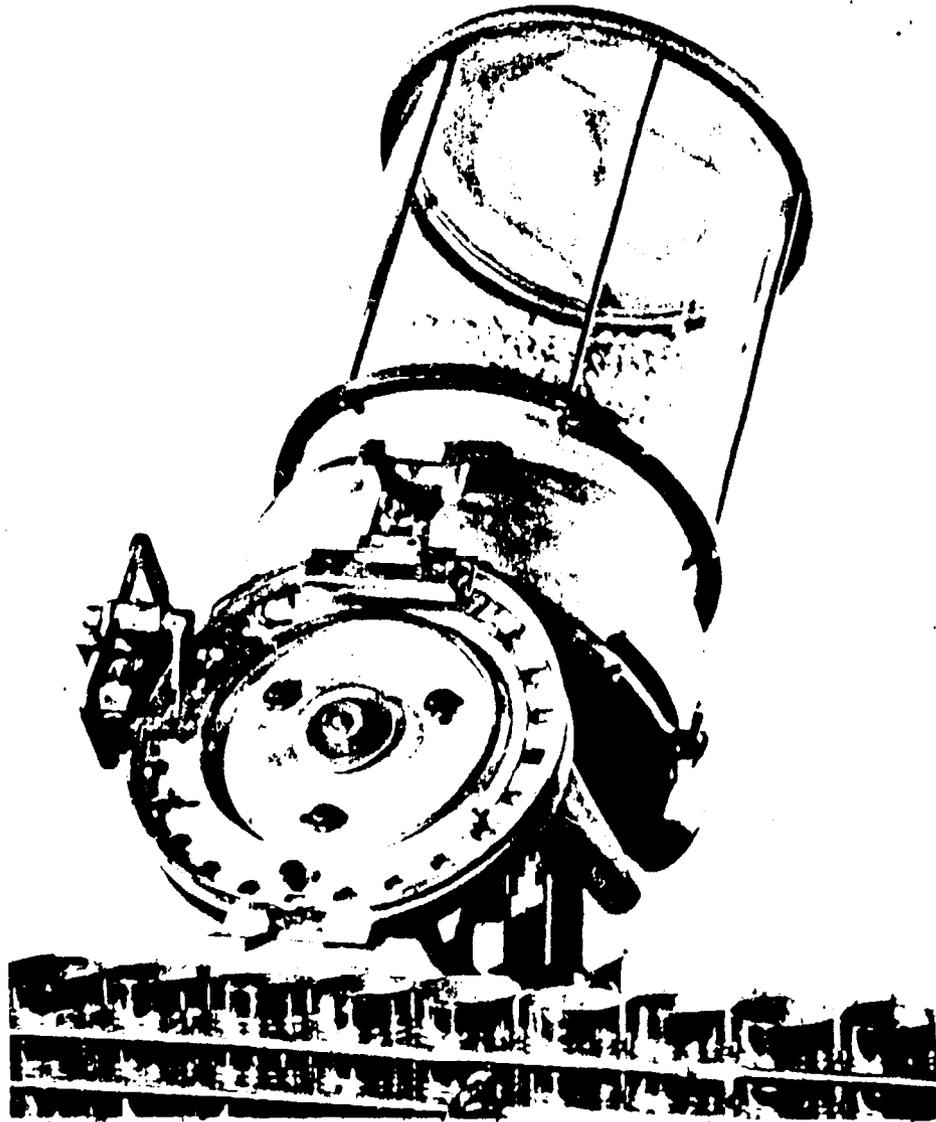
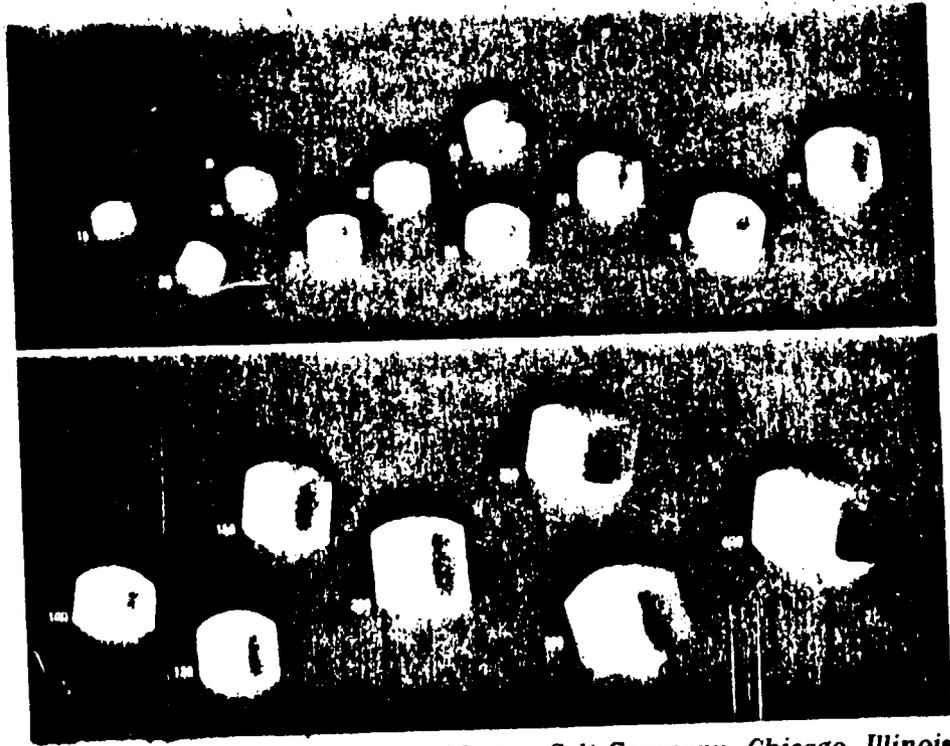


Figura No. 12

Dosificador de tabletas de sal, en latas No. 10  
de tomate pelado



*Courtesy Morton Salt Company, Chicago, Illinois*

Figura No. 13

Tabletas de sal usadas para tomate  
enlatado y jugo de tomate.

### 5.11 Tiempo y temperatura de esterilización

El tiempo y temperatura de esterilización para tomates enlatados, depende del tipo de equipo utilizado y del tamaño de la lata.

El esterilizador continuo con agitación para tomates, opera con 212°F (100°C) y sustituye con ventajas la retorta y los esterilizadores abiertos. La tabla No. 10 muestra los tiempos y temperaturas recomendados para la esterilización de tomates enlatados.

Un nuevo método de esterilizar tomates enlatados es el "Sterilflame" alta temperatura a corto tiempo. Este es el proceso en el cual las latas de tomates son inicialmente pre-calentadas con vapor y después calentados por el contacto directo con llama y con rápido movimiento de rotación. Después de ser mantenidas por un tiempo suficiente para garantizar la esterilización, las latas son enfriadas con agua pulverizada en una unidad continua.

Es esencial controlar la temperatura de las latas esterilizadas para asegurarse de la eficiencia del proceso. Comúnmente, la temperatura central de la lata debe ser de 180°F (82.5°C) cuando el aire frío es usado y 190°F (81.8°C) cuando se usa agua para el enfriamiento.

La temperatura central es tomada regularmente con un termómetro especial, en el centro de las latas tomadas como muestra en la salida del esterilizador.

Tabla No. 10

Tiempos recomendados para la esterilización  
de tomates enlatados por tipo de lata.

Tamaño de la lata	Retorta de acero, 212°F (100°C)		Esterilizador con agitación 212°F (100°C)	
	Enfriamiento con agua	Enfriamiento con aire	Enfriamiento con agua	Enfriamiento con aire
303 x 406	45	35	14	9
307 x 409	45	35	14	9
401 x 411	55	45	18	13
603 x 700	100	80	25	20

5.12 Enfriamiento

Los tomates enlatados deben ser enfriados completamente y rápidamente después de la esterilización, a una temperatura de 100°F (38°C) para evitar "Stack Burn", lo cual resulta en peso drenado mas bajo, oscurecimiento y pérdida de sabor. Dos métodos son utilizados para enfriar tomates después de la esterilización: enfriamiento con agua y enfriamiento con aire.

En el enfriamiento con agua, las latas son enfriadas en agua corriente inmediatamente después de la esterilización. La duración del enfriamiento con agua es establecida por el período necesario para reducir la temperatura central para 100°F (38°C). El agua utilizada para el enfriamiento debe ser clorada para tener un cloro residual de 15 ppm para mantener la temperatura de cero o abajo de la contagen bacteriana.

Fábricas ubicadas en regiones con bajo suministro de agua pueden utilizar aire para el enfriamiento del tomate enlatado. Se asegura que el enfriamiento con agua es más efectivo para mantener un porcentaje más alto de peso drenado que el enfriamiento con aire.

### 5.13 Acidificación

El tomate es considerado un producto ácido con valor de 4.6 o menos de pH por muestra. Como consecuencia, una esterilización mínima es considerada adecuada; sin embargo, en años recientes la acidez del tomate empezó a bajar, trayendo como consecuencia un incremento en la deterioración de productos terminados (López, 1971).

El control de la deterioración de "Flat-sour" en tomates enteros enlatados, se convirtió en una tarea siempre más difícil, cuando el valor del pH del producto es más alto que 4.6, o sea menos ácido; algunos tomates con pH alto aumentan la potencialidad de deterioración, aunque se usen las mejores prácticas industriales. La deterioración tiene que ser prevenida en tomates con alto pH, siendo procesados hasta que se generen condiciones adversas. Por lo tanto, la acidificación del producto se indica como una buena solución.

El FDA en U.S.A. aprobó la adición de ácidos orgánicos para la acidificación, permitiendo la acidificación con ácidos orgánicos comestibles en tomates enlatados; se encontró una forma de controlar mejor el pH y otros factores involucrados en la deterioración. Cuando el ácido orgánico comestible es añadido, se permite agregar endulzantes nutritivos en forma sólida, para compensar cualquier sabor agrio resultante del ácido agregado. Los ácidos orgánicos comestibles incluyen ácido cítrico, málico, fumárico. Actualmente el ácido cítrico es el único de uso corriente.

Tabla No. 11

Porcentaje de ácido cítrico necesario para obtener  
el pH deseado en tomate 1/  
"Whole Pack"

pH inicial	% ácido cítrico para reducir el pH para		
	4.1	4.0	3.9
4.6	0.3	0.4	0.5
4.4	0.2	0.3	0.4
4.2	0.1	0.2	0.3
4.0	-	-	0.1

1/ Los porcentajes y cantidades relacionadas son aproximadas, ya que el tomate individualmente varía en lo que concierne a su estado tapón y, por lo tanto, varían en sus reacciones a la adición de ácido cítrico.

En adición a la posibilidad de incrementar la deterioración por el uso de tomates con alto pH, existe también un aumento por el uso de la cosecha mecánica de tomates. Tomates cosechados así llevan una carga más alta de microorganismos que los cosechados manualmente. Por esta razón se recomienda la adición suficiente de ácido para incrementar la acidez para valores de pH de 4.1 y 4.3.

La adición de clorato de calcio en proporciones usadas corrientemente bajo el valor del pH en aproximadamente 0.1. Cuando se usa acidificación, la adición de un ácido en cantidades suficientes para reducir el valor del pH en otro 0.2 de unidad de pH, es el suficiente para prevenir la deterioración y asegurar la seguridad del producto, asumiendo que el proceso de esterilización es adecuado.

La adición de ácido cítrico anhidro en la proporción de 0.1%, necesita 8 gramos para latas No. 303; 14 gramos para latas No. 2½ y, 50 gramos para latas No. 10.

El ácido cítrico puede ser añadido por cinco métodos:

1. Adición directa de ácido cítrico anhidro granulado con un dosificador o en tabletas.
2. Adición del ácido cítrico en jugo de tomate que va a servir como medio. La cantidad a ser añadida en oz/gal de jugo puede ser calculada con la fórmula que sigue:

$$\frac{\text{Peso neto del contenido de las latas}}{\text{Peso de jugo de tomate añadido por lata}} \times \% \text{ ácido cítrico} \times 1.37$$

En la fórmula, el porcentaje de ácido cítrico está expresada como decimal, o sea 0.1 por 0.1%, etc. La desventaja de este procedimiento, es que la cantidad de jugo de tomate añadido por lata no es uniforme y ésto puede resultar en una variación considerable de pH final.

3. Adición de una mezcla seca de ácido cítrico y sal. El clorato de calcio no puede ser usado ya que la mezcla se endurece.
4. Inmersión de los tomates en un baño de ácido cítrico después de la remoción de la piel. La concentración de ácido puede estar en el rango de 1 a 2%. Hay una variación en la cantidad de ácido absorbido, dependiendo de los siguientes factores: tamaño de los tomates; tiempo de inmersión y disminución de la concentración de ácido durante el uso.
5. Adición de una cantidad establecida de solución de ácido en jugo de tomate en cada lata vacía antes de la operación de llenado. Para obtener, como resultado, reducir la deterioración, el ácido cítrico tiene que estar en solución durante la esterilización de las latas.

Las plantas, muchas veces, se quedan con dudas en lo que concierne a la acidificación o no del producto. Las condiciones que hacen la acidificación deseable son:

1. Si los tomates son muy maduros.
2. Si los tomates tienen mucha agua.
3. Si las variedades usadas son de alto rendimiento.
4. Si los tomates son cosechados mecánicamente.
5. Si la producción del año anterior presentó deterioraciones, (López, 1971).

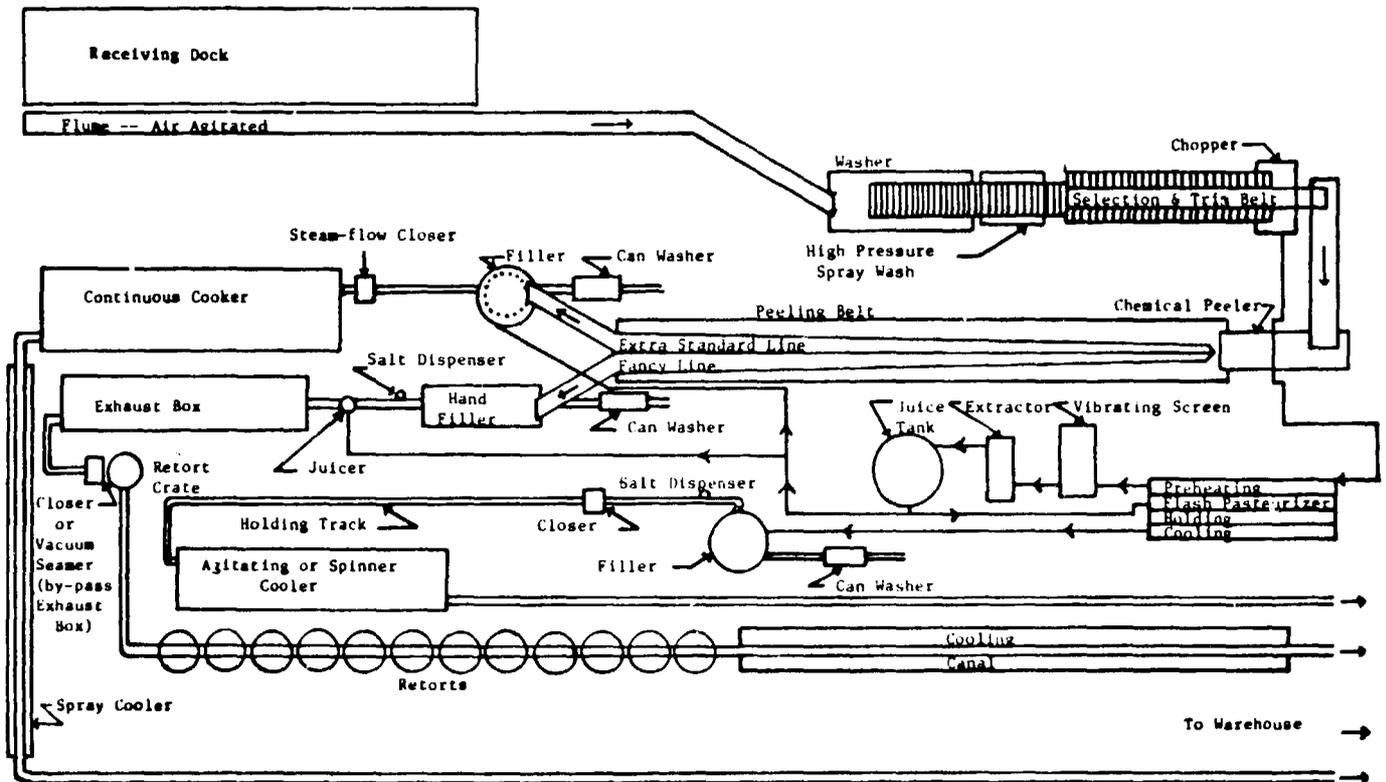


Figura No. 14

Flujograma de una fábrica de enlatado de tomates (Estándares extra y Fancy) y línea para jugo de tomate).

## 6. Manufactura del jugo de tomate

El jugo de tomate contribuye de forma significativa para la nutrición humana. Este contiene de 15 a 25 mg/100 cm de vitamina C y tiene 4 veces más vitamina A que el jugo de naranja (Gould, 1971). Como el jugo de naranja en la digestión deja un residuo alcalino, es una buena fuente de hierro, manganeso y cobre.

El jugo de tomate es definido por el Federal Food, Drug and Cosmetic Act, como el líquido no concentrado extraído de tomates maduros de las variedades roja o rojiza, con o sin escaldadura seguido por un tratamiento en la extracción de tal líquido, se puede aplicar calor por cualquier método que no agregue agua. Este líquido es tamizado, libre de piel, semillas y otros materiales insolubles o sustancias duras, además, transporta sólidos insolubles muy finos de la pulpa del tomate. Este líquido puede ser homogenizado y se le puede añadir sal. Es procesado con calor cuando es cerrado en un envase, antes o después de ser cerrado, para prevenir la deterioración.

El jugo de tomate fué introducido en la mitad de los años 20. La idea para el jugo de tomate enlatado para comercialización es atribuida a Elliott O. Grosvener of Tomato Products Company, en 1925, el primer jugo de tomate fué envasado en condiciones de fábrica, como parte de operaciones regulares de manufactura de esta compañía.

Este fué inicialmente distribuido en cantidades significativas en 1928. La producción total de jugo de tomate en combinación con jugo de vegetales con un contenido de 70% o más de jugo de tomate, tuvo un incremento rápido después de la 2a. Guerra Mundial.

Los atributos de calidad en jugo de tomate, como sabor, color, consistencia y valor nutritivo, están muy influenciados por la variedad, clima, prácticas culturales en el campo, procedimientos de cosecha, grado de madurez cuando es cosechado, tiempo de almacenamiento antes del proceso de lavado, selección de cada fase del proceso.

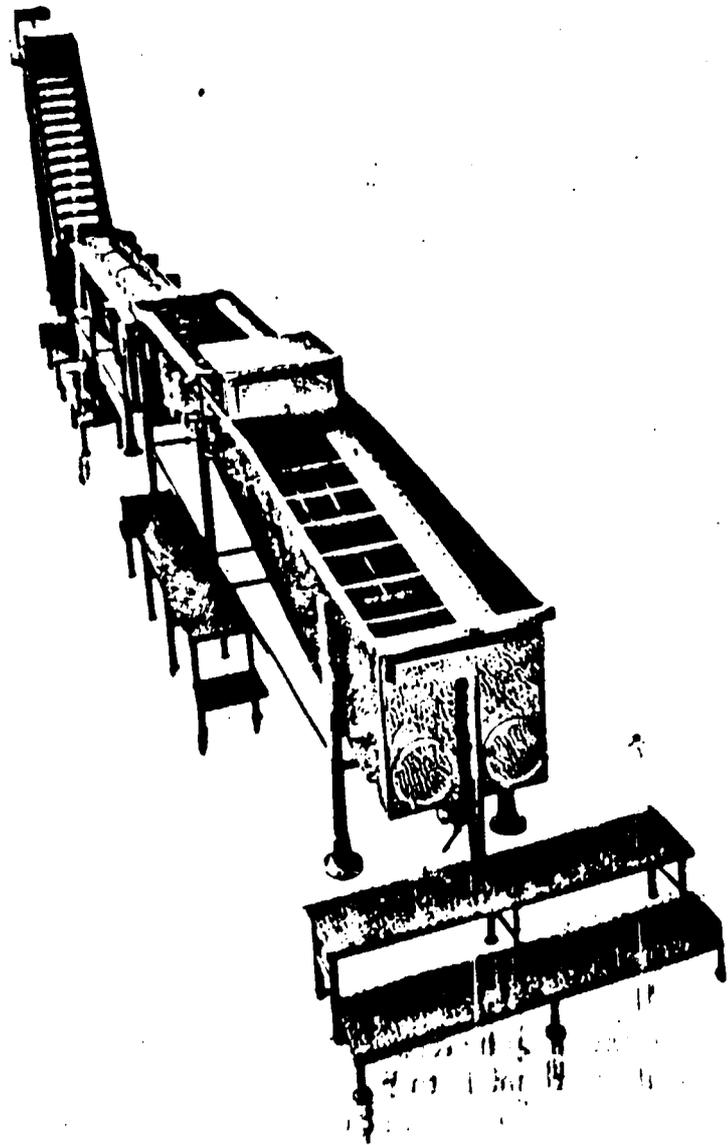


Figura No. 14 A

Línea completa para lavado y selección (inspección) de tomates para la producción de concentrado o jugo

Los tomates utilizados para la producción de jugo, deben poseer color intenso, ser rico en sabor y alta acidez total.

#### 6.1 Preparación para el proceso

En la manufactura de jugo de tomate, polpa y catsup, los tomates están sujetos a las mismas operaciones anteriormente descritas para la preparación de tomates para enlatar, en lo que concierne a selección, secado, lavado, selección final y remoción de defectos. Hay que tener mucho cuidado en las operaciones de selección y remoción de defectos para remover hongos y partes podridas; la inclusión de partes verdes da al producto acabado un sabor indeseable.

#### 6.2 Trituración

En la extremidad de la banda de remoción de defectos, los tomates son alimentados en el triturador. Después de la trituración de los tomates para la producción de jugo pueden ser calentados. La alta temperatura durante la trituración o inmediatamente después, produce un rendimiento más alto, un producto más viscoso y un jugo que no sufre separación durante el almacenamiento.

Hay una concordancia general de que "Hot-break" produce un jugo de calidad superior en lo que concierne a sabor, color y cuerpo. Un producto con más cuerpo y que sea homogéneo es obtenido por el método de "hot-break" porque el calor destruye las enzimas pécticas y permite una extracción más eficiente de pectina. Luh y Daoud reportan que la quiebra de materiales pécticos en jugo de tomate por la acción enzimática produce un producto de baja consistencia (Luh y Daoud, 1970). La estabilización térmica de enzimas pécticas, cuando está sujeta a tratamiento térmico es muy importante. Las pectinas terase es más inestable cuando está sujeta a tratamiento térmico que la polygalacturonase. La actividad de enzimas pectinolíticas es bastante acelerada cuando la temperatura sube de 140°F (60°C) a 150°F (66°C). Arriba de este punto, la actividad es re-

tardada hasta que la inactivación es alcanzada a una temperatura de 180°F (82.5°C). La enzima péctica causa la quiebra de la pectina<sup>y</sup> trae como resultado un producto de baja viscosidad y que cerrará rápidamente. La temperatura necesita ser elevada hasta 180°F (82.5°C) por 15 segundos.

La forma más rápida de inactivación enzimática es con la inyección de vapor. Todavía esta técnica no es recomendada para jugo de tomate, ya que hay dilución de jugo con el condensado. La inyección de vapor mantiene hasta el 95% del potencial de viscosidad de tomates frescos.

Una inactivación enzimática efectiva puede ser alcanzada con tratamiento térmico en "Rotary coil tank" vertical u horizontal, seguido de un trocador de calor y tubos de "holding" para llegar hasta 220°F (104°C). El "Rotary Coil Tank", operando con la capacidad de calentamiento necesaria, inactiva las enzimas con suficiente rapidez como para mantener el 90% del potencial de viscosidad en tomates frescos. El "Rotary Coil Tank" tiene una ventaja adicional, que es la ebullición violenta, la cual trabaja produciendo la desairación. La remoción de aire es importante, ya que el producto tratado térmicamente con aire disuelto no mantiene la vitamina C original.

Otros tipos de equipos pueden ser adecuados a la inactivación de enzimas pécticas del tomate. Cambiadores de calor tubulares son utilizados en la industria del tomate. Con estos equipos una gran parte de la pectina es destruida.

Muchos tipos de cambiadores de calor, incluyendo el tubular y el raspado de superficie, tienen desventajas adicionales; los tomates triturados contienen aire disuelto, lo cual reduce el ácido ascórbico (vitamina C) durante el tratamiento térmico. Este problema puede ser evitado con la desairación del jugo antes del tratamiento térmico.

Los tomates que tienen el jugo extraído con el sistema "cold-break" son, generalmente, escaldados primero para soltar la piel para que ninguna parte se quede en la pulpa; cuando la escaldadura no es perfecta, hay una reducción en el rendimiento de jugo. Los tomates van directo de la escaldadura a la banda de inspección y para un triturador y de allí, para el extractor. El procesamiento rápido del jugo es necesario para producir jugo de tomate de alta calidad por el proceso de "cold-break".

### 6.3 Extracción

La extracción de jugo de tomate puede ser hecha por dos tipos de extractores comerciales: a) el tipo extractor helicoidal o b) el tipo batidor.

En el primer tipo, los tomates triturados son prensados entre el tornillo y el tamiz. La acción de prensado del extractor de jugo es ejercido por una espiral que se expande dentro del tamiz, en la cual la pulpa de tomate es forzada contra el tamiz a presiones continuas, y que aumentan. Las perforaciones en el tamiz varían en tamaño, más usualmente tienen 0.02 a 0.03 pulgadas de diámetro. La acción de presión no bate el producto y poco aire es incorporado en el producto.

Los extractores con batidores golpean el tomate contra el tamiz. Moyer y otros han reportado que el rendimiento de jugo de tomate extraído de tomates frescos varían en un rango de 29.4 a 91.5%, dependiendo del equipo.

Se encontró que la acción de prensar el extractor de jugo tipo prensa helicoidal da un rendimiento promedio de 78.9% y para el extractor con batidores y más un extractor terminador produce un rendimiento promedio de 82.4%.

