



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO TECNICO ECONOMICO Y ANTE-  
PROYECTO DE UNA PLANTA PARA LA  
INDUSTRIALIZACION DEL JITOMATE  
EN EL EDO. DE MORELOS.

## TESIS MANCOMUNADA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO QUIMICO**

P R E S E N T A N  
JOSE ALEJANDRO MARIN SANCHEZ  
Y ENRIQUE OLIVERA MELO



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

TESIS 1976  
ABQ  
PECNA  
PROD  
280



QUÍMICA

A mis padres y hermanos.

A Tere.



A la Universidad.

A mis maestros y amigos.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** PROF. ENRIQUE GARCIA GALEANO.  
**VOCAL:** PROF. ANGELA SOTELO LOPEZ.  
**SECRETARIO:** PROF. ROLANDO MONTEMAYOR ESTRADA.  
**1er SUPLENTE:** PROF. JOSE LUIS PADILLA DE ALBA.  
**2° SUPLENTE:** PROF. MARIO RAMIREZ Y OTERO.

**SITIO DONDE SE DESARROLLO**

**EL TEMA: FACULTAD DE QUIMICA.**

288

**SUSTENTANTES:**

**JOSE ALEJANDRO MARIN SANCHEZ**

**Y**

**ENRIQUE OLIVERA MELO.**

**ASESOR DEL TEMA:**

**PROF. ENRIQUE GARCIA GALEANO.**

# I N D I C E

|   | Página |
|---|--------|
| CAPITULO I GENERALIDADES.....                             | 1      |
| CAPITULO II PROCESOS DE INDUSTRIALIZACION DEL JITOMATE..  | 29     |
| Jitomates enteros empacados.....                          | 29     |
| Jugo de jitomate.....                                     | 35     |
| Concentrados de jitomate.....                             | 40     |
| Salsas condimentadas.....                                 | 51     |
| — Polvo de jitomate.....                                  | 54     |
| CAPITULO III EXPERIMENTACION.....                         | 81     |
| CAPITULO IV CARACTERISTICAS DE LA PLANTA.....             | 90     |
| Selección del Proceso.....                                | 90     |
| — Localización de la Planta.....                          | 94     |
| Determinación de la Capacidad.....                        | 97     |
| Análisis de Mercado.....                                  | 98     |
| CAPITULO V ANTEPROYECTO DE LA PLANTA.....                 | 99     |
| Balances de Matéria y Energía.....                        | 99     |
| Diagramas de Flujo.....                                   | 103    |
| — Características del Equipo.....                         | 106    |
| CAPITULO VI EVALUACION ECONOMICA.....                     | 113    |
| — Costo del Equipo.....                                   | 113    |
| + CAPITULO VII ESTUDIO DE VIABILIDAD.....                 | 115    |
| Cálculo de la Inversión fija y<br>Capital de Trabajo..... | 115    |
| Costo Total del Producto.....                             | 116    |
| Cálculo de la Utilidad y Rentabilidad.....                | 119    |
| Punto de Equilibrio.....                                  | 119    |
| CONCLUSIONES.....   | 122    |
| REFERENCIAS.....  | 124    |

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

El Estado de Morelos es una de las mejores regiones productoras de jitomate en el país, pero muchos pequeños ejidatarios se ven obligados a vender su cosecha a precios muy bajos a los grandes acaparadores por carecer de los medios necesarios para colocar su producto en las zonas de consumo, o lo que es peor: optan por no recogerlo.

Este trabajo tiene por objeto determinar las posibilidades de industrialización de esta fruta allí mismo, con el ánimo de aliviar dicha situación.

Hemos de advertir que el empleo de la palabra jitomate y no tomate como en otros lugares se conoce a este fruto, obedece al deseo de diferenciarlo del tomate verde o de cáscara conocido simplemente como tomate en la región de nuestro estudio y en otros muchos lugares del país. Apoyamos la corrección del uso de esta palabra en Martín Alonso quien en el tomo II de su Enciclopedia del Idioma, Edit. Aguilar 1958, la registra como mexicana, proveniente del náhuatl y formada por Xictli, ombligo y tomatl, tomate.

## G E N E R A L I D A D E S .

Las plantas del jitomate actualmente cultivado en el mundo (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM*) son de origen americano, específicamente de las estribaciones occidentales de los Andes (Perú y Ecuador). Se llegó a tal conclusión después de un amplio estudio histórico y en su apoyo podemos citar la falta de una voz específica para nombrarlas en las lenguas antiguas de Asia y aun en las modernas de la India; en el Japón no eran conocidas todavía en el siglo XVIII y ninguno de los historiadores de China hace mención de estas plantas; tampoco hay indicio de su conocimiento en Europa, antes del descubrimiento de América.<sup>15</sup>

En el siglo XVI, los botánicos europeos designaban a esta especie con los nombres vulgares de "Mala Peruviana", "Pomi del Perú", "Manzana Peruana", "Manzana Dorada" y "Manzana del Amor"; y aunque esto hace suponer que el origen de la planta, o cuando menos de su cultivo, debe referirse al Perú, hay evidencia de que esta planta se hallara en México antes de la conquista; los aztecas la conocieron como "Xitomatl" y la cultivaron en gran escala con fines alimenticios.<sup>18; 43.</sup>

Esta planta fue llevada a España por los conquistadores y de allí se extendió a Francia y demás países europeos. Las primeras referencias al Jitomate en la literatura europea aparecen en 1554, en el Herbario de Pietro Andrea Matthioli en el libro "Comentarii in Libros sex Peracci Dioscarides de Medica Materia" donde se le llama "Mala Aurea" y "Pomodoro". Durante muchos años se consideró curiosa, decorativa, venenosa y aun de propiedades afrodisiacas a esta planta.<sup>11</sup>

En España y en Italia, en el siglo XVII, fue donde, en Europa, se le aprovechó por primera vez para uso culinario. En los siglos XVIII y XIX fue modificándose el concepto habido sobre el jitomate y ya como fruto comestible se incrementó su demanda. En Francia se usaba para formar una pasta que servía a los farmacéuticos para sus preparados en píldoras. La primera vez que en los E.E.U.U. se cultivó para uso culinario, fue en Virginia, en el año de 1781. En los últimos 90 años su cultivo ha sido incrementado en tal forma, que es ya, mundialmente, uno de los principales productos agrícolas.

#### CLASIFICACION Y ESTRUCTURA.

El jitomate pertenece a la familia de las Solenaceas y al género *Lycopersicum* que a su vez queda comprendido en el orden de las Tubiflorales al igual que la papa, la berenjena y el pimiento. Ese género se divide en dos subgéneros: el *Eulycopersicum* de fruto rojo que comprende al *L. Esculentum* y el *L. Pimpinellyfollium*. El otro subgénero, *Eriopersicon*, de fruto verde, incluye el *L. Cheesamanii*, el *L. Peruvianum*, *L. Insutum*, *L. Glandulosum* y *L. Pissisi*.<sup>18</sup>

Estas especies están estrechamente relacionadas en cuanto a la morfología, reacciones al medio ambiente y citología. Aún cuando los cruzamientos de algunas especies son difíciles de realizar, se han conseguido casi en todas y con suficiente fertilidad como para permitir estudios experimentales.

El número de cromosomas haploides es de 12 (núcleos con cromosomas simples).

En regiones templadas, el jitomate crece como planta anual o de corta vida, herbácea, en las cuales un gran número de tallos se encuentran extendidos, comunmente rastreros, débil

mente ascendentes y de dimensiones variables. Estos tallos, además, están cubiertos con secreciones resinosas y viscosas, son redondos, suaves, quebradizos y velludos cuando la planta es joven, y al envejecer se le forman surcos duros y leñosos.

Aunque se comporta como planta anual, con facilidad emite raíces a lo largo de su tallo y es capaz de mostrar crecimiento perenne; la raíz principal es débil, pero tiene un amplio sistema radicular secundario de naturaleza fibrosa.

Las hojas son imparapinadas, con siete a nueve hojitas de tallo corto en posición alterna y filotaxia de 2/5, los limbos son de márgenes lobulados o dentados.

Las inflorescencias están compuestas de racimos de 4 a 12 flores. Las flores, amarillas, son irregulares e hipogénicas. Los cinco estambres del filamento están unidos lateralmente y forman un cono hueco alrededor del pistilo formado por dos ovarios carpelos y que se extiende a lo largo de la antera.

Unos cuantos días después de su autopolinización, el ovario, que es súpero con placentación axilar, aumenta de volumen hasta formar el fruto liso, cuando está desarrollado, con amplias oscilaciones en forma y tamaño dependiendo de la variedad. El fruto, verde o rojo, es una baya de dos ovarios lóculos con placenta carnosa que contiene una gran cantidad de semillas ovaladas cubiertas de pelillo.<sup>43</sup>

#### VARIETADES.

A partir de la total aceptación del jitomate como fruto comestible, se ha realizado gran cantidad de experimentaciones de cruce encaminadas a la obtención de variedades con características que hagan más rentable su explotación. Se ha buscado mejorar el tamaño, color, rendimiento, resistencia a las enfermedades, consistencia, etc. A continuación se da una tabla de las variedades con mayor demanda en América y en la actualidad:<sup>20</sup>

**TOMATE** — *Lycopersicum esculentum*

Det. - Determinado  
Ind. - Indeterminado

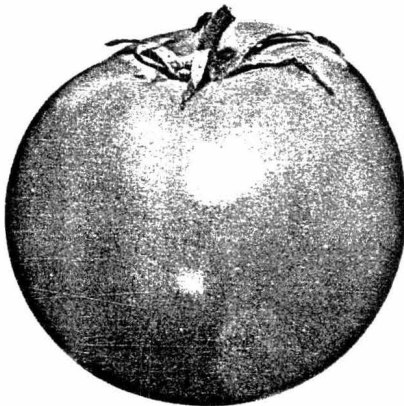
| Variedad o Híbrido   | Madurez           | Hábito crecimiento    | Fruto                       | Tamaño fruto color - tipo          | Resistencia a enfermedades  |
|--|-------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------------|---|
| → 17101 ACE. Para enlatar y consumo fresco. Desarrollada por la Cia. Campbell Soup.  | Algo precoz       | Det.                  | Semi-globular               | Grande, uniformemente rojo         | .....   |
| 17207 CHICO III. Tipo pera para ser cosechado macánicamente, para enlatado. Más compacto que Chico o Chico Grande. Más grande que Chico Grande.  | Precoz            | Det.                  | Termina en punta y aperado  | Verde claro a rojo                 | Fusarium, hoja gris, rajaduras y pudrición  |
| 17126 EARLY PAK NO. 7. Para enlatar, transporte a larga distancia y huertos caseros.   | Algo precoz       | Det.                  | Globo alargado              | Mediano a grande, rojo, base verde | .....   |
| 17167 EARLYPAK 707. Más uniforme, de hombros más lisos, tiene más resistencia al Fusarium y Verticillium que Earlypak 7. Para enlatado y resistente para el transporte.  | Algo precoz       | Det.                  | Alargado, globo             | Medio rojo                         | Verticillium, Fusarium  |
| 17163 FIRE BIRD V.F. Hombros verdes, para mercado fresco con paredes gruesas. De color verde oscuro cuando maduro. Mejor rendidor y más uniforme que Ace pero 10 días más tardío.  | Mediana           | Semi-Det.             | Globo grande                | Grande, verde oscuro, pared gruesa | Verticillium y Fusarium   |
| 17201 FLORADEL. Desarrollada por la Universidad de Florida. Frutos grandes. Se recomienda sembrarla con estacas. Más rendidora que Manapal, Manalucie, e Indian River. Resistente a la pudrición de la base y a las rajaduras. | Intermedia        | Hojas grandes, ind.   | Redondo de hombros redondos | Entre mediano y grande, tallo liso | Marchitez del Fusarium común, pared gris, mancha gris de la hoja y cuatro razas del moho de la hoja |
| 17131 V.F. 428 F2. Apropriada para enlatar y transporte a larga distancia.   | Intermedia        | Det.                  | Globo                       | Mediano a grande, rojo, base verde | Fusarium, Verticillium  |
| 17164 GRAND PRIX. Muy grande y firme, muy buena rendidora. De hombros verdes durante el estado inmaduro, se hace rojo oscuro cuando maduro. 10 días más tardío que Ace. Para mercado fresco.                                   | Mediano           | Grande vigoroso, ind. | Globo ligeramente achatado  | Grande. Rojo oscuro                | .....   |
| 17295 HEINZ 1409. Muy liso, resistente a rajaduras. Una variedad para ser procesada, usada en el medio oeste y el este de E.U.A. Variedad desarrollada por H. J. Heinz & Cia.  | Mediana temprano  | Det.                  | Globo ligeramente achatado  | Rojo medio uniforme                | Fusarium  |
| 17291 HEINZ 1350. Para propósitos industriales.  | Intermedia precoz | Det.                  | Globo alargado              | Mediano; rojo uniforme             | .....   |
| 17292 HEINZ 1370. De buena producción, es una semana más tardía que la Heinz 1350.   | Intermedia        | Det.                  | Globo alargado              | Mediano; rojo uniforme             | .....   |
| 17158 HOMESTEAD ELITE. Variedad para transporte a larga distancia.   | Intermedia        | Det.                  | Globo intermedio            | Grande; rojo, base verde           | Fusarium  |
| 17157 HOMESTEAD FM 61. Variedad que goza de gran popularidad en Florida, Texas, Mexico, Venezuela y otras áreas. Apropriada para transporte a larga distancia.   | Intermedia        | Det.                  | Globo intermedio            | Grande; rojo, base verde           | Fusarium  |
| 17149 HOMESTEAD 24. Util para transporte.  | Intermedia        | Det.                  | Globo intermedio            | Grande; rojo base verde            | Fusarium  |
| 17171 INDIAN RIVER. Apropriada para transporte; producida a libre crecimiento o mediante estacas. Desarrollada por la Est. Exp. de Florida; conocida anteriormente como Step 274.  | Intermedia        | Ind.                  | Globo alargado              | Mediano a grande; rojo, base verde | Fusarium, Stemphylium solani, Alternaria solani   |
| 17182 LA PLATA. Vigoroso follaje, favorita en Argentina, productiva bajo condiciones adversas. Muy grande, achatada.   | Tardía            | Ind.                  | Achatado y fuerte           | Grande Rojo                        | .....   |



**TOMATE**

| Variedad o Híbrido  | Madurez     | Hábito crecimiento | Fruto               | Tamaño fruto color - tipo         | Resistencia a enfermedades                                      |
|---|-------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|---|
| 17198 MARION. Para transporte, principalmente cuando rosado, para transporte a larga distancia (Florida, México y Venezuela). Desarrollada por la Est. Exp. de Florida.   | Algo tardía | Ind.               | Globo alargado      | Grande; rojo, base verde          | Fusarium, mancha gris de la hoja, moho de la hoja               |
| → 17196 MANAPAL. Buena para transporte en estado de "verde-maduro" y "rojo." Anteriormente conocida como Step 314. Desarrollada por la Est. Exp. de Florida.              | Intermedia  | Ind.               | Globo               | Mediano a largo; rojo, base verde | Fusarium, mancha gris de la hoja, Alternaria solani             |
| 17197 MARGLOBE SUPREME IMPROVED. Para transporte y enlatación.  | Intermedia  | Ind.               | Globo               | Mediano; rojo, base verde         | Fusarium  |
| 17198 MARION. Para transporte, para estaca o de libre crecimiento. Desarrollada por la Est. Exp. de Clemson   | Intermedia  | Ind.               | Globo algo achatado | Grande rojo, base verde           | Fusarium, mancha por alternaria, tolerante al tizon o quemadura |
| ☞ 17165 MECHANICAL HARVESTER V.F. 145-513. Variedad de madurez uniforme de alto rendimiento. Altamente tolerante a la quemadura del sol y a la pared gris. Para enlatado. | Tardía      | Det.               | Globo, pared gruesa | Pequeño                           | Fusarium, Verticillium  |
| ☞ 17221 MECHANICAL HARVESTER V.F. 145-F5. Variedad popular debido a su resistencia a quemarse por el sol o lo conocido con el nombre de "ojo amarillo" (yellow eye).      | Tardía      | Det.               | Globo               | Pequeño                           | Verticillium y Fusarium   |
| 17169 MECHANICAL HARVESTER V.F. 145-21-4. Desarrollada por la Univ. de California para cosecha mecánica. Uso industrial.  | Precoz      | Det.               | Globo alargado      | Pequeño, rojo uniforme            | Fusarium, Verticillium  |
| ☞ 17297 MECHANICAL HARVESTER VF145-21-4P. Tamaño un poco más grande y fruto más uniforme.   | Tardía      | Ind.               | Redondo             | Centros pequeños                  | Verticillium y Fusarium   |

Det. - Determinado  
Ind. - Indeterminado



Homestead FM 61

**TOMATE**

| Variedad o Híbrido   | Madurez           | Hábito crecimiento               | Fruto                               | Tamaño fruto color - tipo                                    | Resistencia a enfermedades   |
|--|-------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| 17162 NAPOLI V.F. Aproximadamente tiene el mismo tamaño que Roma V. F. con una concentración de frutos al madurar mayor que Roma. Plantando o sembrando una hilera por surco puede ser cosechado mecánicamente (Tiene buen potencial para alto rendimiento).   | Intermedio        | Medio compacto                   | Pera                                | Rojo oscuro  | Fusarium. Verticillium   |
| 17110 PEARSON A-1 IMPROVED. Selección mejorada con frutos algo más profundos y más lisos que los de la A-1.  | Tardía            | Det.                             | Globo achatado                      | Grande, rojo, base verde                                     | Verticillium   |
| 17190 PICKMASTER. Uniforme, hombros verdes, color interior verde oscuro, tallo pequeño, marcas en el estilo. Para enlatado y para ser cosechado a máquina.   | Medio             | Compacto, medio verde encrispado | Medio rojo                          | Comparable a Roma. V.F.                                      | Verticillium   |
| 17235 PONDEROSA (RED). De frutos grandes, apta para huertos caseros. No produce bien en zonas donde la temperatura nocturna es baja.   | Tardía            | Ind.                             | Achatado                            | Muy grande, rojo, base verde                                 | .....  |
| 17242 RED CHERRY LARGE. Ampliamente utilizada para transporte, elaboración de ensaladas y adornos.   | Intermedia precoz | Ind.                             | Globo                               | Muy pequeño; rojo, base verde                                | .....  |
| 17274 ROMA V.F. Tipo para pasta; desarrollada por el Dept. de Agric. de los E.U.A.   | Intermedia precoz | Det.                             | Ovalado profundo                    | Pequeño; rojo  | Fusarium. Verticillium   |
| 17193 ROYAL ACE V.F. Parecido al Ace pero los frutos tienden a mantener mejor el tamaño y el promedio de los frutos es tamaño grande. Altamente tolerante al Fusarium. Para mercado fresco.  | Medio temprano    | Ind.                             | Globo achatado                      | Grande Rojo uniforme   | Verticillium   |
| 17247 RUTGERS. Para enlatar y transportar. Desarrollada originalmente por la Univ. de Rutgers.   | Intermedia        | Ind.                             | Globo                               | Grande; rojo, base verde                                     | Tolerante a Fusarium   |
| 17251 SAN MARZANO, LARGE FRUITED. Ideal para la elaboración de pasta. De sabor suave y consistencia seca.  | Intermedia        | Ind.                             | Casi oblongo, 8,9 cms. L 3,8 cms. D | Mediano; rojo  | .....  |
| 17263 SUPERMARKET. Tipo Homestead, para transportación principalmente para Florida, México y el Sur de Texas.  | Medio             | Det.                             | Globo achatado                      | Mediano  | Marchitez del Fusarium, hoja gris (mancha), tolerante al Cladsporium y Alternaria.   |
| 17174 TROPI-GRO. Frutos consistentemente bien formados, suaves y profundos, aunque sembrados en lugares de climas o suelos adversos. Porcentaje de frutos extra grandes, muy altos. Frutos firmes o sólidos durante el transporte. Algo resistente a las rajaduras radiales y concéntricas. Para mercado fresco.   | Intermedia        | Det.                             | Aglobado                            | Verde parejo con hombros de verde oscuro a un rojo encendido | Verticillium, mancha gris de la hoja, Raza 1 de Fusarium. Algo resistente a la pudrición del extremo del florecimiento, dobléz del tallo y pared gris. |
| 17159 TROPI-RED. Variedad prolífica con una concentración de frutos grandes y de maduración de frutos grandes y de maduración pareja durante la primera cosecha y puede ser cosechado 3 ó 4 veces. Sabor dulce y suave. Color rojo encendido, paredes gruesas y frutos más grandes que Homestead 24. De apariencia interna excelente. Tiene resistencia al rajamiento radial y concéntrico. Para mercado fresco. | Intermedia        | Det.                             | Aglobado                            | Grande   | Verticillium, mancha gris de la hoja, pared gris, raza 1 del Fusarium.   |

Det. - Determinado  
Ind. - Indeterminado

ok

## DISTRIBUCION.

A partir de 1960, el jitomate ha elevado su posición en términos de tonelaje mundial, hasta el cuarto lugar entre los más importantes frutos (16 millones de ton. en 1961) excedido únicamente por la naranja (16.5 millones) el plátano (30 millones) y la uva (40 millones) si bien entra en esta competencia no sólo como fruta, sino también, y de manera muy importante, como materia prima de diferentes productos alimenticios. En la actualidad, el jitomate se cultiva en todo el mundo, ya sea en campo abierto o en invernaderos.

El cultivo en campo abierto está fuertemente limitado por el tipo de clima. De la siembra a la salida del primer fruto transcurren de 85 a 120 días en los que la temperatura debe oscilar entre 22° C. y 36°C. durante el día (puede bajar por la noche) para que su desarrollo sea satisfactorio. La luz solar y alta temperatura son condiciones indispensables; sin ellas, el período de crecimiento se alargaría y los gérmenes se reproducirían con rapidez en perjuicio de la productividad. Por eso, el cultivo en esta forma se encuentra limitado a una faja comprendida desde los 45° latitud norte, hasta los 45° latitud sur, aproximadamente, donde estas condiciones son satisfechas.

La amplia demanda a nivel mundial dio como resultado la necesidad de investigar otros medios de cultivo para dominar los inconvenientes mencionados. Se llegó así al cultivo en invernaderos donde el control climatológico es posible, así como el de plagas, con un consecuente mayor rendimiento. Gracias al descubrimiento de nuevas técnicas, esa diferencia se ve acrecentada. Actualmente, se obtienen muy buenas cantidades en invernadero por el método "Hidropónico" o de raíz gravitante, en el cual no es necesario que la raíz se halle incrustada en el suelo. La planta se alimenta con soluciones nutrientes que le son

suministradas de manera periódica.

Con tales técnicas de cultivo es posible sustituir - las importaciones de jitomate fresco en determinados países, ya que los costos son semejantes y el público consumidor está dispuesto a pagar un precio relativamente alto por el producto - fresco, con buenas presentación consistencia y sabor, fuera de temporada. Para la industrialización, resulta en desventaja esta forma de cultivo por su costo bastante más alto que el efectuado en campo abierto, por eso es más alta en aquellos lugares que presentan condiciones adecuadas para el cultivo en campo abierto.

La distribución puede considerarse por zonas de estrecha relación regional. A continuación son desglosadas para facilitar su estudio las que arrojan mayor tonelaje anualmente a la producción mundial.

#### NORTE AMERICA (E.E.U.U. y CANADA)

La producción se ha incrementado de un promedio de 4.7 millones de toneladas en el período 1957-60, a 5.35 en el de 1961-65, o dicho de otro modo en un 15%. Entre 1972 y 74 se elevó a 7.18 equivalente a un 34.2% con respecto al período anterior. En este último dato corresponde a E.E.U.U. el 95.6% de producción, mientras el 4.4% remanente a Canadá.

En estos países, la mayoría del jitomate procesado - proviene de cultivos en campo abierto; los de invernadero están destinados a proveer de fruta fresca, fuera de temporada, el - mercado y en 1974 significaron de un 3 a un 4% de la producción total, porcentaje seguramente incrementado en los años subsecuentes. En Canadá, de 1958 a 74, el área de cultivo en campo abierto descendió de 20,900 Hs. a 11,000. La región de Ontario - representa las 4/5 partes del área total sembrada en ese país, - el resto está localizado en Quebec y Columbia Británica. Estas -

zonas sufrieron el decremento mencionado en razón de que el rendimiento por Ha. aumentó de 18.5 ton. métr. por Ha. (1957-60) a 26.6 (1961-65) y a 31.3 (1972-74). Tal incremento fue posible por la introducción de variedades mejoradas, el uso de mejores fertilizantes y por tanto un perfeccionamiento en el control de plagas.

En los E.E.U.U. el cultivo en campo abierto fue efectuado comercialmente en todos los estados, excepto Alaska, y tuvo un decremento similar al de Canadá en el área de cultivo, de 233,000 Hs. (1956) a 197,000 (1974) mientras el rendimiento aumentó de 21.3 tm/Ha. (1957-60) a 28.53 (1961-65) y a 37.1 (1972-74). El decremento del área obedeció principalmente a la especialización con respecto a las variedades requeridas, algunas para procesamiento, otras para consumo directo. El período de siembra se ve prematuramente acortado en algunas regiones por inviernos precoces. La demanda es cubierta entonces importando fruta fresca, principalmente de México.

#### EUROPA.

Los países de esta región geográfica aumentaron su rendimiento al igual que el resto del mundo, con un promedio de producción de 12.73 mill. de ton. en 1974 que resultó superior en 3.59 mill. de ton. al alcanzado en Norteamérica. Este desarrollo se ha venido observando desde períodos anteriores y significa que la expansión ha sucedido también en los requerimientos de consumo allí. La cifra per cápita en 1970 fue de 21.9 ks. de los cuales 17.2 fueron empleados como fruta fresca y 4.7 en forma procesada.

Tanto la producción como el consumo no están uniformemente distribuidos en Europa. Existen grandes diferencias entre los productores a campo abierto que se localizan en la región del sur (Grecia, Italia, Portugal, España, Yugoslavia, Rumania, Bulgaria) y los productores de fruta en invernadero que se en-

cuentran en la región norte (Dinamarca, Finlandia, Irlanda, Noruega, Checoslovaquia, Reino Unido, Polonia, Suecia). Los países del centro (Austria, Bélgica, Francia, Alemania y Suiza) - forman un grupo intermedio con características de las otras dos regiones. Italia es el principal país productor de Europa, 3.59 mill. de ton., segundo lugar mundial únicamente abajo de E.E.UU. que produjo 7.5 mill. de ton. (1974). España ocupa el segundo puesto en Europa con 2.383 mill. de ton. y Grecia, 1.9 mill. de ton., el tercero.

#### ASIA:

Allí el principal productor es Turquía con 2.16 mill. de ton. que representan el 38.8% de la producción total de la zona y el quinto lugar mundial. Japón le sigue con 0.865 equivalente a un 15 % del total. En esta zona no se incluye a la U.R.S.S. que produce 3.55 mill. de ton. y ocupa el tercer lugar a nivel mundial.

#### OCEANIA:

Australia y Nueva Zelanda son los principales productores de la zona cuyo global en mill. de ton. es de 0.272 del cual corresponde a Australia el 79 %.

#### CENTRO Y SUDAMERICA.

Cuba, Guatemala, Rep. Dominicana, por el centro, y Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela por la región sur, producen el 5.6 % del total mundial. Brasil fue en 1974 el país con mayor aportación 0.896 mill. de ton., le siguió Argentina con 0.55 y después Cuba con 0.087. Los países restantes contribuyen en menor escala.<sup>21:35.</sup>

#### MEXICO.

La agricultura es uno de los principales sectores que se debe fortalecer en los países en desarrollo. México se ha preocupado por el constante incremento de la producción agrícola en las últimas décadas, el cultivo de jitomate ocupa un lu-

gar importante en nuestra producción agrícola, y las campañas para el fortalecimiento de la producción han dado buenos resultados.

En el período de 1955-59, la superficie cosechada alcanzó un valor promedio de 62,698 Has. con rendimiento de 360,725 ton., lo cual representa un 15.2 % de incremento en comparación con lo obtenido en el ciclo 1940-44. [Entre 1965 y 68 la superficie total cultivada se redujo a 48,789 Has. con un producto de 622,539 ton. (12.76 ton/Ha.) que significa un 155.2 % de incremento en relación con el período 1940-44 y refleja la importancia adquirida por el cultivo del jitomate.

En 1970-73 se emplearon 66,650 Has. para obtener en ton. 1.040,213 cifra que representa un rendimiento de 15.68 ton/Ha. y un aumento de 22.6 % sobre el del ciclo 1965-69. En el año de 1974 la cosecha fue de 1.119,249 ton. en una superficie de 62,761 Has. (17.8 ton/Ha.) producción que situa al país en un décimo lugar mundial con un 2.5 % como aportación a esa cifra estadística. Para 1975 se tenía un estimado de 1.250,000 ton.

Los estados productores se pueden agrupar por zonas geográficas. El clima es favorable en casi todo el país (lugares en cada uno de los estados) y esto da un potencial muy particular. Esta clasificación en zonas consta de nueve grupos tabulados con su producción respectiva en la tabla 1.2 donde encontramos como principales productores a Guanajuato: 292,500 ton., Sinaloa: 246,226 ton. Morelos: 156,677 ton. Michoacán: 53,200 ton., e Hidalgo: 51,000 ton.

La mayor parte de lo producido por Guanajuato y por Sinaloa es destinada a la elaboración de productos industrializados, en tanto que la del Estado de Morelos tiene como fin la exportación de fruto fresco así como el aprovisionamiento del mercado interno.<sup>16</sup>

TABLA 1.2 de CULTIVO DE JITOMATE POR ZONAS.

| REGION                        | ENTIDAD                                       | SUPERFICIE(Has) |        |                 | RENDIMIENTO(Kg/Ha) |         |                    | PRODUCCION(Tons)   |                    |                    | PRECIO MEDIO **<br>RURAL(\$/Ton) |        |
|-------------------------------|---|-----------------|--------|-----------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|--------|
|                               |   | C/F             | S/F    | TOTAL           | C/F                | S/F     | PROMEDIO           | C/F                | S/F                | TOTAL              | I                                | II     |
| I<br>NOR<br>OESTE             | BAJA CALIFORNIA                               | 1,047.          |        | 1,047.          | 36,684.            |         | 36,684.            | 38,408.            |                    | 38,408.            | 1,500.                           | 3,000. |
|                               | TERR. BAJA CALIF                              | 100.            |        | 100.            | 10,000.            |         | 10,000.            | 1,000.             |                    | 1,000.             | 1,500.                           | 3,000. |
|                               | SONORA  | 528.            |        | 528.            | 30,570.            |         | 30,570.            | 16,141.            |                    | 16,141.            | 1,500.                           | 3,000. |
|                               | SINALOA<br>NAYARIT                            | 16,457.<br>200. | 550.   | 16,457.<br>750. | 14,961.<br>12,000. | 8,950.  | 14,961.<br>9,766.  | 240,226.<br>4,925. | 240,226.<br>7,325. | 2,500.<br>900.     | 1,100.                           | 1,100. |
| II<br>NORTE                   | CHIHUAHUA                                     | 1,500.          |        | 1,500.          | 8,000.             |         | 8,000.             | 12,000.            |                    | 12,000.            |                                  | 3,000. |
|                               | DURANGO                                       |                 |        |                 |                    |         |                    |                    |                    |                    |                                  |        |
|                               | COAHUILA(Salttillo)<br>COAHUILA(Torreón)      | 350.<br>762.    | 84.    | 350.<br>846.    | 13,000.<br>28,810. | 20,000. | 13,000.<br>28,000. | 4,550.<br>22,008.  | 1,680.             | 4,550.<br>23,688.  | 2,500.<br>1,000.                 | 1,000. |
| III<br>NORESTE                | NUEVO LEON                                    |                 | 200.   | 200.            |                    | 10,000. | 10,000.            |                    | 2,000.             | 2,000.             | 2,000.                           | 1,800. |
|                               | TAMAULIPAS(Matamoros)<br>TAMAULIPAS(Cd Vict.) | 21.<br>930.     | 570.   | 21.<br>1,500.   | 3,904.<br>10,774.  | 7,403.  | 3,904.<br>9,500.   | 82.<br>10,020.     | 4,220.             | 82.<br>14,240.     | 2,000.<br>1,200.                 | 3,000. |
| IV<br>CENTRO<br>OESTE         | JALISCO                                       | 800.            |        | 800.            | 20,625.            |         | 20,625.            | 16,500.            |                    | 16,500.            | 1,500.                           |        |
|                               | COLIMA<br>MICOACAN                            | 350.<br>3,040.  | 125.   | 475.<br>3,040.  | 13,571.<br>17,500. | 6,320.  | 11,663.<br>17,500. | 4,750.<br>53,200.  | 790.               | 5,540.<br>53,200.  | 800.<br>1,500.                   | 3,000. |
| V<br>CENTRO<br>NORTE          | ZACATECAS                                     | 100.            | 20.    | 120.            | 15,000.            | 10,000. | 14,166.            | 1,500.             | 200.               | 1,700.             |                                  | 2,000. |
|                               | AGUASCALIENTES                                | 100.            |        | 100.            | 10,000.            |         | 10,000.            | 1,000.             |                    | 1,000.             |                                  | 500.   |
|                               | GUANAJUATO                                    | 2,500.          |        | 12,500.         | 23,400.            |         | 23,400.            | 292,500.           |                    | 292,500.           | 2,000.                           |        |
|                               | QUERETARO<br>SN LUIS POTOSI                   | 675.<br>2,800.  |        | 675.<br>2,800.  | 16,000.<br>16,500. |         | 16,000.<br>16,500. | 10,800.<br>46,200. |                    | 10,800.<br>46,200. |                                  |        |
| VI<br>CENTRO                  | HIDALGO                                       | 1,500.          | 1,250. | 2,750.          | 19,000.            | 18,000. | 18,545.            | 28,500.            | 22,500.            | 51,000.            |                                  | 2,500. |
|                               | ESTADO DE MEXICO                              | 560.            |        | 560.            | 6,000.             |         | 6,000.             | 3,360.             |                    | 3,360.             |                                  |        |
|                               | DISTRITO FEDERAL<br>PUEBLA<br>TLAXCALA        | 1,315.          | 1,045. | 2,360.          | 7,809.             | 7,000.  | 7,451.             | 10,270.            | 7,315.             | 17,585.            | 1,100.                           | 2,900. |
| VII<br>SUR                    | MORELOS                                       | 7,638.          |        | 7,638.          | 20,512.            |         | 20,512.            | 156,677.           |                    | 156,677.           | 1,000.                           | 2,200. |
|                               | GUERRERO                                      | 1,320.          | 520.   | 1,840.          | 10,212.            | 8,384.  | 9,695.             | 13,480.            | 4,360.             | 17,840.            | 900.                             |        |
|                               | OAXACA(Oaxaca)                                | 56.             | 705.   | 761.            | 5,446.             | 4,201.  | 4,293.             | 305.               | 2,962.             | 3,267.             | 2,000.                           |        |
|                               | OAXACA(Juchitán)<br>OAXACA(Tuxtepec)          |                 | 213.   | 213.            |                    | 5,000.  | 5,000.             |                    | 1,065.             | 1,065.             | 1,200.                           |        |
| VIII<br>GOLFO<br>Y<br>SURESTE | VERACRUZ(Jalapa)                              | 420.            | 190.   | 610.            | 15,500.            | 7,400.  | 12,977.            | 6,510.             | 1,406.             | 7,916.             | 1,000.                           |        |
|                               | VERACRUZ(Tuxtepec)                            | 210.            | 50.    | 260.            | 7,142.             | 5,500.  | 6,827.             | 1,500.             | 275.               | 1,775.             | 1,000.                           |        |
|                               | TALISCO<br>CHIAPAS                            |                 | 900.   | 900.            |                    | 8,555.  | 8,555.             |                    | 7,700.             | 7,700.             | 949.                             |        |
| IX<br>PENINSULA               | CAMPECHE                                      | 30.             | 77.    | 107.            | 15,000.            | 7,260.  | 9,430.             | 450.               | 559.               | 1,009.             | 1,200.                           |        |
|                               | YUCATAN                                       | 529.            | 411.   | 940.            | 9,867.             | 4,032.  | 7,316.             | 5,220.             | 1,657.             | 6,877.             | 2,000.                           | 2,500. |
|                               | QUINTANA ROO                                  | 13.             |        | 13.             | 6,000.             |         | 6,000.             | 78.                |                    | 78.                | 2,500.                           |        |
| T O T A L                     |   | 55,581.         | 6,910. | 62,761.         | 18,993.            | 9,206.  | 17,833.            | 1,055,635.         | 63,614.            | 1,119,249.         |                                  |        |

\*\* La producción anual está formada por dos ciclos agrícolas: I.- Invierno 1973 y II.- Primavera y verano de 1974, y a ellos corresponde el precio medio rural.



MORELOS:

En el Estado de Morelos y en tonelaje, el cultivo que nos ocupa es el tercero en orden de importancia, superado únicamente por el del maíz (2º) y el de la caña de azúcar. Los municipios del Estado se agrupan en ocho zonas productoras:

|                  |                       |                  |
|------------------|-----------------------|------------------|
| I                | II                    | III              |
| Mazatepec.       | Tlañepantla.          | Huitzilac.       |
| Coatlán del Río. | Atlatlahucan.         | Jiutepec.        |
| Miacatlán.       | Totolapan.            | Emiliano Zapata. |
|                  | Tlayacapan.           | Cuernavaca.      |
|                  |                       | Tepoztlán.       |
|                  |                       | Temixco.         |
|                  |                       | Xochitepec.      |
| IV               | V                     | VI               |
| Amacuzac.        | Tetela del Volcán.    | Yautepec.        |
| Puente de Ixtla. | Ocuituco.             | Cuautla.         |
|                  | Yecapixtla.           | Villa de Ayala.  |
| VII              | VIII                  |                  |
| Tlaquilenango.   | Axochiapan.           |                  |
| Tlaltizapán.     | Tepalcingo.           |                  |
| Jojutla.         | Jonacatepec.          |                  |
| Zacatepec.       | Jantetelco.           |                  |
|                  | Zacualpan de Amilpas. |                  |

La Zona VIII produce el 26.9 % seguida en orden de importancia por la Zona II (26.5 %) la III (20 %) la VI (14 %) la I (7.62 %) la IV (0.3 %) y por último la VII (0.17 %).

El Municipio de Atlatlahucan es el mayor productor (27,253.6 ton.) le sigue Axochiapan (16,246.8 ton.) después, Tepoztlán (15,596.15 ton.) Jantetelco (14,813.2 ton.) y en quinto lugar Miacatlán (11,938.78 ton.)

Pertenece a tres grupos las variedades más usadas en

el Estado de Morelos: 1.- Homestead Elite, Homestead 61, Homestead 24 y Homestead 500. 2.- Ace, Ace 55 VF., Royal Ace VF. 3- San Marzano, Roma VF., Manapal, y Tropic.

Un 50 % de la semilla sembrada corresponde al primer grupo y su producto, como fruto, es por lo general destinado a la exportación. Un 33 % es del segundo grupo y una pequeña parte de su producto se industrializa y la otra, al igual que el del tercer grupo (16.6 % de la semilla restante) se destina a abastecer el mercado interno de fruto fresco.<sup>32</sup>

#### EXPORTACION E IMPORTACION.

México exporta en la actualidad importantes cantidades de su producción, principalmente a E.E.U.U., Japón, Australia, Canadá, Reino Unido, Venezuela y Ecuador. Hacia los Países Bajos, Alemania Federal y Luxemburgo han sido enviadas muy pequeñas cantidades, seguramente con fines de exploración. Durante el período 1969-73 fueron exportadas, en promedio, 346,859 ton. a todos los países antes mencionados como jitomate en rebanadas, pasta o puré, conservas, jugos, y fruta fresca. La mayor cantidad se exporta, en forma de pasta, a los E.E.U.U. y a Japón. En la tabla siguiente se muestran cifras, tanto de exportación como de importación de 1969 a 1974.<sup>27</sup>

| AÑO  | PRECIO<br>RURAL<br>PESOS | COMERCIO EXTERIOR |             | CONSUMOS         |                    |
|------|--------------------------|-------------------|-------------|------------------|--------------------|
|      |                          | TONELADAS         |             | NACIONAL<br>TON. | PER CAPITA<br>KGS. |
|      |                          | IMPORTACION       | EXPORTACION |                  |                    |
| 1969 | 1 110                    | 556               | 279 031     | 436 437          | 9.347              |
| 1970 | 1 190                    | 25                | 367 297     | 555 791          | 11.525             |
| 1971 | 1 300                    | 84                | 330 032     | 607 587          | 12.189             |
| 1972 | 1 420                    | 1 627             | 332 283     | 873 049          | 16.879             |
| 1973 | 1 580                    | 356               | 424 802     | 666 556          | 12.414             |
| 1974 | 1 670                    | 774               | 306 103     | 844 677          | 15.226             |

FUENTE: D. G. E. A. S.A.G. (Abril 1975).

TABLA I.3

#### PLAGAS.

El cultivo de jitomate es afectado por diferentes pla

gas y enfermedades que es necesario atacar y aun prevenir con parasiticidas. Un enlistado de las diferentes plagas y enfermedades que afectan al jitomate en el Estado de Morelos, así como de los tratamientos recomendados por la S.A.G., se da a continuación: (TABLA 1.4)

REQUERIMIENTO DE PARASITICIDAS POR UNIDAD DE SUPERFICIE PARA EL CULTIVO DE JITOMATE. CICLO PRIMAVERA-VERANO.

| PLAGAS Y ENFERMEDADES.   | PARASITICIDA.                | DOSES<br>Kg/Ha | Nº DE TRATAMIENTOS | CANTIDAD<br>TOTAL/Ha. |
|--|------------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|
| Gusano Alfiler<br>(Keiferia Licopersicella Busck.)                       | Lannate 90 PS.               | 0.4            | 6                  | 2.4                   |
|  | Phosvel 360 LE.              | 2.6            | 6                  | 15.6                  |
|  | Galecrón 50% LE.             | 0.5            | 6                  | 3.0                   |
| Gusano del Fruto<br>(Heliothis Zea Boddie y Heliothis Virescens Fabr.)   | Lannate 90 PS.               | 0.4            | 6                  | 2.4                   |
|  | Tamarón 50% LE.              | 0.5            | 6                  | 3.0                   |
|  | Sevimol 500 LE.              | 1.0            | 6                  | 6.0                   |
| Mosquita Blanca<br>(Trialeurodes Vaporariorum West.)                     | Folimat 1,000 E.             | 0.5            | 3                  | 1.5                   |
|  | Thiodán 35% LE.              | 2.6            | 3                  | 7.8                   |
|  | Dimetoato 40% LE.            | 0.7            | 3                  | 2.1                   |
| Tizón Temprano.  | Manzate D 89% PH.            | 3.0            | 14                 | 42.0                  |
| Tizón Tardío.  | Difolatán 50% PH.            | 3.2            | 14                 | 44.8                  |
| Antracnosis.   | Captán 50% PH.               | 4.0            | 14                 | 56.0                  |
|  | Cu (OH) <sub>3</sub> 50% PH. | 3.0            | 14                 | 42.0                  |
| Pulga Saltana<br>(Epitrix Sp.)   | Sevín 80                     | 1.0            | 6                  | 6.0                   |
|  | Parat Met. 50                | 2.0            | 6                  | 12.0                  |
| Gusano Trozador<br>(Feltia Spp.)   | Salvadrín                    | 10.0           | 3                  | 30.0                  |
|  | Paratión met. 10             | 10.0           | 3                  | 30.0                  |
| Gusano Soldado y Falso Medidor<br>(Spodoptera Exigua y Trichoplusia Ni.) | Tamarón 600                  | 2.0            | 6                  | 12.0                  |
|  | Sevín 80                     | 2.0            | 6                  | 12.0                  |
|  | Galetron 50                  | 2.0            | 6                  | 12.0                  |

El suelo apropiado para el cultivo del jitomate debe ser fértil, con buen drenaje y suficiente material orgánico; la preparación del terreno debe hacerse de preferencia durante los meses de febrero o marzo. El terreno ha de quedar limpio de restos del cultivo anterior y recibir un buen barbecho, una cruz, un rastreo y finalmente el surcado en el mes de mayo, antes del comienzo de las lluvias.

La fecha de sembrar va de acuerdo con el inicio de las lluvias, generalmente después del 15 de junio, por lo cual resulta lo más recomendable sembrar entre esa fecha y el 30 del mismo mes para reducir considerablemente el riesgo de pérdidas. La cosecha se llevará a cabo entre fines de septiembre y fines de diciembre, dependiendo de la región.<sup>39</sup>

#### IMPORTANCIA NUTRITIVA DEL JITOMATE. COMPOSICION QUIMICA.

La significación del lugar que ocupa en nuestra industria, así como el desarrollo de la que en particular le corresponde, encuentran justificación en el elevado poder alimenticio del jitomate que, especialmente en su forma de concentrado, posee un alto poder como excitante del sistema nervioso simpático y por consiguiente algunos de los actos complementarios más importantes de la nutrición (salivación, motilidad gástrica, secreciones, etc.) son, sin duda, benéficamente influenciados. A la fecha, la biología y la dietética van aún más allá en la evaluación de las propiedades del jitomate: su jugo se da a los lactantes y los pediatras hablan con entusiasmo de este subsidio alimenticio que es perfectamente tolerado, resulta económico en su precio y es obtenible en cualquier época.

La explicación para tales propiedades puede hallarse en la composición química del jitomate, rica en aminoácidos y en ácidos orgánicos, que le confiere ventajosas particularidades entre los frutos. Contiene, además, notables cantidades de vitaminas, especialmente "C" y "A".

La composición del jitomate difiere sensiblemente de una variedad a otra; por término medio es: 3 a 5 % de piel y semillas, mientras el resto está representado por pulpa y jugo:

La composición química del jugo de jitomate es muy variable con dependencia de la variedad del fruto, del grado de maduración, época de recolección, localidad, cuidados durante

el cultivo, adversidades meteorológicas, enfermedades, estado de integridad de las pieles, etc. Algunas de estas causas escapan a nuestra posibilidad de control; otras, en cambio, son modificables y podemos hacerlas variar favorablemente hacia las necesidades de la industria.

Los frutos verdes contienen una notable cantidad de almidón que, conforme la maduración progresa, va transformándose en azúcares (fructuosa y levulosa) a los que debe su sabor dulce. También durante el proceso de maduración disminuye la acidez (neutralizada por las sustancias minerales absorbidas por el terreno, así como a consecuencia de fenómenos catalíticos bioquímicos producidos por las oxidasas originadas también durante la maduración). La celulosa, que constituye la parte insoluble del jugo de jitomate, es la sustancia con la cual resultan formadas las membranas de las células; si es pura tiene color blanco y carece de sabor, pero en el jitomate maduro es roja por su contenido de solanorubina a la cual debe el fruto su color característico y que es insoluble y se forma en el último período de la maduración.

Se forman, así mismo, en el fruto maduro, sustancias viscosas cuya función es mantener unidas a las células; son las sustancias pécticas que tienen la propiedad de conferir el brillo y "manteca" a los jugos concentrados obtenidos del fruto maduro.

El color verde, debido a la clorofila, desaparece a medida que la sustancia que le da lugar se transforma en solanorubina.<sup>5</sup>

Presentamos un resumen de los fenómenos principales que ocurren durante la maduración del fruto que nos ocupa:

- a) Desaparición casi total del almidón.
- b) Desaparición casi total de la clorofila.

- c) Disminución de la acidez libre.
- d) Formación de azúcares (solubles).
- e) Formación de sustancias pécticas.
- f) Aparición del color rojo.

Las variaciones en la composición de los frutos durante la maduración son de gran importancia y de tenerse muy en cuenta para determinar el estado de madurez apropiado para obtener derivados con particulares características y cualidades.<sup>42</sup>

| EDAD DEL FRUTO. | AGUA. | PROTEINAS. | ACIDO * |             | CARBOHIDRATOS. |  |
|-----------------|-------|------------|---------|-------------|----------------|--|
|                 |       |            | CITRICO | DEGRADADOS. | ALMIDON.       |  |
| Días.           | %     | G.         | G.      | G.          | G.             |  |
| 14              | 93.2  | 1.2        | 0.3     | 1.7         | 1.1            |  |
| 35              | 94.5  | 0.8        | 0.9     | 2.1         | 0.6            |  |
| Maduro          | 94.5  | 0.7        | 0.4     | 2.6         | 0.1            |  |

\* Los demás ácidos presentes: málico, oxálico, tartárico y succínico, fueron expresados como ácido cítrico.

TABLA 1.5 BASE 100 G.

En la fruta descompuesta se encontraron los ácidos acético, arábigo y láctico.

El contenido medio de pectina determinado en la fruta madura es de 0.17 %.

El contenido vitamínico en 100 g. es el siguiente:

| VIT. A.    | ANEURINA. | RIBOFLAVINA. | AC. NICOTINICO. | VIT. C. |
|------------|-----------|--------------|-----------------|---------|
| 1,000 U.I. | 0.07 mg.  | 0.03 mg.     | 0.35 mg.        | 24 mg.  |

Las semillas secas están constituidas por: 7.5% de agua, 22.% de grasas, 3.85% de nitrógeno, 1.3% de anhídrido fosfórico, 6.3% de cenizas y 6.5% de potasio.

El residuo de un jugo de jitomate de buena calidad está constituido así: 8 a 10% de pulpa y celulosa, 48 a 60% de azúcares reductores, 7 a 10% de ácidos libres, 9 a 10% de cenizas, 6 a 7% de sustancias extractivas no nitrogenadas, y 10 a 12% de sustancias nitrogenadas.

Cuando el jitomate es de mala calidad, o se halla insuficientemente maduro, su residuo presenta un alto contenido de celulosa y de ácidos libres y el porcentaje de azúcares reductores es bajo.

Los minerales contenidos por 100 gramos de jitomate y expresados en miligramos son: K 288, Ca 13, Mg 11, Fe 0.4, Cu 0.1, P 21, S 11, Cl 51 y Na 2.8

La tabla 1.6 (pag. sig.) muestra la variación del contenido alimenticio en el jitomate y sus productos.

#### FACTORES QUE AFECTAN A LA CONSERVACION DE LA FRUTA.

[Para la obtención de productos de calidad, la condición fundamental reside en un adecuado estado de madurez de la fruta al ser recolectada, diferente de la apropiada para el consumo directo de la fruta y para cuyo reconocimiento se ha determinado una serie de índices.]

[Un buen indicador debe ser lo bastante sensible, o dicho de otro modo, tener capacidad para poner de manifiesto pequeñas diferencias en forma práctica y rápida.] Además, de ser posible, tener expresión en una cifra para permitir establecer comparación con las medidas realizadas por otros observadores y en lugares distintos. En el momento de aplicar los índices, debemos tener en consideración que están basados en las reacciones que tienen lugar durante la maduración y al no ser alcanzada simultáneamente, como es natural, nos hace imprescindible la utilización conjunta de dos o tres de ellos. Tampoco debemos olvidar la influencia, sobre la maduración, de numerosos factores de índole particular como microclima, condiciones generales de vegetación, estado sanitario, abonado, etc., cuya valoración únicamente resulta pertinente a través de la experiencia del agricultor.

TABLA 1.6 CONTENIDO ALIMENTICIO DEL Jitomate y sus productos. (BASE: 100 g.)

|   | Agua.<br>% | Cal. | Prot.<br>g. | Gra<br>sa.<br>g. | H. de C.   |            | Ceni<br>za.<br>g. | Ca.<br>mg. | P.<br>mg. | Fe.<br>mg. | Na.<br>mg. | K.<br>mg. | Vit. A.<br>U.I. | Tia-<br>mina.<br>mg. | Ribo-<br>flav.<br>mg. | Nia-<br>cina.<br>mg. | Vit.<br>C.<br>mg. |
|---|------------|------|-------------|------------------|------------|------------|-------------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
|   |            |      |             |                  | Tot.<br>g. | Fib.<br>g. |                   |            |           |            |            |           |                 |                      |                       |                      |                   |
| VERDE.  | 93.0       | 24   | 1.2         | .2               | 5.1        | .5         | .5                | 13         | 27        | .5         | 3          | 244       | 270             | .06                  | .04                   | .5                   | 20                |
| MADURO:   |            |      |             |                  |            |            |                   |            |           |            |            |           |                 |                      |                       |                      |                   |
| Fruto Fresco.                                     | 93.5       | 22   | 1.1         | .2               | 4.7        | .5         | .5                | 13         | 27        | .5         | 3          | 244       | 900             | .06                  | .04                   | .7                   | 23                |
| Cocido o hervido.                                 | 92.4       | 26   | 1.3         | .2               | 5.5        | .6         | .6                | 15         | 32        | .6         | 4          | 287       | 1,000           | .07                  | .05                   | .8                   | 24                |
| Enlatado (sol. y liq.):                           |            |      |             |                  |            |            |                   |            |           |            |            |           |                 |                      |                       |                      |                   |
| Empaque normal.                                   | 93.7       | 21   | 1.0         | .2               | 4.3        | .4         | .8                | 6          | 19        | .5         | 130        | 217       | 900             | .05                  | .03                   | .7                   | 17                |
| Emp. Esp. Dietético.                              | 94.1       | 20   | 1.0         | .2               | 4.2        | .4         | .5                | 6          | 19        | .5         | 3          | 217       | 900             | .05                  | .03                   | .7                   | 17                |
| CATSUP (Embotellada).                             | 68.6       | 106  | 2.0         | .4               | 25.4       | .5         | 3.6               | 22         | 50        | .8         | 1,042      | 363       | 1,400           | .09                  | .07                   | 1.6                  | 15                |
| SALSA PICANTE (Embot.).                           | 68.0       | 104  | 2.5         | .3               | 24.8       | .7         | 4.4               | 20         | 52        | .8         | 1,338      | 370       | 1,400           | .09                  | .07                   | 1.6                  | 16                |
| JUGO:   |            |      |             |                  |            |            |                   |            |           |            |            |           |                 |                      |                       |                      |                   |
| Enlatado o embotellado:                           |            |      |             |                  |            |            |                   |            |           |            |            |           |                 |                      |                       |                      |                   |
| Empaque normal.                                   | 93.6       | 19   | .9          | .1               | 4.3        | .2         | 1.1               | 7          | 18        | .9         | 200        | 227       | 800             | .05                  | .03                   | .8                   | 16                |
| Emp. Esp. Dietético.                              | 94.2       | 19   | .8          | .1               | 4.3        | .2         | .6                | 7          | 18        | .9         | 3          | 227       | 800             | .05                  | .03                   | .7                   | 16                |
| Concentrado enlatado:                             |            |      |             |                  |            |            |                   |            |           |            |            |           |                 |                      |                       |                      |                   |
| Sin diluir.                                       | 75.0       | 76   | 3.4         | .4               | 17.1       | .9         | 4.1               | 27         | 70        | 3.5        | 790        | 888       | 3,300           | .20                  | .12                   | 3.1                  | 49                |
| Diluido con 3 partes<br>de agua, en volumen.      | 93.4       | 20   | .9          | .1               | 4.5        | .2         | 1.1               | 7          | 19        | .9         | 209        | 235       | 900             | .05                  | .03                   | .8                   | 13                |
| Deshidratado:                                     |            |      |             |                  |            |            |                   |            |           |            |            |           |                 |                      |                       |                      |                   |
| Forma seca.                                       | 1.0        | 303  | 11.6        | 2.2              | 68.2       | 3.1        | 17.0              | 85         | 279       | 7.8        | 3,934      | 3,518     | 13,100          | .52                  | .40                   | 13.5                 | 239               |
| Preparado con agua (una<br>lb. forma 1.75 gals.). | 93.5       | 20   | .8          | .1               | 4.5        | .2         | 1.1               | 6          | 18        | .5         | 258        | 231       | 860             | .03                  | .03                   | .9                   | 16                |
| COCTEL DE JUGO (Embot.).                          | 93.0       | 21   | .7          | .1               | 5.0        | .2         | 1.2               | 10         | 18        | .9         | 200        | 221       | 800             | .05                  | .02                   | .6                   | 16                |
| PASTA (Enlatada).                                 | 75.0       | 82   | 3.4         | .4               | 18.6       | .9         | 2.6               | 27         | 70        | 3.5        | 38         | 888       | 3,300           | .20                  | .12                   | 3.1                  | 49                |
| PURE (Enlatado):                                  |            |      |             |                  |            |            |                   |            |           |            |            |           |                 |                      |                       |                      |                   |
| Empaque normal.                                   | 87.0       | 39   | 1.7         | .2               | 8.9        | .4         | 2.2               | 13         | 34        | 1.7        | 399        | 426       | 1,600           | .09                  | .05                   | 1.4                  | 33                |
| Emp. Esp. Dietético.                              | 88.0       | 39   | 1.7         | .2               | 8.9        | .4         | 1.2               | 13         | 34        | 1.7        | 6          | 426       | 1,600           | .09                  | .05                   | 1.4                  | 33                |



[ Los índices comunmente utilizados son: consistencia de la pulpa, coloración de la piel, color de la pulpa, contenido de almidón, ennegrecimiento de las semillas, relación de azúcares/ácidos, desprendimiento del fruto, acidez de la pulpa, contenido de azúcares, jugosidad de la pulpa, etc. ]

Otros factores que se refieren a la cultura agrícola de la población y por tanto a sus costumbres en el cuidado de los cultivos, o también a la ecología, comprenden como fundamentales los del suelo y el clima. Las condiciones culturales están, pues, relacionadas con abonos, trabajos de labranza, riegos, podas, aclareo, tratamiento fitosanitario, etc. Las exigencias del abono para la obtención de un jitomate de buena calidad se resumen en el logro de un equilibrio consistente en una relación adecuada de fertilizantes que se puede conseguir con valores aproximados a 1 : 0.8 : 1.3 para nitrógeno, anhídrido fosfórico y óxido de potasio, sin descuidar pequeñas y controladas aportaciones de Mg. y B.