Los dos tipos de equipos pueden ser regulados para obtener un alto o bajo rendimiento de extracción. Una extracción alta puede generar 3% de piel y semillas y 97% de jugo; sin embargo, comercialmente es

factible extraer solamente de 70 a 80% de jugo. Este procedimiento resulta en un residuo con alto contenido de humedad y con un contenido de material de tomate que puede ser extraído y usado en otros productos de tomate. En algunos casos, la baja extracción (70%) es deseable porque el jugo va a tener más alto porcentaje de componentes de sólidos solubles que mejoran el sabor y, al mismo tiempo, un porcentaje más bajo de sólidos insolubles, que tienen la tendencia de reducir la calidad del producto terminado.

#### 6.4 Desairación

Ya que el calentamiento del jugo de tomate en presencia de aire deteriora la retención de vitamina C, en algunas plantas se usan los desairadores en los cuales el producto es desairado al vacío. La desairación es ideal cuando se aplica inmediatamente después de la trituración, porque de este punto en adelante la oxidación es rápida, particularmente a altas temperaturas. Por razones prácticas, la desairación al vacío es hecha inmediatamente después de la extracción del jugo.

Comúnmente "10° flash" es suficiente para remover el aire disuelto. Si el procedimiento "hot break" es utilizado, la efectividad de la desairación de esta fase pierde parte de sus ventajas, como resultado de la agitación natural del proceso. Sin embargo, la desairación evita la pérdida de vitamina C en la subsecuente esterilización del jugo.

Hecha la desairación, es importante trabajar la línea desde el punto de vista de la ingeniería, para evitar la aireación. Esto requiere el uso adecuado de bombas selladas para prevenir la incorporación de aire en el producto durante el bombeo.

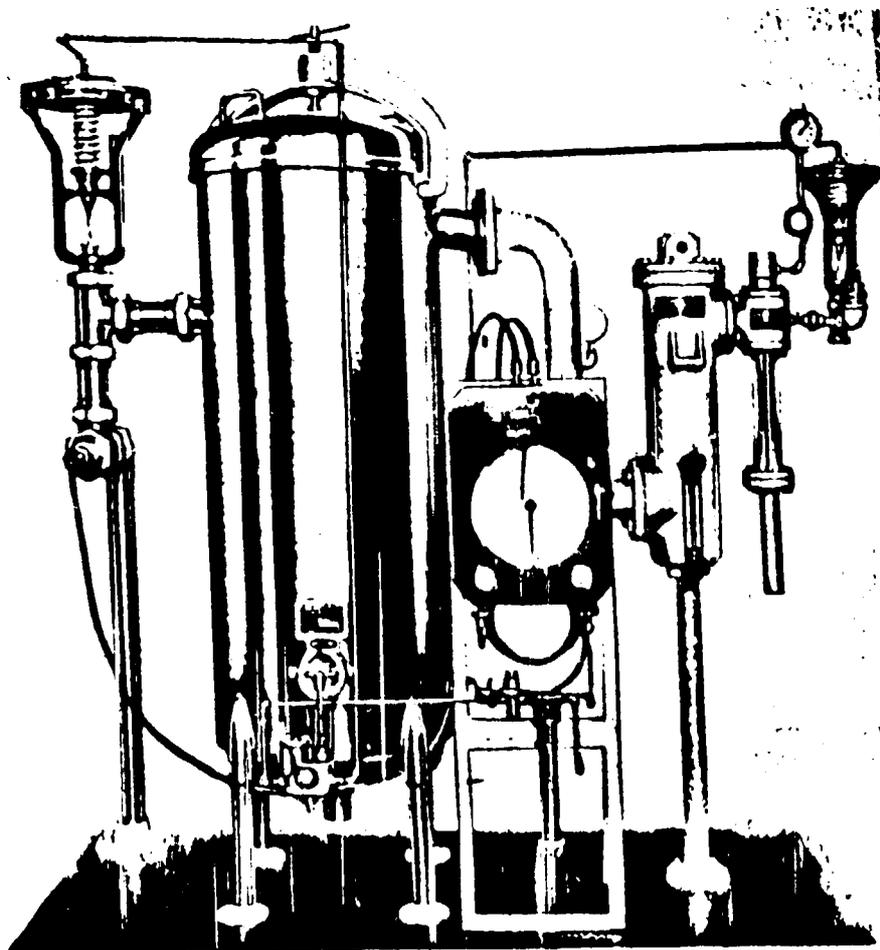


Figura 14 B

Desaireador para  
jugo de tomate

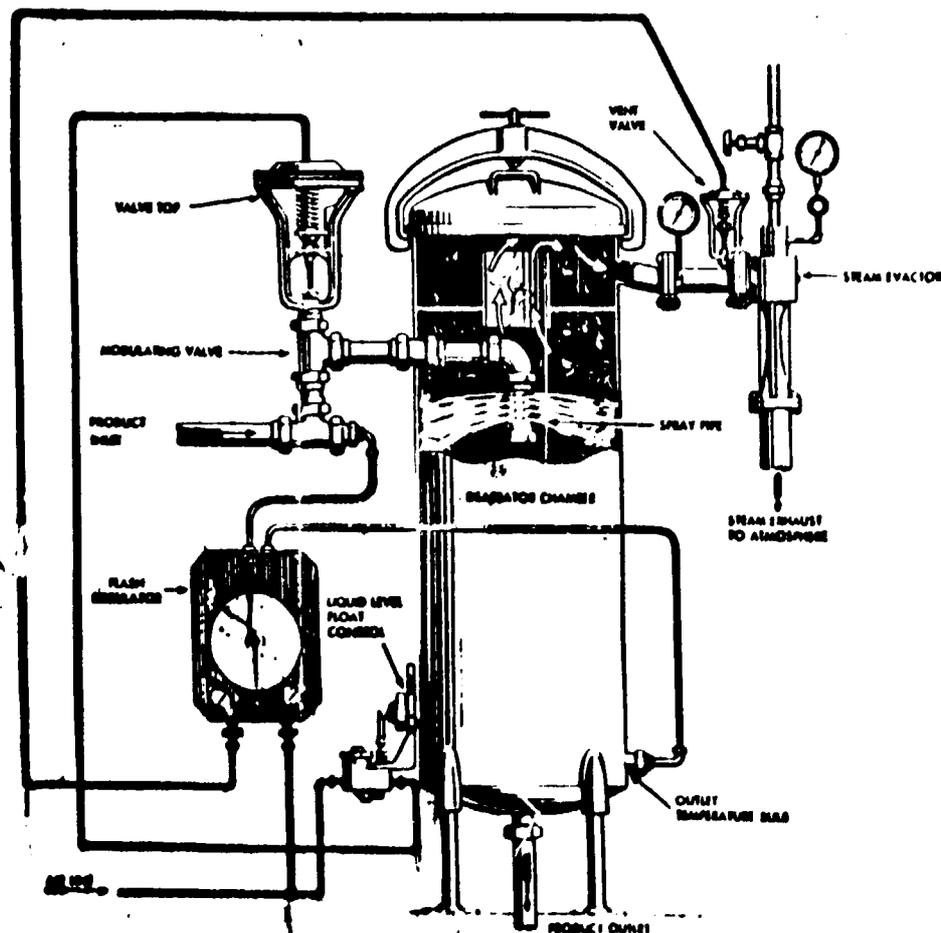


Figura No.150

Diagrama para el  
desaireador apli-  
cado para des-  
airear el jugo  
de tomate

### 6.5 Adición de Sal y llenado

La sal puede ser añadida al jugo extraído por dilución directa en los tanques de mezcla, con el uso de tabletas añadidas en cada lata en la operación de llenado, o por la inyección de salmuera concentrada, hecha por la disolución de sal en el jugo de tomate o "serun". La práctica de usar tabletas es preferida porque elimina la necesidad de acumular jugo de tomate en los tanques, y así se puede eliminar esta operación de la línea de producción.

El clorato de sodio añadido al jugo de tomate varía en un rango de 0.5% a 1.25% en peso. El contenido promedio de clorato de sodio de muestras comerciales de jugo de tomate es 0.65% en peso. Usando la sal en grano se recomienda que de 4 a 6 libras sean añadidas a 100 galones de jugo antes de la esterilización.

Las tabletas de sal pueden ser usadas de acuerdo con la tabla No. 12. Las máquinas de llenado son ajustadas para dar el máximo de volumen llenado que da la mejor retención de vitamina C. En latas No. 3, cilíndricas (404 x 700), el espacio vacío después del enfriamiento no debe ser más que de 7/16 pulg. (10/16 pulg. para la parte de arriba del cierre doble) y en latas más pequeñas no más de 3/16 pulg. abajo de la tapa (6/16 pulg. del espacio vacío bruto) para mejores resultados.

### 6.6 Envases

El cuerpo de las latas para jugo de tomate son construídas de estaño electrolítico y las tapas de estaño electrolítico barnizado o en vidrio.

El Codex Alimentarius tiene una tolerancia de 250 ppm de estaño en productos enlatados. Más y más jugo de tomate es envasado en latas barnizadas o en vidrio. Antes del llenado, las latas necesitan ser sanitizadas con gran volumen de agua, a una temperatura de 180°F (82.5°C) para remover el polvo o cualquier material extraño.

Tabla No. 12

Tabletas de sal para latas de diferentes  
tamaños para jugo de tomate

Tamaño de la lata	Volumen de llenado	Tabletas de sal
202 x 308	5½	10 - 15
211 x 414	12	30 - 35
300 x 404	13½	35 - 40
307 x 409	19	50 - 60
404 x 700	46	120 -150
603 x 700	96	250 -300

6.7 Homogenización

El jugo de tomate es, muchas veces, homogenizado antes del enlatamiento en máquinas similares a aquéllas usadas para leche y otros productos lácteos. La homogenización retarda o previene la separación de sólidos y produce un jugo con más cuerpo. El sistema "cold-break" es más usado para el jugo que se produce. El jugo es bombeado a través de rollos pequeños a una presión de 1000 a 1500 PSI y a una temperatura de 150°F (65°C) para quebrar los sólidos suspendidos, esta operación es corriente cuando se envasa en vidrio.

6.8 Procesamiento térmico del jugo de tomate

Aunque el jugo de tomate sea un producto ácido, tiene problemas de deterioración cuando es esterilizado, con procesos convencionales usados para productos ácidos. La deterioración es provocada por cepas de Bacillus Thermoácidos, termo resistentes y conocidos como deterioración "flat-sour".

Comercialmente, el jugo de tomate enlatado debe ser suficientemente procesado térmicamente antes o después del llenado para prevenir la deterioración. Los métodos que siguen son empleados para la esterilización del jugo de tomate (Troy y Schemk, 1960).

I. Esterilización del producto envasado.

- a) Procesamiento con presión en esterilizadores contínuos con agitación.
- b) Procesamiento atmosférico en esterilizadores con agitación contínua.
- c) Procesamiento en agua en ebullición con agitación.
- d) Llenado caliente, seguido por procesamiento con vapor a presión atmosférica.

II. Procesamiento a granel.

- a) Esterilización "Flash", seguida por llenado caliente, "hold" y enfriamiento en agua fría.
- b) Llenado caliente, "hold" y enfriamiento con aire frío.

Esterilización del producto envasado.

a) Esterilizadores contínuos con presión.

Durante el proceso de esterilización contínua con presión, las latas de jugo son corrientemente cerradas de 185°F (84.5°C) a 190°F (88.5°C), luego son esterilizadas por medio de rotación bajo presión de vapor de 240°F (115.5°C) a 250°F (121°C), siguiendo después el enfriamiento para aproximadamente 100°F (38°C). Este es un método seguro para procesar jugo de tomate evitando "flat-sour". El jugo es esterilizado después que la lata es cerrada y no se queda expuesto a recontaminación. Junto a la protección creada por este proceso, el equipo permite el uso de temperaturas más altas y tiempos más cortos de procesamiento. Por la agitación del producto, la esterilización de éste puede ser obtenida en un tiempo más corto.

b) Esterilización contfna con agitación a presión atmosférica.

En la esterilización contfna a presión atmosférica, las latas de jugo son usualmente cerradas a temperaturas de 200°F (93.5°C) a 205°F (94°C) y calentadas de 15 a 20 minutos en rotación en agua, a temperatura de 210°F (98°C) y sigue el enfriamiento con agua fría. Este método destruye organismos de baja resistencia al calor en el jugo, más no da ninguna protección significativa contra las esporas resistentes al calor, organismos responsables por "flat-sour", B. Thermo-ácidos.

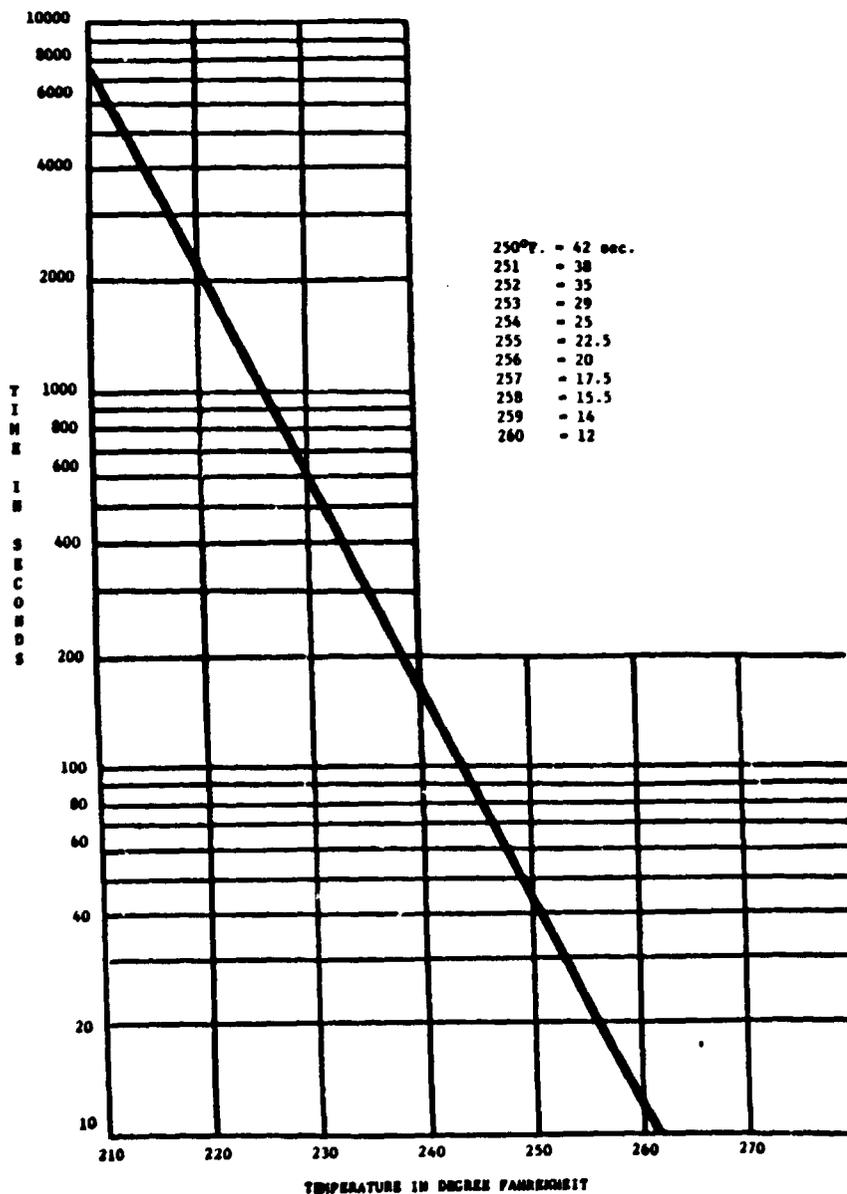


Figura No. 15

"Thermal Death time Curve" para bacillus thermo-ácidos

Tabla No. 13

"Thermal Death Times" para Bacillus Thermo-  
ácidos en el jugo de tomate.

Temperatura (°F)	Tiempo para 100% de destrucción
180	5,600 minutos
190	1,525 "
200	440 "
210	117 "
212	90 "
220	32.5 minutos
230	9 "
235	4.7 "
240	2.5 "
245	1.2 "
250	0.7 minutos o 42 seg.
255	22 segundos
260	12 "
265	6 "
270	3 "
280	1 "
290	0.3 "
300	0.07 "
310	0.02 "

Los datos arriba señalados dan el "Thermal Death Time" para 100% de destrucción de esporas de bacillus Thermo-ácidos en jugo de tomate con pH de 4.25 a 4.30. Los datos son basados en una concentración de 400,000 esporas por ml de jugo de tomate.

c) Proceso de agua en ebullición.

Algunas plantas enlatadoras emplean agua en ebullición para la esterilización con agitación de las latas. Si organismos resistentes al calor están presentes, este método no dará un producto esterilizado, a no ser que se usen tiempos mucho más largos. El tiempo de proceso varía con el tamaño de la lata y la temperatura inicial del jugo cuando se origina el proceso.

d) Llenado caliente seguido por esterilización a presión atmosférica.

En este método, el producto es llenado caliente de 200°F (93.5°C) a 205°F (96°C), y transportado de 7.5 a 10 minutos sobre una banda metálica en un tunel a vapor a presión atmosférica, seguida de enfriamiento con agua. La banda es introducida en un tunel metálico con tubería perforada, instalada en el sentido de la longitud del tunel para distribuir el vapor. Este método permite el uso de línea rápida de precisión, no siendo necesario el uso de retortas. Este método no es adecuado para la destrucción de esporas de "flat-sour" resistentes al calor.

Procesamiento a granel.

a) Esterilización flash seguida de llenado caliente, "hold" y enfriamiento con agua.

Después de la esterilización con presión en un esterilizador continuo con agitación, la esterilización por "flash" es el método más seguro empleado en la planta de tomate enlatado para evitar deterioración del tipo "flat-sour". El jugo es pre-esterilizado por calentamiento en cambiador de calor continuo a temperaturas sustancialmente más altas que el punto de ebullición para destruir completamente las esporas de organismos de "flat-sour" termo-resistentes, que pueden estar presentes en el jugo. Una práctica corriente es usar un tiempo de esterilización y temperatura equivalentes de 0.7 minutos a 250°F (121°C), como se encuentra en la tabla No. 12. El jugo necesita ser enfriado abajo del punto de ebullición, antes del llenado, además necesita tener temperatura suficiente para garantizar la esterilización de la lata. La temperatura más baja para cerrar la lata es de 200°F (93.5°C); las latas serán vol

teadas y transportadas por un tiempo mínimo de 3 minutos, manteniendo esta temperatura antes del enfriamiento. Las latas pequeñas después del llenado, deben ser esterilizadas de 5 a 10 minutos a 212°F (100°C) o transportadas en una atmósfera de vapor por 5 a 10 minutos antes del enfriamiento para mantener la temperatura para el cerrado para contrarrestarlo rápidamente, como ocurre en latas pequeñas.

Aunque este procedimiento minimiza la posibilidad de deterioración tipo "flat-sour", no garantiza necesariamente la esterilidad del producto enlatado. La prevención de deterioración depende, principalmente, del control de recontaminación y de las buenas prácticas de sanidad en todas las operaciones que siguen la pre-esterilización del jugo.

b) Llenado caliente, "hold" y enfriamiento.

En el proceso llenado caliente, "hold" y enfriamiento, el jugo de tomate es calentado a 200°F (93.5°C) a 205°F (96°C) y cerrado. Las latas son invertidas, mantenidas por 3 minutos y enfriadas. Este proceso siempre resulta en exceso de deterioración, especialmente cuando el pH del jugo es 4.35 o más alto. Los organismos de baja resistencia al tratamiento térmico pueden ser destruidos por este proceso, pero no tiene casi ningún efecto contra las esporas resistentes al calor, esporas de *B. thermo-ácidos*. El uso de este método no es recomendable (Troy y Schemk, 1960).

## 7. Concentrado de tomate

### 7.1. Variedades de tomate para la producción de pasta

Las calidades deseables de tomates para la producción de concentrado pueden ser las siguientes:

- a) Tiene que poseer un alto contenido de sólidos totales.
- b) Debe poseer un color intenso, no solamente en la cáscara sino que también en la pulpa.
- c) El sabor tiene que ser bueno y característico del fruto.
- d) El contenido de azúcar debe ser alto.
- e) Para estar dentro de algunos estándares de calidad, la acidez no puede ser muy alta.
- f) Tiene que poseer buena resistencia a enfermedades y a crecimiento de hongos.
- g) Debe producir una pulpa consistente.
- h) Debe madurar bien temprano y de forma regular y producir un rendimiento alto de frutos aceptables.

Algunas variedades muy usadas para la producción de concentrado son: S.4; Geneva II; 146-56; Longred; Roma; Improved Garden State; Red Top; Normal Leaf Geneva II; Gimar; J. Moran; Red Jacket; Ace; Fiorentina; P.39; Pirro; Lampadina; Gem; San Manzano; Pizzutello y Mamissimo.

### 7.2. Métodos de fabricación

El proceso involucrado en la preparación de pasta de tomate y su concentración para formar pasta de tomate comercial, varía en forma considerable. Durante los últimos veinte años ha habido una estandarización relativa de los procesos y equipos. La secuencia general de operaciones en todas las fábricas es similar e incluye: recibimiento de la fruta, clasificación, lavado, selección, trituration, separación de cáscara y semillas, refinado de la pulpa, concentración hasta el porcentaje deseable de sólidos solubles, esterilización y llenado en latas u otro tipo de envase, sellado enfriamiento y almacenamiento.

### 7.2.1. Recibimiento de los tomates en la fábrica

La cosecha, manejo y recibimiento de tomates ya fueron analizados y los métodos y técnicas son los mismos descritos para los tomates pelados.

Los tomates maduros, sanos y con buen color son necesarios para la producción de pasta. El color de la cáscara y la pulpa deben ser de un rojo intenso. Los tomates enteros o parte verdes o amarillos del tomate, tienen un mal efecto en el color y sabor finales. El efecto del obscurecimiento ("Browning") en los alimentos procesados conteniendo un pigmento verde de clorofila, es conocido en la industria del tomate.

La pulpa de tomates al inicio de cosecha puede contener más clorofila que la del final. Y se sabe que es más difícil producir una pasta con un color rojo intenso a inicio de la cosecha.

La operación de selección del fruto en el campo, facilita mucho el trabajo en la planta. La calidad de la materia prima que entra en la fábrica es determinante para la calidad final del producto.

Las cargas de tomates que son recibidas necesitan ser cuidadosamente inspeccionadas para llenar los siguientes requisitos:

- a) Uniformidad de color.
- b) Presencia de frutos verdes o muy maduros.
- c) Infección de hongos e insectos.
- d) Presencia excesiva de suciedad, barro y materiales extraños.
- e) Limpieza de recipientes y medios de transporte.
- f) Frutos dañados en el transporte.
- g) Frutos de variedades diferentes de las que se están utilizando.

Las operaciones de limpieza, lavado, remoción de defectos e inspección son las mismas ya mencionadas para tomate pelado.

#### 7.2.2. Trituración y preparación de la pulpa

Los tomates lavados e inspeccionados son triturados para formar la pulpa, la cual después de la remoción de la cáscara y semillas y refinación para reducir el tamaño de las partículas, se constituye en la materia prima para la concentración.

La operación de trituración es la misma ya mencionada para la producción de jugo de tomate.

#### 7.2.3. Extracción del jugo

El proceso de extracción también sigue lo que fué descrito para la producción de jugo y puede ser hecho usando los extractores de tornillos elicoidales o el sistema de batidores.

#### 7.2.4. Concentración

Después de la extracción y despulpamiento, la pulpa es bombeada para la planta de concentración, donde por la evaporación del agua, se logra un aumento en el contenido de sólidos de la pulpa hasta lograr una pasta de densidad deseable. La concentración para un contenido final de sólidos de 28-30% es la práctica mas corriente en Europa y esta pasta es conocida como "doble concentrado" para efecto de comercialización, muy conocida con el nombre italiano "doppio". Una parte de la pasta es mas concentrada, hasta 36% de sólidos y conocida como "triplo concentrado" o solamente "triplo". La pasta mas concentrada con 45% de sólidos solubles puede ser producida y el producto es envasado en barriles con sal, y son autopreservables. Algunas fábricas consumidoras de pasta, demandan hasta un 32% de sólidos o sea entre doble y triple concentrado y esta densidad es ahora mas corrientemente encontrada en el mercado.

Las plantas de ~~w~~concentrado, operando siempre a presiones reducidas y usualmente de doble efecto o de múltiples efectos, son de dos tipos, siendo los más conocidos: a) el tipo Batch, que consiste básicamente en un pre-concentrador y de tres a cinco concentradores del tipo "Pan" que trabajan al vacío, reciben las cargas en partidas de pasta parcialmente concentradas en el pre-concentrador; b) concentrador continuo que maneja la pulpa en flujo continuo y descarga la pasta terminada a casi cualquier concentración.

La evaporación bajo vacío parcial es hecha a bajas temperaturas, lo que permite la preservación del color y sabor del producto terminado.

El jugo del tanque de alimentación en el evaporador tipo "Batch" es calentado en el pre-concentrador tubular en donde se evapora parte del agua disponible, la cual se convierte en vapor. El calentamiento en el concentrador es hecho con vapor vivo o sea vapor generado en la caldera. Los vapores del concentrador son usados para calentar el pre-concentrador.

La pulpa es concentrada hasta 12% de sólidos en el pre-concentrador y después es transferida en partes a los "Bulles" (vacuum pan), que poseen agitadores mecánicos para mantener la pasta en movimiento durante el calentamiento y evita que la pasta se pegue sobre la superficie de transferencia y se quemé. De la parte superior de los "Bulles" sale un ducto para sacar los vapores del agua evaporada y el vapor es usado para calentar el pre-concentrador como se mencionó antes.

El pre-concentrador y el concentrador son mantenidos a baja presión por la acción del condensador barométrico y una bomba al vacío. Las determinaciones de los sólidos en un refractómetro permiten determinar cuando el producto está listo y si se logró la concentración deseada. Este tipo de planta es conocido como "inverted double-effect" porque la pulpa, durante

la concentración, tiene el flujo en dirección opuesta a la dirección del medio de calentamiento. La capacidad del "Bulles" es mas baja que la del pre-concentrador ya que el último trabaja con jugo de concentraciones más bajas.

La concentración continua produciendo un producto mucho más consistente que el tipo "Batch".

La concentración, como técnica de conservación de tomate, se justifica por la mayor estabilidad del punto de vista de deterioración microbiana, que es alcanzada por la reducción de la actividad del agua ( $A_w$ ), así como por la disminución de los costos de almacenamiento y transporte que es consecuencia de la reducción en peso y en volumen.

De los sistemas de concentración técnicamente visibles, en el caso del jugo de tomate se usa la evaporación.

Por evaporación se comprende un proceso que permite la evaporación de una parte del solvente (en este caso el agua) bajo la forma de vapor, que es alcanzada por la transferencia de calor de un medio calentador (vapor saturado) para la solución que va a ser concentrada. Un evaporador es constituido por un cambiador de calor, un separador de líquido vapor y un condensador. El cambiador tiene como función, transferir el calor necesario para llevar hasta la temperatura de ebullición, la solución-suspensión y más el calor necesario para proveer el calor latente de vaporización. El separador de líquido-vapor tiene la función de separar el vapor formado por el agua evaporada del producto del jugo, parcialmente concentrado y el condensador es responsable por la retirada del vapor resultante y su condensación. El equipo tiene todas las partes que mantienen contacto con el producto construidas en acero inoxidable, de construcción sanitaria.

En el caso de la concentración de productos alimenticios, sensibles al tratamiento térmico, se baja la temperatura de

ebullición, y se trabaja a presiones reducidas (vacío) obtenidas con bombas al vacío o inyectores de vapor.

Con esta práctica se logra preservar las propiedades organolépticas y nutritivas del concentrado.

La cantidad de calor transferida para el producto, es directamente proporcional a la cantidad de vapor que condensa (cuando se calienta con vapor de agua) y es calculada por la ecuación:

$$Q = U.A. \Delta T = U.A. (T_u - T)$$

en donde:

Q = Cantidad de calor (KCAL/H) en el tiempo.

U = Coeficiente global de transferencia de calor (KCAL/H. M<sup>2</sup>. °C)

A = Area de la superficie de calentamiento.

$\Delta T$  = Diferencia del promedio de temperatura global efectiva entre el medio de calentamiento y el producto (°C).

T<sub>U</sub> = Temperatura del medio de calentamiento.

T = Temperatura del producto (°C)

Esta ecuación es útil para determinar la capacidad de evaporación, la potencia de la caldera y la eficiencia térmica del evaporador.

La capacidad de evaporación es definida como la cantidad de agua evaporada por unidad de tiempo de operación (Kg/h).

La eficiencia térmica es la masa de agua evaporada (Kg) por el vapor de caldera alimentada a la unidad de evaporación.

El consumo de vapor es la masa de vapor de agua de la caldera, usado por unidad de tiempo (Kg/h). Es el resultado de la capacidad dividida por la eficiencia térmica.

El área de la superficie de calentamiento es suministrada por el fabricante del evaporador o puede ser calculada usando las dimensiones del equipo.

Las temperaturas del medio de calentamiento y del producto en ebullición pueden ser obtenidas de forma indirecta con manómetros o directamente con termómetros.

El coeficiente de transferencia de calor varía, por eso puede ser calculado en base a la medida del condensado producido en el evaporador.

Para fines prácticos se puede suponer que la condensación de 1Kg. de vapor de agua evapora 1Kg. de agua del producto a temperatura de ebullición.

La técnica de medir el condensado es un método corriente para conocer el consumo de vapor o la capacidad de evaporación del equipo.

Si la alimentación está a temperatura de ebullición, que corresponde a presión absoluta en el espacio de vapor, todo el calor transferido a través de la superficie de calentamiento es utilizado para evaporar y la capacidad es proporcional a (Kcal./h). Si la alimentación es hecha a temperatura ambiente, la capacidad de evaporación se reduce ya que parte del calor es usado para calentar el líquido hasta el punto de ebullición.

La eficiencia térmica es determinada por el número de efectos del evaporador, ya que el calor del vapor de la caldera puede ser reusado para evaporación tantas veces como sea el número de efectos.

Otros factores de menor importancia pueden influir en la eficiencia térmica. Estos factores pueden ser evaluados cuantitativamente usando el balance de entalpía.

Para obtener el valor correcto del gradiente de temperatura, es necesario considerar no solamente la temperatura de ebullición de la solución relacionada con el agua pura, sino también la presión de trabajo.

La Tabla No.14 enseña la temperatura de ebullición del agua a presiones inferiores a una atmósfera. La diferencia de temperatura entre el agua pura y el jugo de tomate puede variar de 1° a 3°C en función de la concentración de solutos y puede ser calculada con la siguiente ecuación:

$$T' - T = K'' \frac{m}{M'} \cdot x \frac{1}{m}$$

en donde:

$T'$  = Temperatura de ebullición de la solución

$T$  = Temperatura de ebullición del agua

$K''$  = Constante del solvente (agua = 520)

$m$  = Masa del cuerpo disuelto

$M'$  = Masa del solvente

$M$  = Masa molecular de sustancia disuelta

Como consecuencia del incremento del punto de ebullición de la solución, cuando se compara con el agua pura, el  $T$  disminuye y la capacidad del evaporador también.

Por su composición química el jugo de tomate no se comporta como un líquido Newtoniano. La consistencia o viscosidad aparente está estrechamente conectado con su concentración y al grado de polimerización de las sustancias pécticas. Por lo tanto, puede ser alterada variando la temperatura de evaporación e incrementando la velocidad de circulación del cambiador de calor.

La velocidad de circulación del jugo en contacto con la superficie de calentamiento es, en algunos tipos de evaporadores, determinada por los flujos de convección, generados por el gradiente térmico y que se forman en la masa durante el calentamiento. Es posible incrementar la intensidad del flujo con bombas, agitadores, etc.

El gradiente de temperatura entre la superficie metálica y el líquido, también tiene influencia en la transmisión de calor. El coeficiente de película de transferencia de calor en el lado frío, o sea, en el contacto entre la superficie de calentamiento y la que está siendo calentada, disminuye con la reducción del  $\Delta T$  entre éstas y es necesario un dispositivo que substituya la película del líquido ya calentado (con menor  $\Delta T$ ) por otra menos calentada (con mayor  $\Delta T$ ). Esto es posible usando raspadores de superficie u otro dispositivo cualquiera, manteniendo siempre elevado el coeficiente global de transferencia de calor y así la eficiencia de evaporación.

Otro problema que puede disminuir la eficiencia del proceso es la formación de depósitos sobre la superficie de calentamiento, la cual incrementa la resistencia térmica y baja de forma significativa la velocidad de transmisión de calor, creando un recalentamiento localizado; y como consecuencia requiere limpiezas más frecuentes de las superficies calentadoras. El fenómeno conocido como incrustación que tiene como causa la adhesión de sustancias en las paredes, que por desnaturación o degradación se separan durante el calentamiento.

Existe un gran número de evaporadores usados en la industria de tomate, desde el sistema de "Batch" hasta el del múltiple efectos continuos. Vamos a analizar los más comunes.

#### A. Evaporadores de estado simple

### A.1 Tipo "Bulle"

Uno de los evaporadores mas simples al vacio es el tipo "Bulle", Figura No.16, la cual posee en la parte inferior una cámara doble de vapor para el calentamiento y agitadores de superficie, no solamente para evitar el recalentamiento local con cambios en el producto, sino también para crear mayor turbulencia, que la desarrollada solamente por el gradiente de temperatura de la masa.

El "Bulle" tiene un bajo coeficiente global de transferencia de calor y necesita un tiempo largo de concentración.

### A.2 De tubos cortos tipo "Calandria"

Los evaporadores de tubos cortos verticales, tipo "Calandria" son de construcción y operación simples. (Figura No.17).

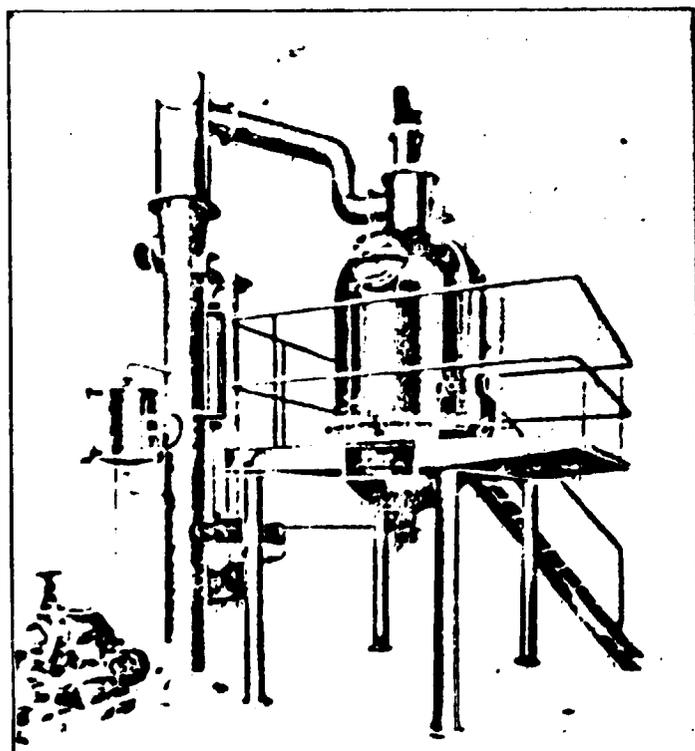


Figura No.16

Evaporador tipo "Bulle"

El vapor condensa en la superficie externa del conjunto de tubos verticales, mientras el líquido se concentra en el interior de los tubos. El conjunto de tubos está constituido por un gran número de tubos de diámetro pequeño y de uno o algunos tubos de diámetro grande. El gradiente térmico que existe entre el producto en los tubos delgados (ascendente) y en los tubos de diámetro grande (descendente), determina la formación de flujos y crea una circulación llamada de "termosifón". La velocidad de circulación depende de la posición geométrica de los tubos así como de la viscosidad del líquido. La alimentación es hecha por la parte inferior de los tubos y gran parte de la ebullición ocurre dentro de los tubos verticales pequeños. El líquido sube en estos tubos y hierve en el espacio arriba de la placa de soporte de los tubos.

El vapor producido sale por la parte superior del cuerpo, mientras el líquido que permanece regresa a través de los tubos de diámetro grande, hacia la parte inferior de los tubos.

El concentrado es extraído por el fondo cónico. La relación entre la longitud y el diámetro de los tubos es de 15:1. Este tipo de evaporador permite una moderada transferencia de calor a líquidos de baja viscosidad, a un costo razonable.

### A.3 De Tubos largos

En forma general, estos evaporadores mantienen una relación entre la longitud y el diámetro de los tubos de 100:1. El líquido a ser evaporado fluye en la parte interna de los tubos, mientras el medio de calentamiento circula en la parte externa de los tubos. La circulación de los líquidos puede ser natural o forzada y de flujo descendente o ascendente. Las partes

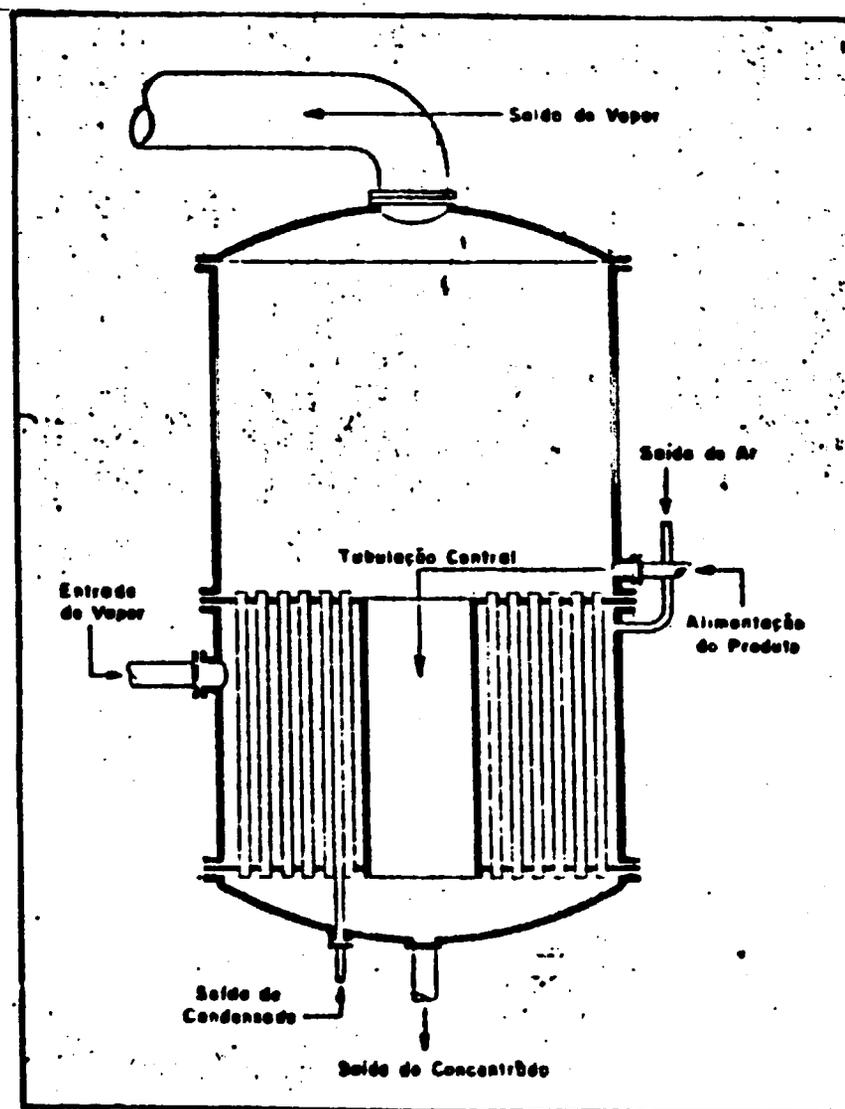


Figura No. 17

Evaporador Tipo "Calandria"

esenciales de este evaporador son (Figura No.18): un trocador de calor de tubos con vapor de agua en la parte externa y un líquido a ser concentrado dentro de los tubos, un separador de líquido y vapor y un condensador. La evaporación del líquido ocurre dentro de los tubos y las burbujas de vapor que se forman empujan el líquido para arriba (en el tipo ascendente) o para abajo por el peso de la columna (en el tipo descendente). En el caso de la circulación forzada la velocidad y turbulencia en

El interior de los tubos aumenta con un incremento del coeficiente global, de transferencia de calor,  $U$ . Este tipo es indicado para productos viscosos de altas concentraciones.

A.4 De Serpentina Rotativa

Esta constituido de una o mas serpentinas de vapor que giran abajo de la superficie del liquido en ebullición (Figura No.19). La serpiente cuando gira produce turbulencia en el liquido y esto mejora la transferencia

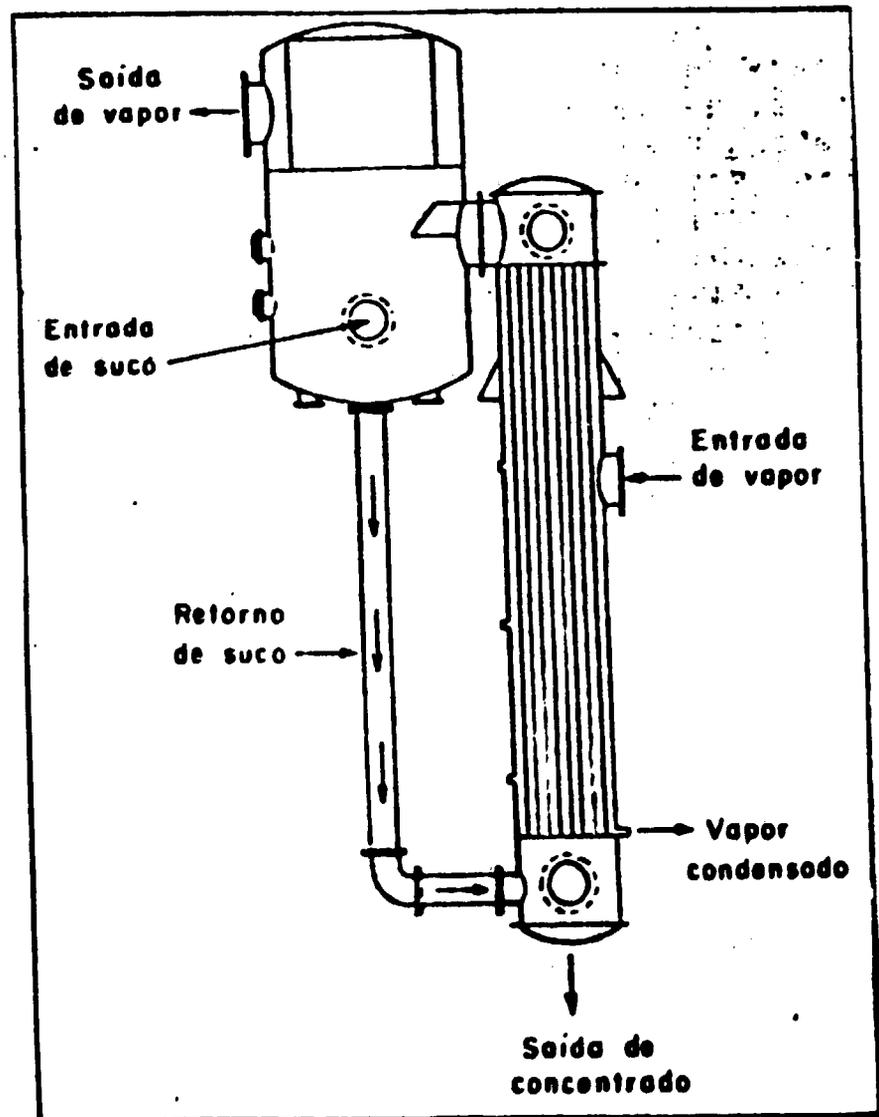


Figura No.18  
Evaporador de tubos largos

de calor y baja la tasa de quema. El evaporador con serpentina rotativa y al vacío es indicado para la elaboración de productos de tomate de elevada concentración y puede ser continuo.

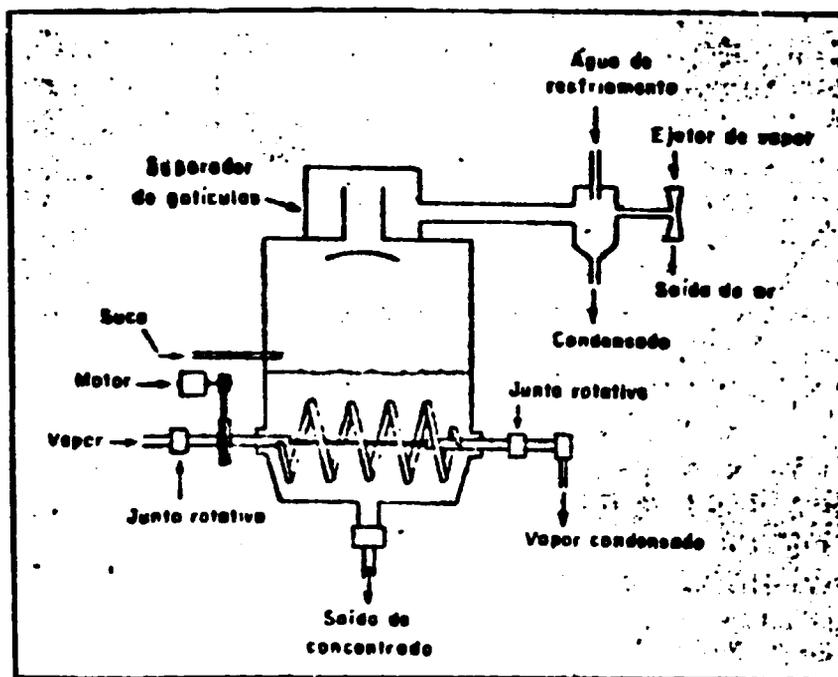


Figura No. 19

### Evaporador de Serpentina Rotativa

#### B. De múltiples estados y efectos

Los evaporadores de múltiples estados y efectos conjugan en serie dos o más evaporadores simples, en una misma estructura o en estructuras separadas. Los sistemas usados son los más diversos y puede existir la combinación de "Bulle" y "Calandria"; "Calandria + serpentina rotativa, tubos largos + tubos largos (generalmente de película descendente con circulación forzada, etc.). Las combinaciones tienen como objetivo la economía de vapor consumido por kilo de agua evaporada.

En la operación de simples efectos o de un efecto, el vapor "primario" de la caldera se condensa en el evaporador y transfiere su calor latente a líquido que se va a evaporar. Así, el calor latente del vapor de la caldera es transferido al vapor que es generado en la solución, el cual se pierde en el condensador. En el sistema de múltiples efectos, este vapor "secundario" es reutilizado en la unidad de calentamiento de un segundo evaporador y no expelido en la atmósfera. Por lo tanto, el vapor producido en el primer evaporador (alimenta el líquido de un segundo evaporador, y por esta razón la temperatura del segundo evaporador es mas baja, suficiente para permitir que el vapor producido en el primer evaporador se condense en el segundo y libere su calor latente de condensación. Esto se hace posible por la reducción de la presión en el cuerpo del evaporador.

La reutilización del calor de vapor producido en un evaporador por otra unidad, trabajando a temperatura mas baja, es el principio de la evaporación con efectos múltiples.

Como resultado de este efecto sucesivo, el vapor primario evapora aproximadamente su propio peso de agua. Esto a su vez, evapora en el segundo efecto una cantidad de agua poco menor que su propio peso. Por lo tanto, en un evaporador de doble efecto el vapor de agua evapora aproximadamente dos veces su peso de agua mientras que en uno de triple efecto evapora tres veces su propio peso. Para que el vapor condensante a presión constante puede fluir a través de las paredes de los tubos para el líquido, es necesario que exista una fuerza motriz para la transferencia de calor que es la diferencia de temperatura entre el vapor y el líquido.

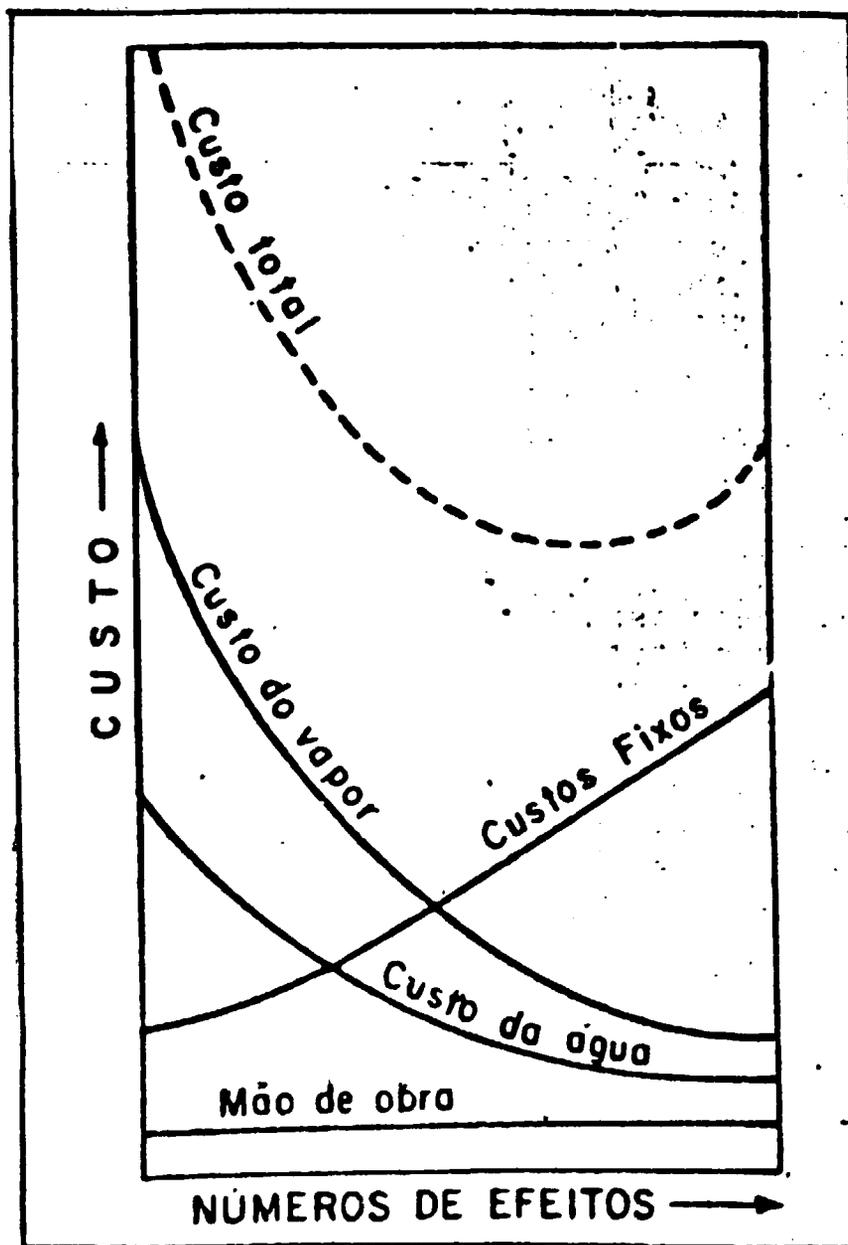


Figura No. 20

Número óptimo de efectos de un evaporador de múltiples efectos

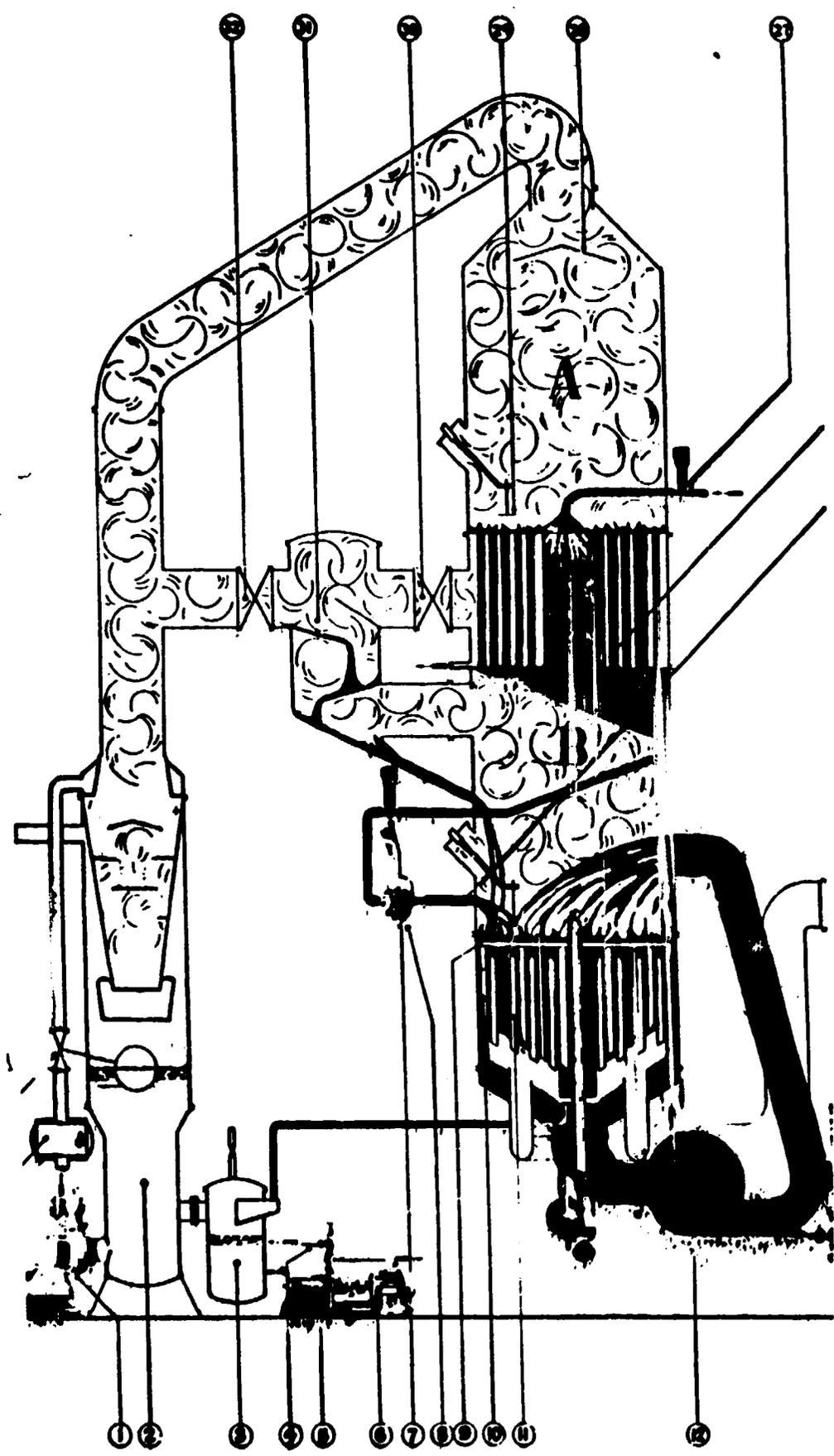


Figura No.21

Evaporador Manzini de doble estado y un efecto, con corriente reversa combinando el sistema Calandria con Serpentin rotativo

Los evaporadores en el sistema de múltiples efectos pueden ser colocados en forma sucesiva hasta que toda la diferencia de temperatura disponible haya sido usada. Teóricamente es posible construir un sistema de N efectos, como el  $\Delta T$  global se mantiene lo mismo los  $\Delta T$ S individuales, en cada efecto disminuye y hay que aumentar el área A para compensar lo que sería el aumento de tamaño y como consecuencia el costo general del equipo.