Condición importante es la de lograr frutos exentos de lesiones producidas ya sea por parásitos animales, por hongos, bacterias, etc. Se consigue mediante el uso apropiado de fungicidas y parasiticidas.

Una vez cosechado, el producto deberá colocarse en bodegas especialmente acondicionadas, a fin de evitar en lo posible su alteración. Ante la posibilidad de que tales lugares se encuentren a grandes distancias de los campos de cosecha, será necesario el transporte inmediato de los productos.

Como la temperatura es uno de los factores que determinan la velocidad de las reacciones químicas y biológicas que pueden causar el desaprovechamiento del producto, se han dedicado grandes esfuerzos para estudiarla. Es tal la influencia de la temperatura, que se ha llegado a asegurar que el período de

conservación de un vegetal está en relación inversa proporcional a los cambios climatológicos. Aún cuando la temperatura afecta en diferente grado al jitomate dependiendo de varios factores (variedad, precocidad, grado de madurez, etc.) se puede establecer en forma aproximada los efectos sobre la calidad o grado de alteración del fruto.

En la siguiente tabla 117 se muestra la velocidad de alteración, la vida útil del vegetal y la pérdida diaria de calidad. Es pertinente aclarar que el término "vida útil" no se refiere únicamente a una pérdida parcial del producto, sino a su alteración con pérdida total de la calidad.

| TEMPERATURA<br>0c | VELOCIDAD RELATIVA<br>DE ALTERACION.<br>UNIDADES. | VIDA UTIL DEL<br>VEGETAL.<br>UNIDADES. | CALIDAD PER-<br>DIDA POR DIA.<br>% |
|-------------------|---|--|------------------------------------|
| 0                 | 1   | 24                                     | 4                                  |
| 10                | 3   | 8                                      | 12.5                               |
| 20                | 6   | 4                                      | 25                                 |
| 30                | 12  | 2                                      | 50                                 |
| 40                | 24  | 1                                      | 100                                |

[ Para obtener un producto de buena calidad es importante que la cosecha se verifique en el tiempo adecuado, esto es, después de que el color claro ha recorrido todos los tonos y un círculo seco aparece alrededor del pedúnculo, y la materia mucilaginoso que envuelve la semilla se ha formado plenamente.

Para el corte, transporte y almacenaje de jitomate destinado a usos industriales debe observarse un trato esmerado. Las cajas deben ser lavadas y restregadas con frecuencia para evitar la reproducción de moho.

El corte del fruto debe realizarse a diario durante la principal temporada de maduración, para evitar, en lo posible,

la cosecha de jitomates no maduros, o bien demasiado maduros. Deben, sin demora, transportarse a la factoría para evitar que sean invadidos por microorganismos. Por la misma razón, los jitomates deben ser utilizados tan pronto como sean recibidos. El éxito en la manufactura de los productos de jitomate se basa en el empleo de una materia prima sana y fresca.]

Cuando se trata de aprovechar jitomates de desecho es indispensable recortar con todo cuidado las partes verdes y las deterioradas; de no hacerlo, influirán mucho en el color y el sabor del producto. La clorofila que se encuentra en los jitomates verdes se transforma en un producto de color café intenso, durante el cocimiento, reduciendo notablemente el color rojo.

[Los jitomates verdes pueden ser conservados, de 1 a 2 meses, a la temperatura de 12 a 16°C y humedad relativa del 85 al 90%. Con respecto a los maduros, para conservarlos de 8 a 10 días se requiere una temperatura de 4 a 8°C, o de 30 a 45 días con temperatura de 0 a 2°C. La humedad relativa, en estos dos casos, es también de 85 a 90%.]

Para la conservación del jitomate hay que conocer una serie de características importantes, por ejemplo: los tomates que se recolectan verdes no maduran a bajas temperaturas; si se les conserva a temperaturas inferiores a las indicadas, habrá que someterlos después a otras más altas. Los tomates maduros toleran las bajas temperaturas mejor que los verdes. Los frutos de media estación se conservan mejor que los tardíos. Los jitomates que entran verdes son más ácidos, menos ricos en azúcar, más insípidos. La conservación y la calidad mejores se obtienen de aquellos tomates que se recolectan con el color virando al rojo y conservados entre 9 y 12°C.<sup>14</sup>

#### EL FENOMENO DE LA MADURACION.

La maduración de los frutos comprende todos aquellos cambios que tienen lugar desde la variación en el color hasta

que todas las características que lo hacen apto para el consumo o la industrialización son alcanzadas. Es obvio que la maduración es una etapa fundamental en la vida del fruto, no sólo en lo referente a su calidad, sino especialmente a su capacidad de conservación.

Aunque las condiciones internas y externas relacionadas con la maduración difieran en las distintas especies del fruto, los cambios más importantes que se producen son básicamente iguales.

Las sustancias acumuladas durante el desarrollo se transforman de manera lenta y progresiva hasta que el fruto alcanza las condiciones de aroma y jugosidad que nos permiten calificarlo como maduro. Los cambios, si bien atenuados, continúan en los frutos conservados en cámara frigorífica y el ritmo con que se producen condiciona su vida potencial en conservación. Estos fenómenos prosiguen hasta que se llega a la disgregación natural del fruto (sobremaduración) o hasta que ocurren desarreglos funcionales (fisiopatías) que provocan la muerte de los tejidos y su rápida descomposición.

El desarrollo de todo el conjunto de reacciones que determinan la maduración, así como el mantenimiento de la actividad celular, necesitan de un suministro de energía y lo obtienen mediante la respiración que es un proceso de oxidación con liberación de energía, absolutamente necesario para una normal evolución de la maduración. De la energía liberada por la respiración sólo una parte es aprovechada por el fruto y la acumula en moléculas para utilizarla posteriormente. El resto se elimina en forma de calor.

Este proceso de oxidación puede tener lugar utilizando el oxígeno del aire (respiración aerobia) o sin él (respiración anaerobia). Esta segunda forma produce menor cantidad de e

nergía, y además conduce a la formación, como productos finales, de alcohol y ácidos orgánicos cuya acumulación excesiva es tóxi- ca para las células y llega a producir su muerte. En el caso de la respiración aerobia se tienen, como productos finales, anhí- drido carbónico y agua. En ambos casos se producen ácidos carac- terísticos de la fruta y hortalizas maduras, como el ácido máli- co en la manzana, el cítrico en la naranja, etc.<sup>14</sup>

La respiración es responsable de un intercambio gaseo- so: consumo de oxígeno y eliminación de anhídrido carbónico. La razón existente entre el anhídrido carbónico producido y el oxí- geno consumido se denomina Coeficiente Respiratorio ( $Q=CO_2/O_2$ ). Cuando el substrato que se quema es un hidrato de carbono, la \_ cantidad de oxígeno consumida es igual a la del  $CO_2$  desprendido y el coeficiente respiratorio es la unidad. En la combustión de grasas y ácidos orgánicos, que son compuestos más oxidados que\_ los anteriores, el coeficiente es mayor que la unidad, mientras en la combustión de las proteínas es menor. El cálculo del coe- ficiente respiratorio nos dará una idea del momento en que se \_ encuentra la maduración al orientarlo sobre el tipo de reacción\_ de oxidación que predomina. Los aparatos usados con este fin se llaman respirómetros.<sup>2</sup>

La velocidad con que se producen los intercambios ga- seosos, es decir la intensidad respiratoria, no sigue un ritmo\_ regular. En el jitomate disminuye progresivamente durante todo\_ el período hasta anularse con la muerte del fruto. La determina- ción de la intensidad respiratoria, al igual que la del coefi- ciente, nos sirve de indicador sobre el grado de madurez.

Los frutos emiten diversos productos volátiles, prin- cipalmente sustancias aromáticas y etileno. La acción del etile- no puede considerarse como del tipo hormonal, no sólo intervie- ne en el proceso de maduración, sino que puede acelerar otros \_

procesos fisiológicos de la planta, por ejemplo la floración.

La acción del etileno y las sustancias aromáticas produce, al acumularse, daños en la epidermis. Esto se puede evitar almacenando el producto en locales ventilados.

#### PRODUCTOS INDUSTRIALIZADOS DEL JITOMATE.

En este fruto, como en las legumbres después de su cosecha, se opera un proceso de transformaciones orgánicas de aceleración variable y que determina las condiciones de aprovechamiento del vegetal. Entre otros factores, son las bacterias, los hongos y los agentes físicos, así como la temperatura y la humedad junto con las enzimasas y diastasas los que regulan la rapidez con que las células vivas de los tejidos vegetales se transforman de materia organizada en materia orgánica.

Han sido estudiados los agentes de transformación y ya es posible controlar, en buena parte, sus consecuencias. [Los métodos dirigidos a ese objetivo buscan que los productos conserven sus principios nutritivos y propiedades organolépticas (color y aroma). Y eliminar todas las causas provocadoras o favorecedoras de la alteración.

Para responder a estas necesidades se han desarrollado los sistemas de enlatado, refrigeración, congelación, preservación y fermentación. Cuales deben aplicarse lo determinan las características de cada uno de los productos, así como el fin específico que se persiga.]

La humedad y las temperaturas convenientes y la presencia de sustancias o de factores contrarios al desarrollo de microorganismos fomentan la vida del vegetal y por tanto, y en particular en el caso que nos ocupa, la conservación se verá favorecida por la desecación absoluta o relativa, temperaturas elevadas y supresión de aire, la acción de bajas temperaturas, y

la presencia de sustancias tóxicas para los microorganismos.

[El control de los agentes, en forma singular o combinados, determina las prácticas industriales para la conservación del jitomate. Dentro de ellas tenemos:

a).- Esterilización a altas temperaturas en envases herméticamente cerrados.

b).- Deseccación artificial o natural.

c).- Utilización de bajas temperaturas estrictamente reguladas.

d).- Uso de antisépticos.

Considerando tales prácticas, se han obtenido los siguientes productos industrializados:

1.- Jitomates enteros empacados.

2.- Jugo de jitomate.

3.- Concentrados de jitomate:

a).- Salsas no condimentadas.

b).- Concentrado simple.

c).- Concentrado doble.

d).- Concentrado triple.

e).- Concentrado séxtuple.

4.- Salsas condimentadas:

a).- Dulces (Catsup)

b).- Picantes.

5.- Polvo de jitomate.

Como productos secundarios es posible obtener alimento para ganado, vinagre, y aceite. }

#### CONTROL QUIMICO Y MICROSCOPICO DE LOS PRODUCTOS DERIVADOS.

Dentro de los métodos de inspección de calidad de los derivados del jitomate, se investiga sobre los elementos que pueden dar idea sobre la calidad comercial del producto. Son u-

tilizadas tres pruebas: examen organoléptico, examen químico y examen microbiológico.

Dentro de los caracteres organolépticos nos interesan especialmente el color, el sabor, la textura, la homogeneidad y la fineza.

El color de los jugos y concentrados de buena calidad oscila entre el rojo granate y el rojo granate intenso, a medida que la concentración aumenta. La determinación del color nos da la pauta sobre el estado de madurez de la materia prima, del cuidado durante el proceso de elaboración y del estado de conservación del producto. Esta determinación se hace por medio de un colorímetro. En el de Emmanuelle-Mauri se precisa el porcentaje de cada uno de estos tres colores: rojo, amarillo, negro. En el de Munsell se tiene en cuenta: 1.- la intensidad del color, 2.- el matiz o tinte y 3.- la brillantez. El espectro del aparato está dividido en 10 matices que van del rojo hasta el púrpura rojizo. A su vez, cada matiz se halla dividido en una escala del uno al diez.

En los buenos concentrados de jitomate ha de exigirse un mínimo de 40% de rojo y no más de un 10% de anaranjado, color que aumenta en los productos del fruto no bien maduro; el negro depende de defectos en el proceso de elaboración.

La determinación del olor y el sabor se hace por comparación con el fruto fresco. Según la similitud se clasifica en bueno, normal y anormal.

En cuanto a la textura, se determina no sólo la viscosidad, sino también el grano y la brillantez. Como factores de la textura intervienen la cantidad de sustancias péctica, mucilaginosas, azucaradas y celulósicas, así como la dimensión de los fragmentos de esta última.

La homogeneidad y la fineza se determinan prácticamen



te comprimiendo una pequeña cantidad entre dos portaobjetos hasta reducir el producto a una capa muy fina. Se puede apreciar así la presencia y el número de fragmentos de piel y de otras impurezas.

Por medio del análisis químico se determinan:

- 1.- Sólidos totales. Por evaporación de 5 g. del producto.
- 2.- Sólidos insolubles. Sobre 20 g. de la muestra repetidamente lavada con agua caliente, centrifugada y decantada (basta con 4 o 5 veces) se deseca a 100°C. el residuo insoluble y se pesa.
- 3.- Sólidos solubles. El dato se obtiene por diferencia entre los sólidos totales y los insolubles.
- 4.- Cenizas. Sobre 10 g. de la muestra.
- 5.- Alcalinidad de las cenizas. Expresada por el número de ml de ácido 1 N requeridos para neutralizar 100 g. de la muestra.
- 6.- Cloruros. Expresados como Na Cl.
- 7.- Azúcares reductores. Sobre 20 g de la muestra tratados con subacetato de Pb y diluidos a 200 ml. Filtrar y determinar por el Fehling.
- 8.- Azúcares totales. 50 ml del filtrado anterior, invertirlos con HCl, neutralizar, aforar a 100 ml y determinar por el Fehling. Expresar en azúcar invertido.
- 9.- Sacarosa. Por diferencia entre los azúcares totales y los azúcares reductores. El dato se multiplica por 0.95.
- 10.- Acidez total. Sobre 5 g de la muestra con solución de NaOH 0.1 N y fenolftaleína. Expresar el resultado en ácido cítrico, multiplicando por 0.007.
- 11.- Acidez volátil. Destilar 100 ml de extracto acuoso al 10% igual que para los vinos. Expresar el resultado en ácido acético multiplicando por 0.006.
- 12.- Acidez fija. Por diferencia.

El examen microbiológico (microscópico) revela la pre

sencia de microorganismos en el producto. El método más empleado es el de Howard que consiste en el recuento de mohos, esporas, levaduras y bacterias.<sup>24</sup>

Con el uso de este método, el Departamento de Agricultura de los E.E.U.U. acepta la existencia de mohos en un máximo del 40% de los campos examinados, en el catsup, salsas picantes, puré y pasta de tomate. Para la pulpa, el límite es el 20%. Las esporas y levaduras no deberán exceder de 125 por 1/60 ml. El número de bacterias tolerable es 100.000.000 por ml.

El uso de materia prima en mal estado, o la falta de higiene en el proceso, son detectados, o mejor dicho señalados, por la presencia de grandes cantidades de mohos. En lo que corresponde a lo excesivo del número en levaduras, esporas y bacterias, será indicativo de fermentaciones que pueden haber ocurrido en el almacenamiento de la materia prima o por demoras en algún paso del proceso.

El pelado y el descorazonado del jitomate eliminan dos fuentes importantes de microorganismos y lógicamente hacen descender las cifras en el recuento microbiano. La concentración del producto también influye, en relación directa, en la cantidad de microbios.

Howard determinó la existencia de una estrecha relación entre el porcentaje, en peso, del fruto podrido y el recuento de mohos. El 40% de campos con mohos indica un 2.2% de tomate podrido. Con menos de 1% los recuentos de mohos son bastante bajos. En cuanto a las bacterias, levaduras y esporas, ese mismo 1% de fruto podrido estaría indicado por un recuento de 15.000.000/ml. Por cada 1% en peso de aumento en jitomate podrido, habrá un aumento de 20.000.000/ml en bacterias.<sup>7:23</sup>

## PROCESOS DE INDUSTRIALIZACION DEL JITOMATE.

### TOMATES ENTEROS EMPACADOS.

[Puede usarse el jitomate completamente al natural, es decir con piel, aunque su mercado hace tiempo que viene en constante descenso, por lo que es preferible usarlo sin piel, forma que cada vez tiene mejor aceptación.

El jitomate para empacar debe tener las siguientes características: moderadamente grande y liso, a fin de facilitar el pelado, uniformemente maduro, de color rojo intenso, con abundante cantidad de carne y buen sabor. Se debe desechar las variedades de forma irregular, de piel arrugada, de cavidades grandes, de carne muy blanda, de pulpa amarilla o purpúrea, porque unos significan pérdida en la elaboración y los otros son de apariencia poco atractiva.]

Entre las variedades más encomiadas para el empaque de unidades enteras podemos citar: el San Marzano que es de tamaño reducido, pulpa consistente y lisa; los Stone, Ace, Marglobe, Perfection Favorite, Indian River, Red Rock, que son variedades de fruto grande y liso.

[En cuanto a las condiciones para cosecharlo, debe tener buen tamaño, color rojo intenso alcanzado hasta la zona colindante con el pedúnculo y sabor completamente desarrollado. Ha de procurarse que el jitomate cosechado no quede expuesto a los rayos solares, se evita así su sobremaduración y el ataque de microorganismos.

Una vez cosechados, los frutos se colocan en cestas o en cajones que deben tener poca profundidad y no llevar más de

20 kg. netos del producto, a fin de evitar que los frutos sean aplastados durante el transporte, o rotos, provocando así focos de infección en la materia prima. Es conveniente también, si el lugar de producción está muy lejos de la fábrica, que el jitomate sea arrancado con un trozo de pedúnculo de unos 2 o 3 cms. para reducir el peligro de infecciones que, por lo general, penetran por la inserción del pedúnculo.

Una vez en la fábrica, se pesa y se retiran muestras para determinar las distintas proporciones de frutos maduros, verdes, podridos o picados, a fin de efectuar el pago conforme a la clasificación.

Dado que el jitomate se altera rápidamente, debe ser industrializado lo más pronto posible; de no hacerlo así, se almacenará en lugares frescos y sombríos, o mejor aún en cámaras frigoríficas.

El equipo de trabajo es variable, según las necesidades y el volumen de la fábrica. La maquinaria esencial consta de un lugar para la selección de materia prima, un lavador, un escaldador a vapor, una mesa de pelado y otra de llenado, un exhaustor de aire, una cerradora, un esterilizador y un enfriador. En primer lugar, es necesario hacer una primera selección de los jitomates separando los de tamaño excesivo, forma irregular, coloración verde en sus extremos, manchados, demasiado maduros, etc., los cuales serán destinados a la elaboración de pulpa. Esta inspección se lleva a cabo en mesas especiales construidas con un mecanismo de rodillos de manera que la fruta, al avanzar, da vueltas constantemente exponiendo diferentes caras. Se puede utilizar también transportadores hidráulicos de unos 15 m. de largo donde los jitomates son conducidos por una corriente de agua que se hace circular por medio de una bomba. De esta manera, los frutos son suavemente transportados y al mismo

tiempo reciben un lavado preliminar que elimina gran parte de lo sucio y afloja otra facilitando el trabajo a la lavadora.

La operación de lavado tiene gran importancia, cualquiera que sea el destino del jitomate. Hay, para lavar, maquinaria de varios sistemas. Por lo común, los frutos pasan por una prelavadora que los remoja y eleva por medio de un transportador en plano inclinado donde, por medio de espreas, reciben una lluvia de agua limpia. Existe un tipo de lavador rotatorio constituido por un cilindro de barras, o también de hierro galvanizado perforado, donde la fruta es sometida a la acción del agua. Este sistema está indicado sobre todo para el jitomate destinado a la preparación de pulpa o de salsas. Otro sistema está formado por un transportador que lleva los jitomates a una cámara, allí se encuentran espreas de arreglo determinado que despiden agua a una presión de 136 a 159 kg/cm<sup>2</sup> de manera que, no arrastra solamente partículas de polvo y gérmenes, sino arranca también zonas con podredumbre que pudieran existir.

Debe hacerse notar que el agua para el lavado ha de ser constantemente renovada. De lo contrario, será más la suciedad agregada que la eliminada. Después del lavado, los jitomates pueden otra vez ser seleccionados para asegurar la eficacia de esa operación.

El escaldado tiene por objeto facilitar la eliminación de la piel que, como es muy fina, al ser sometida a la acción del vapor o del agua caliente durante un breve período, se contrae separándose de los tejidos. El tratamiento, cuya duración debe ser únicamente la precisada para el efecto deseado, va seguido por un lavado con agua fría que, además de cambiar la temperatura al producto, ayuda a la operación del pelado. El escaldado puede hacerse, como hemos apuntado, de dos maneras: con agua caliente, o con vapor. El primer método, aunque más e-

conómico en combustible y de mayor eficacia en la eliminación de la piel, tiene el inconveniente de que muchas veces la temperatura desciende con la entrada del producto frío, obligando a una prolongación del tratamiento y como consecuencia el producto se calienta y ablanda. Por otra parte, el agua se ensucia frecuentemente y requiere ser renovada a menudo. El tratamiento a vapor se hace en cámaras herméticamente cerradas donde hay cañerías que proyectan finos chorros de vapor a presión, por arriba y por abajo, mientras el jitomate va pasando por medio de un transportador. A la salida recibe un chorro de agua fría. El tiempo de escaldado cambia, según el estado de madurez del fruto y su variedad. Para el tratamiento con agua caliente, el tiempo de duración oscila entre 60 y 90 segundos; para el escaldado a vapor varía entre 15 y 60 segundos.

Recién se ha patentado un escaldador que consta de 4 compartimientos. En el primero, el jitomate se somete a la acción del vapor a 5 libras de presión. En el segundo, recibe un chorro de vapor sobrecalentado a 260°C. y a 10 libras de presión. El tercero tiene iguales características que el primero. En el cuarto recibe un chorro de agua fría a presión que lava y elimina la piel desintegrada.

Hay en el mercado, para esta operación, equipos capaces de trabajar de 12 a 16 toneladas de jitomate/hr. Constan de tres secciones: lavadora, seleccionadora y escaldadora. La sección de lavado está formada por un transportador que se extiende a lo largo del equipo. El jitomate cae aquí en la sección de remojo donde es mantenido un nivel constante de agua para amortiguar los golpes al fruto que, después, es sometido a un tratamiento con agua a presión para quitarle por completo la suciedad. De allí, va a la sección selectora, sobre el mismo transportador, en un avance automático que, sin ser tocado, permite

inspeccionarlo mientras, al mismo tiempo, el agua que queda del lavado escurre y es recogida en una bandeja. Por último, pasa al escaldado a vapor, de iguales características a las ya anotadas renglones antes.

No es la eliminación de la piel el único propósito de la operación de pelado, pues, también en ella, se extirpa el corazón o centro sin abrir las celdas de la semilla. Este procedimiento se puede realizar usando mesas transportadoras provistas de tres bandas. En la central, entra el jitomate que viene de la escaldadora y de allí es tomado por el obrero para ser pelado. Los desechos son volcados directamente en los vertederos que los descargan sobre la banda inferior cuyo avance es en sentido opuesto al de la superior sobre la cual se coloca el jitomate ya limpio para su transporte a las empacadoras. El pelado es manual y se usan cuchillos especiales.

La pérdida por concepto de pelado oscila, en frutos bien lisos, alrededor del 20% y en los no lisos se pierde hasta un 40%. Se ha tratado de mecanizar esta operación, pero hasta a hora no se ha tenido éxito. Los desechos del pelado se aprovechan en la producción de puré, dado que llevan adherida gran cantidad de extracto.

[El llenado se puede hacer de dos maneras: con o sin adición de jugo o de agua. En el caso de empacar jitomate solo irá entero, en estado firme, coloreado de manera uniforme; los frutos se miden con un recipiente un poco más grande que la lata de empaque a la cual son obligados a entrar por medio de un émbolo. En algunos casos, le es agregada una pequeña cantidad de una mezcla de sal y azúcar con el propósito de exaltar su gusto; en otros, se le añade únicamente una pizca de sal fina, bien seca.

[En la otra forma, los intersticios dejados por el ji-

tomate se llenan con un líquido que puede ser su propio jugo, una salmuera, o simplemente agua. En tal caso se utilizan por lo general frutos más pequeños, o bien con algunos defectos de color y textura. El jugo o puré agregado proviene de los residuos del pelado. Se obtiene así un producto de buen grado alimenticio y más económico, siempre y cuando no se exagere la cantidad de líquido agregado.<sup>8</sup>

El jitomate enlatado requiere una buena preesterilización para prevenir hinchazón en los empaques, así como para atenuar el gusto amargo que toma a veces como consecuencia del ataque del hierro del envase. Por lo tanto, es aconsejable una preesterilización de 6 minutos a 83°C. Es pertinente también comprobar la temperatura del centro del envase, por lo menos debe alcanzar 55°C. y será mejor si llega a los 70°C.

Una vez cerrados, se someten a la esterilización relativamente fácil de conseguir en razón de ser el jitomate un producto de buena acidez. El tiempo de esterilización por medio de temperatura varía en todos los casos, según la consistencia del producto y el volumen del envase, pero, como norma general, para una buena esterilización se considera indispensable que el producto alcance en el centro por lo menos 88°C., aunque algunos conserveros aconsejan llegar a 93°C. Por lo general, los envases del jitomate son de la capacidad siguiente: 310 g (N° 1). 870 g (N° 2.5). 1,025 g (N° 3) 3,200 g (N° 10). La diversidad de tamaños hace variar también el tiempo de esterilización. Para las autoclaves continuas rotativas el empleo del tiempo es:

| ENVASE.    | TEMPERATURA °C. | TIEMPO EN MINUTOS. |
|------------|-----------------|--------------------|
| N° 1       | 100             | 30                 |
| N° 2.5 y 3 | 100             | 15.5               |
| N° 10      | 100             | 25                 |

Después de la esterilización, es importante proceder\_



inmediatamente a enfriar los envases; de lo contrario, el color y el sabor resultarán afectados por el exceso de calentamiento. En tales casos, el jitomate presenta una estructura deformada, apelmazada, apareciendo el conjunto con aspecto caldoso, de un color tirando a castaño, de gusto astringente y con el interior de la lata de aspecto galvanizado.<sup>2,6</sup> ]

El enfriado puede hacerse con sistema de lluvia o, mejor aún, por inmersión en máquinas rotativas a temperaturas inferiores a 50°C., para evitar el desarrollo de algunas bacterias termófilas que resisten las temperaturas de 93°C. y que se reproducen bien a 50-55°C.

#### JUGO DE JITOMATE. ✓

El jugo se preparaba en un principio a base del líquido obtenido de la filtración de la pulpa; más tarde, se sustituyó por el jugo integral, esto es, conteniendo las sustancias solubles e insolubles del jitomate, con exclusión de la piel y las semillas. Se define como "el producto pasteurizado, no concentrado, que consiste en el líquido con la porción de pulpa correspondiente, obtenida del tomate maduro exprimido, con la aplicación de calor o sin él y con la adición o no de sal." Su valor alimenticio no depende únicamente de sus componentes energéticos, sino esencialmente de las vitaminas y la presencia de algunas sales inorgánicas que, según varios autores, tienen notable influencia sobre los procesos de metabolismo. En el jugo de jitomate encontramos agua, ácidos orgánicos, azúcares, celulosa, sales minerales y sustancias colorantes, vitaminas.

Los frutos para la preparación del jugo deben ser sanos, bien maduros, de buen color rojo intenso, pulpa de color uniforme y harinosa a la vez que jugosa, y libres de enfermedades. Un factor importante, después del color, es el gusto no ex

cesivamente dulce y de buena acidez para dar al producto un rico sabor. Además, la consistencia no debe superar los límites en los cuales se encuentran normalmente los líquidos empleados como bebidas. El jugo debe también poseer esa fragancia agradable que sólo puede tener un fruto fresco y maduro, y en su gusto no debe haber el característico del pedúnculo. Las partes sólidas del fruto deben mantenerse en suspensión en el líquido, de modo que no aparezca una parte líquida amarilla y un depósito rojo. Debe contener una cantidad razonable de sal, e íntegramente las vitaminas del jugo fresco. Este último punto es de particular importancia, pues uno de los problemas más difíciles es el de prevenir la oxidación de la vitamina C.

Las características mostradas en la tabla siguiente (2.1) fueron obtenidas de 30 muestras diferentes de jugo de jitomate comercial. Se dan valores promedios para dos diferentes temporadas.

| CONSTITUYENTES.  | 1a TEMPORADA. | 2a TEMPORADA. |
|--|---------------|---------------|
| Sólidos totales %  | 6.54          | 6.63          |
| Sólidos totales, sin sal %                                   | 5.81          | 5.85          |
| Sólidos solubles %   | 6.17          | 6.33          |
| Sólidos solubles, sin sal %                                  | 5.44          | 5.55          |
| Pulpa %  | 0.41          | 0.33          |
| Ceniza, sin sal %  | 0.33          | 0.44          |
| Cloruro de sodio %   | 0.55          | 0.56          |
| Índice de Refracción (a 68°F.)                               | 1.3424        | 1.3427        |
| Índice de Refracción corregido para sal                      | 1.3413        | 1.3413        |
| Lectura en el Refractómetro de Inmersión a 68°F              | 39.2          | 39.8          |
| Lectura en el Refractómetro de Inmersión, corregida para sal | 35.9          | 36.4          |
| Gravedad específica, 68°F.                                   | 1.0279        | 1.0282        |
| Gravedad específica corregida para sal                       | 1.0233        | 1.0231        |
| Acido acético  | 0.66          | * 0.76        |
| Acidos fijados   | 67.5          | * 77.21       |
| Acido fijo como ácido málico                                 | 0.45          | 0.52          |
| Azucar reduc. después de inv.                                | 3.12          | 3.21          |

\* En ml. de sosa 0.1 N para neutralizar el ácido de 100 g

El procesamiento implica las siguientes operaciones: lavado, escaldado, extracción del jugo, desaeración, homogeneización, llenado y esterilización.