La Figura No.20 enseña las relaciones entre los varios costos, tales como inversión, vapor, agua y mano de obra:

La representación es de orden general y puede variar con la región y el tipo de equipo seleccionado.

#### Evaporador Titanus

1. Bomba centrífuga de extracción de condensado.
2. Condensador.
3. Tanque al vacío para coleccionar el condensado del sistema primario de calentamiento.
4. Distribución del condensado para la caldera.
5. Bomba.
6. Condensado distribuido para el vapor disminuido.
7. Válvula motoreductora para regular la alimentación del producto en el concentrador final.
8. Bomba de transferencia del producto.
9. Regulador electrónico de nivel.
10. Agitador del producto.
11. Paredes del sistema primario de calentamiento.
12. Bomba centrífuga de recirculación del producto.
27. Válvula motoreductora para controlar la alimentación del producto. Entrada
28. Reflector
29. Regulador de nivel.

30. Válvula tipo "Slide"

32. "Catchall"

La figura No.21 ilustra un evaporador Titanus de la Compañía Tito Manzini & Sons de Parma, Italia que es un equipo de dos estados, y un efecto combinando el sistema de Calandria con el de Serpentina rotativa.

El jugo de tomate es succionado en la cámara A por la acción de un vacío de 28 pulgadas de mercurio, siendo la alimentación regulada automáticamente por un motor reductor con variador de velocidad (27). En el sistema de Calandria la evaporación preliminar ocurre en una cámara a temperatura de 40-42°C. El jugo preconcentrado es colectado en la parte inferior de la cámara (A) de donde es transferido para la parte superior de los elementos de calentamiento de la serpentina rotativa en donde se aplica vapor vivo en la cámara (B). La pasta viscosa es circulada con una bomba centrífuga para prevenir que el producto se quemé y es agitada por la serpentina rotativa (10). El producto acabado es extraído en la extrema derecha de la base del equipo, este equipo trabaja en contra corriente si consideramos el sentido del producto y del medio de calentamiento.

#### Evaporador D.F.F. de Rossi & Catelli

Otro equipo muy usado en la industria de tomate para la concentración del jugo es el evaporador Rossi & Catelli. Es presentado en dos tipos, el T-15 y el T-30, siendo el primero de un estado y el segundo de dos estados.

Los dos equipos trabajan con un sistema de tubos. El de dos estados tiene una combinación de un calentador de tubos inclinados de flujo ascendente y un calentador de tubos verticales descendentes.

El equipo de un estado está en las figuras No.22 y 23.

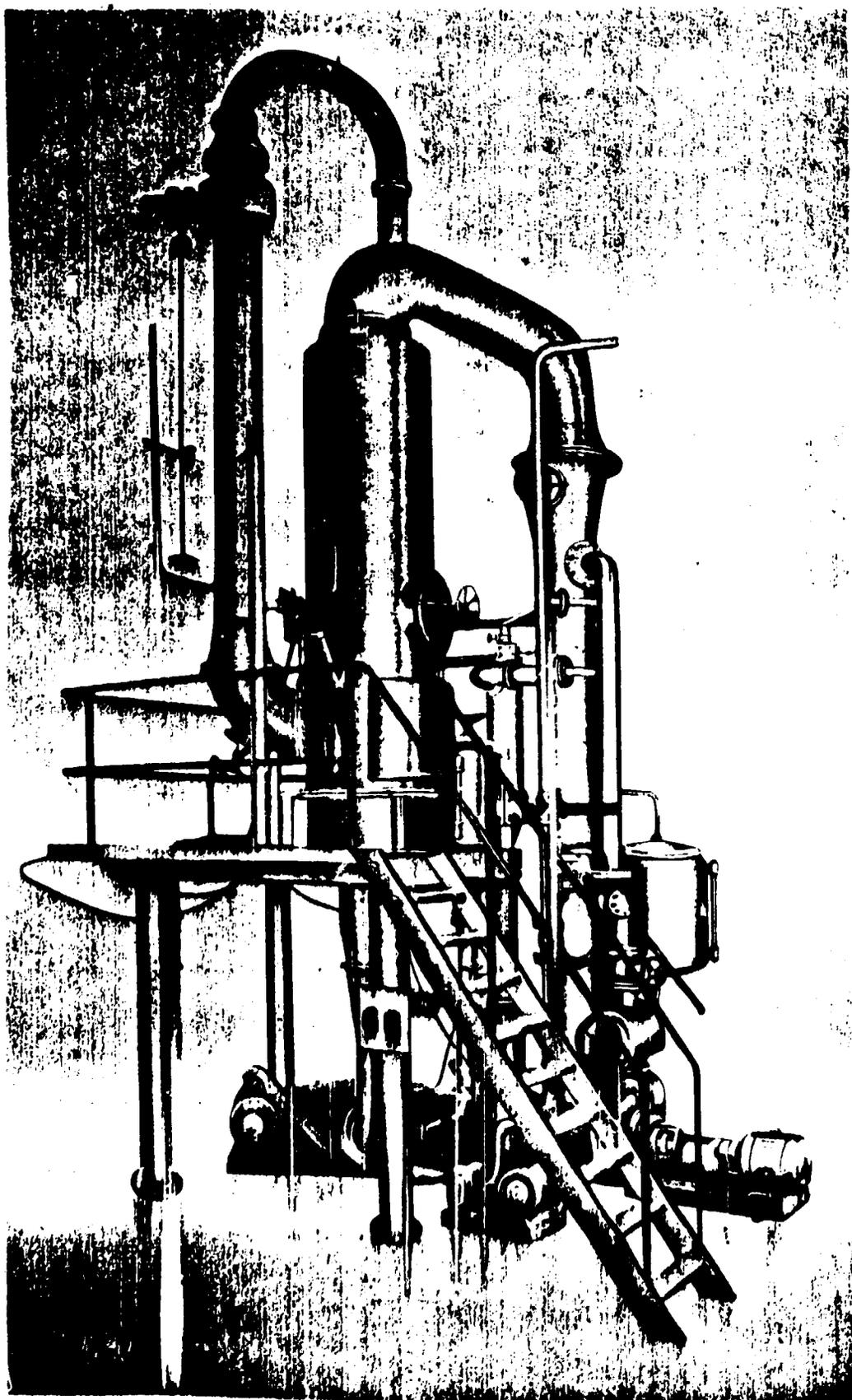


Figura No. 22

Evaporador de un estado con condensador para concentración de jugo de tomate (Rossi & Catelli)

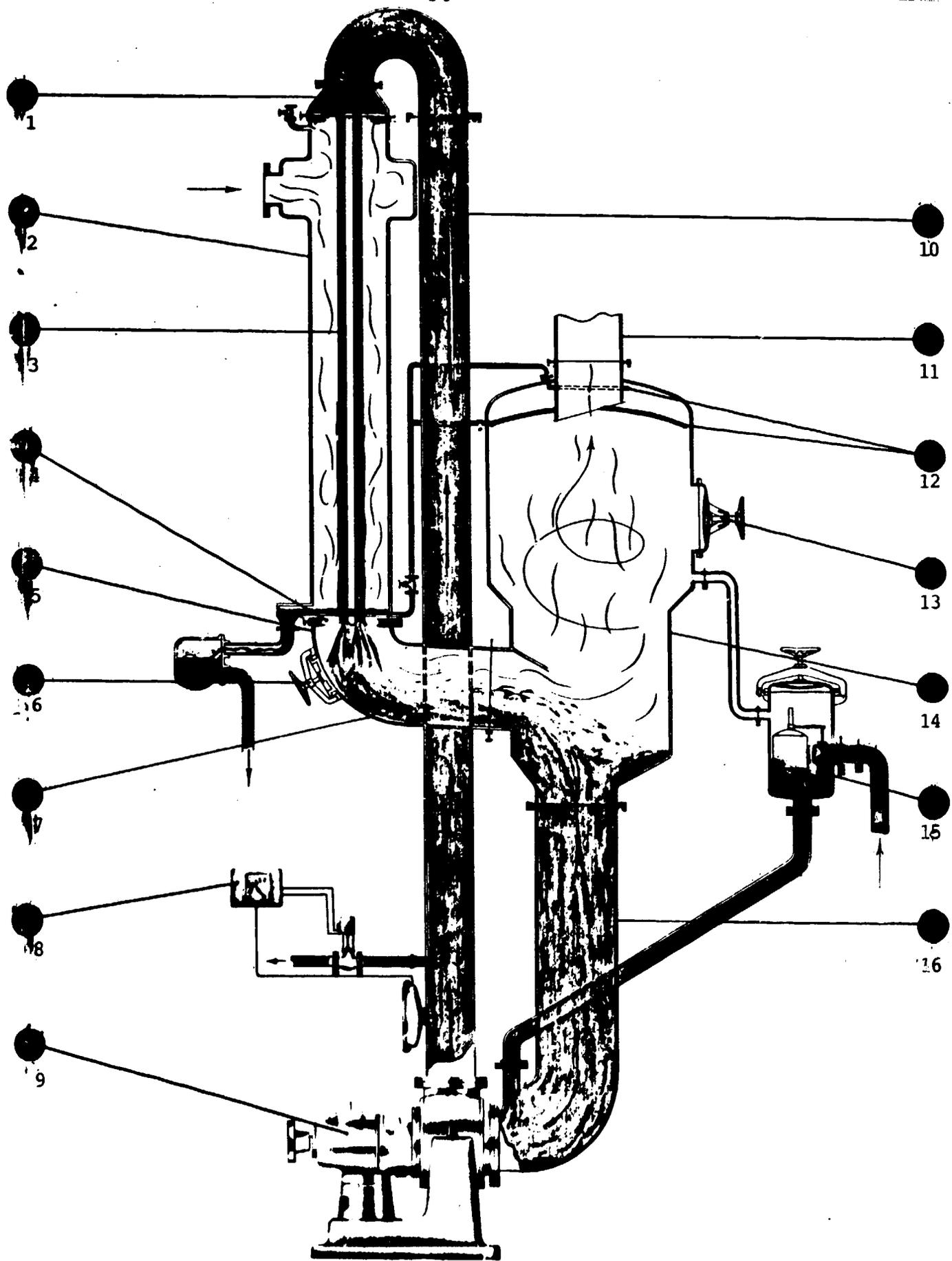


Figura No. 23

Esquema del evaporador de un estado de tubos, con recirculación de  
 Rossi & Catelli

Está constituido por un cambiador de calor de tubos (2) (Fig.23), un separador de líquido-vapor (14) y de una bomba de circulación (9). El cambiador de calor comienza en la franja (1), y termina en el tubo (5). El tubo número (10) hace la alimentación del jugo por la acción de la bomba (9) en el cambiador de calor (3). El jugo circula de forma descendente en la parte interior de los tubos y en la parte externa hay vapor vivo que viene de la caldera.

El jugo entra en ebullición y el vapor formado es separado del producto parcialmente concentrado en el separador (14). El jugo sale por la acción de la bomba (9) y recircula o es extraído en (8). Los vapores del jugo son extraídos en (11) y son condensados en una columna de condensación. La alimentación de jugo es hecha en el punto (15).

El evaporador de dos estados y un efecto (Figura No.24) de Rossi & Catelli, está constituido por dos cambiadores de calor de tubos, uno inclinado y otro vertical, dos separadores de líquido vapor y un condensador de contacto directo del tipo cascata.

El jugo es alimentado en el segundo estado (A) que está constituido por los tubos inclinados y un separador de líquido-vapor (B) el cual es ubicado arr del separador de líquido-vapor del primer estado (C) l jugo de tomate aún con baja viscosidad, circula por convección en esta sección la cual es calentada por la condensación de vapores del primer efecto.

Después de la preconcentración en el segundo efecto, la pulpa es transferida por gravedad a través de un regulador de nivel en el primer efecto(D) del evaporador, en donde la circulación es llevada a cabo por el efecto de una bomba. La pulpa es bombeada para la parte de arriba de la entrada de vapor (E) y de allí el jugo baja con alta velocidad

dentro de los tubos calentadores. En el flujo descendente, se logra una velocidad mas alta ya que se conjuga la acción de la bomba y la fuerza de gravedad. El coeficiente de transferencia de calor es alto en estas condiciones ya que la pulpa va a la ebullición rápidamente a temperatura de 62°C y el contacto con las paredes de los tubos calentadores es corta.

Después de los cambios de calor, el producto es alimentado en el ciclone (C) del primer estado y es extraído en la válvula (F) o es recirculado para completar la concentración. Después de la recirculación de esta parte del equipo la pulpa concentrada es extraída continuamente arriba de la bomba en el punto (F). El vapor producido en el primer efecto es separado en el ciclone (C) y es usado para proveer calor para el segundo estado (G) formado por tubos inclinados.

#### Evaporador de múltiples estados y efectos

La Figura No.29 muestra un evaporador de múltiples estados y múltiples efectos con termo compresión en el primer estado para concentrar el jugo de tomate de 6% a 30% de sólidos. Los primeros dos efectos son de circulación forzada y el tercer efecto de termosifón. El condensador barométrico es de contra corriente. El evaporador es diseñado para evaporar 91,200 libras de agua por hora, con alimentación de 114,000 libras por hora con 6% de sólidos en el jugo y descarga de 22,800 libras por hora de pasta con 30% de sólidos. Una operación alternativa permite la extracción de pure con 10% de sólidos en el segundo estado.

La Tabla No.14 muestra los cálculos de este evaporador.

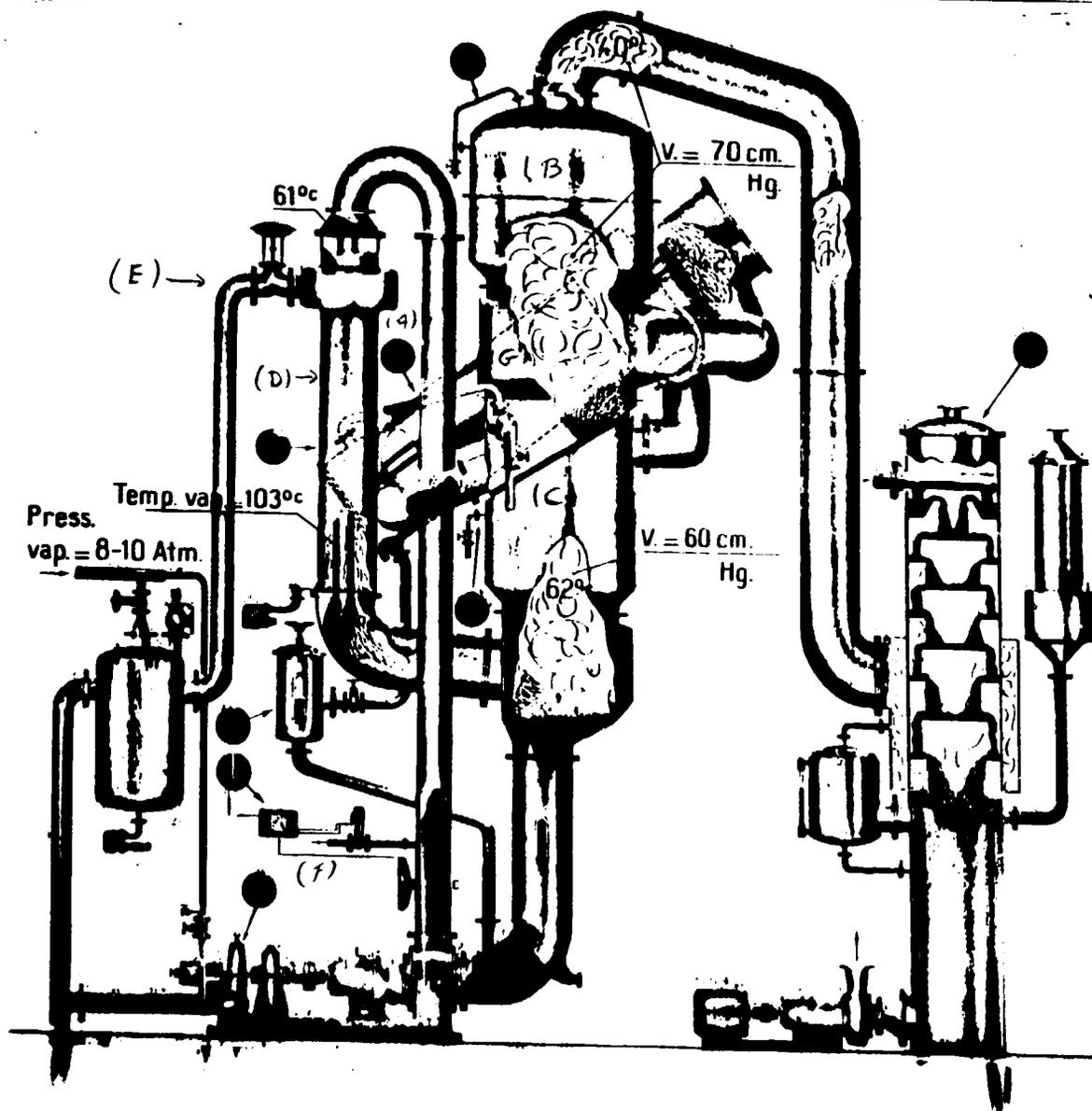


Figura No.24

Esquema del evaporador DFF de doble estado en contra-corriente para jugo de tomate

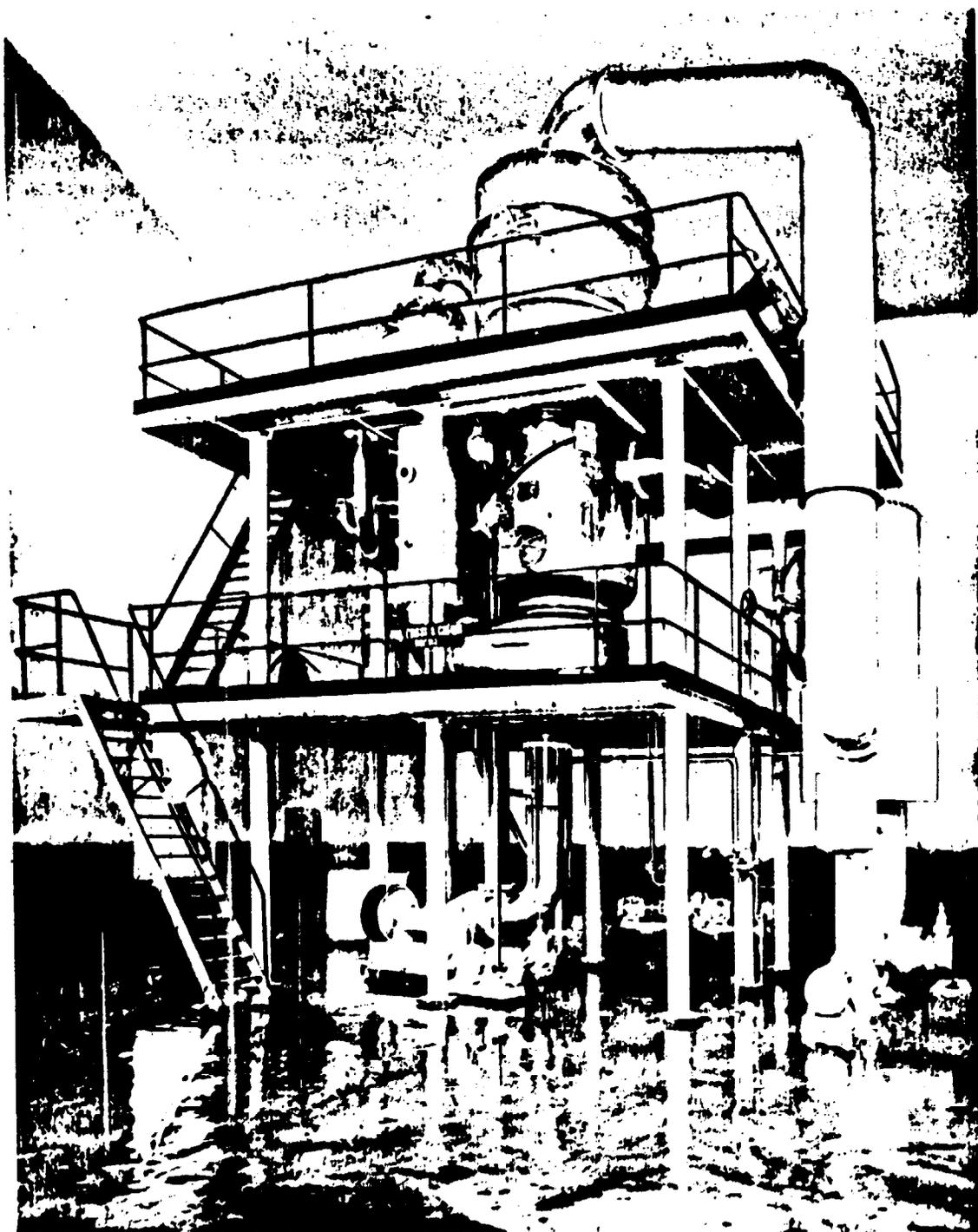


Figura No. 25

Evaporador de simple estado, con recirculación, DFF  
Modelo T-15, Rossi & Catelli, para concentración de  
jugo de tomate

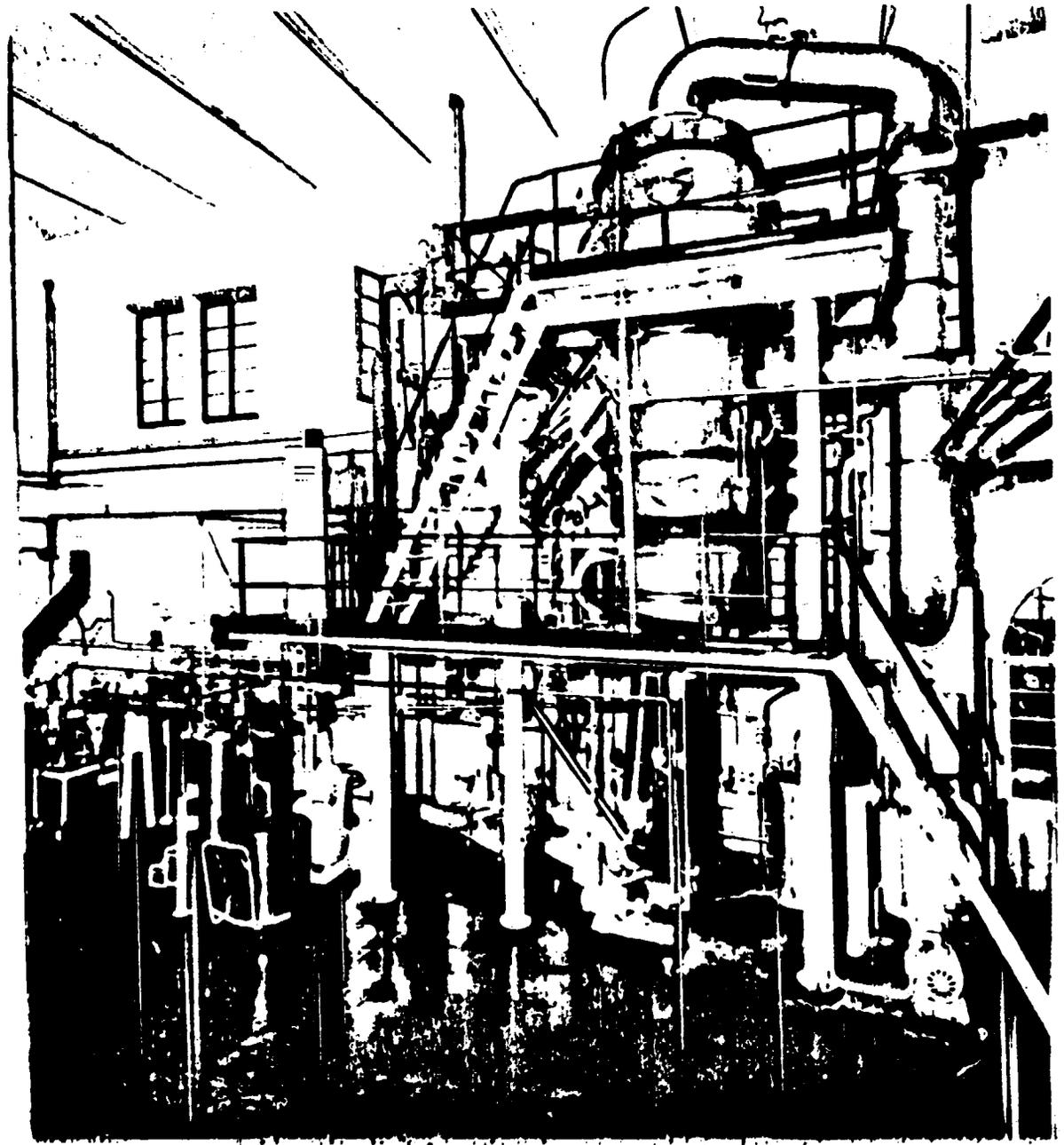


Figura No. 26

Evaporador modelo T-30 con dos estados y un efecto, marca  
Rossi & Catelli para concentración de jugo de tomate