Un lavado cuidadoso es necesario para eliminarle las impurezas y la tierra adheridas, así como hongos y toda clase de microorganismos que pudieran haberse desarrollado en el fruto. Para esta operación se utilizan las máquinas anteriormente descritas. (Jitomates Enteros Empacados).

Algunos fabricantes, además de las partes malas del fruto, eliminan el corazón porque comunica al jugo un mal sabor y aporta clorofila que, con el calor, se vuelve de color castaño y da mala apariencia al producto.

El escaldado se efectúa antes de exprimir, aunque algunos fabricantes no lo practican. Una forma consiste en calentar el jitomate con vapor vivo durante uno o dos minutos, tiempo suficiente para escaldar la piel y la pulpa superficial. En otra, se calientan los jitomates aplastados hasta aproximadamente el punto de ebullición antes de exprimirlos. Se recomienda un tiempo de escaldado de uno a tres minutos. El jugo obtenido de jitomates escaldados tiene mejor gusto y mejor consistencia, no se separa con tanta facilidad la parte líquida de la sólida, ventaja de tomarse en cuenta sobre todo cuando se envasa en botellas.

Una vez lavado y escaldado, el jitomate pasa a las trituradoras o exprimidoras. Las hay de varios tipos, pero deben estar hechas de algún metal que no afecte el sabor ni el color del jugo. Uno de estos aparatos es la supertrituradora que reduce el jitomate a la forma líquida o semilíquida, separando la corteza semillas y centro mediante cribas de diferente diámetro de orificio. Se tiene después el tipo de supercoladora o refinadora en la que el jugo es pasado por una malla más fina pa-

ra separar los desechos que pudieran haberse pasado de la trituradora. Por último, tenemos [el superexprimidor que, en lugar de emplear el sistema de paletas o centrífugo, utiliza el sistema de gusano evitando la destrucción de la vitamina "C" por exceso de oxidación. La extracción se practica mediante un tornillo giratorio rodeado de una criba ajustada por la cual se cuela el jugo. La densidad se regula fácilmente mediante el ajuste del tornillo situado en el extremo de descarga de la máquina. Puede obtenerse entre 114 y 142 litros de jugo precalentado y triturado por hora. Para evitar que el extractor exprima partes no maduras, así como los pedúnculos que pudieran haber quedado, es conveniente reducir el rendimiento de jugo a un 70 u 80%. ]

Como el jugo obtenido contiene cierta cantidad de aire, la desaereación se lleva a cabo por medio de aparatos que pueden ser continuos o discontinuos. Puede instalarse un recipiente de altura regulable donde se recibe el jugo extraído. De allí, se hace pasar a una columna en la cual se efectúa el vacío que hace ascender el jugo a otro depósito, ya desaereado y listo para su homogeneización.<sup>2</sup>

[ Al pasar el jugo por el homogeneizador, la celulosa del jugo natural se reduce a fragmentos pequeñísimos. Esta operación, cuyo objeto es evitar la separación de las partes líquida y sólida del jugo, se logra proyectándolo a una presión entre 300 y 400 atm. contra una placa, a fin de producir la ruptura buscada. La presión empleada varía según el tipo de jitomate, la temperatura del jugo, y su mayor o menor acidez. Cuanto más elevada sea la temperatura y más bajo el grado de acidez, tanto menor deberá ser la presión. ] Al homogeneizarlo, se provoca un aumento de consistencia en el producto y por esa razón, si la cantidad de pulpa presente es normal, el jugo obtenido después de esta acción es demasiado espeso para ser usado como bebida. ]

Si por el contrario, se deja sólo la cantidad de pulpa suficiente para obtener un jugo homogeneizado de consistencia adecuada, resulta deficiente en Vitamina A. Otro problema de esta operación es la reaereación del jugo que altera el sabor y afecta a la Vitamina C. [La homogeneización es pertinente en los envases de vidrio, e innecesaria en la lata.]

[ Antes de proceder a llenar los envases, el jugo se somete a calentamiento a la temperatura de 93°C., hasta que cese la producción de espuma. Durante esta operación puede agregarse sal y azúcar para exaltar el gusto del jugo; en tal caso, se usa 0.5% de sal y 1% de azúcar. Algunos conserveros suelen hacer dicha adición directamente al envase en forma de píldoras o de pequeñas medidas de sal fina granulada, después de pasar por la máquina llenadora. Otros, no hacen adición alguna de sal, efectúan combinaciones de jugos, en proporción previamente establecida, a fin de obtener el sabor deseado.<sup>5</sup> ]

Se puede hacer todavía un último filtrado.

Si en el calentamiento el jugo ha sido llevado a temperaturas de 96°C., o más, durante 4 minutos, y es embotellado a no menos de 83°C. se admite que, una vez tapado el envase, basta con invertirlo durante 3 minutos para esterilizar el cierre. Sin embargo, conviene tomar mayores precauciones y prevenir así alteraciones por defectos en la esterilización. Aun es prudente una preesterilización durante 6, 12, o 15 minutos dependiendo de la capacidad del recipiente.

Es posible que se presenten alteraciones causadas por las bacterias esporógenas resistentes que se desarrollan durante la noche en la maquinaria a causa de una higiene defectuosa; para reducir el riesgo de infección, se recomienda lavar la maquinaria antes y después del trabajo. Esas alteraciones se caracterizan por el olor a ácido fénico debido principalmente al

desarrollo de bacterias termófilas (*B. Termoacidurans*, *Clostridium Pasteurianum*)<sup>13; 24; 44</sup>.

### CONCENTRADOS DE JITOMATE.

El uso de estos productos para la preparación de salsas, condimento, etc., ocupa uno de los más importantes renglones en la industria del jitomate. Son el resultado de la concentración a distintos grados del jugo integral de jitomate al que se ha eliminado la piel, el corazón, y las semillas.

Los frutos utilizados como materia prima en esta industria deben ser de piel lisa, sin arrugas, y han de tener una cavidad peduncular lo más plana posible para evitar que se desarrollen en ella microorganismos. El color debe ser rojo intenso, la pulpa firme, la maduración uniforme, y las cavidades de las semillas pequeñas. El tamaño no es un factor importante, pues los jitomates no se pelan. Entre las variedades más indicadas se encuentran el San Marzano, Norton, Stone, etc.

Los cuidados y el tipo de transporte deben ser más esmerados que en los casos anteriores, puesto que el fruto no se pela.

La preparación de los jugos destinados a elaborar concentrados se inicia con un lavado por inmersión. Los jitomates caen a un recipiente donde sufren un remojo a fin de ablandar las impurezas adheridas. De allí, un elevador los toma y pasa al lavador que puede ser de cualquier sistema, siempre que tenga provisión abundante de agua y una buena presión. Un lavado por agitación no desprendería los mohos de las cavidades del tallo, por eso conviene que el lavador tenga chorros de agua a presión elevada, entre 4 y 30 kg/cm<sup>2</sup>. Se elimina así gran cantidad de moho y además una pequeña porción de pulpa blanda o putrefacta.

PROCESO PARA LA ELABORACION DE JUGO DE JITOMATE

Hoja

En la selección, la velocidad de los transportadores debe ser limitada a 7.5 m/min. El jitomate no habrá de cubrir un área mayor de la mitad de la cinta transportadora para que los frutos tengan suficiente espacio libre para sus giros. Como ~~antes hemos explicado~~, esta operación puede llevarse a cabo a mano, o por medio de transportadores de rodillos que, por fricción, hacen girar automáticamente a los jitomates. Si el trabajo es en mesas (manual) un hombre puede seleccionar de 135 a 225 kg/hr.; en cintas transportadoras, ese rendimiento oscila entre 550 y 680 kg/hr. Con un transportador de 0.45 m. de ancho, movido a 7.5 m/min., 6 hombres pueden seleccionar en 8 horas de 28 a 30 toneladas.

El porcentaje de frutos podridos que se descarta varía según las condiciones de trabajo del productor, cuidado del cultivo y de la cosecha, transporte, etc. <sup>Secree</sup> Creemos conveniente mencionar aquí la posibilidad de obtener algún provecho de los jitomates averiados sacando, con cuidado, las partes sanas. Debe eliminarse, además de las partes alteradas, toda la pulpa de la zona adyacente por el riesgo de que hubiera tomado sabor degradable. Esto influiría sobre la calidad del producto final y aun sobre su buena conservación.

Otra práctica para reducir el contenido de mohos e insectos consiste en el descorazonamiento ya que, por lo general, esas alteraciones se encuentran en la zona contigua al pedúnculo.

Para la obtención de la pulpa el jitomate va primero a un separador de semilla constituido por dos cilindros. Al pasar el fruto entre ellos y ser machacado, deja caer el jugo y las semillas sobre un plano inclinado; pasa después por un tamiz horizontal que tiene un movimiento de rotación alrededor de su eje; las semillas son separadas por medio de espátulas de go

ma y el jugo va a mezclarse con los obtenidos en la trituradora compuesta de un cilindro sobre el cual están asentados varios dientes que giran dentro de una camisa para disgregar la pulpa que, con los jugos que vienen de la separadora de las semillas, pasa a un precalentador. De esta manera se obtiene un mayor rendimiento de la pulpa, y también un enriquecimiento en gomas y pectinas que aumenta la viscosidad y atenúa la tendencia a la separación del jugo y la pulpa. Por otra parte, gracias a la temperatura alcanzada en este precalentamiento (65°C.) mueren muchos microorganismos e insectos, mejora el color y se protege de la oxidación la Vitamina C.

El jugo pasa a una tamizadora provista de una criba de 0.9 mm. de diámetro en los orificios a fin de separar restos de piel y semillas que pudiera haber arrastrado. Esta operación se repite en la refinadora donde la malla del tamiz se ha estrechado a 0.7 mm.

De allí cae a los depósitos construidos en material inatacable, de forma redondeada, con una válvula de descarga para facilitar su lavado, y con volumen no mayor de un metro cúbico para impedir una larga permanencia.

La acción siguiente consiste en evaporar hasta conseguir el grado de concentración deseado. Hay diferentes tipos de concentradores. Las pailas abiertas construidas en madera, o en cobre estañado, o en acero inoxidable, o en vidrio, calentadas con un doble fondo a vapor o por medio de serpentines que logran un calor más uniforme y reducen el recalentamiento de la pulpa. Estos aparatos tienen el inconveniente de que los azúcares se caramelizan parcialmente, y la materia colorante se oxida y oscurece cambiando al castaño. En cuanto al material, la madera se halla en desuso por la dificultad de su higiene; el cobre, además de ser caro, afecta el color; quedan el acero vi-



driado que, por la lisura de su superficie, se presta para una buena limpieza, además de que su esmalte no es soluble en el jugo y, por último, el acero inoxidable cuya resistencia a la corrosión lo hace particularmente indicado, no sólo para los evaporadores, sino para toda la línea de aparatos utilizables en la industrialización del jitomate.

Los concentradores al vacío, cuya principal ventaja consiste en que la temperatura de ebullición es reducida abajo de los 70°C. y con ello se evita la caramelización de los azúcares, así como el cambio de color, y como resultado el buen sabor se conserva. Estos concentradores son de tres tipos: de bola, a termocompresión, y de múltiple efecto. El primero de ellos es el más usual y está constituido por un recipiente más o menos esférico, terminado en forma cilíndrica en su parte superior. Dentro de esa "bola" se hace el vacío por medio de una bomba hidroneumática acoplada a un condensador de vapor. Sus paredes deben ser de material resistente, especialmente en la parte inferior donde debe resistir la presión ejercida por el vapor desde dentro de la chaqueta, y la presión del vacío formado dentro de la cámara. El calentamiento se logra con una corriente de vapor a través de la chaqueta. El fondo de la bola, por lo general, es de cobre estañado o plateado.

En la actualidad, se ha tratado de mejorar el sistema de bola, dada la insuficiencia de la cámara de vaporización en la cual el jugo, a causa del vacío, entraba en ebullición tumultuosa produciendo gran cantidad de espuma que invadía la cámara de condensación. Ha sido aumentada la altura en la cámara de evaporación interponiendo un anillo cilíndrico entre las dos semiesferas. Las bolas están provistas de un orificio de descarga en su parte inferior, otro en la parte superior de la entrada de jugo, un medidor de vacío, un sacamuestras, un agitador, y

un hoyo-hombre para poder efectuar la limpieza. La temperatura de concentración en estos aparatos oscila entre 50 y 60°C. La poca capacidad es su mayor inconveniente y obliga a instalar varios en paralelo; se calcula que una bola de 1.3 m. de diámetro evapora de 600 a 700 Kg/hr.

El concentrador a termocompresión se usa cada vez más y consta de un calentador de banco de tubos pequeños por donde, continuamente, circula el líquido favorecido por el vacío, mientras una porción se evapora. Los vapores y gases comprimidos son parcialmente expulsados mediante un sistema de condensador y bomba, mientras otra parte, con ligera compresión, es aspirada. Este vapor a presión y temperatura elevada penetra en la cámara de calentamiento, allí se condensa evaporando una cantidad igual de vapor a 100°C. retomado también en parte por el termocompresor, en tanto que otra pequeña parte es evacuada hacia el exterior. El gasto de energía necesario para concentrar una cantidad dada de jugo es directamente proporcional a la diferencia de presión entre el vapor de calentamiento y el vapor de ebullición, es decir a la diferencia de presión del vapor antes y después de la compresión. Esto da como resultado que la evaporación se efectúa con un gasto muy reducido de vapor reportando, por consiguiente, una gran economía de combustible (un kg de vapor a 100°C. evapora 9 kg. de agua.)

Los concentradores de múltiple efecto están compuestos por una serie de evaporadores que se comunican entre sí, de manera que el vapor producido en ellos sirve para calentar el líquido en el siguiente. La temperatura disminuye progresivamente del primero al último y pueden ser cuando más cuatro o cinco. También se establece una diferencia de presión por medio de una bomba para realizar un vacío progresivo del primero al último de los evaporadores. Consecuentemente, el punto de ebullición

desciende en cada efecto, y el calor aplicado para vaporizar el líquido del primero se usa para calentar los efectos siguientes. En la industria del concentrado de jitomate se ha utilizado el sistema de doble efecto. El jugo fresco es concentrado a un vacío de 70 cm de Hg hasta una relación 1:2. Pasa en intervalos regulares a las bolas donde, a un vacío menor (60 cm de Hg) se termina la concentración.

El vacío se puede producir de varias maneras: a).- Por medio de bomba de vacío húmeda; b).- con bomba de vacío seca; c).- con bomba a chorros de agua.

En el primer caso, la bomba consta de un pistón de gran diámetro que absorbe los gases y el vapor de agua condensado, así como el agua del condensador del vapor que sale en la caldera. En estas bombas se obtiene un vacío de 66 cm de Hg.

La bomba seca es rotativa y de gran velocidad, trabaja en un baño de aceite mineral y tiene un condensador interpuesto entre ella y el evaporador, para que absorba solamente el aire y los gases incondensables. Con esta bomba y un condensador barométrico se puede alcanzar un vacío de 71 cm de Hg y un poco más.

El último tipo de bomba consta de un chorro de agua que arrastra el aire y los otros gases produciendo un vacío que varía con la temperatura, volumen y presión del agua usada; estas bombas son menos eficaces que las anteriores.

Los condensadores son, también, de diferentes tipos: de lluvia, de serpentín, y barométricos. En este último, el agua refrigerante y el vapor que se debe condensar circulan a contracorriente; el aire y el gas que se desprenden de la sustancia son extraídos por la parte superior del condensador mediante una bomba seca. El agua y el vapor condensado son descargados hacia la parte inferior a través de un tubo sumergido en

un pozo de agua.

Durante la concentración, es necesaria una constante vigilancia para evitar la formación de espuma y que la pulpa se pegue en el evaporador. Algunos fabricantes agregan, con este propósito, una pequeña cantidad de aceite vegetal, aunque la espuma puede evitarse regando pequeñas cantidades de agua sobre la superficie de la pulpa de cuando en cuando. Durante los primeros períodos del calentamiento, se debe sacar el agua de condensación del doble fondo a fin de favorecer la operación. Ha de efectuarse la concentración a la mayor brevedad para conservar el color y el sabor del jitomate; por lo general, es suficiente una evaporación de 30 minutos bajo un buen régimen de vapor y de vacío. Se ha observado que el 80% de los cambios de color tiene lugar en los primeros minutos de cocimiento y después no son apreciables a simple vista, lo que indica que el tiempo de cocimiento no es determinante.

El extracto de jitomate se concentra, por lo general, hasta alcanzar una densidad que oscila entre 1.04 y 1.045. Para determinar ese punto se tienen diferentes métodos, a saber: a).-por volumen; b).-por el peso específico; c).-por el refractómetro.

Para efectuar la determinación por volumen ha de estar calibrado el tanque del evaporador. Se determina el peso específico así como la temperatura de la pulpa fresca. Con esos datos y las tablas de Bigelow y Fitzgerald se determina el volumen al que la pulpa deberá ser concentrada.

La determinación por peso específico puede hacerse: a).- por medio de la probeta Sprague, un recipiente cónico de cobre de un litro de capacidad. Se pesa primero con agua hirviente y luego con concentrado en ebullición, cuidando de mantener la temperatura y de que no quede aire en la masa. De la re-

lación entre el peso del concentrado y el del agua se obtiene el peso específico. b).- Con el picnómetro, método similar al de Sprague. c).- Con un hidrómetro, aunque es difícil obtener buenas lecturas debido a la consistencia de la pulpa. Bigelow y Fitzgerald recomiendan filtrar el jugo caliente sobre un paño de queso, para eliminar los sólidos en suspensión, y luego determinar rápidamente la densidad del filtrado. La lectura se toma a 20°C. y se determina después la relación entre el peso específico del filtrado y el del jugo no filtrado. Para los pesos específicos se emplea la tabla de dichos autores. d).- Por peso de la sustancia obtenida por desecación a 70°C durante 4 horas, en un vacío de 711 a 735 mm de Hg. e).- Por Refractómetro de Abbe, para lo cual se coloca entre los prismas una porción del concentrado. La lectura se toma a 20°C. Una determinación más precisa se logra enfriando el concentrado y filtrándolo en una tela de queso; la observación se hace en el líquido obtenido. Bigelow calcula el porcentaje de sólidos totales de acuerdo con las siguientes fórmulas:

Para las pulpas que tienen hasta un 12% de sólidos totales:  $4 + 691 (\text{nd.} - 1.3382) + 1.029 (\text{nd.} - 1.3382)^2$

Para pulpas con sólidos totales entre el 12% y el 20%:  $4.54 + 644 (\text{nd.} - 1.3382) + 959 (\text{nd.} - 1.3382)^2$

nd. = Índice de refracción.

Las observaciones se harán en no más de un minuto para lecturas a la temperatura del jugo, y menos de cinco minutos para las muestras enfriadas. Téngase también en cuenta que el índice de refracción se hallará siempre afectado por la cantidad de sal, azúcar, o ácido acético que se hubiera agregado.

El puré de jitomate se envasa en latas pequeñas para uso doméstico, y para el de restaurantes, hoteles, etc. en latas grandes de hasta 5 galones. El envasado se hace por medio

de máquinas rotativas automáticas; los recipientes se llenan a temperaturas entre 75 y 85°C. y se cierran inmediatamente; no se efectúa preesterilización para los envases y la esterilización se lleva a cabo en autoclaves rotativas, durante 5 a 10 minutos, a 100°C.<sup>28,29</sup>

Es conveniente el enfriamiento del concentrado, lo antes posible, pues si permaneciera caliente se puede alterar el color, a castaño, y el sabor se desmejoraría.<sup>24,25</sup>

La concentración del jitomate (jugo) da lugar a diferentes productos, según el grado de evaporación alcanzado: a).- Salsa, constituida por el jugo cuyo volumen ha sido reducido a la mitad o a la tercera parte. Contiene un porcentaje de 9.5 hasta 20 de extracto seco. b).- Concentrado simple que difiere del producto anterior en el mayor grado de concentración y porcentaje de extracto seco, en este caso del 22 al 28%. c).- Concentrado doble que alcanza un mínimo de 28% de extracto seco, sin cloruros, pudiendo llevar de 2 a 3% de sal. Por lo general se envasa en caliente (80-85°C.) se encierra inmediatamente y no se esteriliza, pues la densidad del producto obligaría a una esterilización prolongada que afectaría sus caracteres organolépticos. A lo sumo, se puede tratar 10 minutos a 100°C para esterilizar la lata y la conserva adherida a ella y que pudiera haber sido infectada durante el envase. d).- Concentrado Triple en el cual la concentración se lleva hasta el punto en que sea posible obtener cuando menos el 36% de extracto seco. Para su preparación es necesario seleccionar muy bien los jitomates. e).- Concentrado Séxtuple para cuya preparación se sigue la técnica descrita hasta obtener un concentrado triple que después se coloca en capa fina para proceder a una desecación en deshidratadores de aire caliente, hasta la obtención de un producto que marque cerca de un 60% de extracto seco. Dada su alta higroscopicidad, el concentrado es envuelto en papel parafinado o,

mejor aún, en celofán.<sup>38</sup>

El producto desecado artificialmente toma un color rojo ladrillo, a causa de la caramelización parcial de los azúcares y la oxidación de la sustancia colorante. Además, la solubilidad, en comparación con los otros concentrados, es menor.

En los E.E.U.U. se ha determinado el estandar del concentrado simple de jitomate y consiste en el producto resultante de la concentración de la pulpa tamizada y la parte líquida de frutos maduros, exceptuando las porciones de piel y de corazón, con sal o sin ella. El producto debe contener no menos de 8.37% de sólidos totales (densidad 1.035) y ser envasado en recipientes herméticamente cerrados y esterelizados por el calor. Analizados por el método Howard, no deben presentar mohos que excedan el 50% de campos microscópicos, no tener más de 100 millones de bacterias/ml y no más levaduras y esporas de 125 por 1/60 de ml.

El Grado "A", o Grado Fancy requiere pulpa de buen color rojo de jitomate maduro, prácticamente libre de partículas de piel, semillas, manchas, corazones, y otros defectos; debe tener el sabor típico y poseer como mínimo 85 puntos, de acuerdo con la escala que a los factores de color, ausencia de defectos, y color, les asigna un máximo de 50, 20, y 30 puntos respectivamente. La suma de ellos da el valor.

El Grado "C", o Estandar, tiene como requerimientos que la pulpa sea con suficiente color (predominio del rojo) libre de partículas de semillas, manchas, piel, corazones, y otros defectos; que ofrezca buen sabor y un valor entre 70 y 84 puntos de la escala mencionada.

El Grado Subestandar comprende toda aquella pulpa que no llene las exigencias de los grados anteriores, pero que esté dentro de los requerimientos legales para mohos, levaduras y -

bacterias.<sup>6</sup>

En Italia, las normas para la aceptación comercial del producto comprenden sabor, color y olor aceptables, si contiene azúcares (calculados como azúcares invertidos) deben ser de tal modo que la relación por ciento de azúcares/residuo óptico genuino sea mayor a 40%. La acidez (expresada en ácido cítrico cristalizado con una molécula de agua) se controla por la relación de su porcentaje/residuo óptico genuino y no debe exceder el 12%. A las conservas aceptadas bajo estas normas se les tolera impurezas minerales menores de 0.3 gr/kg de conserva y hasta un 5% de NaCl agregado.

Por residuo óptico (R.O.) debe entenderse el valor correspondiente al índice de refracción. Y como residuo óptico genuino (R.O.G.) el valor del R.O. deducido de los cloruros totales (calculados como NaCl) y agregado al NaCl natural considerado como el 1% del residuo.

Para la ley italiana, las conservas de jitomate se clasifican así: como jugo, el extraído del fruto natural, sano y maduro, sin piel ni semillas, con sal o sin ella y con un R.O.G. entre 4 y 12%. La categoría de semiconcentrado, o salsa de tomate, la señala un R.O.G. mayor del 12%, pero menor del 22%. De ese límite y hasta el 30% será concentrado. Entre el 30 y el 35%, concentrado doble. Del 35 al 55%, concentrado triple. En el concentrado séxtuple, el R.O.G. será mayor del 55%.

La calidad de las conservas se basa en otras normas y así, son de primera si a).- derivan de tomates sanos, maduros, y presentan las cualidades organolépticas naturales del fruto; b).- la relación de azúcares es superior a 48 y la de acidez inferior a 9; c).- en el examen microscópico los mohos no exceden el 40% de los campos observados; d).- las impurezas son inferiores a 0.1 g/kg de conserva (100 p.p. millón). Las conservas que



cubren las normas comerciales, pero no las recién establecidas para una calidad de primera, son consideradas como de segunda.

#### SALSAS CONDIMENTADAS.

El Catsup, Ketchup, o Catchup, llevado de Oriente a Europa por los ingleses, fue preparado originalmente con hongos y nueces verdes a los que más tarde se añadieron uvas, grosellas, ciruelas, y jitomates sanos y maduros.

En la preparación actual, la pulpa de jitomate es base de tal salsa. Puede usarse pulpa de 1.035 a 1.04 de densidad. Nosotros consideramos de mejores resultados la de 1.06. Como condimentos, se agrega clavo de olor, de preferencia el de Penang, cuidando de usar piezas de poca cabeza, pues las otras aportan una gran cantidad de tanino que, con las sales de hierro, pueden formar tanatos y producir oscurecimiento del producto; la canela se usa en forma de corteza, en trozos; el pimentón es prescindible y tiene como propósito dar más color y se puede usar fresco, en polvo, o en extracto oleoso; la pimienta, así como la cebolla y el ajo, tienen como propósito el comunicar al producto un gusto picante, por eso se prefieren las cebollas de sabor fuerte; el vinagre debe ser de buena calidad (10% de ácido acético) y es conveniente agregarlo al término de la operación para evitar que parte de los ácidos volátiles se evapore; en cuanto a la azucar, debe ser también de la mejor calidad en beneficio del sabor del preparado y para atenuar el sabor fuerte del vinagre por lo que, cuanto mayor acidez haya, mayor será la cantidad de azucar (la proporción oscila entre el 10 y 12%). La sal se agrega en cantidades pequeñas, más o menos un 2.5%, en cualquier momento, aunque es preferible hacerlo cerca del final del proceso. Todas las especies pueden ser usadas al natural, o como extractos acéticos y oleosos.

Es importante que las especies no estén demasiado molidas porque harían difícil su retención en el filtrado y aparecerían en el producto final desmejorando la presentación. Los extractos oleosos serían lo mejor, por aromáticos y suaves; sin embargo, por la facilidad de su preparación, los extractos acéticos son los más usados, aunque se les objeta el comunicar demasiada aspereza al catsup.

Especies y condimentos se cortan groseramente para preparar los extractos, se agregan al vinagre en un recipiente cerrado y se calientan, hasta cerca del punto de ebullición, durante dos o tres horas. El vinagre es después enfriado, filtrado y agregado a la pulpa de jitomate, junto con la azúcar y la sal, en una paila. Otro procedimiento consiste en colocar el vinagre con las especies en un refrigerante de reflujo y llevarlo a ebullición durante una hora, al cabo de la cual el destilado se enfría y se filtra sobre una malla fina para agregarlo al puré de jitomate. En esta última forma, se logra una buena extracción de todos los elementos esenciales sin que se volatilicen.

Para la preparación del catsup suelen usar: 380 litros de puré de jitomate con densidad de 1.06; 12.5 kg. de sal; 56.5 kg. de azúcar; 11.5 kg. de cebolla picada; 0.75 kg. de canela en rama; 0.1 kg. de nuez moscada rallada; 0.45 kg. de clavo de olor; 0.45 kg. de pimienta en grana; 0.1 kg. de pimienta de Cayena; 0.2 kg. de ajo picado; 0.9 kg. de pimentón (opcional) y 45.5 lt. de vinagre (10% de ácido acético).

El punto final del cocimiento se determina por el índice de refracción que corresponde a una densidad de 1.145 a 1.185. Esto da un porcentaje de sólidos totales de 32 a 36.

El producto obtenido se puede refinar a fin de separar pequeños trozos de los distintos ingredientes que pudieran dar mal aspecto al producto. Para esto, se pasa el catsup por u

na tamizadora de malla fina construida con algún metal inatacable por el ácido. Para desaerearlo, el catsup caliente se pasa por un eliminador de aire al vacío; se obtiene un producto más fluido, a la vez que el color y el sabor se protegen. Se envasa en caliente utilizando embotelladoras automáticas. Las botellas deben ser previamente lavadas con agua caliente. Si el catsup ha sido calentado a un punto cercano al de ebullición y envasado a 85°C. en botellas esterilizadas, sólomente habrá que pasar las botellas por un tanque de agua caliente, o bajo chorros de agua caliente, para eliminar los restos de catsup que pudieran haber quedado adheridos a las botellas. Si, por el contrario, el llenado se ha hecho a una temperatura de 70°C. o menos, es necesario pasteurizar las botellas con el objeto de evitar alteraciones posteriores, para lo cual hay que mantener los envases a 82°C. durante 45 minutos.