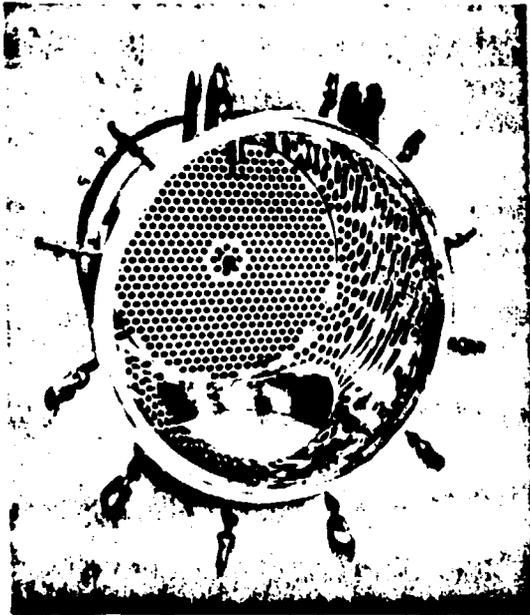


Figura No.27

Vista interna de la tubería del 2º estado (preconcentrador), parte superior. (Evaporador DFF Rossi & Catelli)

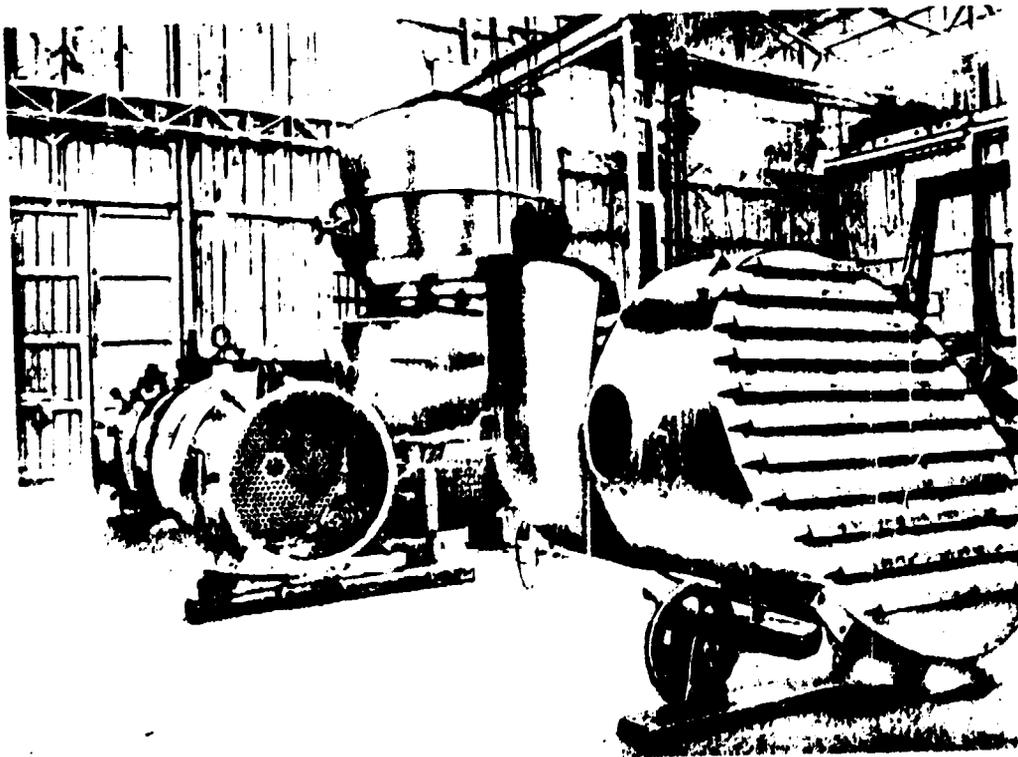


Figura No. 28

Separador Ciclone del primer estado de un evaporador DFF Rossi & Catelli

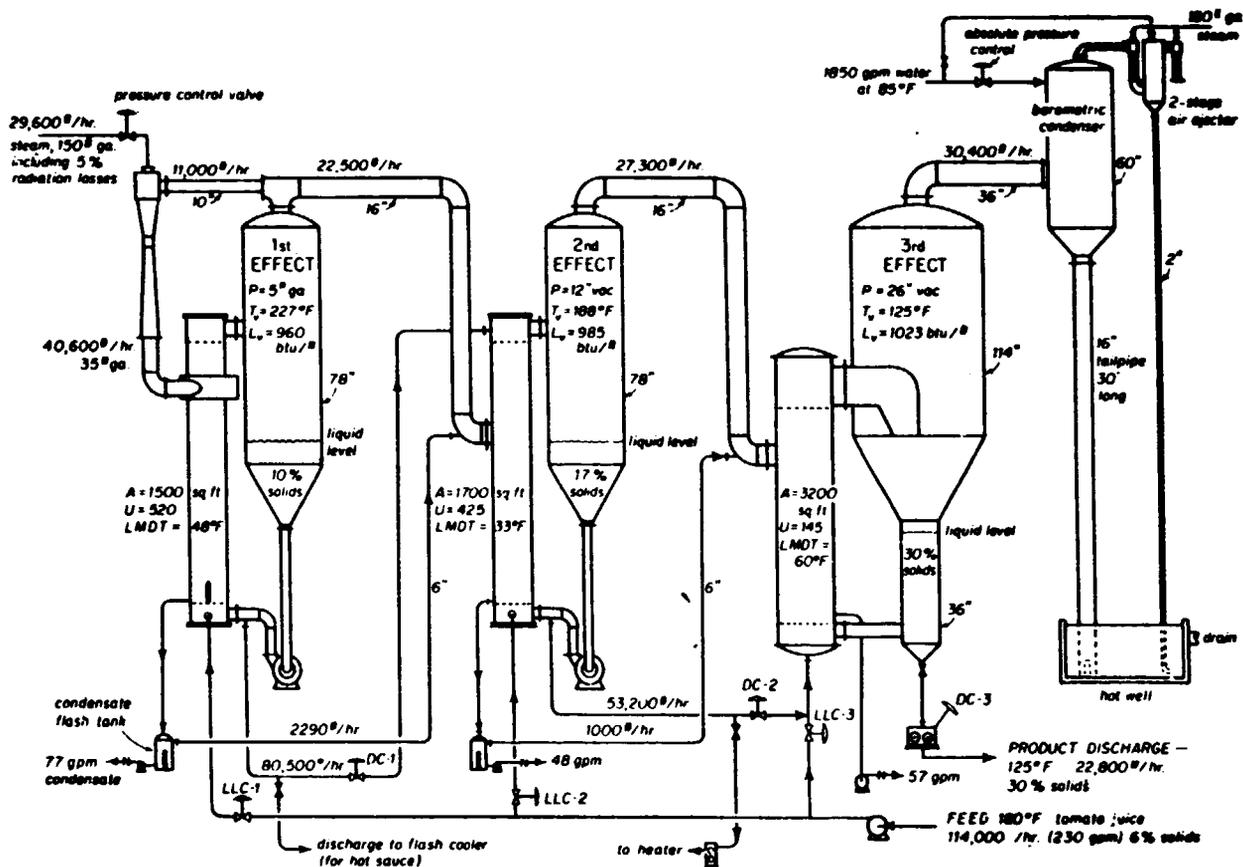


Figura No. 29

Evaporador de múltiples estados y efectos, combinando circulación forzada con termosifón, diseñado para evaporar 91.200 libras de agua por hora, para productos de tomate. Tiene provisión para alimentar jugo en el segundo y tercer estado

Flow and type: 1-2-3 Sanitary		Feed: 114,000 lbs./hr.	
Material: Tomato juice		Evap.: 91,200 lbs./hr.	
From: 6 to 30% solids		Disch.: 22,800 lbs./hr.	
Effect		Feed temp.: 180°F.	
Type	I	II	III
Conc. % solids	Forced circulation	Forced circulation	Thermo syphon
Sp. gr.	8.0	12.5	30
Sp. ht. feed	1.0332	1.0524	1.3772
Steam pressure and temp., °F.	0.98	0.95	0.94
Vapor temp., °F.	45 lbs. ga. = 294	5 lbs. = 227	11.71 in. Vac. = 188
B.P.R. °F.	5 lbs. ga. = 227	11.71 in. Vac. = 188	25 in. Vac. = 125
Av. lig. temp., °F.	0	0	3°
L.M.T.D., °F.	227	188	128
Vapor, B.t.u./lb.	61	33	60
Prod lbs./hr.	961	985	1023
Flash: Heat:	114,000(227 - 180)0.98	(114,000 - X)39 × 0.95	(114,000 - X) - 3850 - 0.939X
	= 6,250,000 B.t.u.	= 3,850,000 - 37X	= (110,150 - 1.939X)80 × 0.94
Evap. =	27,200,000	999	1141 - 93
Total =	32,450,000 B. t. u.	- 3,850 - 0.037X lbs.	- 5440 - 0.1043X lbs.
Evaporation X	961X = 0.976X	985	(3850 + 0.939X)
Total vapor X	965 = 27,950 lbs.	1023	5440 - 1043X
	3850 + 939X		+ 3700 + 9040X
			9140 - 7997X = 32,000 lbs.
Discharge in lbs.	85400	54800	22,800
Heat transfer	32,450,000	27,550,000	26,410,000
H.T.C.: U =	530	450	142
Heating surface	1000 sq. ft.	1860 sq. ft.	310 sq. ft.
Separator diam.	78 in.	78 in.	114 in.
Vapor pipe diam.	16 in.	16 in.	30 in.
Steam available:	45 lbs./in. <sup>2</sup> ga.	Cooling water temp. 85°F.	
Lv =	915 B.t.u./lbs.		
Lbs. steam/hr.	$\frac{32,450,000}{915} = 35,500$ lbs./hr.	GPM =	$\frac{32,000 \times (1023 + 5)}{8.34 \times 80 \times (120 - 85)} = 1900$
	Theoretical		
+5% =	37,300 lbs./hr. incl. 5% radiation losses		Use 60 in. condenser

Tabla No. 14

Evaporador de múltiples efectos y estados para jugo de tomate. Cálculos

Capacidad de evaporadores de múltiple efecto

La capacidad de un evaporador de múltiples estados no es más grande que un evaporador de un estado, con superficie de calentamiento igual a uno de los estados y operando bajo las mismas condiciones iniciales y finales. La cantidad de agua evaporada por m<sup>2</sup> de superficie en un evaporador de N efectos es aproximadamente 1/N veces la del simple efecto. El calor latente es considerado constante en el intervalo de presión corrientemente empleado. La capacidad es medida por la cantidad total de calor transferido en todos los efectos. El calor transferido puede ser representado por la ecuación:

$$Q_1 = U_1 A_1 AT_1 ,$$

$$Q_2 = U_2 A_2 AT_2 ,$$

$$Q_n = U_n A_n AT_n$$

La capacidad total Q es la siguiente suma:

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = U_1 A_1 \cdot AT_1 + U_2 A_2 \cdot AT_2 + \dots$$

$$\dots + U_n A_n \cdot AT_n$$

Supongamos que en todos los efectos el área sea igual y que sea posible usar el coeficiente global promedio de transferencia de calor  $U_n$  y se tendrá:

$$Q = U_n A (AT_1 + AT_2 + \dots + AT_n)$$

La suma de los gradantes de temperatura es igual a la diferencia entre la temperatura del vapor alimentado en el primer efecto y del vapor generado en el enésimo:

$$Q = U_n A \cdot At.$$

Si un evaporador de simple estado con área A opera con el mismo gradante de temperatura y tiene un coeficiente de transferencia de calor igual al  $U_n$ , de múltiple efecto, el BA tiene una capacidad igual al de N efectos.

$$Q = U_n A \cdot At$$

Se concluye que si el número de efectos de un sistema de evaporación se cambia, pero la diferencia total de temperatura es mantenida constante, la capacidad del sistema se mantiene igual.

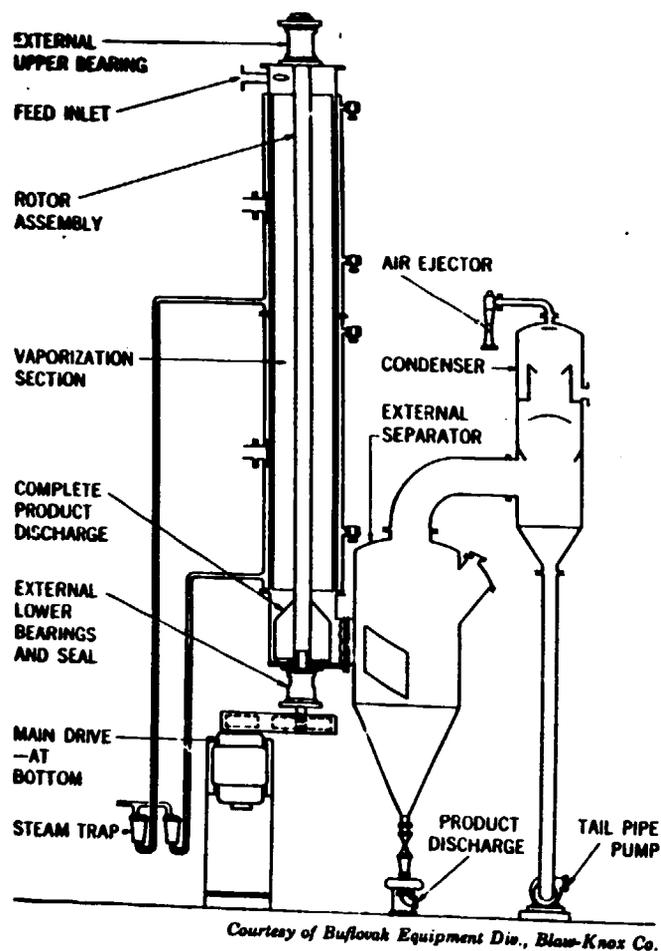


Figura No.30

Evaporador de película con agitación de un estado constituido de un cambiador de calor con agitador, separador, ciclone con alta acción centrífuga y condensador. Muy adecuado para alcanzar altas concentraciones en jugo de tomate.

Así, el aumento del número efectos, sin incrementar la capacidad de evaporación incrementa directamente el costo de la inversión, que va tener que ser comparado con la economía de vapor (energía) y de agua (Figura No.21).

Como ya se dijo antes, los evaporadores de efectos discontinuos trabajan de forma muy sensible.

Los de doble efecto pueden operar como se dijo anteriormente con dos o hasta cinco "bulles" (primeros estados) supliendo vapor para otro, del tipo calandria (segundo estado, como está en las Figuras Nos. 31 y 32 (siempre en contra corriente).

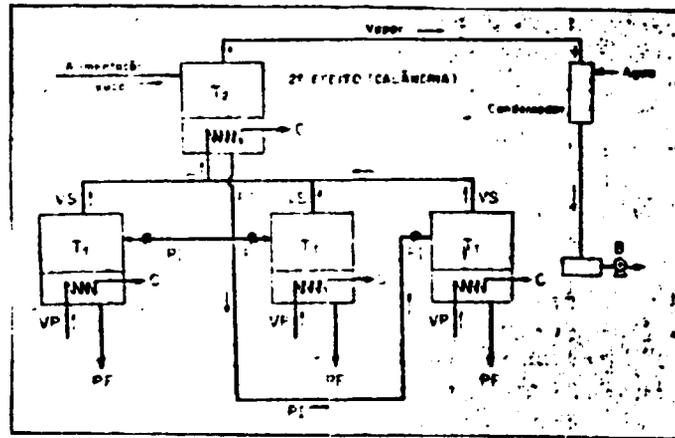


Figura No. 31

Esquema de operación de un evaporador de doble estado. Los "bulles" trabajan independientes

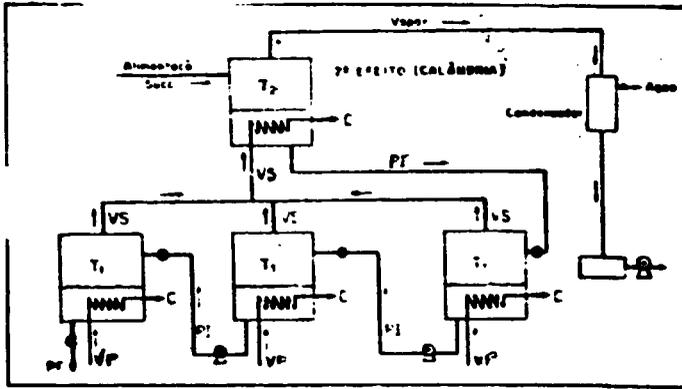


Figura No. 32

Esquema de operación de un evaporador de doble estado. Los "bulles" son conectados en serie.

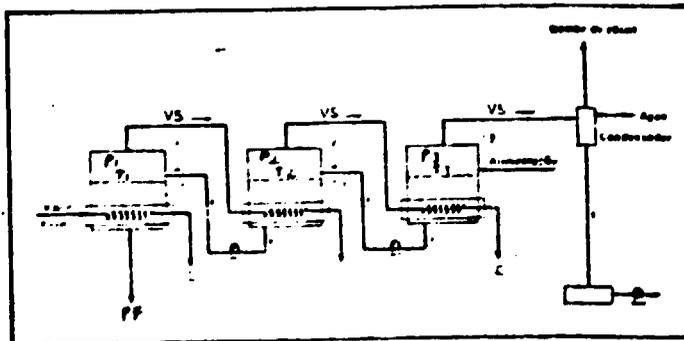


Figura No. 33

Esquema de operación de un evaporador continuo con tres estados y doble efecto en contra corriente

### Equipos Auxiliares

Los principales equipos para la operación de los evaporadores son:

A) Bomba de alimentación del jugo, de extracción del concentrado y de vapor condensado, para transferencia del jugo de un estado para otro.

B) Ciclones separadores de líquido y vapor.

El tipo mas empleado en la separación de partículas líquidas que son llevadas por el vapor son las placas deflectoras que están ubicadas cerca de la salida de vapor del evaporador. Cuando las partículas líquidas tocan las placas, pierden su energía cinética y vuelven al líquido en ebullición.

C) Condensadores.

Para mantener la baja presión absoluta en la cámara de evaporación del último efecto, las presiones parciales del vapor de agua que se forman y de los gases necesitan ser minimizadas. La presión parcial del agua se queda igual a la presión de vapor del líquido en ebullición en el último estado y necesita ser baja para posibilitar una gran disminución de la temperatura de ebullición, obteniéndose de esta manera la capacidad máxima. La presión parcial del agua es controlada por un condensador al cual está conectada la cámara de evaporación del último efecto. El agua es el medio de enfriamiento usado para absorber el calor latente del vapor. La eficiencia del condensador es influenciada por el volumen de agua y por su temperatura, con el incremento del volumen de agua y la reducción de su temperatura, mas alto será el vacío.

Los tipos mas corrientes de condensadores son: a) de superficie y b) de contacto directo (de mezcla).

En los condensadores de superficie no hay contacto directo del agua con el vapor. En el segundo caso, si hay

Los condensadores de contacto directo mas corrientes son de cáscara y de pulverización.

En el tipo de cascata el agua de enfriamiento es distribuida por bandejas alternadas en sentido descendente en contra corriente con el vapor que sube y es condensado. Hay un contacto íntimo entre el agua y el vapor, creando condiciones de condensación eficiente. El condensado y el agua de enfriamiento pueden ser sacados del condensador con una bomba o por una columna barométrica (Figura No.34).

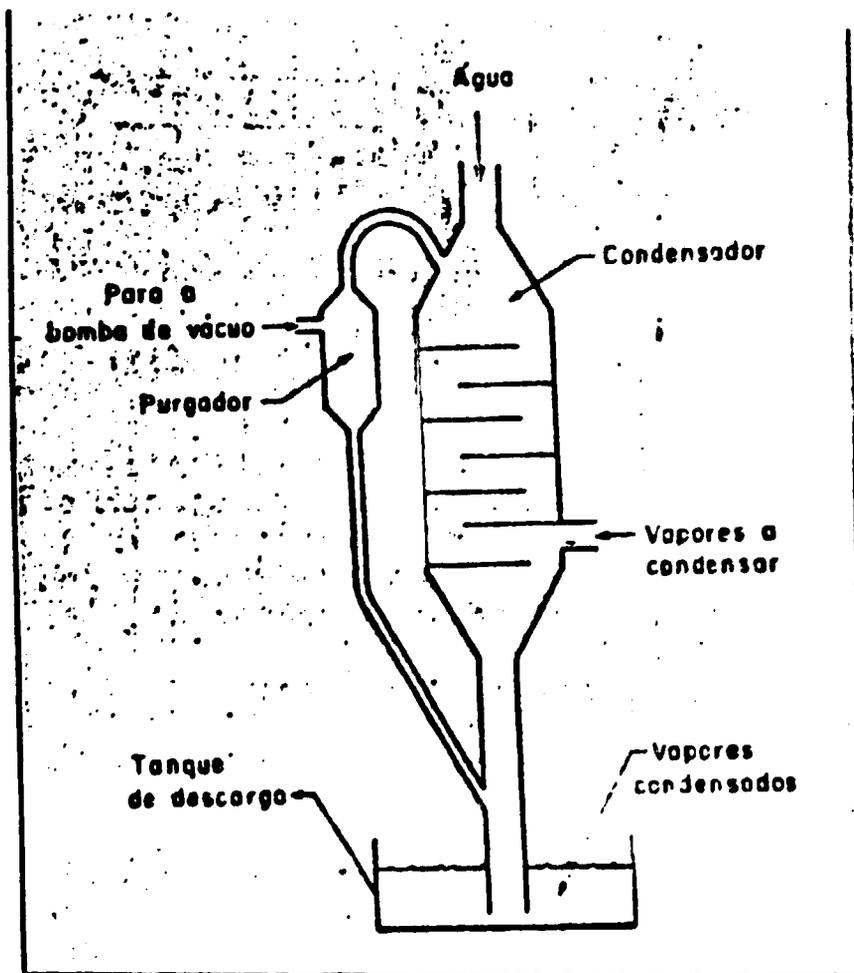


Figura No.34

Condensador de "Cascata"

En el tipo de pulverización (en corriente paralela) los gases entran en la parte superior del condensador. El agua es pulverizada bajo presión en la parte mediana superior del cuerpo del condensador y lleva los gases condensable y no condensables. Los que condensan descienden con el agua para la columna y los incondensables son separados arriba de la entrada de la columna barométrica, con la acción de bombas al vacío.

La columna barométrica es usada cuando el condensador es construido con altura suficiente. Es constituido de un tubo vertical adonde el condensado puede ser descargado por gravedad, para un tanque con sello de agua. La diferencia de altura entre el nivel del líquido en el tubo y el sello el cual se ajusta automáticamente corresponde a la diferencia de presión entre el equipo al vacío y la presión atmosférica. Cuando no hay altura suficiente (aproximadamente 10 metros) los vapores condensados pueden ser extraídos con una bomba. Los gases incondensables son extraídos en la parte superior del condensador con bomba al vacío o inyectores de vapor de agua.

#### Bombas al vacío

Si el agua y el vapor son los únicos elementos en contacto, se forma un vacío cuando el vapor se condensa. Debido a la presencia de aire y de gases incondensables que entran en el sistema con el jugo crudo, con el agua de condensación y "likings" del equipo, no se logra altos niveles de vacío. Para solucionar estos problemas se usan bombas mecánicas del tipo rotativo o inyectores operados con vapor de agua.

Un inyector de vapor de agua (Figura No.36) puede ser empleado de forma mas económica. Un pulverizador de alta velocidad (alta presión) de vapor de agua es alimentado a través de una punta en el interior de una cámara, la cual lleva los vapores y gases incondensables al condensador.

Consideraciones finales

Los evaporadores de doble y triple estado, fuera de su eficiencia o tamaño, logran generalmente un trabajo bueno y permiten producir un buen producto final.

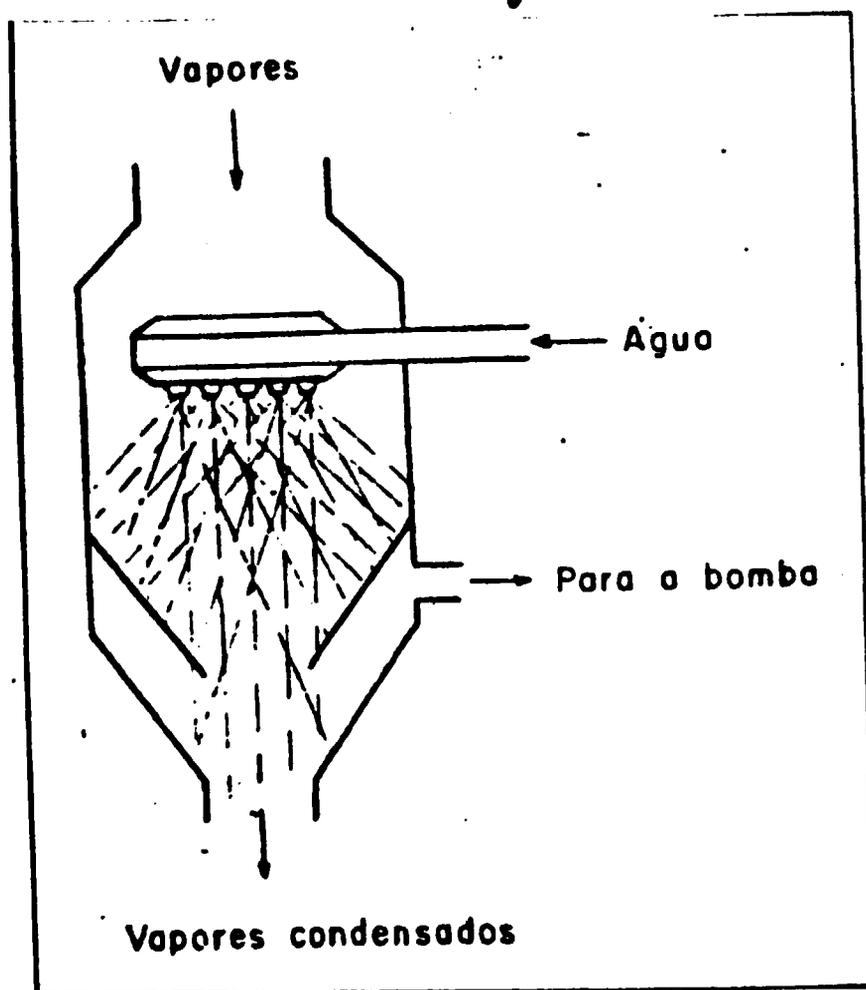


Figura No.35

Condensador de tipo pulverizador

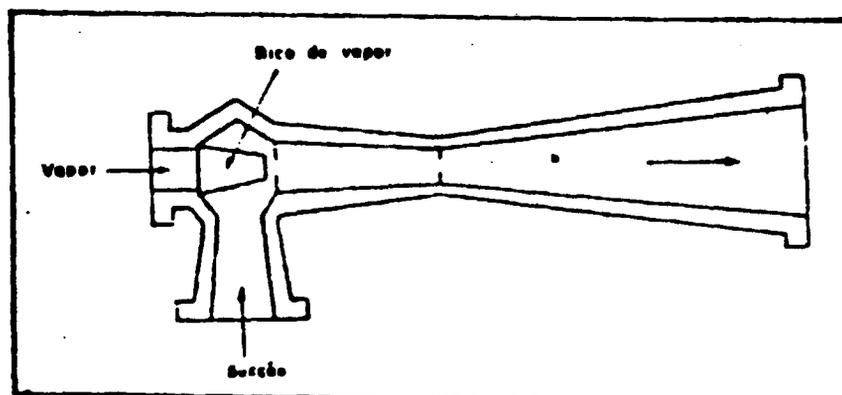


Figura No. 36

Diagrama de un inyector de vapor de un estado

La calidad también está determinada por la calidad de la materia prima empleada, la selección de la materia prima y del precalentamiento. La consistencia final depende del cultivo empleado (pequeña influencia) de la integridad del fruto y de la eficiencia de la inactivación de enzimas pectinolíticas y de la concentración final de la pulpa.

En los evaporadores de doble y triple efecto, se puede trabajar la pulpa en los primeros estados, con temperaturas más bajas (42° y 45°C) por algún tiempo antes de pasar al estado final de concentración donde las temperaturas pueden llegar a 65°C o más altas.

En los equipos de simple efecto, es difícil mantener temperaturas más bajas. La evaporación toma mucho tiempo y resultan productos de calidad inferior.

Para la obtención de pulpa de concentración elevada (30° Brix o más), el factor viscosidad empieza a tener influencia en el proceso. El precalentamiento tipo "hot-break" bien usado, preserva las sustancias pécticas, permitiendo la obtención de productos de alta viscosidad, dificultando las operaciones finales de concentración. En este caso, existen dos opciones viables: usar el proceso "cold-break" que permite una degradación parcial de las sustancias pécticas, bajando la viscosidad de la pasta o el uso de un evaporador de superficie raspado o de serpentina rotativa en la fase final. Los principales controles usados en el producto final son: pH, consistencia Bostwick, contaminación de hongos, con el método Howard, puntos negros, salinidad, acidez titulable y color.

Después de la concentración, la pulpa puede ser transformada en productos tales como: extractos de diferentes concentraciones (incluyendo pure), catchup a ser envasada y almacenada para vender a otras plantas o su posterior utilización en la elaboración de estos productos.

#### 7.2.5. Pasteurización

Como la temperatura en el proceso de concentración no es mayor de 65-70°C hay necesidad de pasteurizar la pulpa concentrada, ya que esta temperatura no es suficiente para controlar los microorganismos que pueden traer problemas para la pulpa concentrada.

La pasteurización es fundamental para la estabilización del producto, en el aspecto microbiológico, ya que es responsable de la destrucción de microorganismos que deterioran el producto. Estos son principalmente, levaduras y lactobacilos. Esta operación es hecha con la elevación de la temperatura del producto al mínimo de 85°C (mas corrientemente 90°C) por un minuto. Es indispensable que

toda la masa tenga un tratamiento homogéneo en lo que concierne a la temperatura y tiempo.

La pasteurización puede ser hecha en un cambiador de calor del tipo tubular (Figura No.37) semejante al de precalentamiento, o de raspado de superficie. Este último es imprescindible cuando la consistencia del producto es elevada (Figura No. 38).

Este equipo es constituido por un cuerpo cilíndrico horizontal con una pared doble en donde circula el medio de calentamiento. Dentro del cilindro hay un tambor rotativo con paletas de raspado que tocan perfectamente las paredes internas del cilindro.

El producto es introducido en el cilindro y su avance es a través de la acción de una bomba y la acción de paletas de raspado y es descargado en el extremo opuesto. Una gran ventaja del sistema es el elevado coeficiente global de transferencia de calor por la agitación y el paso rápido del producto sobre la superficie de calentamiento; por la eficiencia de la acción de las paletas que mantienen la superficie siempre limpias. Esto crea condiciones de protección a las propiedades organolépticas del producto procesado.

Este equipo puede ser construido con dos cuerpos, donde el producto pasa en doble estado o en paralelo.

#### 7.2.6. Envasado

La pulpa es envasada en latas de 18 kilos o en tambores de 200 litros. En el caso de las latas de 18 litros, se llenan después de la pasteurización, luego se cierran, se solda la tapa circular y se voltea la lata por cinco minutos para esterilizar la parte interna de la tapa superior.

En el caso de los tambores de 200 litros, el tambor sufre una preesterilización interna con vapor a 120°C por 10 minutos. El envasado es hecho a través de un tubo de acero inoxidable de 10cm. de diámetro, pasa por la abertura central del tambor, deposita el producto en el fondo y al estar lleno del producto empieza a subir. El objetivo de este procedimiento es de no incorporar aire en la pasta y no enfriarla. Después del envasado la tapa es cerrada a presión. Seguidamente el tambor es volteado por 5 minutos.

En cualquiera de los casos, es necesario que las operaciones de envasado y sellado sean hechas inmediatamente después de la pasteurización y con el producto a una temperatura mínima de 85°C para que el vapor emergente de la masa expulse la mayor parte del aire del recipiente para la formación al vacío, protegiendo el producto de oxidaciones, durante el almacenamiento que oscurecen el producto.

#### 7.2.7. Enfriamiento

Las latas de 18 kilos son enfriadas por asperción hasta bajarles su temperatura a 40°C. Como los tambores tienen un diámetro mayor y mucho mas masa de producto, tienen que sufrir una operación de enfriamiento especial, pues al tardarse mucho en reducir la temperatura afecta las propiedades organolépticas y nutritivas de la pasta.

Se puede usar un enfriador rotativo. Este está constituido por un tanque y en el fondo existen ruedas de hierro cubiertas con goma y accionadas por un motor, sobre los cuales el tambor gira longitudinalmente. Las ruedas tienen un ancho que permite su encaje entre las salientes de dilatación del tambor. Cuatro de las ruedas soportan y hacen girar el tambor.

Sobre los tambores están los tubos instalados paralelamente al eje longitudinal del tambor. De los tubos el agua

es pulverizada sobre los tambores. El tiempo de enfriamiento es de aproximadamente una hora. También se utiliza para los tambores el envasado ascéptico. Los envases esterilizados reciben el producto en una cámara ascéptica a una temperatura de 30°C después de tener su temperatura elevada hasta 100°C. La calidad del producto es mucho mejor.

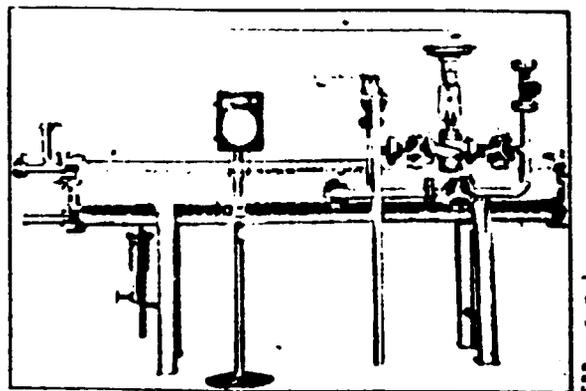


Figura No. 37

Cambiador de calor tubular

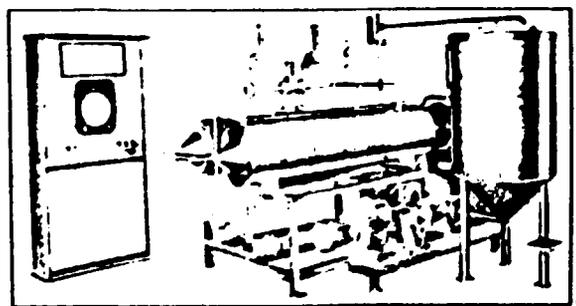


Figura No. 38

Cambiador de calor de raspado de superficie

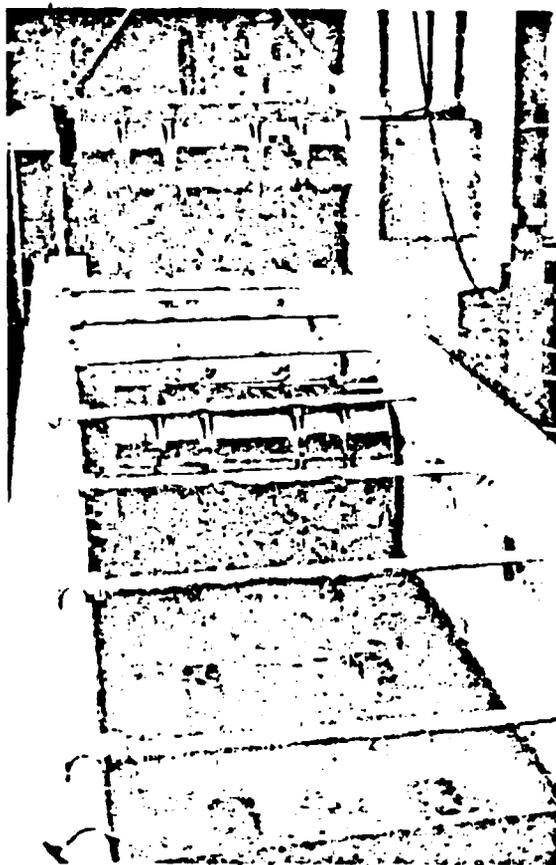


Figura No. 40

Enfriador de Tambores

8. Extracto de tomate

La definición de extracto o pasta de tomate, varía según la legislación. Ya hablamos de la definición italiana del producto. En Brazil la legislación de 1978 involucra en las normas de extracto todos los productos concentrados que tengan el mínimo de 9% de substancia seca, sin incluir el clorato de sodio. Por eso, la misma legislación usa el término pure para el concentrado que tiene entre 9% y 17.9% de sólidos solubles. Los que tienen 8% o mas, es usado el nombre extracto que puede ser simple (mínimo 18%), doble (mínimo 25%) y triple concentrado (mínimo 33%).

Cualquiera de estos productos pueden ser hechos con concentración directa de la pulpa, partiendo de pulpa concentrada antes producida y almacenada.

Usando el concentrado, éste es refinado en un refinador con un tamiz de 0.7mm, luego bombeado para el tanque de mezcla y allí se hace su formulación. El extracto o pasta formulado, calentado hasta 85°C, llenado, sellado, volteado y enfriado, es almacenado a temperatura ambiental.

## 9. Catsup de tomate

El catsup puede ser preparado directamente de jugo despulpado o de pulpa concentrada. Existen algunas ventajas en preparar el catsup a partir de tomates frescos, ya que la pulpa pierde un poco del color durante el almacenamiento y el catsup preparado de pulpa sufre mas calentamiento que el usado para tomates frescos.

### 9.1. Despulpado

Después del lavado, selección y remoción de defectos, los tomates son triturados, calentados en el sistema de "hot-break" usado para la producción de jugo y seguidamente es despulpado. Las semillas, cáscara y fibras son separados del jugo y de la pulpa, los cuales pasan a través del tamiz. Usualmente las perforaciones del tamiz son de 0.023 a 0.027 pulgadas. El producto líquido es bombeado para los tanques de concentración o evaporadores continuos.

### 9.2. Constituyentes del catsup

Los constituyentes usados en la manufactura del catsup, además del tomate son: azúcar, vinagre, sal, cebolla y especias. Generalmente, azúcar de caña granulado o azúcar de remolacha son usados. El azúcar líquida también es usada. El vinagre generalmente usado es el destilado "100-grain". La sal usada es la conocida como "dairy salt" o grado mas refinado. Las especias mas usadas con: cassia, pimienta, pimienta "cayenne", Jengibre, mostaza y paprika.

Existe una diferencia de opinión entre los productores de catsup acerca de los méritos concernientes a la forma de usar las especias. Muchos consideran que se logra mejor sabor cuando son usadas enteras o sea dan un sabor mas suave y agradable. Cuando las especias molidas son usadas, debe haber una garantía en el abastecedor ya que su forma permite adulteración.

Las especias en forma de aceite volátil, especialmente aquellas que contienen tanino, deben ser usadas cuando existe la posibilidad de decoloración debido a la formación de tanato de hierro durante la manufactura del catsup. Las especias enteras o molidas son generalmente usadas con una bolsa y añadidas al producto al inicio del cocimiento. Cuando se usa especias aceitosas se añade poco antes del refinado del catsup; de otro modo se pierde una gran parte en forma de vapor. Hay ventajas en usar las especias aceitosas en forma de emulsión, en la cual las partículas de aceite son finalmente divididas para permitir la distribución uniforme del sabor en el catsup. El uso de ácido acético crudo no es permitido.

El azúcar puede ser agregado a cualquier tiempo durante la manufactura del catsup, pero es mejor agregarlo en la última parte del cocimiento. Para evitar que el azúcar se quede sin disolver algunos lo agregan gradualmente y lo dispersan sobre la superficie del catsup durante el cocimiento.

El vinagre se añade siempre pocos minutos antes de finalizar el proceso. El ácido acético del vinagre es volátil, por eso una gran parte se evapora si el vinagre es añadido al inicio del cocimiento.

La sal puede ser agregada a cualquier tiempo durante el cocimiento.

La adición de cebolla y ajo puede ser hecha con las especias o en bolsa separada. La mezcla debe ser cocinada de 20 a 30 minutos. Algunos procesadores de catsup cortan en trozos

muy pequeños y los agregan directamente a la pulpa. Parte de este material es separado en la operación de "finishing".

### 9.3. Formulación

Cada productor de catsup tiene su propia fórmula y las diferencias están en las cantidades de cada componente.

La fórmula de la Tabla No.14 puede ser usada como base para que uno pueda establecer su propia fórmula.

Tabla No.14

Ingredientes para la manufactura de 100 gal. de producto terminado

Ingredientes	Fórmula No.1	Fórmula No.2	Fórmula No.3	Fórmula No.4
Jugo (Grav.esp.1.020)	182 Gal.	182 Gal.	254 Gal.	290 Gal.
Azúcar	60 lb.	75 lb.	118 lb.	150 lb.
Sal	13 lb.	15 lb.	20 lb.	24 lb.
Vinagre	4 Gal.	5 Gal.	6.3 Gal.	8 Gal.
Cebolla	Opcional	Opcional	27 lb.	26 lb.
Clavillo	16 Onz.	16 Onz.	25 Onz.	21 Onz.
Canela	16 Onz.	16 Onz.	25 Onz.	25 Onz.
Pimienta de Jamaica	8 Onz.	8 Onz.	13 Onz.	-
Cayenne	4 Onz.	4 Onz.	6 Onz.	4 Onz.
Ajo	Opcional	Opcional	4 Onz.	4 Onz.

El número 1 y número 2 son catsups con baja consistencia, el número 3 para uno con consistencia mediana y el número 4 uno con alta consistencia.

Para las fórmulas señaladas se supone una gravedad específica del jugo refinado de 1.020. Cuando la gravedad específica

es más alta, la cantidad de jugo usado puede ser reducida proporcionalmente. La cantidad de jugo en las fórmulas No.1 y No.2 es equivalente a 100 gal. de pulpa con 1.035; en la fórmula No.3 a 140 gal. de pulpa con 1.035 y en la fórmula No.4 a 160 gal. de pulpa con 1.035.

#### 9.4. Cocimiento

El cocimiento es hecho en tanques y se aconseja el uso de un número grande de ellos de 250 gal. de capacidad o menores y nunca tanques de gran capacidad ya que estos tienen menor flexibilidad. El uso de vapor con alta presión de 90 a 120 PSI es lo mejor para prevenir la quema del producto, así como su adherencia a las paredes del tanque. El calentamiento elevado garantiza la circulación en el "Batch". Si ésto no es posible, se usa un mezclador mecánico. El tiempo de cocimiento no puede tomar mas que 45 minutos. Si las especias son usadas enteras el tiempo de cocimiento no puede ser menor que 30 minutos, ya que la extracción de sabor no será completa. Para evitar la formación de espuma se puede usar aire comprimido. Se puede usar aceite de algodón con la misma finalidad.

Cuando se termina el "batch", las especias son removidas y el catsup es procesado en un refinador para remover fibras y partículas insolubles para obtener una buena textura. Las perforaciones del tamiz son de 0.033 hasta 0.040. El uso de perforaciones mayores pueden dar mas cuerpo al catsup, aunque el producto no tiene una textura tan suave. En la secuencia, el catsup es bombeado para el tanque de la llenadera.

La consistencia final es muy importante para la calidad. Si el producto es muy viscoso no sale de la botella con facilidad. Si la consistencia es muy baja, el aspecto es desagradable.

Para matener la consistencia, es necesario que la pulpa usada tenga la pectina natural protegida. Siempre aconsejable usar pulpa extraída con el proceso "hot break". Este tratamiento

disuelve el material mucilaginoso de las semillas del tomate y ésto contribuye para formar la consistencia final.

#### 9.5. Llenado y esterilización

El catsup es envasado en botellas de varios tamaños y en latas No.10. Durante la operación de llenado hay que evitar la incorporación de aire.

El aire en el producto final crea exceso de espacio vacío(head space) y bolsas de aire. Para evitar la presencia de aire és aconsejable hacer la desaireación del catsup antes de llenarlo.

El tratamiento térmico del catsup después del llenado depende de esta operación. Si se mantiene a 180°F (82.5°C) el calentamiento posterior no es necesario.

Cuando el catsup es alimentado en el tanque de la llenadora, la temperatura de éste no puede ser mas baja de 200°F (93.5°C). La temperatura del sellado es 190°F (87.5°C, para dar seguridad al producto.

#### 9.6. Enfriamiento

El enfriamiento puede ser hecho con la acción de aire o por la acción de agua a temperatura ambiental.

El enfriamiento rápido evita "stack-burning".

La formación de "black-neck", obscurecimiento de la parte superior del catsup es consecuencia de la oxidación que puede ser evitada con la desaireación. En productos con exceso de espacio vacío ("head-space") se encuentra este problema.

#### 10. Deterioración en productos de tomate

La deterioración puede ocurrir en productos enlatados y productos llenados calientes y procesados después del llenado y sellado.

Existen dos razones responsables por deterioración bacteriana en los productos enlatados:

- a) No haber destrucción total de bacterias que pueden desarrollarse en el medio.
- b) Contaminación del producto después de un tratamiento térmico adecuado.

El primero es a consecuencia de una esterilización insuficiente. El segundo por escape (leakage).

Los alimentos enlatados son divididos en el pH 4.6 en dos grupos: productos bajos en acidez como maiz, frijoles verdes, arvejas, etc. y productos ácidos como frutas, tomates y productos de tomate. Los productos de acidez baja, tiene que ser esterilizados bajo presión y a temperaturas de 250°F (121°C), para destruir las esporas resistentes al calor, de algunas bacterias que no son destruidas crecen en el producto y producen deterioración. Los productos ácidos en condiciones corrientes no requieren tratamientos térmicos severos, ya que tienen un pH que los clasifica como ácidos. Por esta razón, las formas de espora son usualmente destruidas y muchas veces estando en el producto no germina y no causa deterioración. El tratamiento de estos productos a temperaturas de 212°F (100°C) o menos es usualmente suficiente para prevenir el crecimiento de organismos.

Los organismos usualmente encontrados en tomates son bacterias de forma no esporuladas de resistencia relativa, la cual es conocida como Lacto Bacilli. Procesando a una temperatura central de la lata de 185°F (85°C) para enfriamiento con agua y 170°F (77°C) para enfriamiento con aire, es suficiente para destruir los tipos no esporulados.

El jugo de tomate aunque sea un producto ácido, tiene necesidad de tratamientos térmicos usados para productos no ácidos. En 1937 en California, el tratamiento térmico por 25 minutos a 100°C no fué suficiente para prevenir deterioración en el jugo de tomate

como resultado del elevado pH de los tomates y presencia de bacterias al calor.

La deterioración del jugo de tomate ocurre por organismos de forma esporulada que poseen resistencia mas alta al calor que los tipos acidúricos corrientes. Una de estas formas resistentes es el *Clostridium Pasterianum* anaeróbico y formador de gases, aún el organismo "flat-sour" *Bacillus Thermoacidurans* es el tipo resistente que domina el sujeto concerniente a la esterilización del jugo de tomate.

#### Deterioración por "flat-sour"

La deterioración por "flat-sour" en el jugo de tomate enlatado, se encontró primero en 1931. Desde entonces siempre se ha encontrado deterioración de este tipo con elevados daños para las plantas de tomate. El jugo de tomate con "flat-sour" tiene un sabor y olor extraños. El sabor es ácido, agrio, altamente desagradable y depende de su desarrollo en el medio.

Berry investigó y encontró que los organismos responsables son bacterias de forma esporulada y de origen del suelo. Con base en la naturaleza termofílica, su tolerancia al tratamiento térmico y su habilidad de crecer en productos ácidos, Berry la nombró *Bacillus Thermoacidurans*. Smith y otros (1946) consideró *Bacillus Thermoacidurans* como la misma que *Bacillus Coagulans*. En confirmación, después de un estudio cuidadoso de las dos especies Becker y Pederson declararon que no existe justificación para considerar al *Bacillus Thermoacidurans* como una especie diversa de *Bacillus Coagulans* y el último nombre tiene prioridad (Becker y Pederson 1950). Pederson y Becker encontraron que aunque las células vegetativas de algunos "strains" pueden crecer en el jugo de tomate de pH 4.15 a 4.25, las esporas tratadas térmicamente no pueden germinar y crecer en el jugo de tomate que tiene el pH ajustado para 4.32 o menos (Pederson y Becker 1949).

### Características de deterioración de "flat-sour" en el jugo de tomate

El término "flat-sour", como su nombre lo indica, las latas no se hinchan y no hay como detectar la deterioración hasta que se abre una de ellas. En realidad, no hay producción de gas por los organismos y si hay es tan poco que no interfiere con el empacado en el vacío de la lata.

Esto excluye la posibilidad de separar las latas deterioradas con la determinación del vacío de la lata o con métodos de calentamiento que muchas veces es usado para separar el "flat-sour" en vegetales no ácidos. La presencia de sabor y olor malos es el primer factor indicativo del crecimiento de la bacteria, seguido del desarrollo de sabor ácido y amargo que viene con el avance de la deterioración. Con el desarrollo del organismo en el jugo de tomate, el pH del jugo baja de 4.5 a 3.5 (Weiser y otros 1971).

### Esporas resistentes al calor

Las bacterias responsables por "flat-sour" son anaeróbicas facultativas de origen del suelo. En el jugo de tomate crecen mejor a temperatura de 130 a 140°F (54.5° a 60°C) (Rise y Peterson 1954). La resistencia al calor de las esporas de "flat-sour" varían con los "strains" de la bacteria. Songnefest y Jackson 1947 indican que si prácticamente todos los "strains" fueran destruidos con un valor de esterilización equivalente a 0.7 minutos a 250°F (121°C) y el calor de 0.7 minutos sería razonable para la aplicación comercial en el método de esterilización "flash".

Estudios recientes de la deterioración en el jugo de tomate muestran que los organismos causantes tienen una resistencia en el jugo de 5 a 37 minutos a 200°F (93°C) y de 1 a 10 minutos a 212°F (100°C), basado en la incubación del producto y usando una concentración de 10.000 esporas por ml., la resistencia térmica máxima del jugo fue abajo de 0.7 minutos a 250°F (121°C) al calentarse e incubarse. Está claro que calentando el jugo de 200 a 205°F (93.5°C a 96°C), sellando y manteniendo el jugo enlatado a esta temperatura por un corto período, no destruye los organismos mas resistentes de

"flat-sour". También el período de mantenimiento ("holding") de 3 minutos para el jugo preesterilizado, después del sellado y antes de enfriar no es suficiente para destruir todos los organismos termo resistentes.

#### Causas de deterioración por "flat-sour"

Los organismos de "flat-sour" son del tipo que nacen en el suelo y usualmente entran en la planta con el producto fresco, por eso el número de organismos usualmente no es suficiente para causar daños por deterioración y solamente ocurre cuando se crean condiciones para la multiplicación en la planta.

Los factores que pueden contribuir a la deterioración por "flat-sour" son las siguientes:

- a) uso de tomates no saludables;
- b) malas condiciones de transporte y de manejo, antes y durante el lavado;
- c) operación de lavado no eficiente;
- d) alto pH de la materia prima;
- e) tratamiento térmico insuficiente;
- f) equipos de la planta contaminados;
- g) malas condiciones sanitarias de la planta.

#### Control de deterioración por "flat-sour"

La prevención de la deterioración por el "flat-sour" en el jugo de tomate enlatado se inicia con la materia prima en el campo e involucra cada operación de preparación y procesamiento de forma general. Existen dos métodos para controlar el "flat-sour" en el jugo de tomate enlatado:

- a) Reducir el número de esporas de *Bacillus Thermoacidurans* en el producto fresco y equipos con técnicas de higiene adecuadas.
- b) Procesar el producto por el tiempo que permita la destrucción de esporas presente.