El catsup tiene elementos con cierta propiedad antiséptica gracias a los aceites esenciales de sus condimentos. La pimienta y el clavo de olor le proporcionan eugenol, mientras que la canela le suministra aldehído cinámico. Debe aclararse que la acción antiséptica es muy reducida, en razón a la pequeña proporción en que los contiene. El ácido acético, por su parte, ejerce una acción preservativa de mayor importancia, pues una concentración de 1.25% permite conservar el producto, en condiciones normales, por lo menos durante dos semanas. La sal y la azucar se encuentran en tan pequeñas cantidades que su acción antiséptica es casi nula.

Dentro de las alteraciones que se dan corrientemente en el catsup podemos mencionar el ennegrecimiento de la zona superficial y el ataque de microorganismos. El ennegrecimiento, como consecuencia de la formación de tanatos de hierro, se ve favorecido por la presencia del aire. El hierro puede provenir

de la maquinaria al ser atacada por el catsup o el tomate, o de la acción del ácido acético sobre los envases metálicos. Ya hemos dicho que el tanino es aportado por las especies, pero también por las semillas y/o los tallos del jitomate. Esta alteración se evita extrayendo el aire de los envases por medio del vacío. En cuanto a la alteración por microorganismos, la esterilización se hace fácilmente si se ha procurado que el contenido en ácido acético sea el conveniente lo que, además, mantiene en buenas condiciones el producto aún después de haber destapado la botella. Sin embargo, en envases que se han mantenido abiertos durante mucho tiempo se encuentran levaduras ácido resistentes, mohos, y bacterias capaces de producir importantes alteraciones.<sup>7; 8; 24</sup>

#### POLVO DE JITOMATE.

Este tipo de producto tiene ya muy buena demanda en el mercado. Su potencial obedece a las propiedades de fácil reconstitución, que le permite ser usado en alimentos de preparación instantánea, y su reducido volumen en comparación con la pasta de igual cantidad de sólidos: 100 partes en peso de polvo ocupan el mismo volumen que 250 de pasta (28-30%) con la consiguiente reducción en los gastos de empaque. En adición a estas ventajas, hay menores pérdidas en su manufactura y gran comodidad en la fabricación de mezclas secas.

En la obtención de polvo de jitomate deben tomarse en consideración dos factores importantes: la termoplasticidad a temperaturas elevadas y la gran higroscopicidad del polvo seco. Los métodos principales son: a).- Secado al vacío. b).- Secado por liofilización. c).- Secado por espreación. d).- Secado de colchón de espuma.

Secado por vacío.- Este método permite reducir la tem

peratura de evaporación del agua, en tal forma que la calidad del producto es poco afectada por el calor durante la desecación. En el proceso desarrollado por S. Strashun y W. Talburt (U.S.P. 2,959,486. Noviembre 8, 1960. Sría de Agricultura de E.E.U.U.) se encontró que la existencia de pulpa en exceso interfiere en el efecto de expansión, de tal manera que en lugar de que las burbujas de vapor queden atrapadas en la masa escapan, y por consiguiente el material se deshidrata a volumen casi constante. Como consecuencia, el producto final es de difíciles fragmentación y removición; esa textura densa hace tardada su rehidratación.

Ahora bien, tratándose del material por su naturaleza densa la difusión de humedad es lenta y por tanto, para una deshidratación efectiva se requiere un mayor período de tiempo.

Sabiendo que la pulpa tiene efectos drásticos sobre el grado de ensanchamiento, se podría decir que también afecta a la tensión superficial de la masa, o que disminuye su elasticidad. Teóricamente, se afirma que si todas las partes de la pulpa son desalojadas antes de la deshidratación, el problema se resuelve y el material podría ensancharse apropiadamente. Sin embargo, dado que la expansión puede lograrse en grado satisfactorio con la presencia de algo de pulpa, en el caso del jitomate el máximo permisible es del 6% en volumen, no es necesaria su eliminación total. Ordinariamente, los jugos de jitomate contienen del 20 al 30% de pulpa en volumen, por lo que se requiere llevarlos hasta el 6% antes de efectuar la deshidratación. La cantidad tolerable de pulpa se puede determinar fácilmente en una muestra. El líquido se concentra y se pone a calentar sobre una superficie cubierta por una campana hasta 200°F y se observa su expansión que debe ser cuando menos al triple. Lo ideal sería de 10 a 16 veces.

Dentro de este método, el calentamiento se puede suministrar de diferentes maneras. Para la transferencia de calor por conducción se tienen placas metálicas calentadas con vapor sobre las cuales se colocan las charolas con el material. Así mismo, existen tambores metálicos o bandas sobre las cuales se coloca el material para su desecación; aunque, por lo regular, se requieren calentadores auxiliares del tipo radiante.

En el proceso de secado por tambor caliente o banda la humedad se evapora a velocidad elevada durante la parte inicial, velocidad que decrece conforme el proceso avanza, y ya en la última parte de la operación es desalojada sólo una pequeña cantidad de humedad.<sup>25</sup>

Como consecuencia de la rapidez en el secado inicial, el material tiende a hervir tumultuosamente y a regarse. Además, durante el estado final de la operación, el material se halla expuesto a un sobrecalentamiento perjudicial si la temperatura de secado es alta. Por conveniencia, se prefiere que el material empiece a secarse por calentamiento gradual durante todo el proceso; con mayor rapidez durante la operación principal de secado para efectuar la deshidratación tan rápidamente como sea posible, y finalmente a una velocidad reducida para prevenir daños en el material casi seco.

Con miras a efectuar la deshidratación en forma más económica, o por lo menos con menor efecto dañino hacia el producto, el material podría secarse en película delgada, y la mayor parte de la acción secante se haría a temperatura relativamente elevada, por calor obtenido de una fuente económica y práctica aplicado por cortos períodos de tiempo. En virtud de que se busca uniformidad de calentamiento a precio moderado, el calor puede suministrarse más ventajosamente si el material húmedo es precalentado. En esta forma, la humedad se desaloja gra

dualmente, sin ebullición o derramamiento, y el material se mantiene expandido. El precalentamiento reduce la temperatura necesaria y puede continuarse hasta un punto cercano al del estado seco del material, sin el riesgo de sobrecalentar.

El proceso desarrollado por G. Vial y W. Conlen (U.S.P. 3,085,018. Abril 19, 1963. Asignado a Chain Belt Co.) se lleva a cabo en una cámara de vacío sobre una superficie de banda metálica continua que se encuentra a una temperatura entre 40 y 80°F donde el material esponjado se somete a un secado rápido hasta haber sido removido cerca del 80% de su humedad, y después, con la banda ya a una temperatura baja, a un secado final.<sup>25</sup>

Liofilización.- El paso del jugo a través de unidades de congelamiento donde la temperatura se va elevando gradualmente constituye un buen método de secado que no afecta las propiedades organolépticas en el producto.<sup>25</sup>

En la patente desarrollada por H. Toulmin Jr. (U.S.P. 2,957,773. Oct. 25, 1960. Asignada a la Union Carbide Corp.) el equipo básico consiste en una serie de unidades de congelamiento combinadas con centrífugas convencionales de celda perforada rotativa donde el líquido se separa del hielo formado en la unidad congeladora; cada centrífuga tiene un conducto de descarga para el hielo, y otro para descargar el jugo en la unidad siguiente de congelamiento. El producto que sale de la última centrifugadora pasa directamente a una cámara donde se calienta a temperatura ambiente; de aquí, se bombea a través de una espuma para formar una niebla dentro de un recipiente de sellado hermético y fondo cónico donde se calienta mediante resistencias. En este recipiente se hace un vacío de 18 mm de Hg para evaporar el agua remanente.

Es preferible que antes de llevar el jugo fresco a la unidad de congelamiento sea preenfriado a 20°F. La primera unidad lo baja a -20°F y lo concentra a 18°Brix aproximadamente.

La segunda lo sube a  $-10^{\circ}\text{F}$ . y lo concentra a  $21^{\circ}\text{Brix}$ , mientras en la tercera unidad recibe una temperatura de  $0^{\circ}\text{F}$  y una concentración de  $40^{\circ}\text{Brix}$ . Cada unidad está provista de un sistema para agitar el jugo y prevenir así la adición de partículas sólidas en el hielo formado. En estas condiciones, el hielo que no pudo eliminarse por centrifugación se separa por calentamiento a  $70^{\circ}\text{F}$ ., gradual y lentamente, para evitar la volatilización de aromáticos y sólidos deseables en el producto final.

Secado por espreación.- Este método, aunque conocido hace ya tiempo, tiene aplicación más o menos reciente en vegetales y frutas. Tiene a su favor el proporcionar un elevado rendimiento, a bajo costo, en un diseño tradicional. Y en contra, el no poder competir en calidad con los jugos secados a vacío o por alguno de los nuevos métodos de secado con aire.<sup>25</sup>

El jugo es espreado y sus partículas caen por gravedad al través de una corriente de aire caliente que las seca antes de haber alcanzado el fondo de donde son recolectadas como polvo. El método tiene como atractivos: la rapidez del secado, continuidad en la producción, simplicidad de operación y bajo costo de la misma; su desventaja consiste en la fuerte probabilidad de que el calentamiento dañe el material, y algunas veces el polvo producido sea demasiado fino. J

Los problemas se presentan en todas las fases del proceso. La atomización no uniforme y el insuficiente movimiento del aire que transporta la humedad provocan lentitud y falta de uniformidad en el secado. La prolongada residencia en la zona de alta temperatura o el golpeteo, de las partículas, en las paredes calientes del secador dañan el producto. La incrustación de las partículas en las paredes dificultan la recolección y remoción del polvo. Para evitar los problemas causados por la atomización no uniforme, Seltzer y Settelmeyer (1949) recomiendan embarrar el interior de la superficie de la cámara de secado -



con un líquido especial.

El atomizador preferido para jugos de frutas que contienen cantidades discretas de pulpa es el de disco centrífugo o giratorio; sin embargo, con algún tipo diferente es también posible producir partículas de tamaño uniforme. El atomizador de esprea a presión es conveniente para líquidos claros, pero tiende a taparse con jugos pulposos por lo que se requiere homogeneizarlos.

Otra posible solución para evitar la mala uniformidad en el tamaño de las partículas, es el enfriamiento por evaporación que ocurre cuando el fluido es espreado a alta velocidad en aire caliente. Fogler y Kleinschmidt (1938) demostraron que en evaporaciones rápidas, en algunos casos, la materia prima sufre congelamiento parcial en la esprea, rompiéndose en partículas de forma diferente a la esférica que les es común. Los trabajos de estos investigadores indicaron que se puede aplicar calor a la esprea, o bien que el material espreado no entrara inmediatamente a la zona de alta temperatura.

Un factor muy importante en el mantenimiento de la velocidad de secado es el flujo del aire a través de las partículas. Bowen (1938) así como los autores antes mencionados, indicaron que la evaporación del 1% de agua produce un volumen de vapor 17 veces mayor que el de la partícula. Esta, entonces, se ve rodeada por una película de gas frío en un radio aproximadamente cinco veces mayor. Para eliminar rápidamente este vapor de agua es necesario un movimiento vigoroso del aire en turbulencia controlada. Marshall (1954) encontró que el tiempo de mezcla del líquido espreado y el aire caliente podría ser de la misma magnitud que la del tiempo de secado, para conseguir una máxima eficiencia.

Aun con atomización satisfactoria es posible dañar,

fácilmente, con calor el material en la fase principal del secado.

El equipo tradicional es operado concurrentemente, es decir que el líquido de alimentación y el aire caliente entran al secador por el extremo superior, y el polvo seco y el aire de escape salen por el otro. La fase inicial del secado es satisfactoria porque el enfriamiento en la evaporación de las partículas mantiene la temperatura moderada. Sin embargo, la evaporación se estabiliza por la humidificación y enfriamiento del aire caliente, con la consiguiente reducción del potencial de secado, a no ser que la velocidad de alimentación del líquido y el patrón de atomización sean cuidadosamente equilibrados con el volumen y la temperatura del aire. De esta forma, si la velocidad de alimentación del líquido es muy grande, el aire podría enfriarse y humidificarse antes de encontrar la salida. Esto puede producir un secado incompleto y el producto tendría un elevado contenido de humedad, sería pegajoso y quedaría adherido a las paredes; al prolongarse esta situación, se chamuscaría. Por otra parte, si la velocidad del líquido de alimentación no es suficientemente alta, el aire permanece a temperatura elevada durante toda su trayectoria y ese calor dañarfa el producto.

Considerando las condiciones un poco contradictorias, se sugiere el uso de tres etapas: Una zona reducida, de temperatura elevada (400-600°F.) y aire muy turbulento, en la cual la fase inicial de evaporación tiene lugar rápidamente. Como segunda etapa, la materia prima se mezcla con aire tibio (140-200°C) fresco, o parcialmente deshumedificado; allí se le da un tiempo mayor de residencia que permite un descenso en la velocidad del secado, para evitar el daño. En la última etapa, ya al acercarse a la salida, una cantidad adicional de aire frío y deshumedificado se mezcla con el propósito de endurecer las partículas y

tar, en el sistema de colección, engrosamiento de la superfi

El contacto inicial de las partículas esparcidas con aire muy caliente tiende a secar el producto en forma de delgados cascarones esféricos (Seltzer y Settelmeyer (1949) Duffie y Marshall, 1953). Esta forma de baja densidad másica se humedece con rapidez favoreciendo una pronta reconstitución con agua.

El enfriamiento de las partículas en la parte baja del secador ha sido ampliamente practicada (Bowen, 1938. Lazar y Asoc., 1956). Sin embargo, este recurso tiene la dificultad básica de que mezclando aun aire frío, completamente seco, con el aire húmedo caliente, se produce una mezcla de humedad relativa más elevada que la del aire allí corriente. En esta forma, una partícula seca tendería a reabsorber la humedad en el inicio de la etapa de enfriamiento del proceso.

Si se emplea un sistema de secado por espreas con 3 o 4 etapas, tal como el sugerido, es posible secar jugos hasta un contenido muy bajo de humedad sin daño apreciable por calor. A juzgar por los resultados que obtuvieron Conrad y Asoc. (1948) es posible alcanzar un contenido de humedad cercano al 1% en algunas clases de frutas o vegetales. Sin el uso de varias etapas sería difícil secar por espreación jugos sensibles al calor, conservando sus cualidades. Hacerlo satisfactoriamente en otra forma, requiere diseños demasiado ingeniosos. El sistema demostrado por Hussman y desarrollado por Birs A. G., Florence y Basel (Ziembra 1962) es buen ejemplo de un secado por esprea en una sola etapa y opera eficientemente con jugo de jitomate u otros semejantes. El secado se verifica en una torre muy alta (aproximadamente 75 m.) en donde el material fluye a contracorriente con el aire deshumedificado y tibio (80-86°F.). La relación entre el tamaño de las gotas y la velocidad del aire que

fluye a través de la torre debe ser de tal magnitud que, cada gotita, tome el tiempo suficiente para que al caer alcance su secado en un solo paso. La temperatura es tan baja que el daño por calor se ve reducido en sus posibilidades en gran manera.<sup>38</sup>

Lazar y Asoc. (1956) encontraron que la adhesividad del material puede evitarse con la adición de  $SO_2$  a la pasta, en una concentración de 200 p.p.m. y que la adición de sal en un 2% en peso evita el chamuscamiento. En la reconstitución del producto obtenido se logra un jugo con menos de 30 p.p.m. de  $SO_2$  equivalente a una retención del 25-40%.<sup>45</sup>

Otra solución a la adhesividad de las partículas en el secador consiste en el enfriamiento de las mismas con aire atmosférico suministrado por el cono superior del equipo. Esto permite transportar el polvo al colector en una atmósfera de baja humedad. Si para este transporte no fuese utilizado aire deshumedificado, el contenido de humedad aumentaría en 0.5-0.8%.<sup>13</sup>

Secado de Colchón de Espuma.- Comparado con los procesos de secado a vacío, este método es simple, barato, y opera a la presión atmosférica. La espuma es obtenida por el uso de un estabilizador que puede ser: un coloide hidrofílico, un agente surfactivo u otros productos químicos, o combinaciones. Esencialmente, el método involucra tres pasos:

1.- Formación de la espuma estable con el uso de un gas inyectado y aditivos.

2.- Secado de la espuma con aire para formar una película delgada y porosa, o colchón.

3.- Compresión y desintegración de la espuma seca hasta la obtención de un polvo fino. )

El proceso básico es ejemplificado por A. Morgan Jr., J. Randall, y R. Graham (U.S.P. 2,967,109, Enero 3, 1961 asignada a la Sría de Agric. de E.E.U.U.).

La deshidratación se realiza a presión atmosférica y el producto adquiere una condición porosa que lo hace fácilmente rehidratable. No hay daño al color, sabor, o contenido nutritivo del jugo. El equipo es relativamente barato así como los costos de operación.

Como primer paso, un líquido concentrado del jugo es convertido a espuma estable por la incorporación de una pequeña cantidad de agente surfactivo y una cantidad sustancial de aire u otro gas no tóxico.

Después, la espuma, en forma de película delgada, es expuesta a una corriente de aire caliente para su deshidratación.

La masa de la espuma se expande a tal grado que el producto es una especie de esponja que contiene todo el material y se quiebra fácilmente para tomar la forma de hojuelas que, en presencia de agua y con agitación manual durante pocos segundos, forman un jugo reconstituido libre de grumos y de otras partículas indispersas. El hecho de que el concentrado inicial se someta a la deshidratación en la forma de espuma cuyo volumen se mantenga, es la clave para lograr las condiciones deseadas en el producto final. La deshidratación tiene lugar en forma rápida y eficiente en razón de que la humedad puede difundirse fácilmente en la masa dilatada. Se agrega aire u otro gas no tóxico como por ejemplo  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $NO_2$ , He,  $C_3H_8$ ,  $(C_4H_{10})$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $Cl_2CF_2$ , etc., además del agente surfactivo para la preparación de la espuma. La cantidad del agente surfactivo varía dependiendo de las propiedades del concentrado del jugo y de las del agente en cuestión, etc. En general, la proporción del agente surfactivo varía entre 0.1 y 2% en peso con base en los sólidos presentes en el concentrado. Para determinar la cantidad conveniente en cada caso se deben efectuar ensayos con diferen-

tes cantidades de agente surfactivo observando la estabilidad de la espuma después de la incorporación del gas elegido. La estabilidad puede ser determinada fácilmente por exámenes permanentes en batch a temperatura ambiente. Una deseable estabilidad es aquella que retiene su volumen, sin separación de gas-líquido, por lo menos una hora en condiciones ambientales. La incorporación del gas en el concentrado, que contiene ya al agente surfactivo, puede hacerse por alguno de los métodos convencionales como el usado en la aereación de helado de crema, mayonesa, etc. Un método simple y eficaz consiste en someter el concentrado a la acción de un batidor. Otro, es el de bombear el concentrado a través de un venturi donde el gas se comienza a introducir a la zona de alta velocidad y baja presión para ser mezclado, por dispersión, en el concentrado. Es preferible que las burbujas de gas en la espuma sean lo más pequeñas posible y uniformes, aproximadamente de 100 micras o de menor tamaño. La cantidad de gas incorporada se regula para que la espuma tenga 1.5 veces el volumen del concentrado inicial, aunque se prefiere espumas de un volumen de 2 a 3 veces el del concentrado para asegurar la formación de un producto poroso altamente deshidratado y, por más que es dable obtener un mayor incremento, no se recomienda exceder el de 5 tantos, en beneficio de la baja densidad másica. Esto es, si una cantidad excesiva de gas se adiciona al concentrado, el producto deshidratado es totalmente apto para la rehidratación, de textura, color, sabor y aroma buenos, pero con el inconveniente de requerir más grandes los recipientes de empaque por peso unitario.

El concentrado puede enfriarse durante la introducción y dispersión del gas para promover la formación de una espuma estable. Este enfriamiento puede suministrarse para obtener una masa preenfriada, pero no congelada, a temperaturas no

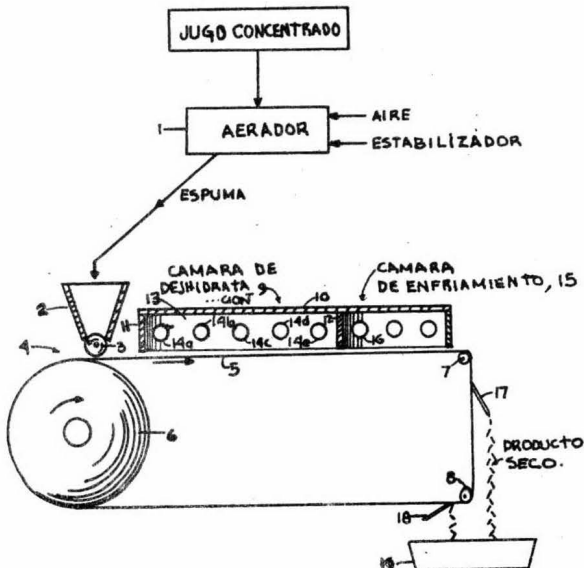
menores de 35°F. La espuma es esparcida superficialmente en película relativamente delgada, de 1/8" a 1/2", y se somete a deshidratación a presión atmosférica y por contacto con aire caliente en alguno de los equipos comunes, como el de gabinete de charolas espaciadas, ya sea perforadas, o bien hechas de malla con aberturas de 1/16" aproximadamente, para que la espuma no pase. También pudieran ser empleados deshidratadores continuos como el de arreglo mecánico para charolas espaciadas y movibles donde la espuma atraviesa en contacto con aire caliente en paralelo, contracorriente, o en dirección transversal. Un arreglo más funcional sería el de someter la espuma a velocidades y direcciones de aire diferentes. El secado en banda continua es otro ejemplo importante y puede consistir en una banda de acero separada por dos rodillos equidistantes que la hacen girar; la espuma se aplica en la superficie externa y es transportada a la zona de deshidratación y después a la de enfriamiento de donde, con un recogedor adecuado, se obtiene el producto.

El equipo deshidratador, ya sea del tipo intermitente, o bien continuo, puede proveerse de rayos infrarojos u otros calentadores radiantes que proporcionen calentamiento auxiliar a la película de espuma. La temperatura del aire deshidratante varía entre 120 y 220°F. sin poder establecer una cifra precisa, ya que ésta depende de la estabilidad de la espuma que, a su vez, está sujeta a la eficacia del agente surfactivo, contenido de humedad, cantidad de sólidos solubles e insolubles, estado de subdivisión de los sólidos insolubles, la naturaleza química del vegetal en la espuma, tamaño de las burbujas del gas, velocidad de calentamiento, temperatura de reblandecimiento del producto, etc. Sin embargo, en casos como el del jitomate, ese rango tiene como límite 160°F. para asegurar la conservación de sus propiedades organolépticas y una humedad del 5% o meros.

El producto deshidratado se enfría con aire seco, o con el rodillo de enfriamiento interno, hasta 70-100°F., condición en la cual es quebradizo y de fácil desprendimiento.

En la preparación de la espuma para la deshidratación se parte de un jugo concentrado por alguno de los métodos ya citados en este trabajo, ya que en estado normal se dificultaría debido a su ligereza. Se debe dar gran importancia a las propiedades del agente surfactivo ya que, la elección de alguno entre los muchos disponibles, guarda estrecha relación con cada proceso en particular, es decir, con el producto a ser procesado. Se recomienda agentes de la clase de los derivados de la sacarosa, mono ó diésteres de ácidos grasos elevados, monoésteres de glicerol, o bien derivados de polioxietileno.

Secado en Banda Continua Flexible.- Una patente desarrollada por A. Morgan Jr. y L. Ginnet (U.S.P. 2,955,046. Oct. 4, 1960. Asignada a la Sría. de Agric. de E.E.U.U.) utiliza un soporte elástico flexible como el mostrado en la figura (2.1):





El aereador (1) es alimentado con jugo concentrado, aire, y agente surfactivo. El material, ya en forma de espuma, pasa por la tolva (2) al deshidratador (4) provisto de una banda flexible (5) y tensa, construida de hule (natural o sintético), movida por los cilindros (6) (7) (8). El cilindro (6) es operado por un mecanismo propio que mueve continuamente la banda (5) en la dirección señalada. La tolva (2) y el cilindro conductor de la alimentación (3), que abarcan todo lo ancho de la banda, depositan sobre ella una película delgada del orden de 0.01 a 0.02", espesor que se logra con un ajuste adecuado de la posición de la tolva y del cilindro sobre la banda, y por control de la rapidez de alimentación en el cilindro (3). Ya sobre la banda, la película es llevada a la cámara deshidratadora (9), compartimiento sin fondo, del ancho de la banda, y constituida por la tapa (10), las placas extremas (11) (12) y las laterales de las cuales la mostrada (13) está provista de ventanillas (14) de aire caliente cuyo flujo es transversal. Las puertas y otras ventilas adecuadas se hallan en la pared del lado opuesto, no visible en la figura. Es evidente que la longitud del deshidratador (9) es tal que permite la deshidratación en el tiempo en que la espuma lo recorre. Esta cámara de deshidratación no está aislada del medio ambiente y la presión en el interior es esencialmente la atmosférica.

A medida que la espuma avanza en la cámara (9) su temperatura se incrementa hasta llegar a ser igual a la del aire caliente por lo cual, y para minimizar la alteración del sabor y demás cualidades, es preferible que en las etapas finales de la deshidratación se emplee aire caliente a temperaturas inferiores.

El material deshidratado pasa a la cámara de enfriamiento (15) con una construcción esencialmente igual a la cáma-

ra (9), pero con dieciseis puertas más para su mejor función. Esta cámara no es hermética por lo que también en ella la presión es aproximadamente la atmosférica.

El producto, ya frío y deshidratado, es sometido a un repentino cambio de dirección al pasar por los rodillos (7) (8) deliberadamente de tamaño pequeño para ese objeto. La banda, por su flexibilidad, es capaz de ajustarse a este cambio sin sufrir daño alguno, pero el producto, por su consistencia frágil y con la ayuda de raspadores, puede ser fácilmente desalojado y en forma de hojuelas cae al recipiente (19). Los raspadores (17) (18) están espaciados a una pequeña distancia de la superficie de la banda para rescatar todo el producto.<sup>34</sup>

En la práctica se ha encontrado que el grueso de la banda y el radio del miembro guía están de tal modo correlacionados, que las fibras externas de la banda son alargadas un mínimo del 5% con respecto a las fibras internas que se hallan en contacto con el miembro guía. La siguiente fórmula deberá ser usada para obtener la correlación adecuada para conseguir un buen desprendimiento del producto sin daño a la banda:

$$e = \frac{r + t}{r}$$

donde r es el radio del miembro guía, t es el espesor de la banda, y e es la elongación de las fibras externas a las internas. Para el uso de esta fórmula, los valores de r y de t son aquellos que han dado como resultado e un valor mínimo de 1.05.

Secado de Colchón Perforado.- Una versión del proceso básico fue desarrollada por L. Ginnette, R. Graham, y A. Morgan Jr. (U.S.P. 2,981,629. Abril 25, 1961. Asignada a la Sría de Agric. de E.E.U.U.) con una eficiencia en la deshidratación marcadamente superior a la obtenida en el proceso básico.

Se proporciona un incremento del area superficial de la espuma espreándola sobre una superficie perforada que puede ser una hoja de metal taladrada y luego dirigiendo una ráfaga

de aire u otro gas no tóxico a través de las perforaciones de dicha superficie. El área superficial se incrementa de 5 a 25 veces y hasta más. Ya preparado este colchón perforado de espuma, se somete a la deshidratación por contacto con aire caliente u otro gas, como en el método de colchón de espuma, con la ventaja de que el secado se logra en menor tiempo.

La aplicación de ráfagas de gas a elevada velocidad al tapete de espuma produce un efecto que se explica claramente en la siguiente figura (2.2):<sup>34</sup>

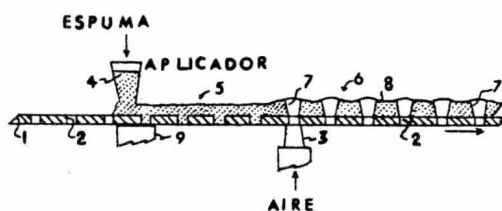


FIG. 2.2.