#### Calidad de la materia prima

Solamente los tomates saludables de alto calidad pueden ser recibidos en la planta. El uso de una banda seca de selección ("dry-

sorting belt") antes de que los tomates entren en la fábrica es indicado para proceder a la remoción de frutos atacados, flojos, con hongos, etc., pues son conductores de organismos de "flat-sour" bash (1964) encontro contagio mas alto en tomates manejados en cajas grandes tipo "bulk".

#### Manejo del fruto

Los tomates tienen que ser manejados rápidamente después de cosechados. "Hampers" y "lug boxes" no pueden estar muy llenos para prevenir compresión de las capas inferiores durante el transporte.

Las cajas tienen que ser lavadas antes de ser usadas.

#### Operación de lavado

La ineficiencia de la operación de lavado es uno de los principales factores responsables por la deterioración por "flat-sour" en el jugo de tomate.

El suelo del campo es la principal fuente de esporas de la bacteria "flat-sour" en el jugo de tomate enlatado. Si se mantiene una higienización adecuada en la planta, el suelo del campo es la única fuente significativa de los organismos resistentes. La cantidad de tierra que se adhiere a las plantas es muy grande, principalmente las que vienen de áreas de irrigación o con mucha lluvia. Es mas pronunciado adonde hay cosecha mecanizada en condiciones mojadas.

Uno de los mas importantes y mas difíciles requisitos en los equipos de lavado de tomate es la prevención del incremento de tierra en el tanque. Es mas difícil cuando hay reciclaje de agua. La Figura No.41 muestra la relación entre el número de esporas de "flat-sour" y la concentración de tierra en el agua del lavado.

Muchas veces los tomates están mucho mas contaminados cuando salen del lavado que cuando están en las cajas de cosecha. Una solución para este problema es usar agua clorada durante el enjuague final. La concentración de cloro recomendada es de 15 a 20 ppm.

pH del jugo

El pH o acidez efectiva del jugo es otro factor que afecta la deterioración por "flat-sour", ya que la tolerancia a la acidez de diferentes "strains" puede variar grandemente.

Un incremento en el pH de tomates no procesados fue observado en casi todas las áreas de cultivo de tomate en U.S.A y Canada, durante los últimos años y en algunos casos excedió a pH 4.5. El pH es un factor definitivo de influencia en la resistencia térmica de la bacteria y en su habilidad de germinar.

Cuanto mas alto es el pH, mas reducida es la resistencia al calor. Pederson y Becker (1949) estudiaron detalladamente el pH crítico de germinación de esporas de B. coaguladas en el jugo de tomate y enseñan que un pH progresivamente mas alto fue necesario para la germinación ya que el período de calentamiento fue incrementado. Este incremento del pH exige condiciones siempre mas severas de tiempo y temperatura en la esterilización. La presencia de "flat-sour"

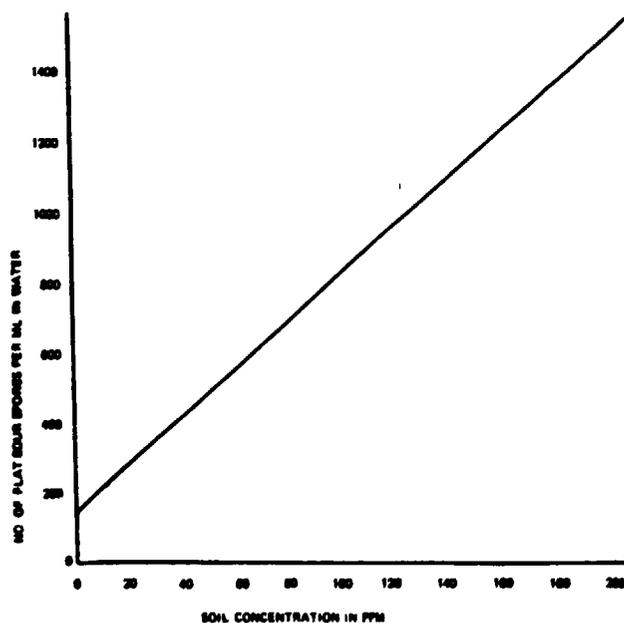


Figura No.41

Relación entre el número de esporas del tipo "flat-sour" y la concentración de suelo en agua de lavado de tomates

es mas frecuente en el jugo de tomate con pH de 4.35 y mas altos, pero algunos "strains" germinan, se desarrollan y producen deterioración en el jugo con un pH tan bajo como 4.1. Knock y otros (1959) reportan que los "strains" del B. coagulans de "strains" de Africa del Sur germinan en el jugo de tomate con un pH de 4.28.

Nivel de contaminación

Rice y Pederson (1954) investigaron el efecto de la concentración de esporas en el inóculo de B. coagulans en el jugo de tomate y reportaron que el pH mínimo en el cual el crecimiento fue posible, dependió principalmente de la concentración de esporas en el inóculo (Tabla No.15).

Tabla No.15

Interrelación entre concentración de esporas y el pH mas bajo en el cual ocurre el crecimiento

Cultura No.	Concentración de esporas por ml.	pH mas bajo en el cual ocurre crecimiento
710	65.000.000	4.24
	650.000	4.31
	6.500	4.37
	650	4.41
43P	22.000.000	4.19
	22.000	4.24
	220	4.31
	22	4.37

Los daños enseñan que con un alto grado de contaminación, se requiere un pH mas bajo para inhibir la germinación de esporas, y a la inversa el mismo teniendo una baja contaminación si el pH del jugo es alto, puede ocurrir deterioración. Muchos investigadores relatan que bajo condiciones especiales, bajas concentraciones de esporas de "flat-sour" pueden causar deterioro. White (1951) reportó deterioración

en el jugo con un pH inicial de 4.40 con una contaminación de 1 a 3 esporas por lml.

#### Tratamiento térmico insuficiente

Un factor importante en la prevención de la deterioración por "flat-sour" en el jugo de tomate es el uso del proceso térmico adecuado para destruir las esporas de "flat-sour" resistentes al calor, presentes en el jugo. Si no se usa un proceso térmico eficiente, las esporas pueden germinar y crecer en el producto y causar deterioración.

Es también importante que el jugo preesterilizado y el jugo envasado por el método "fill-hold-cool" sea llenado suficientemente caliente para destruir organismos resistentes al calor en el envase y en la tapa durante el corto período de "holding" entre el llenado y el enfriamiento. La temperatura mínima del sellado es 200°F (93.5°C) y el mantenimiento por 3 minutos antes de enfriar con agua fría, es suficiente para destruir los organismos con baja resistencia al tratamiento térmico.

#### Contaminación del equipo de las plantas

Este tipo de contaminación no es frecuente porque los tomates contaminados pueden contaminar el equipo y maquinaria y las esporas se desarrollaran y multiplicaran convirtiéndose en un serio problema en los puntos adonde el jugo se mantiene estático por un largo período.

## BIBLIOGRAFIA

1. Zangelmi, A.C.B. y otros - Industrializacáo de Tomate. Publicado por el Ministerio de Interior, Brasil, 1973.
2. Fonseca, O., y otros - Tomate- Producao, Pre-processamento e Transformacáo Agroindustrial. Publicado en Serie Extensáo Agroindustrial, 1982.
3. Goose, P.G. y otros - Tomato Paste, Purée, Juice Powder. Publicado por London Food Trade Press Ltd., 1964.
4. Gould, Wilbur A. - Tomato Production Processing and Quality Evaluation, 1974. Publicado por The AVI Publishing Company, Inc.
5. Joslyn and Tressler, Fruit and Vegetable Juices, 1974. Publicado por The AVI Publishing Company, Inc.

ANEXO No.5

SEMINARIO: SEMINARIO-TALLER DE HORTICULTURA CON  
FINES DE EXPORTACION. PROMOCION DE  
MAG-CENTA

TITULO: AGROINDUSTRIA DE FRUTAS Y HORTALIZAS

FECHA: 4 AL 6 DE SEPTIEMBRE DE 1985

IDIOMA: ESPAÑOL

SEMINARIO-TALLER DE HORTICULTURA CON FINES DE  
EXPORTACION

PROMOCION: MAG - CENTA

FECHA: 4 AL 6 DE SEPTIEMBRE DE 1985

LOCAL: HOTEL PRESIDENTE

TITULO: AGROINDUSTRIA DE FRUTAS Y HORTALIZAS.

EXPOSITOR: ANTONIO CELSO B. ZANGELMI  
CONSULTOR DEL PROYECTO "DESARROLLO AGRO  
INDUSTRIAL INTEGRADO", ELS/82/006.  
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA  
EL DESARROLLO INDUSTRIAL (ONUDI).

IDIOMA: ESPAÑOL

## AGROINDUSTRIA DE FRUTAS Y HORTALIZAS

### 1. INTRODUCCION

"EN EL TERCER MILENIO, EL DOMINIO POLÍTICO ESTARÁ MUY ESTRECHAMENTE LIGADO A LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS, SI TOMAMOS EN CUENTA LOS NIVELES DE AUMENTO DEMOGRÁFICO MUNDIAL Y LA ESCASEZ DE RECURSOS NATURALES PARA ALIMENTAR LAS POBLACIONES" (ZANGELMI, A.C.B.).

LAS NACIONES DESARROLLADAS SE ESTÁN PREPARANDO PARA ESTA REALIDAD. LOS PAÍSES QUE TARDAREN SUS PLANES, PERMANECERÁN EN UNA DEPENDENCIA Y, HASTA CIERTO PUNTO, VULNERABLES, DESDE EL PUNTO DE VISTA ESTRATÉGICO.

URGE LA NECESIDAD DE QUE LAS NACIONES DEL TERCER MUNDO QUEBRANTEN EL CÍRCULO VICIOSO "AGRICULTURA INCIPIENTE POR LA AUSENCIA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN Y LA INEXISTENCIA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS, POR NO EXISTIR UNA AGRICULTURA SÓLIDA". (ZANGELMI, A.C.B.).

ES DE RESPONSABILIDAD DE LOS PODERES CONSTITUIDOS, ESTAR ALERTAS A ESTA REALIDAD, CREANDO CONDICIONES PARA QUE LOS PAÍSES SE LIBEREN DE LA PRESIÓN COMERCIAL EXTERNA Y SE SUELTEN DE LOS LAZOS QUE NO PERMITEN EL AVANCE TECNOLÓGICO.

EL EQUILIBRIO DE LA AGRICULTURA, EN TÉRMINOS DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN, SOLAMENTE ES VIABLE CUANDO LOS ALIMENTOS SON PRESERVADOS Y ALMACENADOS PARA LLEGAR AL MERCADO CONSUMIDOR DURANTE TODO EL AÑO, CON PRECIOS QUE SEAN UNIFORMES. LA FIJACIÓN DE UN HÁBITO DE CONSUMO ESTÁ LIGADA A LA CALIDAD DEL PRODUCTO, A LA MANTENCIÓN DE LA CALIDAD Y A LA RAZONABLE UNIFORMIDAD DE LOS PRECIOS DE VENTA.

EL DESARROLLO DE UN SECTOR INDUSTRIAL TIENE, EN TODOS LOS PAÍSES, CARACTERÍSTICAS PROPIAS, INHERENTES A LA ESTRUCTURA ECONÓMICA, TÉCNICA Y SOCIAL DE CADA LOCAL, ASÍ COMO ES FUNCIÓN DEL ESTADO DE DESARROLLO, EXISTIENDO TODAVÍA ASPECTOS BÁSICOS QUE MÁS O MENOS SE REPITEN.

CONSIDERANDO LA POSICIÓN EN QUE SE ENCUENTRA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS EN EL SALVADOR, QUE ES CONSECUENCIA DE LOS INNUMERABLES FACTORES COYUNTURALES, TALES COMO LA DETERMINACIÓN ESTABLECIDA EN LA FORMACIÓN DEL MERCADO COMÚN CENTROAMERICANO, EL CUAL CONSIDERA ESTE PAÍS POCO ADECUADO A LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y, POR TANTO, SIN CONDICIONES PARA ESTABLECER UN PLAN DE INDUSTRIALIZACIÓN DE ALIMENTOS, SE HA PERMITIDO QUE OTROS PAÍSES DE CENTROAMÉRICA LOGRASEN UN AVANCE RAZONABLE EN ESTA ÁREA, CREANDO CONDICIONES PARA PROVEER GRAN PARTE DEL MERCADO LOCAL, GENERANDO DIVISAS A TRAVÉS DE LA EXPORTACIÓN. ESTA ES LA POSICIÓN DE GUATEMALA, COSTA RICA Y PANAMÁ.

TODAVÍA EL SALVADOR PERMANECIÓ FUERA DE LA EVOLUCIÓN DE LA AGROINDUSTRIA, FACTOR QUE ESTABLECE UNA DEPENDENCIA, LA CUAL PUEDE SER, HASTA CIERTO PUNTO, PELIGROSA DESDE EL PUNTO DE VISTA ESTRATÉGICO, SIN CONSIDERAR LAS CONSECUENCIAS INMEDIATAS, COMO LA PÉRDIDA DE DIVISAS, LA CUAL GENERA CONDICIONES ECONÓMICAS DESFAVORABLES.

DE ACUERDO CON LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE INDICADORES ECONÓMICOS, DEL MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN DE 1982, ENCONTRAMOS QUE LA IMPORTACIÓN DE ALIMENTOS CAYÓ EN PESO Y TODAVÍA LA FUGA DE DIVISAS SE INCREMENTÓ EN FORMA EXTRAORDINARIA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.

DESDE 1978 HASTA 1981, LA FUGA DE DIVISAS, POR LA IMPORTACIÓN DE ALIMENTOS, SE INCREMENTÓ EN UN 38%, Y TODAVÍA EL TOTAL DE LAS IMPORTACIONES CAYÓ EN CANTIDAD EN UN 31% (VER CUADRO NO. 1).

CUADRO No. 1

IMPORTACIONES DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS  
PERIODO DE 1978 A 1981

AÑO	MILES DE COLONES	TONELADAS
1978	264,113.00	412,385
1979	263,643.00	295,568
1980	374,279.00 + 38%	362,512 - 31%
1981	364,551.00	314,102

HAY TAMBIÉN QUE CONSIDERAR QUE LA IMPORTACIÓN DE ALIMENTOS ES EL SEGUNDO ITEM EN TON., CON UN 27.7% Y, EL TERCERO EN VALORES, CON UN 16.8% EN EL AÑO DE 1981 (VER CUADRO No. 2).

CUADRO No. 2

PARTICIPACION DE LA IMPORTACION DE ALIMENTOS EN EL TOTAL  
DE LAS IMPORTACIONES (1978 A 1981)

AÑO	MILES DE ₡			TONELADAS		
	TOTAL	ALIMENTOS	%	TOTAL	ALIMENTOS	%
1978	2,568,446	264,113	10.2	2,184,255	412,385	18.8
1979	2,597,666	263,643	10.1	1,852,089	295,468	15.9
1980	2,404,269	374,279	15.5	1,554,623	362,512	23.3
1981	2,169,568	364,551	16.8	1,134,088	314,102	27.7

~~2,568,446~~  
2,169,568      18% DE REDUCCIÓN EN MILES DE COLONES

~~2,184,255~~  
1,134,088      93% DE REDUCCIÓN EN TONELADAS

EL CUADRO NO. 3 BIEN ENSEÑA LA DESPROPORCIÓN DE LA EVOLUCIÓN DE LOS VALORES PAGADOS POR LA IMPORTACIÓN DE HORTALIZAS Y LA CANTIDAD DE HORTALIZAS IMPORTADAS.

CUADRO NO. 3  
IMPORTACION DE HORTALIZAS FRESCAS

AÑOS	KGS.	%	ℓ	%
1977	45,459,088		9,034,720	
1978	50,816,350	11.78	9,730,567	7.7
1979	63,721,554	25.40	22,960,885	136

ANALIZANDO EL CUADRO NO. 2, SE CONCLUYE QUE EN EL PERÍODO DE 1978, HASTA 1981, LAS IMPORTACIONES EN TON. CAYERON EN UN 93% Y EN VALOR EN UN 18%. TODAVÍA PARA LOS ALIMENTOS, LA REDUCCIÓN EN TON. FUE DE UN 31% Y EN VALORES HUBO UN INCREMENTO DE 38%. TAMBIÉN SE CONCLUYÓ QUE EN CADA AÑO SE TIENE MAYOR PARTICIPACIÓN DE LOS ALIMENTOS EN LAS IMPORTACIONES, TANTO EN TONELADAS COMO EN VALORES.

ES DECIR, QUE EL PROCESO ALIMENTARIO EN EL SALVADOR VIENE SUFRIENDO UN DETERIORO SOSTENIDO AÑO A AÑO.

LA POLÍTICA DEL GOBIERNO PARA CREAR UN MEJOR BALANCE DE PAGO, LOGRÓ ALGÚN RESULTADO PARA LOS DEMÁS PRODUCTOS, SIN LOGRAR NADA POSITIVO EN EL ÁREA DE ALIMENTOS.

EL SALVADOR TIENE GRAN DEPENDENCIA DE LOS PAÍSES VECINOS DE CENTROAMÉRICA PARA CUBRIR EL DÉFICIT DE CONSERVAS ALIMENTICIAS. PRODUCTOS BÁSICOS, TALES COMO EL JUGO DE FRUTAS, HORTALIZAS EN CONSERVAS, PASTA DE TOMATE Y OTROS, SON IMPORTADOS DE GUATEMALA, COSTA RICA Y PANAMÁ.

MIENTRAS LOS PAÍSES PROVEEDORES CUENTAN CON UN DESARROLLO DE SU AGROINDUSTRIA Y, COMO CONSECUENCIA DE SU AGRICULTURA, EL SALVADOR CONTINÚA DEPENDIENDO DE LAS IMPORTACIONES. HAY UNA PÉRDIDA DE DIVISAS Y LOS EMPLEOS NO SON CREADOS EN LA AGRICULTURA Y EN LA INDUSTRIA. ES ASÍ QUE LOS CULTIVOS DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN EL SALVADOR SON MANTENIDOS SOLAMENTE CON LA FINALIDAD DE PROVEER PARTE DEL MERCADO DE PRODUCTOS FRESCOS. ES POR ÉSTO QUE LA AGRICULTURA SE ENCUENTRA SIN ESTÍMULO PARA INCREMENTAR SU PRODUCCIÓN, EN VIRTUD DE LA INSEGURIDAD DEL MERCADO CONSUMIDOR; LAS PÉRDIDAS DE FRUTAS Y HORTALIZAS LLEGAN A NIVELES ELEVADOS, POR NO HABER CONDICIONES PARA SU PRESERVACIÓN DURANTE EL PERÍODO DE ZAFRA; LOS PRECIOS FLUCTÚAN EN EL MERCADO PERJUDICANDO AL CONSUMIDOR; LOS HÁBITOS ALIMENTICIOS NO MEJORAN Y EL PAÍS SUFRE ECONÓMICAMENTE.

SI CONSIDERAMOS EL CASO DEL TOMATE, EN FORMA AISLADA (CUADRO No. 4), ENCONTRAMOS LA SIGUIENTE SITUACIÓN RELATIVA A LAS IMPORTACIONES DEL FRUTO FRESCO.

CUADRO No. 4  
IMPORTACION DE TOMATES EN EL PERIODO 1977-79

AÑOS	KGS.	£
1977	4,283,156	1,041,132
1978	5,276,098	1,164,942
1979	5,975,624	2,428,711

REVISANDO LOS DATOS ESTADÍSTICOS RELATIVOS A LAS IMPORTACIONES DE FRUTAS Y HORTALIZAS, DE ACUERDO CON EL ANUARIO ESTADÍSTICO DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA AGROPECUARIA, DE 1975 HASTA 1980 (PARCIAL), EL VALOR DE LAS IMPORTACIONES A 1977 FUERON MÁS O MENOS ESTABLES, DESDE 1977 HASTA 1978, SUFRIÓ UN INCREMENTO DE 9.9% Y DE 1978 A 1979, TUVO UN INCREMENTO DE 136%. LOS FACTORES QUE HAN PROVOCADO ESTE INCREMENTO TAN EXCESIVO, FUERON UNA CONSECUENCIA DE LA REDUCCIÓN DEL ÁREA CULTIVADA EN EL PAÍS Y EL INCREMENTO DEL CONSUMO. EL SEGUNDO FACTOR, PUEDE TENER RELACIÓN CON EL PODER ADQUISITIVO DE LA POBLACIÓN, EL CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO DEL 4% ANUAL O LA MEJORÍA DE LOS HÁBITOS EN LOS DIVERSOS NIVELES SOCIALES.

MÁS QUE EL INCREMENTO DEL CONSUMO, PROVOCADO POR EL INCREMENTO EN LAS CANTIDADES IMPORTADAS, HAY QUE CONSIDERAR QUE EL VOLUMEN DE LAS IMPORTACIONES DE HORTALIZAS EN 1979, FUERON 40.2% SUPERIORES A LAS DE 1977; SIN EMBARGO, EN TÉRMINOS DE VALOR, EL PORCENTAJE DE INCREMENTO FUE DE 154%. ESTO DEMUESTRA QUE EL VALOR DE VENTA DE LAS HORTALIZAS ES REAJUSTADO A NIVELES ELEVADOS, PRINCIPALMENTE POR EL COSTO DEL TRANSPORTE EN VIRTUD DE LOS FRECUENTES REAJUSTES DEL COSTO DEL PETRÓLEO.

EL KILO DE TOMATE CASI SE MANTUVO AL DOBLE DE PRECIO DESDE EL AÑO DE 1978 HASTA 1979. EN EL PERÍODO DE 1977 A 1979, LAS CANTIDADES DE TOMATE IMPORTADAS SE INCREMENTARON EN UN 39% Y EL VALOR DE ADQUISICIÓN SE INCREMENTÓ EN UN 130%.

LOS DATOS DE EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DEL AÑO DE 1982 PARA FRUTAS Y LEGUMBRES, ENSEÑA QUE LA PÉRDIDA DE DIVISAS FUÉ DE  $\text{Q}65,066,829$  O SEA 18% DE LAS SALIDAS TOTALES CON LA ADQUISICIÓN DE ALIMENTOS. DE ESTE TOTAL, LA IMPORTACIÓN DE PRODUCTOS ELABORADOS CON BASE EN LEGUMBRES, FUÉ DE 56,737,882 COLONES Y LOS PRODUCTOS DE FRUTAS 8,328,942 COLONES (VER CUADRO No. 5).

- 0 -

CUADRO No. 5

EXPORTACIONES-IMPORTACIONES DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES  
AÑO 1982. FRUTAS Y LEGUMBRES.

PRODUCTO	EXPORTACION		IMPORTACION	
	CANTIDAD KG	VALOR ₡	CANTIDAD KG	VALOR ₡
<u>FRUTAS SECAS, MERMELADAS Y JUGO DE FRUTA</u>				
NUECES COMESTIBLES SIN CÁSCARA	2,002	18,893	5,550	45,611
RASPADURA DE COCO COM.	403,728	986,976	361	931
FRUTAS SECAS, INCLUSO LAS DESHIDRATADAS ARTIFICIALMENTE, ESTÉN O NO ENVASADAS ARTIFICIALMENTE	--	--	10,761	59,143
FRUTAS EN CONSERVA, ENVASADAS O EN PEDAZOS, CON O SIN AZÚCAR, ESTÉN O NO ENVASADAS	3,792	17,131	229,792	829,505
FRUTAS, CÁSCARAS DE FRUTAS Y PARTES DE PLANTAS, DESECADAS Y GLACEADAS O CRISTALIZADAS, CON O SIN SABOR ARTIFICIAL	3,078	2,460	142	1,325
MERMELADAS DE FRUTAS, JALEAS DE FRUTA Y PASTAS DE FRUTAS, ESTÉN O NO HERMÉTICAMENTE ENVASADAS	--	--	603,579	1,310,706
JUGOS DE FRUTAS NO FERMENTADAS, ESTÉN O NO CONGELADOS, INCLUSO JALEAS Y EXTRACTOS DE FRUTAS NATURALES	1,724	12,483	2,701,080	6,081,726
<b>TOTALES FRUTAS</b>	<u>414,324</u>	<u>1,037,943</u>	<u>3,851,245</u>	<u>8,328,947</u>

CUADRO No. 5  
EXPORTACIONES-IMPORTACIONES DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES  
AÑO 1982. FRUTAS Y LEGUMBRES.

PRODUCTO	EXPORTACION		IMPORTACION	
	CANTIDAD KG	VALOR ₡	CANTIDAD KG	VALOR ₡
<u>LEGUMBRES</u>				
LEGUMBRES DESTINADAS PRINCIPALMENTE A LA ALIMENTACIÓN HUMANA, FRESCAS, CONGELADAS, SALADAS EN SALMUERA O EN OTRAS SOLUCIONES TEMPORALES O EN ENVASADAS HERMÉTICAMENTE.				
LEGUMBRES DESHIDRATADAS DE CUALQUIER CLASE.	1,935,815	2,957,079	85,407,939	51,637,956
LEGUMBRES EN CONSERVA O PREPARADAS (EXCEPTO LAS DESHIDRATADAS), ENVASADAS O NO, INCLUSO SOPAS Y JUGOS DE LEGUMBRES	20,207	88,164	1,382,220	4,592,881
LEGUMBRES DESHIDRATADAS DE CUALQUIER CLASE	6,961	111,037	75,590	507,045
TOTAL LEGUMBRES	<u>1,962,983</u>	<u>3,156,280</u>	<u>86,865,749</u>	<u>56,137,882</u>
TOTAL GENERAL	<u>2,377,307</u>	<u>4,194,223</u>	<u>90,416,994</u>	<u>65,066,829</u>

FUENTE: DIAGNÓSTICO DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL DE EL SALVADOR,  
 1978-1982.

TAMBIÉN EL PAÍS PRESENTA UN NIVEL ACENTUADO DE DESNUTRICIÓN DEBIDO, ESPECIALMENTE, A LA PEQUEÑA OFERTA DE PRODUCTOS RICOS EN PROTEÍNA. POR OTRO LADO, LA OFERTA INTERNA DE LECHE DE VACA NO CUBRE LA DEMANDA QUE TODAVÍA ES INFERIOR DE LOS REQUISITOS MÍNIMOS ESTABLECIDOS PARA LA DIETA DIARIA HUMANA.