La hoja de metal (1) está provista de una serie de perforaciones (2) (se muestra una simple línea de perforaciones para simplificar la ilustración. En la práctica, la hoja (1) está provista de líneas escalonadas de perforaciones) que proporciona una superficie conveniente sobre la cual el colchón es perforado y posteriormente deshidratado. La espuma se introduce en el aplicador (4) que se extiende a lo ancho de la lámina (1) que está cubierta con una capa continua, pero no perforada, del colchón de espuma (5). La acción de paleteo del fondo del aplicador (4) obliga a la espuma a entrar en las perforaciones como se muestra en el dibujo. Por debajo de la lámina (1) se coloca una placa de apoyo (9) a todo lo ancho para auxiliar a la operación anterior. En igual forma, está colocada una esprea (3) cuyo propósito consiste en surtir una corriente de aire ascendente para desplazar la espuma contenida en y sobre las perforacio

nes de la lámina y formar, así, el colchón de espuma perforado (6). Las perforaciones obtenidas (7) tienen por lo regular una forma cónica con una elevación (8) alrededor, por lo que está operación es llamada crateración. En este caso, se nota un efecto contrario al esperado a causa de la acción de la ráfaga de aire que produce, cuando mucho, una pequeña cantidad de espuma rociada. Aparentemente, en razón de su naturaleza cohesiva, la espuma tiende a moverse lateralmente a lo largo del eje de la corriente de aire en vez de proyectarse hacia arriba.

Es obvio que en este proceso las variables, como el tamaño de la espuma, la velocidad de la corriente de aire, la velocidad para atravesar la placa, etc., son controladas para lograr una crateración uniforme con un mínimo de rocío.

Como paso siguiente a la formación del colchón perforado de espuma, el material se somete a deshidratación aplicando una ráfaga de aire caliente. Para este fin, el espesor del colchón puede variar desde 0.1 hasta 0.5", rango donde se obtienen los mejores resultados, aunque las películas gruesas se usan a veces con la particular ventaja de presentar un elevado volumen de gas en la espuma.

La banda perforada puede ser de diferentes materiales, lo más aceptable es una placa de metal comercial provista de agujeros circulares en hileras escalonadas en cualquiera de los arreglos posibles. Se obtiene buenos resultados con un pitch de 1/16 a 1/2" en los hoyos, para proporcionar un área libre del 20% al 60% en la placa. El tamaño de los hoyos debe ser tal que no haya dificultad para desplazar los tapones de espuma durante la crateración. Es deseable que las perforaciones estén dispuestas de manera uniforme en el área del soporte, con el objeto de formar un colchón de espuma donde la difusión de la humedad ocurra con la misma velocidad en todas sus partes. Para un máximo en

el área de superficie total perforada, se prefiere que el soporte tenga tantos hoyos como sea posible sin lesionar la resistencia de la placa. En soportes con perforaciones circulares, el máximo de área perforada permisible es del 60% de la total, aunque se logra también ese rango con el uso de aberturas cuadrangulares o triangulares.

Durante la deshidratación, la cantidad de calor aplicada se limita para evitar alguna reducción sustancial en el volumen de la espuma, el ablandamiento del material al grado de que las perforaciones se hundan y obturen, y para asegurar la obtención de un producto poroso. Aunque la deshidratación al vacío puede usarse, tanto el costo del equipo como el de mantenimiento harían incosteable el proceso y, por tal razón, se prefiere aplicar un gas caliente sobre el colchón a presión atmosférica. Puede usarse secadores de gabinete convencional, con charolas perforadas en las que se coloca la espuma en forma de colchón, o bien deshidratadores continuos de diferentes tipos entre los cuales se encuentran los secadores a operación mecánica con el medio soportante en movimiento. El material recibe a su paso una corriente de gas caliente de preferencia impulsado, al menos en una parte del proceso, al través de las perforaciones del colchón. Tales movimientos pueden suplementarse con un flujo del gas a contracorriente, paralelo, o combinado. Hay inclinación por un arreglo estructural que proporcione un flujo en paralelo, de tal forma que el gas caliente entre en contacto con la espuma en el primer paso del secado, y el gas que sale frío y húmedo se aplique en el final. El aparato puede estar igualmente provisto de entradas auxiliares para permitir la aplicación de corrientes de gas a diferentes temperaturas en distintas secciones del colchón.

Un aparato adecuado para la aplicación de un flujo -

transverso de gas en contracorriente se muestra, páginas adelante, en la figura 2.3. Una modificación a este aparato dentro de la cámara deshidratadora consiste en dividir ésta en compartimientos que permiten un sistema compuesto (flujo en paralelo y a contracorriente) se ilustra en la figura 2.4.

Por lo regular, la temperatura del medio gaseoso tiene un rango de 100-300°F. dependiendo de factores tales como las propiedades del material a secar, la forma de colocación de la espuma, la velocidad de secado elegida y otros. Es deseable emplear temperaturas tan elevadas como sea posible, para aumentar la rapidez en la deshidratación, aunque no tanto como para ocasionar un sobrecalentamiento con el consiguiente decremento sustancial del volumen. Otra consecuencia de sobrecalentar podría ser el taponamiento de las perforaciones. Para evitar tales inconvenientes, la película de espuma se mantiene en observación y la temperatura del gas se reduce si se nota reducción en el volumen o tendencia al hundimiento.<sup>34</sup>

Después de la deshidratación, se obtiene un producto en forma de esponja porosa, del mismo volumen de la espuma, y con un 10% y aun menos como contenido de humedad según hayan sido controlados los factores tiempo y temperatura. Es conveniente enfriar el producto deshidratado por medio de una corriente seca de aire, u otro gas, antes de sacarlo de las charolas, bandas, u otra estructura sobre la cual haya sido soportado. El enfriamiento es, aproximadamente, hasta el nivel ambiental y así se obtiene un producto quebradizo y fácilmente removible que se puede romper en forma de hojuelas u otro tipo de partículas. De ordinario, el colchón perforado de espuma es deshidratado por completo en el momento que abandona la estructura perforada sobre la cual fue colocado inicialmente. Este procedimiento, sin embargo, no es el único que pudiera ser usado. La espuma, des-

pués de craterizada y en el estado inicial de la deshidratación, adquiere un estado en el cual no sufriría daño al ser removida para deshidratarla independientemente. Como ejemplo, el colchón desprendido puede ser cortado en secciones y colocado en un gabinete secador, o aún puede ser alimentado en forma continua en arreglo festoneado como se seca un tejido textil, un linóleo, etc. La deshidratación de esta manera tiene la ventaja de que la velocidad del secado se facilita por el hecho de que el aire caliente puede ser suministrado en todas las direcciones. Este proceso es especialmente aplicable cuando el material a secarse contenga sustancias como los carbohidratos o las proteínas que actúan como agentes enlazantes y, en efecto, enlazan el contenido de sólidos del material en una misma estructura sustentante.

Al explicar la operación de espumado, se hizo notar que a mayor proporción del gas incorporado al material el producto era más voluminoso. Dicha circunstancia, favorable para la evaporación, tiene como desventaja un aumento en el costo de empaque debido al exceso de volumen. Esto se evita si la última parte de la deshidratación se lleva a cabo bajo condiciones en las cuales el volumen de la espuma se reduzca, y se puede lograr aplicando una corriente de aire caliente para hundir la espuma hasta el volumen deseado. Como ejemplo, el líquido a secar puede ser originalmente inflado a 5 veces su volumen; se le deshidratará bajo condiciones tales que ese volumen se mantenga; como paso siguiente, la espuma se somete al breve contacto de una corriente de aire caliente, o al calor radiante de un calentador eléctrico, para hundirla hasta la mitad de su volumen. Como alternativa, ese hundimiento puede ser conseguido, en el momento en que la espuma está todavía caliente y plástica, por aplastamiento mediante rodillos, planchas, u otro medio similar de presión.

El proceso completo de secado se ilustra con la figura 2.3 de un aparato para la deshidratación continua de espuma que incluye una banda perforada flexible (1) hecha de acero inoxidable, neopreno, fibra de vidrio cubierta con teflón, u otro material adecuado; dicha banda se halla cerca de los rodillos (12) (13) y del cilindro (11) operado por un mecanismo conveniente para lograr el movimiento continuo de la banda en la dirección señalada en la figura. La alimentación se efectúa por el aplicador (4) que deposita la espuma sobre la banda (1) para ponerla en contacto con el aire de una esprea (3). Ya perforado,

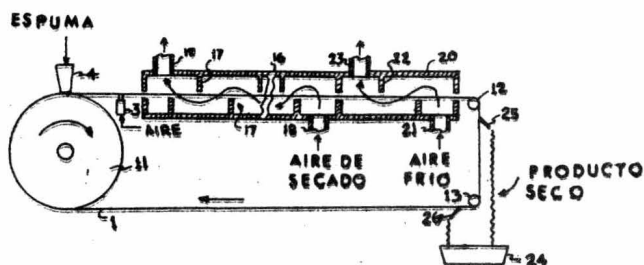


FIG. 2.3.

el colchón atraviesa la cámara deshidratadora (16) provista de un buen arreglo de bafles (17), entradas de aire caliente (18) y escapes de aire (19). Al cruzar el compartimento (16), la espuma perforada se pone en contacto con aire caliente dirigido por los bafles a pasar en la forma sinuosa que las flechas señalan. El continuo fluir del aire a través de las perforaciones (7) favorece la rapidez en la acción. La longitud de la cámara (16) deshidratadora es suficiente para permitir el secado del colchón de espuma perforado en el tiempo de residencia. Dicha cámara no está sellada y, por tanto, la presión dentro de ella es la atmosférica; está provista de ventanillas de cristal, o de algún otro material similar, para facilitar el control de la temperatura por observación visual. Aunque, por lo común, se



prefiere en esta operación poner en contacto la espuma con aire caliente dentro de los límites de temperatura del proceso, es posible usar calentamiento suplementario en la cámara, ya por calentadores radiantes, ya por conductivos, o bien por medio de tuberías de vapor aletado que recalientan la corriente de aire cuando ésta se enfría por el contacto con la espuma húmeda. Al salir de la cámara deshidratadora, el producto es transportado a la cámara de enfriamiento (20) construida básicamente como la anterior (16). Tiene una puerta (21) de entrada para aire frío y seco dirigido por los baffles (22) a través de las perforaciones del colchón y al que sirven de salida las ventilas (23). Esta cámara (20) tampoco está sellada y enfría, a 100°F o menos, el producto que ya en una condición quebradiza es fácilmente removible y para ello los cilindros (12) (13) funcionan en la forma ya explicada anteriormente. El producto recolectado en la tolva (24) con ayuda de los raspadores (25) (26) debe ser inmediatamente fragmentado, o comprimido, para reducir su masa a hojuelas u otra forma de subdivisión.

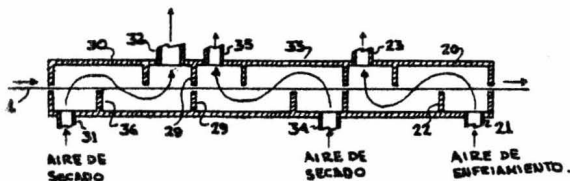


FIG. 2.4.

La figura 2.4 representa un sistema de deshidratación provisto de flujo paralelo en la primera parte y flujo a contracorriente en la última. Este sistema resulta ventajoso para aumentar velocidad a la deshidratación. En este aparato, la cámara de deshidratación está dividida en dos secciones por barreras (29). La primera, con flujo paralelo, (30) está provista de una entrada de aire caliente (31) y una ventila de expulsión -

(32). Y la segunda sección (33) tiene una entrada (34) y una salida (35). Los baffles (36) están presentes y dispuestos aquí de igual manera que en el equipo ilustrado por la figura 2.3.

En la segunda sección, el aire será a menor temperatura ya que el efecto de enfriamiento por evaporación es bajo.

En general, cualquier método de deshidratación es efectivo para retirar la humedad de los productos alimenticios; sin embargo, en todos los casos, un contenido de humedad residual permanece y su cantidad depende de la naturaleza del material y de las condiciones de deshidratación. Es extremadamente difícil la remoción del contenido de humedad residual y esto puede obedecer a que el agua se halla unida a los constituyentes sólidos por mecanismos físicos de hidratación y/o adsorción. Si se intenta remover esta humedad por técnicas convencionales, tiempos de operación muy largos y por lo tanto costosos serían requeridos. Por otro lado, como la humedad residual, aun en cantidad relativamente pequeña, tiene efecto nocivo en aquellos productos que deben ser mantenidos durante largos períodos de tiempo, es necesario reducirla. Una forma usual consiste en agregar un paquete con desecante a cada recipiente del producto; aunque tal técnica tiene serias desventajas como la lentitud de secado, algunos meses para lograr una adecuada reducción; lo engorroso de la operación; el aumento en el costo, no sólo con el precio del desecante, sino también en razón del requerimiento de un recipiente de mayor tamaño; además, se presenta el peligro de contaminación del producto por manejo brusco, o por la manera inadecuada de abrir el recipiente.

Un proceso desarrollado por A. Morgan Jr., R. Graham y L. Ginnette (U.S.P. 3,031,312. Abril 24, 1962. Asignado a la Sría. de Agricultura de E.E.U.U.) involucra la mezcla del producto, ya deshidratado, con una porción pequeña de un líquido volátil y el secado de la mezcla. La adición de tal líquido pro

voca cambios profundos y la humedad residual es removida rápida y eficazmente. El mecanismo no ha sido entendido por completo; se piensa que, con la adición del líquido, el agua rompe los enlaces que se halla formando con el sólido para unirse con el líquido. Lo cierto es que su movilidad se incrementa y la aplicación de condiciones de evaporación a la mezcla consigue una rápida remoción. Puede también decirse que el líquido adicionado incrementa la fugacidad en la humedad del sistema agua-sólido. Por supuesto, el líquido volátil deberá seleccionarse de acuerdo con el uso del producto final. Así, para un producto comestible el líquido también deberá ser comestible. El uso de etanol es recomendable.<sup>34</sup>

Una característica importante del proceso de espumado es la gran porosidad del producto a la cual son atribuibles algunos problemas. Cuando el jugo de jitomate es deshidratado por este proceso, presenta un color rosado en vez del típico rojo. Esta diferencia en el color se debe, probablemente, a un fenómeno óptico causado por los millares de diminutos huecos en las partículas secas. Otro tipo de problema consiste en el cambio al color café, debido a la oxidación del rojo natural derivado del licopeno cuando el producto es almacenado en contacto con aire. Esta oxidación es perceptible desde, aproximadamente, a los tres días de hallarse el producto en recipientes abiertos y a temperatura ambiente. La rapidez en la oxidación es acelerada por la porosidad que presenta una gran área superficial de contacto al oxígeno de la atmósfera.

Todos los productos alimenticios deshidratados por el método de colchón de espuma presentan un color más pálido que el de sus materias primas, y al ser almacenados en contacto con aire, las reacciones de oxidación ocurren de haber constituyentes de fácil oxidación como los derivados de los carotenos y de

otros compuestos orgánicos. El resultado de esta oxidación incluye variación en el color, olor y/o sabor naturales, la destrucción de vitaminas y de otros factores nutrientes. Además, muchos productos deshidratados por esta técnica adquieren baja densidad de masa, no deseable algunas veces por la elevación de los costos de empaque.

En el proceso desarrollado por R. Graham, L. Ginnette y A. Morgan Jr., (U.S.P. 3,093,488. Junio 11, 1963. Asignado a la Sría de Agricultura de E.E.U.U.) se evitan las desventajas mencionadas. Consiste en un sellado superficial, llamado también fusión localizada superficial, del producto seco. Puede efectuarse por exposición de los materiales a la humedad, al calor, o a una combinación de ambos factores. Así mismo se puede usar la presión con la humedad y/o calor, para lograr una densificación en la superficie del producto y hacerlo menos permeable. La duración y otras condiciones de este tratamiento deberán ser limitadas para impedir una completa fusión, o la pérdida de porosidad en el producto. Si esto llegara a suceder, la rehidratación sería muy lenta. Aun en caso de un buen tratamiento, se tiene una reducción en la velocidad a que los productos pueden ser rehidratados comparable a la de los obtenidos por secado a vacío, o por espreación.<sup>34</sup>

Una forma conveniente para efectuar el sellado superficial consiste en colocar el producto deshidratado sobre una bandeja y exponerlo a una corriente de aire húmedo caliente, de humedad relativa de 60-100%. Estos límites no son críticos y debe emplearse la que se encuentre cerca de la humedad relativa de equilibrio del producto deshidratado. Un sellado superficial más rápido se obtiene con temperaturas del rango 100-212°F. dando, por observación visual del momento en que la superficie presenta un aspecto de escarcha, el límite de la temperatura.



El tiempo de tratamiento dependerá de factores como las propiedades del producto a ser tratado, el contenido de humedad del aire que se aplica, la temperatura de tratamiento, el grado de contacto entre las partículas, la atmósfera circundante, etc., y también puede ser hallado por observación. En productos pigmentados, como el polvo de jitomate, se nota un cambio de coloración del rosa al característico del fruto. En este proceso, se puede usar en lugar del aire el bióxido de carbono, nitrógeno, helio, u otro gas no tóxico, para transportar la humedad, o puede ésta ser aplicada directamente sobre el producto por medio de vapor de agua, en un recipiente sellado.

Para su tratamiento, es conveniente soportar el material sobre una superficie plana, por ejemplo una bandeja perforada; pero se obtienen mejores resultados colocando el material dentro de un cilindro rotatorio de metal, con rejillas o perforaciones, y hacerlo entrar en contacto con el gas húmedo. El rodar de las partículas en el cilindro da una superficie uniforme con mayor rapidez.

Una variación del sellado superficial descrito puede obtenerse regulando las características del medio gaseoso que se aplica a la espuma en el secado. V.Gr.: la espuma puede someterse a deshidratación hasta que pierda su naturaleza plástica y presente un contenido de humedad inferior al 15%; en ese momento, la humedad puede ser adicionada al medio gaseoso para lograr el sellado de la superficie. El producto se pone otra vez en contacto con el medio deshidratante hasta dejarlo en las mejores condiciones de ser preservado. Todo este proceso se realiza en un mismo equipo, cambiando únicamente las características del medio gaseoso aplicado.

El método que nos parece preferible para el sellado superficial, aplica al material una compresión cuando pasa en-

tre un par de rodillos calentados mediante una corriente de agua de circulación interna. Para facilitar esa compresión y evitar que se rompa la estructura celular, el material es entibado antes de recibir presión. La temperatura requerida, en cualquier caso dependerá de variables tales como la naturaleza del material, su contenido de humedad, la temperatura a la cual se mantiene la superficie compresora, el grado de densidad logrado, etc. La determinación de las condiciones del proceso puede lograrse por la aplicación de diferentes grados de humidificación y/o calentamiento y así seleccionar la temperatura de operación que ablande la superficie del material para que pueda ser comprimido y producir un producto de las características deseadas.

En virtud del número de variables involucradas, es muy difícil definir numéricamente los límites de la temperatura aplicable en todos los casos. Sin embargo, para muchas frutas y productos vegetales, las condiciones apropiadas caerán dentro del rango de 10-35% en contenido de humedad, y de 70-200°F. para la temperatura. En el caso particular que nos ocupa se tienen buenos resultados con una humedad del 8% y una temperatura de 200°F.<sup>34</sup>

III

EXPERIMENTACION .

EXPERIMENTO N° 1.

250 ml de jugo de jitomate comercial se sometieron a filtración para eliminar, en lo posible, el contenido total de pulpa hasta obtener un suero ligeramente coloreado.

El suero fue concentrado en un evaporador a 54°C bajo un vacío de 115 mm. de Hg hasta alcanzar 46.1°Brix. Fue vertido en charolas, en una distribución de carga de 0.2443 g/cm<sup>2</sup> y con 0.3175 cm. de altura. Las charolas fueron colocadas en los anaqueles de un secador a vacío. En la siguiente tabla proporcionamos las condiciones de deshidratación:

| TIEMPO<br>min. | PRESION<br>mm de Hg | TEMPERATURA<br>EN ANAQUELES<br>°C | TEMP. PROM.<br>DEL PRODUCTO<br>°C | OTRAS CONDICIONES.  |
|----------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| 0              | 760                 | 17.8                              | 15.6                              | Cerrado. Arrancado del vacío.                             |
| 10             | 50                  | 17.8                              |                                   | Vapor circulando a través de los anaqueles a los 12 min.  |
| 45             | 2                   | 93.0                              | 49.0                              |   |
| 65             | 2                   | 93.0                              | 68.3                              | Agua fría circulando a través de los anaqueles al min. 65 |
| 90             | 2                   | 68.3                              | 61.6                              | Agua circulante hasta ajustar los 68.3°                   |
| 120            | 2                   | 68.3                              | 68.3                              | Circulación de agua fría a través de los                  |

anaqueles hasta que el producto alcance 26.7°C. Entonces, se interrumpe el vacío, se abre el secador y se saca el producto.

En esta deshidratación el estado inicial (primeros 12 minutos) fue llevado a temperatura ambiente, para evitar el espesamiento del concentrado. Se notó que el concentrado se expandió a un nivel de 1.27 cm. equivalente a 16 veces su volumen. Este grado de expansión permaneció constante, aún después de que el vacío fue eliminado y el producto desalojado de las charolas, ya frío, por medio de una espátula. Se observó que el producto tuvo fácil remoción y se rompió en hojuelas finas que resultaron bastante solubles en agua. La pulpa, eliminada con el colado del jugo, fue tratada en un secador de charolas, con vacío de 2 mm. de Hg y manteniendo la temperatura de los anaquelles a 93°C durante media hora, para reducirla después a 37.8°C y mantenerla así hasta completar la deshidratación. También hubo facilidad para desalojar el producto en forma de pequeñas hojuelas.

Pulpa y suero, ya secos, se mezclan en proporción de 1 parte de pulpa seca por cada 8 de suero seco. Con este polvo se pudo preparar un jugo reconstituido a la concentración deseada, añadiendo la cantidad necesaria de agua y agitando durante unos segundos. Los productos reconstituidos presentaron buen sabor y olor natural.

El proceso de deshidratación fue repetido empleando jugo de jitomate con diferente contenido de pulpa: 20%, 10%, 7%, 6%, 2%, y 1% en volumen. Se observó que la deshidratación se dificulta a medida que aumenta este contenido, debido a que la expansión decrece. Los productos obtenidos de los primeros lotes resultaron de consistencia áspera, se pegaron a las charolas, y fue necesario agitar durante más de 1 minuto para formar un jugo reconstituido.

#### EXPERIMENTO N° 2.

250 ml. de jugo fresco de jitomate se concentraron -



hasta un contenido en sólidos de 30% en un secador a vacío. El concentrado fue sometido a vigorosa agitación con un agitador de hélice accionado por motor eléctrico. La hélice se mantuvo cerca de la superficie para crear un remolino y atraer aire al seno del líquido. El concentrado así aereado se colocó en un deshidratador de tambor caliente bajo las siguientes condiciones de operación:

La temperatura del tambor se mantuvo a 94.4°C, la velocidad de la banda a 2.5m/min., el tiempo de contacto entre la banda y el tambor fue de 54 seg., el espesor de la película fue 0.015 cm., la presión en el deshidratador 2.5 mm. de Hg, la velocidad de producción fue de 10 kg/hora, y el contenido de humedad del producto fue de 2.3%.

Durante la deshidratación se observó una expansión de la película a 20 veces su volumen, que se mantuvo a lo largo del proceso. El producto obtenido fue de fácil remoción y de consistencia porosa. Al ser agitado en agua, durante unos segundos, se formó un jugo reconstituido de color natural y de buen sabor, aunque algo carente de aroma.

Con el propósito de demostrar la efectividad de la reacción del concentrado antes de someterlo a deshidratación, se hicieron varios experimentos omitiendo este paso. Un concentrado sin aerear se colocó en el deshidratador y fue sometido a las mismas condiciones del caso anterior. La deshidratación fue insuficiente, la película de concentrado no se expandió y quedó pegada en forma de una costra de color café. Otra cantidad de concentrado sin aerear se sometió a la misma deshidratación, pero en lugar de usar los 2.5 mm. de Hg se usó una presión de 1.3 y las demás condiciones fueron: temperatura del tambor 88.8°C, velocidad de la banda 4.58m/min., tiempo de contacto entre la banda y el tambor 26.5 seg., espesor de la película 0.015 cm.,

velocidad de producción 5.6 kg/hora, y contenido de humedad en el producto 2.3%.

### EXPERIMENTO N° 3.

La materia prima fue un jugo concentrado de jitomate con 30% de contenido en sólidos y de consistencia pastosa. A 100 partes de este concentrado le fueron incorporadas 0.24 partes de dipalmitato de sacarosa (0.8% sobre el contenido en sólidos). La mezcla se batió con una velocidad de 500-700 rpm, durante 5 minutos, para formar una espuma con 0.4 g/ml. Una muestra de esta espuma fue introducida en un cuarto con temperatura ambiente y se mantuvo en observación durante dos horas. La altura relativa de la espuma no varió. Las muestras puestas al ambiente fueron esparcidas por espreación, sobre charolas, para formar una película de 0.3175-1.27 cm. de espesor. Las charolas, ya con la película de espuma, se colocaron en un gabinete secador y fueron sometidas a una corriente de aire caliente de 71 a 82°C hasta alcanzar un contenido de humedad de 3%. La velocidad del aire caliente fue 62.5m/min. En la tabla siguiente se dan los datos de espesor, temperatura y tiempo, de cuatro muestras sometidas a secado:

| EXPERIMENTO. | ESPEJOR DE ESPUMA.<br>cm. | TEMP. AIRE.<br>°C. | TIEMPO DE SE-<br>CADO. min. |
|--------------|---------------------------|--------------------|-----------------------------|
| A            | 1.27                      | 71                 | 90                          |
| B            | 0.3175                    | 82                 | 45                          |
| C            | 0.4762                    | 77                 | 60                          |
| D            | 1.27                      | 82                 | 60                          |

Completada la deshidratación, el producto se enfría a la temperatura ambiente en una atmósfera seca; puede observarse una reducción de espesor de menos del 10% y que tiene textura porosa, puede ser fácilmente removido con una espátula, queda

en forma de hojuelas bastante solubles, tanto que, en 30 segundos de agitación se forma un líquido reconstituido libre de grumos o impurezas. La relación entre las cantidades de producto seco y agua determina la forma de reconstitución: jugo, concentrados, salsa, pasta, etc., siempre con la propiedad de estabilidad de fase.

#### EXPERIMENTO N° 4.

La materia prima fue un jugo concentrado de jitomate con 30% en contenido de sólidos y de consistencia pastosa. A 100 partes de este concentrado le fueron adicionadas 0.45 partes de albúmina seca de huevo (1.5% sobre el contenido en sólidos). La mezcla se batió a 700 rpm para incorporar aire hasta que el volumen se incrementó 2.5 veces. La espuma se aplicó a una banda de neopreno de 0.254 cm. de espesor que la transportó a través de una cámara de deshidratación donde fue puesta en contacto con una corriente de aire calentado a 71°C durante una hora. El producto deshidratado, con 4.5% de humedad, se transportó a través de una cámara de enfriamiento donde se sometió a la acción de aire frío hasta que la temperatura del producto fue abatida hasta 37.8°C. La banda, portadora ya del producto deshidratado y frío, se hizo pasar por una polea de 1.27 cm. de  $\emptyset$  para desalojar, con el cambio brusco de dirección, al producto en forma de hojuelas de estructura porosa y con muy buena cualidad de rehidratación.

#### EXPERIMENTO N° 5.

El material de partida fue un jugo de jitomate concentrado de las mismas características que en el experimento anterior. En 100 partes de este concentrado fueron incorporadas 0.45 de albúmina seca de huevo. La mezcla se agitó con un bati-

dor de huevo a una velocidad de 700 rpm durante 5 minutos para formar una espuma de 2.5 veces el volumen del concentrado original. Una muestra de esta espuma se dejó a temperatura ambiente y se observó que no hay modificación en el peso. Otra parte de la espuma fue extendida por espreación sobre una charola en película de 0.3175 a 1.27 cm. de espesor. La charola fue puesta en una cabina de secado y sometida a una corriente de aire calentado a 71-82°C hasta lograr un contenido final de humedad de 4%. La velocidad del aire caliente fue de 62.5m/min. Los espesores de la espuma, temperatura del aire y tiempo de deshidratación, para cuatro muestras diferentes, son iguales a los de la tabla del experimento N° 3. Ya desecados, los productos se enfriaron hasta alcanzar la temperatura ambiente, en una atmósfera seca, y resultaron tener textura porosa, ser de fácil remoción mediante espátula, con forma de hojuelas muy solubles (30 seg. de agitación manual con una cuchara). Los productos reconstituidos no mostraron tendencia a la separación de fases.

#### EXPERIMENTO N° 6.

Se partió de un jugo de jitomate concentrado de 30% como contenido en sólidos. A 300 partes de esta pasta se le adicionó una emulsión formada por 1 parte de monoestearato de glicerilo y 9 de agua caliente a 71°C. La mezcla fue batida en un espumador mecánico, se añadió nitrógeno hasta formar una espuma de 0.4g/ml. de consistencia dura. La espuma fue extendida por espreación en película de 0.1587 cm. sobre la superficie de una plancha de acero inoxidable perforada en hileras escalonadas de hoyos circulares de 0.476 cm. de  $\phi$  sobre centros de 0.792 cm. Esta plancha, ya cargada, se puso en contacto con una corriente de aire suministrada por un canal de 0.158 cm. de ancho. El aire es lanzado hacia arriba a una velocidad de 46.8m/sec para

efectuar el perforado. El area superficial del colchón de espuma se incrementa con esta operación alrededor de 5 veces. La placa soportadora del colchón de espuma perforado se colocó en una cabina de secado donde recibió una corriente de aire que se mueve en el plano normal de la placa, tiene una temperatura de 71°C, humedad relativa de 5% y una velocidad de 1.5m/seg. Después de 8 minutos, la plancha fue removida del secador y el producto desalojado por la acción de un raspador suave presentó buenas propiedades de rehidratación (1 minuto de agitación manual).

Como una variante del experimento, se usaron capas no perforadas de espuma de jitomate (0.158 cm. de espesor) que fueron sometidas a las mismas condiciones de secado. El tiempo necesario para el secado fue de 45 minutos.

Otra variante consistió en cambiar la temperatura y humedad del aire de secado durante el proceso. En la fase inicial se usó aire a 82°C y 5% de humedad relativa. En forma paulatina, las condiciones fueron cambiadas hasta 54°C y 30%. El tiempo de secado fue de 6 minutos. El producto, con 5% de humedad, fue fácilmente removido de la plancha y presentó las mismas propiedades de rehidratación del obtenido en el experimento original.

Se estima que el experimento mejora su eficiencia si se usa un secador de flujo continuo en banda móvil.

#### EXPERIMENTO N° 7.

Un concentrado de jugo de jitomate (30% en sólidos) fue mezclado con 0.24 partes de dipalmitato de sacarosa disuelto en éter dietílico. La mezcla se batió hasta producir una espuma de 0.4g/ml. que extendida mediante una esprea con orificio de 0.317 cm. de  $\emptyset$  sobre una banda en movimiento, recibió en la

cámara de secado una corriente de aire de 62.5m/min. de velocidad. La temperatura del aire decrece, en esta acción, de 82°C a 54°C en un lapso de 12 min. El producto resultante fue de naturaleza frágil, con un contenido de humedad de 3%. 10 partes de etanol puro fueron adicionadas a 100 de este producto hasta formar una pasta lodosa homogénea. Esta mezcla fue expuesta al vacío durante 2 horas a 21.1°C para reducir el contenido de humedad que ahora fue de 0.7%. No hubo olor a etanol en el producto final.

Para establecer comparación, una muestra del producto seco y pulverizado se sometió al mismo vacío, durante iguales tiempo y temperatura, sin adicionarle etanol. El producto resultó contener un 2.6% de humedad. En ambos casos, las propiedades de rehidratación, color y olor característicos fueron buenas.

#### EXPERIMENTO N° 8.

Una muestra de jugo de jitomate con 30% en sólidos y de consistencia pastosa fue mezclada con monoestearato de glicérido, en una relación 1:0.003, y agitado con una batidora de huevo hasta producir una espuma de 0.38g/ml. Sobre la superficie de una banda de fibra de vidrio cubierta con teflón se colocó la espuma en forma de espagueti de 0.317 cm. de  $\phi$ . La banda se hizo pasar a través de un secador en el que se puso en contacto con una corriente de aire a 71°C durante 12 min. y posteriormente con aire a 49°C durante 3 min. La espuma deshidratada fue enfriada hasta la temperatura ambiente y presentó un 3% de humedad y un color rosa pálido. El producto deshidratado fue entonces colocado en una charola del mismo material de la banda, en proporción de carga de 538.32 g/m<sup>2</sup> y transportado a una cámara donde el producto se expuso a una corriente de vapor a 100°C durante 3 min. El producto (20% en contenido de humedad) fue de

salojado de la cámara y sometido nuevamente a una corriente de aire a 54°C durante 5 min. y así la humedad fue reducida a un 3% y el color cambió al rojo oscuro característico. El volumen fue aproximadamente de 50% con relación al anterior a la etapa de humidificación.

Una variante del experimento consistió en someter el jitomate deshidratado a un calentamiento a 54°C en horno, para después hacerlo pasar entre dos rodillos de 30.48 cm. de  $\emptyset$  calentados a 93°C y espaciados 0.012 cm. y girando a 1 rpm. El producto presentó el color intenso característico.

En otra variante, el jitomate deshidratado se expuso a una corriente de aire con 90% de humedad y a la temperatura ambiente. El material, ablandado por esta humidificación (con 8% de contenido de humedad) fue pasado entre dos rodillos de 30.48 cm. de  $\emptyset$  girando a 1 rpm, con temperatura y espaciamiento también iguales a los del caso anterior. El producto fue entonces vuelto a secar hasta un 3% de humedad mediante la acción de una corriente de aire a 54°C. El color se modificó también en este procedimiento y recobró el tono natural del fruto.

IV

C A R A C T E R I S T I C A S D E L A P L A N T A .

1.- SELECCION DEL PROCESO.

La industrialización del jitomate en sus diversas formas ha sido ampliamente explotada en México por las grandes compañías procesadoras de alimentos. Sus planes de expansión tienden a cubrir la demanda interna de los productos derivados de jitomate más usuales, y la introducción de una nueva marca no ofrecería ventajas para competir. Por esta razón, es deseable obtener un producto relativamente nuevo que presente un consumo en continuo ascenso.

El polvo de jitomate, producto de reciente introducción en el mercado nacional, tiene excelentes propiedades organolépticas y de conservación que le permiten ser reconstituido para la formación de varias de las formas industrializadas, aun después de más de un año de haber sido empacado. La casi total deshidratación impide el desarrollo de microorganismos que podrían causar el deterioro del material. Así mismo, el producto es de fácil manejo y almacenamiento.

En virtud de estas cualidades, el presente anteproyecto está enfocado a la obtención de polvo de jitomate. Para ello, se analizaron cuatro métodos diferentes en cuya comparación encontramos:

a).- El método de colchón de espuma perforado no presenta los problemas del de espreación y reduce, por consiguiente, los costos de operación y mantenimiento.

b).- Con dicho método, se obtiene un producto similar al que proporciona el método de liofilización, y los de vacfo,



a mucho menores costos de equipo, operación y mantenimiento.

c).- Así mismo, tiene como ventaja sobre el método básico el aumento del área superficial de la espuma en el secado y es, por tanto, más eficiente.

Por tales razones, hemos elegido el método de colchón perforado para este anteproyecto.

PROCEDIMIENTO: La secuencia general para la obtención de pasta, en casi todas las fábricas, es básicamente similar. En nuestro caso, esta secuencia y las condiciones de operación están supeditadas a la línea de concentración construida por la firma italiana Rossi & Catelli de Parma. Es así:

- a).- Recepción del jitomate de los campos.
- b).- Lavado y selección.
- c).- Triturado para la formación de pulpa.
- d).- Precalentamiento.
- e).- Separación de piel y semillas.
- f).- Refinamiento.

A partir de aquí, nuestro proceso requiere además:

- g).- Concentración de la pulpa a 30% de sólidos
- h).- Secado por el método elegido.
- i).- Empaque en bolsas de celopoliel.

El jitomate llega a la fábrica en cajas de madera de 30 kg y se almacena hasta que alcanza su total coloración. En la recepción de la fruta fresca se pondrá atención en los siguientes puntos: uniformidad de color, madurez óptima, ausencia de moho y de infestación por insectos, así como de mugre, lodo y otras materias extrañas, limpieza en los recipientes y los vehículos de transporte, uniformidad de variedad en la fruta.

El fruto maduro se vacía, manualmente, a la sección de prelavado. Cae dentro del tanque de la lavadora, el cual es-

tá provisto de un fondo falso perforado y de unas espreas que mantienen el agua en turbulencia. De este tanque de prelavado, se hace pasar a un segundo tanque mediante las espas de un rodillo accionado por motor con reductor que determina la velocidad de la banda de inspección. Aquí, el nivel del agua se mantiene constante y el aire, a presión a través de espreas, agita el agua a 80-100 lb/plg<sup>2</sup>. El jitomate pasa, por medio de un transportador, a la banda de selección, otro transportador de rodillos, que expone la fruta en todas sus faces. Allí son separados los frutos que no llenan los requisitos para el proceso.

Después de la selección, el jitomate cae a una caja trituradora provisionada de dos rodillos con navajas de acero inoxidable que trituran a la fruta sin dañar la semilla. La pasta, que se está depositando en un recipiente, es bombeada de inmediato a un precalentador y calentada prontamente por la acción del vapor alimentado, tanto a la parte interior del tubo horizontal, como al exterior de la chaqueta que rodea a la carcasa. Esto produce la liberación de la materia mucilaginoso que rodea la semilla y ya libre da cuerpo a la pasta y desactiva la acción enzimática. La pasta de jitomate se deposita en un tanque de reposo de donde es bombeada a una serie de tres ciclones que remueven la piel y la semilla. El primero de esos cilindros (despulpador) es un cono truncado con criba de 1 mm de diámetro, mientras que el segundo y el tercero sólo refinan la pulpa con mallas de 0.7 mm y 0.4 mm de diámetro, respectivamente. En el interior de cada cilindro se encuentran unas paletas que remueven el jugo y lo hacen pasar por la criba. El producto se deposita en un tanque de almacenamiento y de allí se succiona a la bola de concentración donde se evapora agua hasta elevar el contenido en sólidos a un 30% mediante vapor saturado a 3 atmósferas y 140°C. La pulpa se agita para evitar que se pegue y queme

en las paredes al hervir a presión reducida, lo cual se logra con una bomba de vacío abastecida de un condensador barométrico. La bola tiene un indicador de vacío, un termómetro, ventanillas de inspección que se limpian automáticamente con agua del condensador, y un agitador operado por motor eléctrico con reductor.

Para operar la bola, como primer paso se revisan las válvulas del recipiente a vacío para asegurarse de que están completamente cerradas. Se abre, entonces, la válvula del agua en la bomba de vacío y en cuanto el agua fluya por la descarga hay que encender la bomba y observar que el indicador de vacío marque la succión del jugo. El nivel del jugo introducido a la bola se observa a través de un tubo indicador colocado a lo largo. Cuando el nivel alcanza cerca de los 10 cms se cierra la válvula de admisión. La bola tiene ahora una carga inicial de jugo y el agitador debe ser encendido. La válvula de agua del condensador se abre, hasta el llenado de la varilla indicadora, y entonces se procederá a conectar la bomba de agua del condensador, balanceando para mantener un nivel constante en el indicador. En seguida, se abre la válvula de vapor manteniendo el punto de nivel del jugo en la bola, a manera de que cubra el tope de los brazos del agitador. A intervalos, el producto se muestrea valiéndose de una trampa de vacío para medir el contenido de sólidos con un refractómetro. Una vez alcanzado el contenido de 30%, se procede a cerrar la válvula de vapor y la de admisión del agua en el condensador; se suprime el bombeo de agua; se cierra la válvula del agua en la bomba de vacío; se para la bomba de vacío; se suprime el vacío de la bola abriendo la ventanilla de operación y, por último, la bola se drena hacia el tanque de reposo a través de la válvula que se encuentra en el fondo.

Esta operación involucra el tiempo de llenado, el de concentración, y el de vaciado. Del tanque de reposo, el producto se bombea al tanque de agitación donde se le adiciona el monoestearato de glicerilo, previamente emulsificado a 130°F a razón de 1:9 con agua. Se agita durante 5 min a 700 rpm para producir una espuma de 0.4 g/ml que alimenta el secador de colchón perforado donde el producto es deshidratado hasta su conversión en polvo. Este secado se efectúa a lo largo de una banda perforada soportante haciendo circular aire caliente a través de las perforaciones. Sobre la misma banda, pasa por una zona donde recibe una corriente de aire frío. Entonces es removido de la banda con ayuda de raspadores adecuados. El polvo así obtenido se deposita en charolas de donde se transporta a la empacadora.<sup>24</sup>

## 2.- LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

En la localización de cualquier planta industrial se deben considerar los siguientes factores:<sup>44,46</sup>

### I.- Materia prima:

Fuentes minerales.

Fuentes naturales.

Distribuidores de insumos.

Disponibilidad presente y futura.

Logística de distribución. Distancia. Costos de

fletes. Inventarios. Tiempos.

Sustitutos.

Aspectos relacionados con la exportación.

Facilidades a subcontratantes.

### II.- Mercado.

Características del producto. Precio actual y futuro.

Localización actual y futura.

Industrias consumidoras. Tendencias.

Potencial de nuevos usos.

Logística de distribución. Distancias. Costos de fletes. Inventarios. Tiempos.

Competencia presente y futura. Localización.

Posibilidad de exportaciones.

### III.-Aspectos Fiscales.

Impuestos federales y locales.

Incentivos federales y estatales.

Política de descentralización industrial y de desarrollo regional.

Reparto de utilidades.

Otros impuestos y obligaciones.

### IV.- Condiciones Climatológicas.

Altura sobre el nivel del mar.

Condiciones de temperatura y humedad.

Lluvias, niebla, y nieve.

Frecuencia de temblores, huracanes, y otros desastres.

Efectos de factores climatológicos sobre la inversión.

sión.

### V.- Agua.

Disponibilidad, cantidad, requisitos legales.

Calidad. Características biológicas y químicas.

Confiabilidad.

Costos.

### VI.- Energía Eléctrica y Combustibles.

Disponibilidad, cantidad.

Calidad. Características de las fuentes.

Confiabilidad.

Necesidad de fuente de emergencia.

Costos.

VII.- Control Ambiental.

Leyes y especificaciones relacionadas con la contaminación de aire, agua, y tierra.

Concentración Industrial. Contaminación atmosférica.

Medios de disposición de fluentes.

Medios de disposición de desperdicios.

Drenajes.

VIII.- Facilidades de Transporte.

Leyes.

Ferrocarriles.

Carreteras.

Vías pluviales y marítimas.

Transportación aérea.

Frecuencias, costos, confiabilidad, tiempos y distancia.

IX.- Mano de Obra.

Disponibilidad, calidad.

Leyes laborales.

Relaciones sindicales. Influencia de sindicatos locales. Problemas.

Capacitación.

Costos. Tabuladores.

Indices de ausentismo y rotación.

X.- Desarrollo del lugar.

Características del terreno. Espacio. Costo.

Resistencia del suelo. Topografía.

Acceso a F.F.C.C. y carreteras.

Acceso a fuentes de agua, energía, y corriente eléctrica.

Espacio para expansión.

Provisiones y espacio para expansión en plantas \_  
existentes. Planes futuros en otras líneas.

Leyes sobre construcción.

XI.- Factores de la Comunidad

Urbana o rural.

Disponibilidad y costo de casas.

Aspectos culturales y religiosos. Iglesias, bi- \_  
bliotecas, teatros, cines, escuelas.

Servicios municipales en general.

Hospitales, médicos, servicios de emergencia.

Hoteles y restaurantes.

Instalaciones y actividades recreativas.

XII.- Comunicaciones.

Facilidad de transporte del personal.

Teléfono y telégrafo.

Correo.

Radiocomunicación.

XIII.- Otros Aspectos.

Legislación local.

Refacciones. Disponibilidad.

Servicios bancarios. Seguridad.

El análisis de los puntos mencionados nos llevó a la \_  
conclusión de que la Ciudad de Cautla, en el Estado de Morelos,  
reune características que la hacen adecuada para instalar allí \_  
la planta.

3.- DETERMINACION DE LA CAPACIDAD.

La capacidad de la planta se fijó con base en las pé\_  
didas anuales de jitomate en el Estado de Morelos. El estimado \_  
fue hecho en forma directa, tomando en consideración, principal\_

mente, las grandes fluctuaciones del precio medio rural del fruto, lo cual es causa de que a determinados agricultores les sea incosteable la cosecha y opten por abandonarla. También se tomaron en cuenta factores climatológicos, de plagas y de enfermedades, que reducen la calidad del fruto para su exportación o consumo interno.

Las pérdidas anuales ascienden, en promedio, a 2,700 ton. que representan el 1.7% de la producción del Estado de Morelos. Y puesto que uno de los propósitos de este trabajo es el de evitar estas pérdidas, la capacidad se plantea de 2,700 ton. de jitomate por año.

#### 4.- ANALISIS DE MERCADO.

Los consumidores de polvo de jitomate, en el país, son las compañías de productos alimenticios, y lo han venido usando como condimento en consomés y sopas en polvo. Desde este punto de vista, el mercado nacional se encuentra prácticamente saturado, aunque presenta una gran tendencia a incrementarse como consecuencia de la necesidad de proveer a un creciente número de consumidores.

Mas, si partimos de la base de que no hay en el mercado nacional polvo de jitomate como tal para el consumo popular, y de que a partir del polvo se puede reconstituir las formas más usuales, la introducción del producto resulta favorable.



V

ANTEPROYECTO DE LA PLANTA.

1.- BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA.

El balance de materia se hizo con base en las 2,700 ton. anuales de jitomate que es necesario industrializar.

Suponemos que se trabajará 150 días del año, con lo que se tiene:

$$\begin{array}{l} \text{Ton/día de procesado} \\ \text{de jitomate fresco} \end{array} = \frac{2,700 \text{ ton/año}}{150 \text{ días/año}} = 18 \text{ ton/d}$$

Se trabajará tres turnos de 8 horas cada uno, lo cual da:

$$\begin{array}{l} \text{Ton/hr de procesado} \\ \text{de jitomate fresco} \end{array} = (18 \text{ ton/día}) \left( \frac{\text{día}}{24 \text{ hr}} \right) = 0.75 \text{ ton/hr} = 750 \text{ kg/hr.}$$

Esta cantidad de fruto entra al primer paso del proceso para ser lavado y, posteriormente, seleccionado en las mesas de inspección. En esta última se acepta una pérdida de fruto de 0.1% como máximo.

$$\text{Jitomate a la salida de la banda de inspección} = (750 - 0.75) \text{ kg/hr} = 749.25 \text{ kg/hr}$$

Los balances de materia para las dos primeras etapas del proceso, tomando como base 750 kg/hr de jitomate procesado, serán:

| ENTRAN.   | SALEN.  |
|---|---|
| 1.- A la lavadora como jitomate fresco 750 kg.            | 750 kg de jitomate limpio.                                    |
| 2.- A la banda seleccionadora como jitomate limpio 750 kg | 749.25 de fruto útil<br><u>0.75</u> de desperdicio<br>750 kg. |

Se supone que el jitomate tiene un 4% en peso de piel y semilla.

Cantidad de piel y semilla  $= (749.25 \text{ kg})(0.04) = 29.97 \text{ kg}$ .

Cantidad de pulpa  $= (749.25 \text{ kg})(0.96) = 719.28 \text{ kg}$ .

Como la pulpa tiene un 5% aproximado en sólidos, se tiene:

Cantidad de sólidos  $= (719.28 \text{ kg})(0.05) = 35.954 \text{ kg}$ .

Cantidad de agua  $= (719.28 \text{ kg})(0.95) = 683.326 \text{ kg}$ .

El evaporador está diseñado para obtener una pasta de hasta 36% en sólidos. En este caso, el jugo deberá ser llevado hasta un 30% en sólidos:

Pasta salida del evaporador  $= (35.954 \text{ kg})(100/30) = 119.846 \text{ kg}$ .

Agua evaporada  $= (719.28 - 119.846) \text{ kg} = 599.434 \text{ kg}$ .

Con los datos anteriores, el balance de materia, hasta el equipo de evaporación, será:

| ENTRAN   | SALEN   |
|--|---|
| 3.- Al triturador como fruto entero<br>749.25 kg       | 749.25 kg como fruto triturado o jugo bruto.                                      |
| 4.- Al precalentador como pulpa, piel y sem. 749.25 kg | 749.25 kg de jugo bruto caliente.   |
| 5.- A la refinadora como jugo bruto 749.25 kg          | 29.97 kg de piel y semilla.<br><u>719.28</u> kg de jugo fresco<br>749.25 kg.      |
| 6.- Al evaporador como jugo fresco 719.28 kg           | 119.846 kg de pasta 30% sól.<br><u>599.434</u> kg de agua evaporada<br>719.28 kg. |

En la operación de secado se usa, como agente espumante, el monoestearato de glicerilo en proporción de 1:9 con agua caliente y emulsionado por agitación. Esta mezcla, 10 g., se agrega a 300 g. de pasta con 30% en sólidos:

Cantidad de monoestearato de glicerilo adicionado  $= (119.846 \text{ kg})(1/300) = 0.399 \text{ kg}$ .

Cantidad de agua adicionada  $= (119.846 \text{ kg})(9/300) = 3.591 \text{ kg}$ .

Agua inicial en la pasta  $= (119.846 \text{ kg})(0.7) = 83.8 \text{ kg}$ .

35.9 + 0.399 = 36.299  
x 100 = 3629.9  
-----  
97 = 37.427

La espuma formada se seca hasta lograr un 3% de humedad en peso. Con ésto se tiene un producto en polvo que sale:

Cantidad de polvo = (35.954+0.399)(100/97)=37.477 kg.

Cantidad de agua en el pvo.=(37.477 kg)(0.03) =1.124 kg.

Agua desplazada. =(83.8+3.591-1.124) kg=86.359 kg.

Para secar la espuma se usa aire caliente a 150°F y con 5% de humedad relativa; este aire sale del secador con un 30% de humedad relativa y 110°F de temperatura.

En las tablas, a 586 mm de Hg, encontramos:

Para el aire de entrada H=0.014 lb de agua/lb de aire seco.

Para el aire de salida H=0.022 lb de agua/lb de aire seco.

De los datos anteriores, la humedad desalojada por 1 lb de aire de entrada será:

$\frac{\text{lb de agua desalojada}}{\text{lb de aire de entrada}} = (0.022-0.014)(\text{lb de aire seco}/1.014 \text{ lb de aire de entrada})=0.01772.$

Aire de entrada =(86.359 kg de agua desalojada)(1/0.01772)=4,860kg

El balance de materia en la última parte del proceso será:

| ENTRAN                               | SALEN                                |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 7.- Al tanque de espumado            |                                      |
| 119.846 kg de pasta.                 | 123.836 kg de espuma con             |
| 0.399 kg de monoestearato.           | densidad de 0.4 g/ml.                |
| <u>3.591 kg agua emulsionante.</u>   |                                      |
| 123.836 kg.                          |                                      |
| 8.- Al secador de tunel              | 37.477 kg de polvo de jito           |
| 123.836 kg de espuma conte-          | mate con 3% de humedad.              |
| niendo (83.8+3.591)                  | 86.359 kg de agua en el ai           |
| =87.391 kg de agua.                  | re de salida +                       |
| <u>4,860.000 kg aire con 4% H.R.</u> | <u>4,860.000 kg de aire original</u> |
| 4,983.836 kg.                        | 4,983.836 kg.                        |

BALANCE DE ENERGIA.

1.- En el precalentador de tubos horizontales para ca-  
lentar la pulpa desde 25°C a 50°C con el uso de vapor saturado.

a 140°C y 3 atm.

Para la ecuación de balance se tiene:<sup>30;4</sup>

Capacidad calorífica de la pulpa  $C_p=0.95 \text{ cal/g.}^\circ\text{C.}$

Temperatura de entrada de la pulpa  $T_1=25^\circ\text{C.}$

Temperatura de salida de la pulpa  $T_2=50^\circ\text{C.}$

Cantidad de pulpa calentada  $W_1=749.25 \text{ kg.}$

Cantidad de calor agregado  $Q_1=W_1 \cdot C_p (T_2-T_1)$

$$Q_1=(749.25 \text{ kg})(0.95 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C})(50-25)^\circ\text{C}=17,780 \text{ Kcal.}$$

El calor latente del vapor usado  $\lambda_1=921.72 \text{ BTU/lb.}$

$$\text{La cantidad de vapor usado } W_2= \frac{(17,780 \text{ Kcal})(\text{BTU}/0.252 \text{ Kcal})}{921.72 \text{ BTU/lb.}}$$

$$= 76.3 \text{ lb de vapor.}$$

2.- En el evaporador se produce un vacío de 100 mm de Hg absolutos que abaten la temperatura de ebullición del agua a 100°F. En estas condiciones, el calor latente de vaporización del agua  $\lambda_2=1,036 \text{ BTU/lb.}$

Como se requiere evaporar 599.434 kg de agua, y se supone que el jugo precalentado se enfría en el refinador y el tanque de almacenamiento hasta una temperatura de 100°F, se tiene la siguiente ecuación de balance:

$$Q_2= \lambda_2 W_3=(1,036 \text{ BTU/lb})(599.434 \text{ kg})(\text{lb}/0.454 \text{ kg})=1.37 \times 10^6 \text{ BTU}$$
$$\text{o } Q_2=540,000 \text{ Kcal.}$$

donde  $W_3$  es la cantidad de agua evaporada. Si  $W_4$  es la cantidad de vapor necesaria para esta operación, entonces:

$$W_4=(1.37 \times 10^6 \text{ BTU})(921.72 \text{ BTU/lb})=1,486 \text{ lb de vapor.}$$

3.- En el secador de tunel se usa aire calentado en un cambiador de tubos horizontales con el vapor que se tiene disponible. La ecuación de balance de calor es:

$$Q_3=W_5 \times C_p (T_2-T_1) \text{ donde:}$$

$Q_3$  es el calor agregado al aire para efectuar el secado.  $W_5$  es la cantidad de aire usado.  $T_1=35^\circ\text{C}=95^\circ\text{F}$  es la temperatura de entrada.  $T_2=150^\circ\text{F}=66^\circ\text{C}$  es la temperatura del aire de sa

lida.  $C_p=6.99 \text{ cal/gmol}^\circ\text{C}$  es la capacidad calorífica promedio del aire. Sustituyendo, tenemos:

$$Q_3=(4,860 \text{ kg})(6.99 \text{ Kcal/kgmol}^\circ\text{C})(\text{kgmol}/29 \text{ kg})(66-35)^\circ\text{C}=36,200\text{Kcal.}$$

para lo cual se requiere:  $W_6$  lb de vapor.

$$W_6=(36,200 \text{ Kcal})(\text{BTU}/0.252 \text{ Kcal})(1/921.72 \text{ BTU/lb})=156 \text{ lb de vapor.}$$

Por lo tanto, la cantidad de vapor total usado en el proceso será:  $W=(76.3+1,486+156) \text{ lb}=1,718.3 \text{ lb}$ , cantidad de vapor necesaria para suministrar una  $Q$  total= $(17,780+540,000+ 36,200) \text{ Kcal}=593,980 \text{ Kcal}$ .

La potencia de la caldera sera:

$$P=(593,980 \text{ Kcal/hr})(1\text{CV}/8,400 \text{ Kcal/hr})=70.7\text{CV.}$$

Una caldera de 80CV contendrá suficiente rango de seguridad.<sup>22,27;40</sup>

## 2.- DIAGRAMA DE FLUJO.

En las figuras 5.1 y 5.2 presentamos los diagramas de flujo cuantitativos del proceso para la obtención de jitomate en polvo, tomando como base una tonelada de polvo seco (3% de humedad) como producto terminado.

El diagrama de flujo cualitativo, representado en la figura 5.3, muestra el equipo principal a usarse en este proceso descrito, paso por paso, en el capítulo anterior.

El equipo está calculado para manejar 700-750 kg/hr de fruto fresco.

A continuación, explicamos la simbología empleada en los diagramas:

### SIMBOLO.

### EQUIPO.

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| A | Prelavadora y lavadora.           |
| B | Transportador de rodillos a nivel |
| C | Triturador.                       |
| D | Recipiente para el triturado.     |

BASE: 1 TONELADA DE POLVO COMO PRODUCTO TERMINADO.

Alimentación: 20.012 ton. de jitomate fresco.

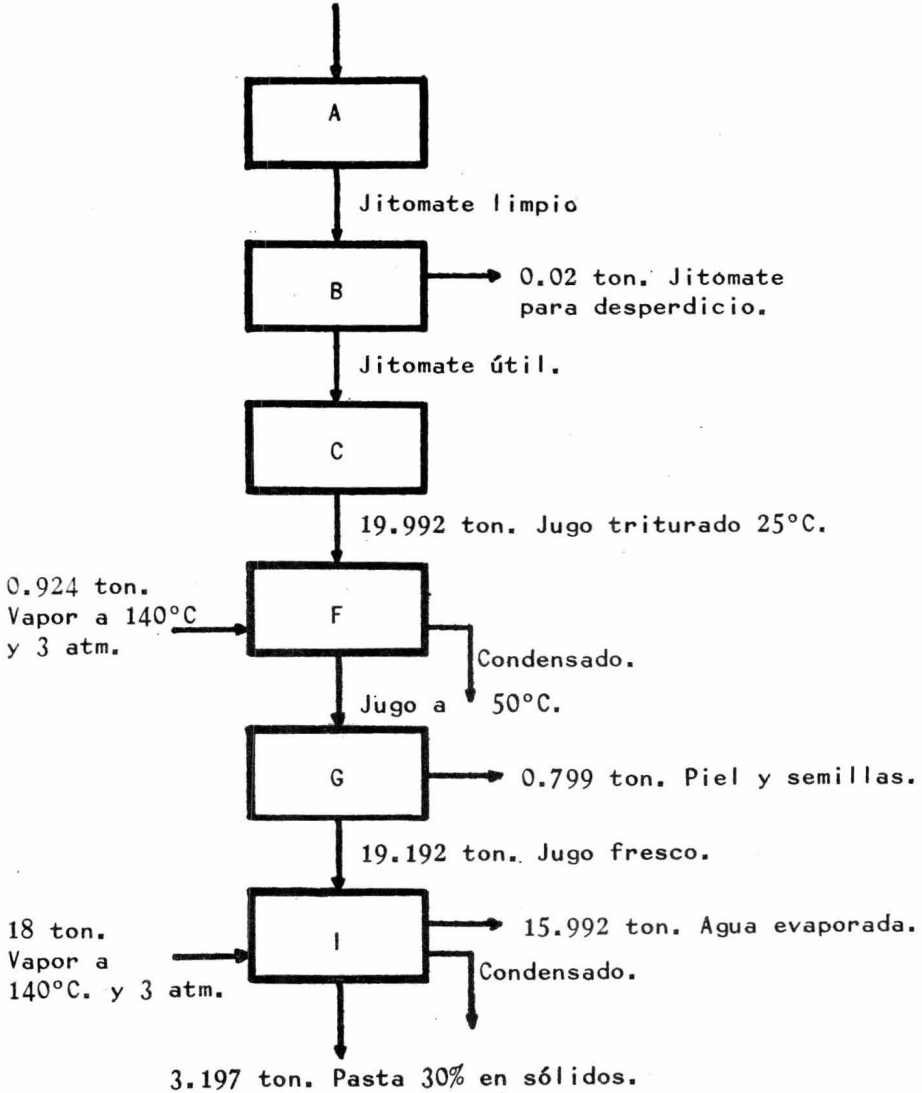


FIG. 5.1 OBTENCION DE PASTA DE JITOMATE.

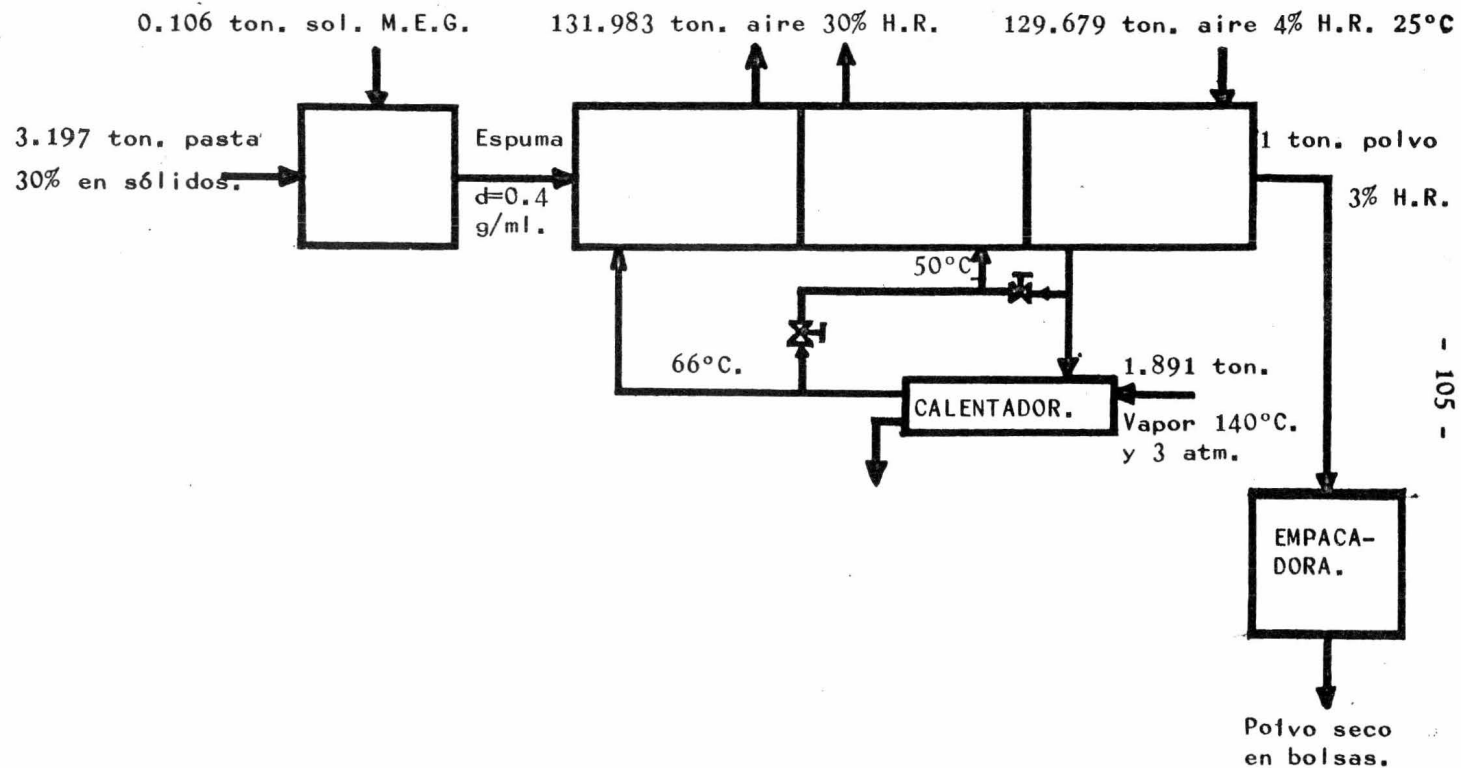


FIG. 5.2 SISTEMA DE SECADO DEL COLCHON DE ESPUMA PERFORADO.

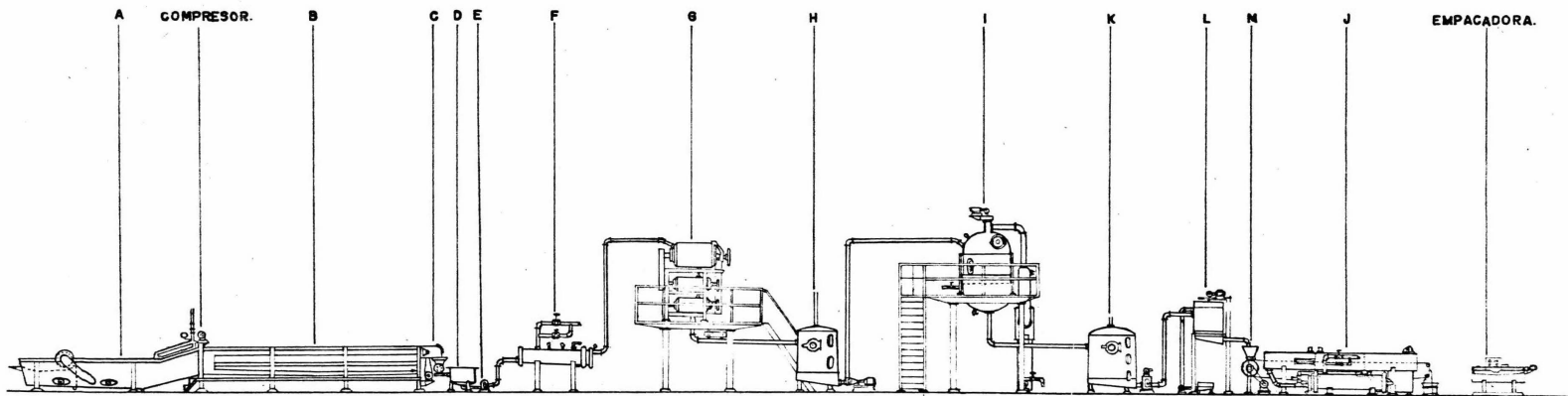


FIG. 53 LINEA COMPLETA PARA LA OBTENCION DE JITONATE EN POLVO



SIMBOLO.

EQUIPO.

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| E | Bomba de alimentación del triturado. |
| F | Precalentador de tubos horizontales. |
| G | Refinador.                           |
| H | Recipiente para el refinado.         |
| I | Concentrador de bola.                |
| J | Secador de banda continua perforada. |
| K | Recipiente para el concentrado.      |
| L | Tanque de espumado.                  |
| M | Aplicador de la espuma.              |

3.- CARACTERISTICAS DEL EQUIPO.

El equipo se calculó en exceso ante la posibilidad de instalar una segunda bola de concentración.

1.- Una prelavadora (acoplada a una lavadora) construida en lámina de acero y protegida en su interior con esmalte blanco ácido resistente. Sus dimensiones son: 100 x 130 cms. y 90 cms. de profundidad; su volumen total: 1.17 m<sup>3</sup>. Tiempo de residencia del jitomate: 10 min. El volumen fue calculado considerando los 125 kg. (750 x 1/6) de fruta agregados en el tiempo de residencia, lo cual representa un volumen aproximado de 0.13 m<sup>3</sup> que, sumados al volumen de agua en relación 1:7 resulta un volumen total de 1.03 m<sup>3</sup>.

2.- Un cilindro de 45 cms. de diámetro y 100 cms. de largo, formado por 4 placas de acero inoxidable perforadas de 20 x 97 cms. colocadas en dirección diametralmente opuesta y accionadas por un eje central giratorio de 5 cms. de diámetro. Cada placa es capaz de trasladar de la prelavadora a la lavadora 30 jitomates normales, aproximadamente equivalentes a 4.5 kg. de fruto prelavado. Como es necesario desalojar 12.5 kg. por minuto, las paletas girarán a razón de 0.694 rpm. (12.5/4 x 4.5)

pudiendo variar esta velocidad con un reductor acoplado al sistema mecánico que mueve a la banda de rodillos.

3.- Una lavadora del mismo material que la prelavadora, de 100 x 270 cm., con una banda transportadora de rodillos metálicos de acero inoxidable de 5 cm. de diámetro y 95 cm. de longitud. La banda tiene una sección inclinada a 15° de 280 cm. y en los últimos 140 cm. el fruto en ascenso recibe un baño por aspersion mediante un juego de espreas con boquillas de 0.795 mm. y tubería de acero comercial de 12.7 mm. de diámetro (ver punto número 5).

4.- Una compresora con motor eléctrico de 3/4 de HP.

5.- Una sección horizontal de la banda de rodillos, de 500 cm. de longitud. Los rodillos deben tener una separación de 2 cm. La capacidad del transportador es de 2.5 ton/hora. Se considera que en cada canal caben 15 jitomates de tamaño regular (150 g. aprox.) y se requiere seleccionar 12.48 kg/min.; para esto, la velocidad de la banda deberá ser de 44.87 cm/min. (12.48 x 7/15 x 0.15). Se requiere un motor de 2 HP, reductor de velocidad en baño de aceite, cadenas, andamios para los seleccionadores, estructura de sostén, etc.

6.- Un triturador construido en acero inoxidable (18/8 norma italiana) de 720 x 415 x 320 mm. y con una capacidad de 6 ton/hora. Este aparato es accionado por un motor de 1.5 HP con reductor de velocidad en baño de aceite.

7.- Un tanque cilíndrico vertical para recibir el triturado, con tapa, construido en acero inoxidable (18/8) pulido al espejo en su interior, de 70 cm. de  $\emptyset$  y 50 cm. de profundidad, equivalente a 200 lt. de capacidad total. Este tanque fue calculado para proporcionar 15 min. aprox. de tiempo muerto.

8.- Una bomba centrífuga construida en acero inoxidable (18/8) y accionada con motor eléctrico de 1 HP para elevar

el triturado a 3.7 m., con una capacidad de 20 lt./min. Se requiere 420 cm. de tubería de acero inoxidable de 31.75 mm. de  $\emptyset$  cd. 40, 4 codos de 90°, un codo de 45° y conexiones de la bomba.

9.- Un precalentador cilíndrico de tubos horizontales, de un solo paso a contracorriente, construido en acero inoxidable (18/8) de 180 x 60 cm., con cabezales distribuidores, anillos de expansión, y tapas montadas sobre visagras externas que permiten la limpieza interior. Está formado por 15 tubos de 50.8 mm. de  $\emptyset$  externo BWG 16, pulidos al espejo en su interior, que proporcionan un área media de transferencia de calor de 4.16 m<sup>2</sup>. El vapor circula alrededor de los tubos y el producto interiormente. Se requiere el juego completo de accesorios y conexiones y una válvula Klinger para regular la temperatura.

10.- Un refinador de malta cilíndrica compuesto por un despulpador con orificios de 1 mm. de  $\emptyset$ , un refinador con orificios de 0.5 mm. de  $\emptyset$  y otro de 0.4 mm. de  $\emptyset$ . Los tres aparatos están construidos en acero inoxidable pulido al espejo, tienen tapa soportada por una visagra exterior, de tal manera que el cilindro interior perforado y los tres rotores compuestos por tres paletas ajustables pueden ser sacados rápida y fácilmente para su limpieza. Las dimensiones del equipo montado son: longitud: 170 cm., altura: 227 cm., y 150 cm. de latitud. Los tres cilindros son accionados por motores que entre todos dan 15 HP y tienen una capacidad de 5 ton./hora de pulpa procesada. La tubería de descarga es de 31.75 mm. cd. 40 en acero inoxidable y 2 m. de longitud.

11.- Un tanque cilíndrico vertical construido en acero inoxidable (18/8) con tapa, de 80 cm. de diámetro y 120 cm. de profundidad promedio, con un volumen total de 600 lt., con indicador de nivel y válvula de descarga. Este tanque permite parar el resto de la línea durante un tiempo aproximado de 50

min. (600 x 1.01/719.28). La tubería de descarga al concentrador es de 31.75 mm. de  $\emptyset$  cd. 40 en acero inoxidable, de 480 cm. de largo y con 3 codos de 90° y uno de 45°.

12.- Un equipo de concentración a vacío compuesto por una bola a simple efecto, que usa vapor saturado a 140°C y 3 atm. El diámetro de la bola es de 130 cm., la altura del cilindro central de 90 cm., la superficie de calentamiento de 2.75 m<sup>2</sup> y 3 atm. la presión de ejercicio. El volumen útil de calentamiento es de 570 lt. y el volumen total de 2,200 lt. La cúpula, el domo, y el cilindro central, están contruidos en acero inoxidable (18/8), el fondo interno se halla recubierto con cobre electrolítico de 99.9% de pureza, el doble fondo es de acero estampado. El equipo consume 720 kg./hora de vapor saturado para llevar 20 ton./día de jugo fresco de jitomate 5% en sólidos hasta 2.8 ton./día de concentrado 36% en sólidos.

La bola debe estar equipada con: una válvula para romper el vacío, una ventana y contraventana de inspección, una columna de mercurio graduada para medir la presión, espreas de vapor para la limpieza automática del fondo interior, un hoyo-hombre de 40 cm., un reductor de velocidad en baño de aceite, un motor eléctrico de 2 HP, 2 trampas de acero inoxidable para muestrear el producto, válvula Klinger, válvula reguladora de alimentación, manómetro, válvula especial de acero inoxidable para descargar el producto en una tubería de 120 mm. de  $\emptyset$ , trampa de vapor con flotador de  $1\frac{1}{2}$ .

Se necesita además: un condensador de humedad para al to vacío semibarométrico, construido en fierro comercial, con regulador automático, de flotador para el agua de enfriamiento, con puerta de fierro comercial de 100 mm. de  $\emptyset$  y otra de 80 mm. de  $\emptyset$ , ventana para lavado, condensador auxiliar, filtro de agua, niveles de bronce acoplados, etc. Una bomba de vacío húmeda pa-

ra la extracción de los gases incondensables con capacidad de 70 m<sup>3</sup>/hora de aire rarificado, accionado con un motor eléctrico de 6 HP. Una bomba centrífuga para la extracción del agua de condensación construida en fierro fundido, con propelas de bronce, con capacidad de 60 m<sup>3</sup>/hr. y accionada con motor eléctrico de 3.5 HP. Un agitador de 3 propelas y 3 aspas consttuido en acero inoxidable. Un tubo de acero inoxidable de 250 mm. de  $\phi$  para conectar el condensador a la bola. Conecciones de fierro para las bombas y 2 m. de tubería de acero inoxidable de 120 mm. de  $\phi$  cd. 40.

13.- Un tanque cilíndrico vertical construido en acero inoxidable, para el almacenamiento del concentrado, de 100 cm. de  $\phi$  y 128 cm. de profundidad promedio, de volumen total de 890 lt. calculado para proporcionar 8 horas de tiempo muerto en el resto de la línea ( $890 \times 1.08/119.846$ ).

14.- Una bomba centrífuga para la alimentación del tanque de espumado, construida en acero inoxidable (18/8), con capacidad de 100 lt./min., accionada por un motor eléctrico de  $\frac{1}{2}$  HP. Eleva el material hasta una altura de 200 cm. a través de 250 cm. de tubería de acero inoxidable de 50.8 mm. de  $\phi$  cd. 40, y 2 codos de 90°. Son necesarias, además, las conecciones.

15.- Un tanque de espumado de 70 cms. de  $\phi$  y 130 cm. de profundidad, construido en acero inoxidable (18/8), con volumen total de 500 lt. y equipado con un agitador de 2 HP de 300-900 rpm., 50-60 ciclos, con flecha hasta el fondo y 3 hélices de 3 aspas, con válvula de entrada de 50.8 mm. y válvula de descarga de 120 mm. de  $\phi$ .

16.- Un secador de tunel con capacidad para 123.836 kg./hr. de espuma. El secador consta de una banda de acero inoxidable perforada, de 11.2 m. de largo total por 0.8 m. de anchura y 2.54 mm (0.1 ") de espesor. La velocidad de la banda

es de 67.6 cm./min. y el área perforada de 4.375 m<sup>2</sup> con perforaciones de 0.476 cm. sobre centros de 0.9525 cm. en arreglo cuadrangular. Está equipado, además, con 5 baffles en la zona de secado, con separación de 45 cm. uno de otro y el baffle 3 es sencillo y es pared de separación; están construidos estos baffles en acero comercial de 3 mm. (1/8") de espesor, al igual que los 2 baffles que están en la zona de enfriamiento, separados 45 cm. entre sí. Un rodillo de fierro comercial de 45.7 cm. (18") de diámetro externo, con mecanismo individual para el movimiento de la banda en el sentido de las manecillas del reloj, y 2 rodillos pequeños de 5.08 cm. (2") de diámetro, que provocan el desprendimiento del producto, fabricados en el mismo material. Una tolva alimentadora construida en acero inoxidable, con capacidad de 30 lt. de espuma y con dimensiones de 80 cm. de largo, 20 cm. de ancho en la parte alta y 10 cm. en la parte baja; la profundidad es de 37 cm.; en la parte baja de esta tolva están 2 rodillos de 5 cm. de  $\phi$  y 80 cm. de longitud, construidos en acero inoxidable, que regulan el espesor de película de espuma. Una espreea para la aplicación del aire en ráfaga de 46.8 m./seg. a través de un canal de 1.6 mm. (1/16"). Un cambiador de calor con un banco de 38 tubos de 2.54 cm. (1") de  $\phi$  BWG 14 y 2 m. de longitud, de acero inoxidable, por los cuales fluye vapor saturado a 140°C y 3 atm. a contracorriente; el área media de calentamiento es de 9 m.<sup>2</sup>, tiene cabezales distribuidores, anillos de expansión, y tapas montadas sobre visagras exteriores que facilitan la limpieza. Un ventilador axial, tubular, con 7 aspas construidas en aluminio, de 50 cm. de  $\phi$ , para el suministro de aire a 1.5 m./seg. y 1/8" de agua de presión, impulsado por motor de 3/4 HP y 1,750 rpm. con poleas y bandas como medio de transmisión; el material es acero al carbón.

El equipo está ensamblado en una caja de acero al carbón cuyas dimensiones son: 0.8 m. de ancho por 4 m. de largo y

0.5 m. de altura.

17.- Una llenadora semiautomática con capacidad máxima de 1 kg. de polvo/min. en paquetes de 5 g. a 2 kg. La construcción es en acero inoxidable y está accionada por un motor de  $\frac{1}{2}$  HP.

18.- Una máquina termosoldadora para la fabricación y sellado de bolsas equipada con 2 termostatos y 1 motor eléctrico monofásico de  $\frac{1}{4}$  HP.

19.- Una caldera de tubos de agua cuya capacidad es de 80 CV, que produce 1250 kg./hora de vapor a 3 atm. de presión y tiene una superficie de calentamiento de 40 m<sup>2</sup> y como equipo auxiliar bombas de alimentación, tanques de almacenamiento de combustible en acero al carbón, programador automático y demás accesorios necesarios.

20.- Una cisterna de almacenamiento de agua construida con ladrillo y concreto armado, con una capacidad de 40 m<sup>3</sup>.

VI

EVALUACION ECONOMICA .

El costo del equipo fue obtenido por cotización directa de los fabricantes MAPISA, POLIINGENIEROS, CAISA, y otros. A continuación damos una relación detallada.

1.- Una prelavadora y lavadora Mapisa, provista de todos sus accesorios, con capacidad para 125 kg. de fruto..... \$79,950.00.

2.- Un transportador de rodillos, horizontal, de 2.5 ton/hora y motor-reductor montados en estructura de acero..... \$54,500.00.

3.- Un triturador Rossi & Catelli, modelo 51, y motor eléctrico..... \$30,875.00.

4.- Un recipiente vertical de 200 lt. con dispositivo eléctrico regulador del flujo y accesorios.. \$ 9,181.00

5.- Una bomba centrífuga con capacidad de 20 lt./min. con motor eléctrico de 1 HP y base de fierro, con accesorios... \$34,531.00.

6.- Un calentador tubular horizontal, Rossi & Catelli modelo 31/1.5 con válvula Klinger, accesorios, y armadura de sostén..... \$39,325.00.

7.- Un refinador Rossi & Catelli, modelo I/III/B, compuesto por un despulpador, dos refinadores, y motor eléctrico, con accesorios, montado en soportes de acero comercial..... \$91,162.00.

8.- Una estructura metálica para el sostén de la refinadora, de 2 m. de altura, construida en acero comercial, con



pasarela, escalera, etc..... \$29,250.00.

9.- Un tanque de acero inoxidable con capacidad de 600 lt., con accesorios..... \$20,150.00.

10.- Tubería de acero inoxidable, con conexiones para toda la línea..... \$14,625.00

11.- Un equipo de concentración, de bola a simple efecto, Rossi & Catelli mod. 103/E/1, con todos los accesorios y equipo necesario..... \$319,800.00.

12.- Un tanque de 890 lt., con accesorios y montado sobre 4 patas tubulares de acero al carbón.. \$22,000.00.

13.- Una bomba centrífuga con capacidad de 100 lt/min. con motor de  $\frac{1}{2}$  HP y accesorios..... \$30,875.00.

14.- Un tanque equipado con agitador de 2 HP, con accesorios y sostenido por 4 patas de acero al carbón..... \$26,000.00.

15.- Un secador de tunel con capacidad para 123.836 kg./hr. de espuma, con todo el equipo y accesorios..... \$250,000.00.

16.- Una llenadora semiautomática Mapisa, con capacidad máxima de 1 Kg./min. de polvo, con motor y los accesorios necesarios..... \$45,000.00.

17.- Una termosoldadora Polipaq, mod. M-2, con motor y las refacciones necesarias..... \$22,700.00

18.- Una caldera de 80 CV, SAN FRANCISCO, con equipo auxiliar y accesorios..... \$182,000.00, 115 000 000.=-

19.- Una cisterna con capacidad de 40 m<sup>3</sup>..... \$15,000.00.

COSTO TOTAL DEL EQUIPO.....\$ 1.316,924.00. M.N.

VII

ESTUDIO DE VIABILIDAD.

1.- CALCULO DE LA INVERSION FIJA Y CAPITAL DE TRABAJO.

La inversión fija se considera como la suma de los \_  
costos directos, indirectos, e imprevistos, estimándolos como \_  
un porcentaje derivado del costo del equipo.<sup>3;36;37</sup>

Costos directos:

- a).- Costo del equipo.....\$1.316,924.00
  - b).- Instalación del equipo y auxiliares. En esto se \_  
incluye el costo de mano de obra, cimentación, y otros factores  
relacionados con la instalación del equipo. Para esta región se  
estima en 10% del costo del equipo.....\$ 131,692.40
  - c).- Instrumentación. Incluida en el costo del equipo.
  - d).- Tubería. Incluida en el costo del equipo.
  - e).- Instalación eléctrica. Aquí se incluye: subesta-  
ción, alumbrado, e instalación eléctrica en general. Se estima \_  
en un 5% del costo del equipo.....\$ 65,846.20
  - f).- Aislamiento térmico. Incluido en el costo del e-  
quipo.
  - g).- Edificio. Se estima que el costo del edificio, \_  
en tabique con refuerzos de concreto, es de un 20% del costo de  
equipo.....\$ 263,384.80
  - h).- Terreno. Se requiere una superficie de 1,000 m<sup>2</sup> \_  
a razón de \$20.00/m<sup>2</sup>.....\$ 20,000.00
- TOTAL DE COSTOS DIRECTOS.....\$1,797,847.40

Costos Indirectos.

- a).- Ingeniería y construcción. Se considera un 5% so-

bre el costo total directo.....\$ 89,892.40  
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS...\$1.887,739.80

Costo de Imprevistos.

Son los costos que se incluyen para compensar cambios de precio, errores de estimación, modificaciones del proceso, y se estiman en un 5% del total de costos directos e indirectos..

.....\$ 94,387.00

INVERSION FIJA.....\$1.982,126.80

El capital de trabajo lo constituyen los fondos necesarios para el manejo del negocio y está representado por: inventario de materia prima, inventario de producto en proceso, inventario de producto terminado, crédito extendido, y caja.

a).- Inventario de materia prima consistente en jito mate para 10 días de producción. Se pagará \$1,500.00 por tonelada de fruta incluyendo costos de corte y fletes.....

.....\$ 270,000.00

b).- Inventario de producto en proceso. Se toma como base para este cálculo la producción de un día que, a un precio de \$100.00 por kg., nos da.....\$ 88,944.80

c).- Inventario de producto terminado tomando como base 20 días de producción y un costo por tonelada de \$100,000.00

.....\$1.798,896.00

d).- Crédito extendido considerado como el equivalente a 20 días de producción.....\$1.798,896.00

e).- Fondos de caja equivalentes a un mes de la producción.....\$2.668,344.00

TOTAL DE CAPITAL DE TRABAJO...\$6.625,080.80

INVERSION TOTAL.....\$8.607,207.60

2.- COSTO TOTAL DEL PRODUCTO.

Para este costo se tomará como base una tonelada de \_

producto.

Costos de manufactura.

1.- Costos directos de producción:

a).- Materia prima. De acuerdo con el balance de materia se requiere:

|                            |                         |   |                     |
|----------------------------|-------------------------|---|---------------------|
| Jitomate fresco            | $\frac{749.25}{37.477}$ | =19.992 ton. a \$1,500.00 ton                   |                     |
| .....                      |                         |   | \$ 29,988.00        |
| Monoestearato de glicerilo | $\frac{0.399}{37.477}$  | =0.0106465 ton. a razón de \$40,000.00 ton..... | \$ 425.86           |
| Subtotal.....              |                         |   | \$ <u>30,413.86</u> |

b).- Servicios:

Agua. Se tiene un requerimiento de 80 m<sup>3</sup> a un costo de \$0.90 m<sup>3</sup> .....\$ 72.00

Electricidad. La potencia necesaria para todo el proceso es de 25 KW hr. al costo de \$0.20..\$ 133.41

Vapor. Se ocupan 780.1 kg/hr., o sea 20,815.433 kg por cada tonelada de producto. A un costo de \$10.00 la tonelada resulta.....\$ 208.15

Subtotal.....\$ 413.56

c).- Mano de obra directa. Se necesitan 10 obreros en cada turno con un salario de \$70.00 y 3 turnos de trabajo, representa.....\$ 2,334.76

d) Supervisión. Para esto hace falta un técnico industrial por turno, con salario de \$150.00 diarios.....\$ 500.30

e).- Mantenimiento. Un encargado por turno con salario de \$100.00 diarios y 2 ayudantes a \$70.00 cada uno.....\$ 800.49

COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCIÓN.\$ 34,462.97

2.- Costos fijos.

Son los gastos asociados al capital fijo invertido, \_

y permanecen constantes con el tiempo a cualquier nivel de producción.

a).- Depreciación. Se considera el método de depreciación lineal directa, con un cargo del 10% de la inversión fija

|   |          |          |
|---|----------|----------|
| $\frac{1.982,126.80 \times 0.1}{134.917}$ | =.....\$ | 1,469.14 |
|---|----------|----------|

b).- Impuesto predial tomado como el 1% anual de la inversión fija.....\$ 146.91

c).- Seguros de la planta también estimados como el 1% anual de la inversión fija.....\$ 146.91

COSTOS FIJOS.....\$ 1,762.96

3.- Costos diversos.

a).- Prestaciones: Seguro Social, Infonavit, Educación, vacaciones, etc. considerados como el 35% de los sueldos totales.....\$ 1,272.44

b).- Laboratorio. Se necesita un químico con sueldo mensual de \$4,000.00 por turno, dos turnos, más el 20% de esta cantidad para gastos de laboratorio.....\$ 355.77

c).- Gastos de empaque<sup>41</sup>. Se requiere celopolial para empacar el producto en sobres de 100 g., con un costo unitario de \$0