ALGUNOS NÚMEROS PRESENTADOS POR EL DIAGNÓSTICO ALIMENTARIO NUTRICIONAL DE EL SALVADOR DE 1983, DEMUESTRAN UN PERFIL DE LA GRAVEDAD DE LA SITUACIÓN SALVADOREÑA EN TÉRMINOS DE INGESTIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS TRADICIONALMENTE CONOCIDOS COMO FUENTE DE PROTEÍNAS. EN LO QUE SE REFIERE AL CONSUMO DE LECHE ANIMAL, EN EL AÑO DE 1970, LA DISPONIBILIDAD PER CÁPITA ANUAL FUÉ DE -32 LITROS. UNA SENSIBLE MEJORA DE LA SITUACIÓN SUCEDIÓ EN EL PERÍODO 1970-1982, TODAVÍA ESTE DÉFICIT VOLVIÓ A SER BASTANTE SIGNIFICATIVO EN EL AÑO 1982, CUANDO LOS NÚMEROS INDICARON LA DISPONIBILIDAD DE -25 LITROS PER CÁPITA/AÑO.

LAS FUENTES NATURALES DE PROTEÍNA ESTÁN CADA DÍA MÁS CARAS Y RESTRINGIDAS A NIVELES DE POBLACIÓN QUE POSEEN CIERTO GRADO DE PODER ADQUISITIVO, LO QUE RECOMIENDA LA BÚSQUEDA DE NUEVAS FUENTES DE PROTEÍNAS DE ALTO VALOR NUTRICIONAL Y BAJO COSTO COMPRATIVO.

## 2. POSIBILIDADES A CORTO PLAZO

POR LA AMPLITUD DEL TERMINO "AGROINDUSTRIA DE FRUTAS Y HORTALIZAS" ES DIFÍCIL DESARROLLAR UN ANÁLISIS QUE INVOLUCRE TODAS LAS POSIBILIDADES QUE AQUÍ EXISTEN EN UN PLAZO DE 30 MINUTOS. PERO ES FACTIBLE HABLAR DE LAS QUE CONSIDERAMOS DE MAYOR IMPORTANCIA POR LOS EFECTOS INMEDIATOS QUE PUEDEN TENER EN LA ECONOMÍA DEL PAÍS O EN LAS CONDICIONES NUTRICIONALES DE LA POBLACIÓN.

LOS EFECTOS ECONÓMICOS PUEDEN OCURRIR POR LA REDUCCIÓN DE LAS IMPORTACIONES O POR EL INCREMENTO DE LAS EXPORTACIONES DE ALIMENTOS. LA MEJORA ALIMENTICIA DESDE EL PUNTO DE VISTA NUTRICIONAL ES VIABLE CON LA INTRODUCCIÓN DE ALIMENTOS RECONOCIDOS POR SER RICOS EN NUTRIENTES BÁSICOS COMO LAS PROTEÍNAS.

EN BASE A LO QUE SE HABLÓ ANTERIORMENTE SE DAN LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS:

- A) POSIBILIDADES DE OCUPAR VACÍOS QUE EXISTEN EN EL MERCADO NACIONAL.
- B) POSIBILIDADES DE ATENDER UNA DEMANDA INSATISFECHA DEL MERCADO INTERNO.
- C) MEJORARÍA LA FUENTE DE PROTEÍNAS A BAJO COSTO PARA LA POBLACIÓN NACIONAL.

SE PUEDE SUGERIR LA IMPLEMENTACIÓN DE PLANTAS PROCESADORAS DE CÍTRICOS (NARANJAS) CON VISTAS AL MERCADO INTERNACIONAL; LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA PARA EL PROCESAMIENTO DEL TOMATE PARA ATENDER EL MERCADO NACIONAL E IMPLEMENTACIÓN DE UNIDADES DE APROVECHAMIENTO DEL GRANO DE SOYA, CON EL OBJETIVO DE MEJORAR A CORTO PLAZO Y A UN BAJO COSTO EL SUMINISTRO DE PROTEÍNA VEGETAL A LA POBLACIÓN.

VAMOS A INICIAR EL ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES Y DE LAS PERSPECTIVAS QUE EXISTEN POR LA PARTE NUTRICIONAL.

## 2.1. APROVECHAMIENTO INDUSTRIAL DEL GRANO DE SOYA

LA DIETA DE MILLONES DE PERSONAS EN VARIAS PARTES DEL MUNDO ES DEFICIENTE EN PROTEÍNAS Y CALORÍAS. ACTUALMENTE UNA DE LAS MEJORES RESPUESTAS PARA ESTA DEFICIENCIA ES EL FRIJOL DE SOYA. EL GRANO TIENE COMO 40% DE PROTEÍNAS, CONSIDERANDO QUE LA LECHE DE VACA TIENE

35% Y EL GRANO DE FRIJOL ROJO TIENE 25%, ESTÁ CLARO QUE EL FRIJOL DE SOYA TIENE UN ALTO CONTENIDO DE PROTEÍNAS.

ESTA PROTEÍNA ESTÁ CARACTERIZADA POR UN BUEN BALANCE DE AMINOÁCIDOS, MEJOR QUE CUALQUIER VEGETAL COMÚN QUE SEA FUENTE DE PROTEÍNAS. CON LA ADICIÓN DE AMINOÁCIDOS SULFURADOS DE CEREALES COMO TRIGO Y ARROZ, EL BALANCE LLEGA A LOS PATRONES DE LA FAO, Y ES ASÍ QUE LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA ES ALTA.

LA SOYA CONTIENE COMO 20% DE GRASA, EN CUANTO A LA LECHE DE VACA TIENE 3.5% Y EL FRIJOL ROJO 1.5%, ES DECIR QUE LA SOYA ES MÁS RICA EN GRASA.

EL ACEITE PROVEE ARRIBA DEL DOBLE DE LAS CALORÍAS DE CARBOHIDRATOS Y PROTEÍNAS. ESTE ACEITE ES 85% NO SATURADO Y LIBRE DE COLESTEROL, SIENDO POR LO TANTO MUY DESEABLE PARA UNA DIETA.

EL ASPECTO ECONÓMICO ES UN FACTOR MUY IMPORTANTE. LA PROTEÍNA ANIMAL ES MUY CARA PARA MUCHOS PUEBLOS EN EL MUNDO. POR EJEMPLO UNA DE LAS CONVERSIONES MÁS EFICIENTES DE ALIMENTOS EN "GAIN" (GANE) ES EL POLLO ASADO, CON UNA CONVERSIÓN DE ALREDEDOR DE DOS LIBRAS DE ALIMENTO PARA UNA LIBRA DE GANE ("GAIN"). TODAVÍA CUANDO LA CONVERSIÓN DE PROTEÍNA ES CONSIDERADA, LA RELACIÓN DE PROTEÍNA VEGETAL CONSUMIDA DE 5 LIBRAS PARA PROTEÍNA ANIMAL QUE SE GANA ES BIEN PEQUEÑA. ASÍ ES QUE ESTE EJERCICIO ESTIMULA EL USO DIRECTO DE LAS PROTEÍNAS VEGETALES; COMPARANDO, LA SOYA ES BIEN BARATA.

EL PROMEDIO DE LOS HOMBRES DE 23 A 50 AÑOS DE EDAD REQUIEREN 56 GRAMOS DE PROTEÍNAS ; 2700 CALORÍAS DIARIAS. CONSIDERANDO QUE EL GRANO DE SOYA CRUDO CUESTA 6 DÓLARES POR "BUSHEL" (60 LIBRAS) Y QUE EL PROCESAR LA SOYA CRUDA EN ALIMENTO PUEDE TENER UN COSTO DE MÁS DE 6 DÓLARES POR "BUSHEL" Y QUE CADA PERSONA COME 25% MÁS

PROTEÍNAS DE SOYA PARA OBTENER EL EQUIVALENTE EN PROTEÍNA ANIMAL, SE CALCULA QUE LAS NECESIDADES EN PROTEÍNA DEL HOMBRE PUEDEN SER SATISFECHAS CON 7.7 CENTAVOS DE DÓLAR AMERICANO POR DÍA Y CASI 20% DE LAS NECESIDADES EN CALORÍAS PUEDEN SER SATISFECHAS SIN COSTO ADICIONAL.

LA CALIDAD DE LA PROTEÍNA DE UN CEREAL DE SOYA ES SUSTANCIALMENTE MEJOR QUE LA CALIDAD DE PRODUCTOS PREPARADOS SOLAMENTE DEL GRANO DE SOYA Y DEBE SER TAN BUENA COMO LA CASEÍNA. TANTO EL COSTO COMO LA ACEPTACIÓN DE COMBINACIONES COMO DE ARROZ Y SOYA, PUEDEN SER SUSTANCIALMENTE MEJORADAS. ASÍ ES QUE ESPECIALMENTE EN PAÍSES QUE SON POBRES EN ALIMENTOS PROTÉICOS EL CONSUMO DEL GRANO INTEGRAL DE LA SOYA DEBE SER ESTIMULADO.

EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA PLANTA DE SOYA ES MARCADAMENTE ADAPTABLE EN UNA AMPLIA AREA DE REGIONES CULTIVABLES EN EL MUNDO. EXPERIMENTOS DE VARIEDADES ASÍ COMO EL ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN EN EL CAMPO MUESTRAN QUE EL FRIJOL DE SOYA ES ADAPTABLE EN MUCHOS CLIMAS TROPICALES.

EN FORMA GENERAL ESTAS AREAS SON CONSIDERADAS COMO LAS MÁS POBRES EN PROTEÍNAS Y CALORÍAS PARA LA ALIMENTACIÓN HUMANA. ESTO TIENE TAMBIEN QUE SER CONSIDERADO, DEBIDO A LA LIMITACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE TIERRA ASÍ COMO A LA COMPETENCIA CON OTROS PRODUCTOS VEGETALES; ES QUE EN ALGUNOS PAÍSES LA SOYA NO SERÁ PRODUCIDA EN UNA ESCALA QUE SERÍA ADECUADA PARA SUPLIR MATERIA PRIMA PARA UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE POR SOLVENTE Y PULPA.

TODAVÍA EL USO DEL GRANO INTEGRAL DE SOYA EN OPERACIONES DE PROCESAMIENTO COMERCIAL, DONDE EL GRANO ES PROCESADO SOLO O COMBINADO CON CEREALES, REQUIERE SOLAMENTE CANTIDADES MODESTAS DE GRANO

DE SOYA Y PUEDE RESULTAR EN UN TONELAJE SUSTANCIAL DE ALIMENTOS CON UN ALTO CONTENIDO DE PROTEÍNAS.

UNA DE LAS FORMAS BIEN PRÁCTICAS DE USAR EL GRANO DE SOYA ES ATRAVÉS DE LA LECHE. SIN EMBARGO, EL GRANO DE SOYA ES UNA FUENTE IMPORTANTE DE ALIMENTOS PARA LOS HUMANOS DESDE HACE MUCHOS SIGLOS, EN EL ORIENTE EL USO EN LOS PAÍSES NO ORIENTALES TAMBIEN A SIDO BAJO POR EL SABOR INDESEABLE QUE SE DESARROLLA DURANTE LA PREPARACIÓN.

TODAVÍA NUEVOS MÉTODOS DE PREPARACIÓN HAN SIDO DESARROLLADOS EN LOS PAÍSES OCCIDENTALES Y PERMITEN LA ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO RICO DESDE EL PUNTO DE VISTA ALIMENTICIA Y LIBRE DE OLORES Y SABORES QUE EXISTEN CUANDO SE PREPARAN POR LOS MÉTODOS ORIENTALES TRADICIONALES.

LA LECHE DE VACA DESDE TIEMPOS INMEMORABLES HA CONTRIBUIDO EN LA NUTRICIÓN DE SERES HUMANOS. AÚN EN AÑOS RECIENTES HAN SIDO CLARAMENTE DOCUMENTADOS QUE MUCHAS POBLACIONES SON TOLERANTES O ALÉRGICAS A LA LECHE DE VACA. UNA GRAN PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN MUNDIAL TIENE HYPOLACTANCIA (BAJO NIVEL DE LACTANCIA EN LA MUCOSA DE LOS INTESTINOS) RESULTANDO EN UNA INTOLERANCIA POR LA LACTOSA. RECIENTES ESTUDIOS ENSEÑAN QUE LA MITAD DE LA POBLACIÓN DEL MUNDO TIENE DIFICULTAD EN DIGERIR PRODUCTOS DERIVADOS DE LA LECHE DE VACA. ESTO INCLUYE:

- 90% FILIPINOS Y TAILANDESES
- 85% JAPONESES, CHINOS, CHIPRIOTAS, Y GRIEGOS
- 78% ÁRABES
- 70% NEGROS AMERICANOS
- 58% INDÚES
- 8% BLANCOS AMERICANOS

SOLAMENTE EL UNO POR CIENTO DE LA POBLACIÓN EUROPEA SUFRE DE ÉSTA INTOLERANCIA. LA PRINCIPAL RAZÓN PARA ESTAS DISPARIDADES ES EL HECHO DE QUE LAS PERSONAS PIERDEN LA HABILIDAD DE METABOLIZAR LA LACTOSA

POR EL BAJO CONSUMO DE LA LECHE DE VACA. CADA UNO DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA LECHE PUEDEN PRODUCIR LA INTOLERANCIA POR LA PROTEÍNA Y POR LA LACTOSA.

CON BASE A LO EXPUESTO SE RECOMIENDA LA DIFUSIÓN DE LA LECHE DE SOYA ASÍ COMO DE LOS SUBPRODUCTOS COMO HARINA, ATRAVÉS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MODULARES DE BAJA CAPACIDAD, IMPLEMENTADOS EN PUNTOS ESTRATÉGICOS EN TODO EL PAÍS, POR LA BAJA INVERSIÓN, SIMPLICIDAD DE OPERACIÓN, BAJO COSTO DE PRODUCCIÓN, NIVEL LIMITADO DE MATERIA PRIMA NECESARIA PARA LA PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS FINALES.

## 2.2. INDUSTRIALIZACION DE FRUTAS CITRICAS

DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL INCREMENTO DE LAS EXPORTACIONES DE PRODUCTOS ELABORADOS CON FRUTAS Y HORTALIZAS SE PUEDE SUGERIR COMO MUY OPORTUNA LA INDUSTRIALIZACIÓN DE FRUTAS EN LA FORMA DE JUGO, PRINCIPALMENTE EL JUGO CONCENTRADO DE NARANJA.

EL COMERCIO MUNDIAL DE JUGOS DE FRUTAS Y VEGETALES SUFRIERON UN INCREMENTO CONSIDERABLE DURANTE EL PERÍODO DE 1977-81 LLEGANDO A US\$ 2 BILLONES DE DÓLARES O 1.7 MILLONES UN AÑO DESPUES DE ACUERDO CON EL ESTUDIO DEL ITC. EL VOLUMEN DE EL COMERCIO SE INCREMENTÓ EN UN 30% SOBRE LAS INVESTIGACIONES DESARROLLADAS PARA LOS CINCO AÑOS ESTUDIADOS, EN CUANTO QUE EL INCREMENTO EN VALOR FUÉ DE 80% SE ESTIMA QUE LA CATEGORÍA DE JUGO DE FRUTAS PARTICIPÓ CON MÁS DEL 90% DE LOS DATOS DE 1981.

AUNQUE LOS PAÍSES EN DESARROLLO YA SUPLEN COMO LA MITAD DEL TOTAL DE LAS IMPORTACIONES DE JUGO DE FRUTAS, ESPÉRASE QUE VAN A OCURRIR NUEVAS EXPANSIONES EN EL FUTURO POR INNUMERABLES RAZONES.

EL TOTAL DE CONSUMO TENDRÁ QUE CRECER YA QUE EL CONSUMO ANUAL PER CAPITA ES AUN MUY BAJO EN MUCHOS MERCADOS MENOS DE 10 LITROS EN BELGICA, LUXEMBURGO, FRANCIA E INGLATERRA, CUANDO SE COMPARA

CON LOS 20 LITROS O MAS EN SUIZA, SUECIA, CANADA, Y U.S.A. UN BUEN NÚMERO DE MERCADOS AÚN TIENE CRECIMIENTO POTENCIAL CONSIDERABLE. LA DEMANDA VA A SUFRIR NUEVOS DESARROLLOS POR LA CONCIENTIZACIÓN DE LOS CONSUMIDORES A CERCA DE SALUD, NUEVOS DESARROLLOS EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Y ENVASES, Y UN TRABAJO DE MERCADEO MAS AGRESIVOS PARA LOS JUGOS.

LOS PROVEEDORES EN MERCADOS TROPICALES PUEDEN BENEFICIARSE DEL CRECIENTE INTERÉS POR LOS JUGOS DE FRUTAS TROPICALES QUE EMERGEN EN LA MAYOR PARTE DE LOS MERCADOS CUBIERTOS POR ESTA ENCUESTA.

LOS PAÍSES EN DESARROLLO Y AREAS CONSIDERADAS COMO GRUPOS, PARTICIPARÁN CON 54% DE TODAS LAS EXPORTACIONES MUNDIALES DE JUGOS, EN VALOR , EN EL AÑO DE 1981. HUBO UN INCREMENTO MUY CONSIDERABLE SI TOMAMOS EN CUENTA LOS DATOS DE 1977, SEA 43%. ELLOS LOGRARON LA MISMA POSICIÓN EN EL AÑO 1968, MIENTRAS EN 1979 Y 1980 EL COMERCIO FUE APROXIMADAMENTE 45%. LOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS SUMINISTRARÁN COMO UN 44% DEL TOTAL DE LOS VALORES EXPORTADOS DE JUGO EN 1981, MIENTRAS QUE LOS PAÍSES EUROPEOS DE ECONOMIA PLANIFICADA SUMINISTRARÁN DE UN 2% A UN 3%. ENTRE LOS PAÍSES EN DESARROLLO, BRASIL ES EL MAYOR EXPORTADOR DE JUGOS DE FRUTAS Y FUE EL MAS GRANDE ABASTECEDOR EN EL PERÍODO REVISADO (1977 A 1981). LAS EXPORTACIONES AUMENTARON DRAMATICAMENTE EN 1981. UNOS DE LOS FACTORES QUE DETERMINARON ESTA SITUACIÓN FUE LA REDUCCIÓN DE EXPORTACIONES DE JUGO DE NARANJA DE LA FLORIDA, DEBIDO A LA HELADA. LAS EXPORTACIONES TOTALES DE BRASIL AUMENTARON DE US\$181 MILLONES EN 1977 A CASI US\$700 MILLONES EN 1981. EL ÚLTIMO DATO REPRESENTA UN 35% DEL TOTAL DE LAS EXPORTACIONES MUNDIALES.

ISRAEL FUE EL SEGUNDO ABASTECEDOR ENTRE LOS PAÍSES EN DESARROLLO EN 1981 Y EL CUARTO ENTRE TODAS LAS FUENTES EXPORTADORAS, EXPORTANDO US\$115 MILLONES O SEA EL 6% DEL TOTAL MUNDIAL.

OTROS EXPORTADORES PUEDEN SER ANALIZADOS EN EL ORDEN DE LA TABLA No.6.

Country	1977	1981	1982*
Brazil	180,499	695,169	586,750
Israel	64,571	115,275	122,870
Argentina	27,702	53,500	44,830
Greece	36,623	28,511	20,830
Philippines	8,808	26,500	22,000
Mexico	21,570	20,775	31,750
Thailand	997	14,000	4,000
Egypt	3,849	9,542	5,840
Taiwan	10,912	8,297	6,090
Belize	2,628	7,898	8,460
Singapore	2,504	7,708	7,510
Morocco	6,603	7,000	10,590
Saudi Arabia	2,743	6,874	9,260
India	5,808	6,000	10,000
China	3,703	5,088	4,480
Kenya	1,282	5,000	4,200
Malaysia	3,835	5,000	1,000
Guatemala	3,532	4,000	100
Jamaica	3,292	3,800	4,300
Cuba	58	3,500	4,040
Ghana	1,5770	3,368	490
Ivory Coast	3,249	3,300	1,890
Sri Lanka	458	2,997	3,990
Turkey	846	2,774	2,400
United Arab Emirates	2,288	2,723	1,800
Honduras	968	2,650	1,000
Chile	101	2,638	5,040
Cyprus	1,952	2,204	1,900
Peru	200	2,200	4,090
Total	403,129	1,068,087	931,300

Source: Compiled by ITC based on UNCOMTRADE Comtrade Data Base System or ITC estimates.  
\* Most recent figures available.

TABLA No. 6

EXPORTACIONES DE JUGO DE FRUTAS Y VEGETALES DE LOS  
PAISES EN DESARROLLO  
(US\$MILLONES)

AUNQUE LAS EXPORTACIONES DEL GRUPO DE PAÍSES EN DESARROLLO, EXCLUYENDO BRASIL E ISRAEL, SON PEQUEÑAS, SU PRESENCIA EN EL MERCADO INDICA QUE EL POTENCIAL DE EXPORTACIÓN EN ESTA LÍNEA DE PRODUCTOS ES CONSIDERABLE.

EL PRINCIPAL JUGO EXPORTADO POR LOS PAISES EN DESARROLLO ES EL DE LOS CÍTRICOS, ESPECIALMENTE EL JUGO DE NARANJA NO CONCENTRADO Y CONCENTRADO. LAS PRINCIPALES FUENTES SON: BRASIL, ISRAEL, ARGENTINA, MEXICO, BELICE, MARRUECOS Y CUBA. EL JUGO DE PIÑA ES OTRO PRODUCTO IMPORTANTE Y ES SUMINISTRADO POR: BRASIL, FILIPINAS, KENIA, TAILANDIA, COSTA DE MARFIL, MEXICO Y SUIZA.

OTROS JUGOS TROPICALES SON EXPORTADOS POR MUCHOS PAÍSES EN AMERICA LATINA, AFRICA Y ASIA. LA POSICIÓN INDIVIDUAL DE CADA PAÍS, DEPENDE DEL PRODUCTO. LAS PRINCIPALES FUENTES DE JUGO DE GRANADILLA (MARACUYA) SON: BRASIL, KENYA, SRI LANKA, COLOMBIA PERU Y TAILANDIA. LA PULPA DE MANGO ES SUMINISTRADA POR INDIA, BRASIL, MEXICO, FILIPINAS, COSTA DE MARFIL, HAITI, PERU Y TAILANDIA. LOS EXPORTADORES DE GUAYABA (PULPA) INCLUYEN A: TAILANDIA, INDIA, FILIPINAS, MEXICO Y BRASIL. OTROS JUGOS TROPICALES EXPORTADOS EN 1981 FUERON: EL JUGO DE MARAÑÓN (BRASIL), JUGO DE GRANADA (PERU, BRASIL Y COLOMBIA), NARANJILLA/LULA (BRASIL Y PERU) Y CHIRIMOYA (MEXICO, VENEZUELA, FILIPINAS Y BRASIL),

OTROS TIPOS DE JUGOS INCLUYENDO LOS DE FRUTAS DE ZONAS TEMPLADAS SON DE POCA IMPORTANCIA PARA LOS PAÍSES EN DESARROLLO. ALGUNAS EXCEPCIONES SON LAS EXPORTACIONES DE JUGO DE MANZANA DE LA ARGENTINA Y CHILE, DE ALBARICOQUE Y MELOCOTÓN SUMINISTRADOS POR ALGUNOS PAÍSES MEDITERRANEOS.

LOS PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES DE JUGO DE FRUTAS Y VEGETALES SE ENCUENTRAN EN LA TABLA No.7.

SEGÚN LOS DATOS SE PUEDE CONCLUIR QUE EXISTE UN MERCADO DE JUGOS EN DESARROLLO Y QUE MUCHOS PAÍSES CON PEQUEÑAS PRODUCCIONES PODRÍAN PARTICIPAR DEL MISMO. ÉSTA POSICIÓN DEBE SER CONSIDERADA Y PROFUNDAMENTE ANALIZADA POR EL SALVADOR.

Country	1977	1981	1982*
United States	88,941	411,220	496,253
Germany, Fed. Rep.	162,763	273,859	291,650
Canada	93,783	193,842	194,752
United Kingdom	91,075	182,955	179,492
Saudi Arabia	108,644	161,824	159,958
Netherlands	77,610	145,075	148,070
France	68,650	98,817	118,447
Belgium-Luxembourg	29,898	54,057	50,840
Sweden	50,745	47,695	47,694
Switzerland	19,508	34,504	36,543
Libya	17,596	34,500	2,000
Austria	22,665	27,880	28,174
Japan	8,980	26,818	29,506
Denmark	22,419	26,030	27,401
Finland	12,851	20,245	15,487
Israel	9,272	18,227	9,544
Hong Kong	8,493	17,761	17,021
Norway	10,903	17,664	16,603
Yemen	10,000	17,500	5,000
Australia	4,794	16,000	27,102
USSR	3,621	15,067	34,920
Italy	3,743	14,351	20,962
Kuwait	15,857	13,000	13,000
Ireland	4,438	11,352	11,258
United Arab Emirates	10,176	11,000	14,800
Total	947,425	1,891,243	1,996,477

Source: Compiled by ITO based on UNCTAD Comtrade Data Base System and ITC estimates.  
\*Most recent figures available.

TABLA No. 7

PRINCIPALES PAÍSES IMPORTADORES DE JUGOS DE FRUTAS Y VEGETALES (US\$ MILLONES)

3. IMPLEMENTACION DE UNA INDUSTRIA DE TOMATE

ES NECESARIO LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA INDUSTRIA DE TOMATE EN EL SALVADOR, DEBIDO A DATOS Y NUMEROS SOBRE EL MERCADO NACIONAL PRESENTADOS EN LA INTRODUCCIÓN DE ESTE TRABAJO.

LOS ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD Y DE MERCADO DESARROLLADOS POR TECHNOSERVE INC. MOSTRARON LA VIABILIDAD DE SU IMPLEMENTACIÓN.

EL PROYECTO TÉCNICO DE LA FÁBRICA, ASÍ COMO DE LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS FUERON DESARROLLADOS CONJUNTAMENTE POR EL PROYECTO "DESARROLLO AGROINDUSTRIAL INTEGRADO" DE ONUDI/PNUD Y TECHNOSERVE, INC. EN LOS CUALES PARTICIPAMOS PERSONALMENTE, INSTALANDO LA PLANTA DE ELLCASTAÑO, LA CUAL YA ESTÁ CASI LISTA, Y QUE SERÁ LA PRIMERA PLANTA DE CONCENTRACIÓN DE TOMATE A OPERAR EN EL SALVADOR.

UN ANÁLISIS PROFUNDO DEL MERCADO DE EXPORTACIÓN TIENE QUE SER DESARROLLADO, ASÍ COMO LA FACTIBILIDAD DE MERCADO Y DE CONDICIONES DE COMPETENCIA EN LOS PAÍSES IMPORTADORES PARA CONCLUIR SOBRE LAS POSIBILIDADES QUE DESEE EXPLØTAR ESTE MERCADO CONSUMIDOR. ÉSTA ES LA SUGERENCIA QUE HACEMOS EN ESTE SECTOR TAN IMPORTANTE DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA.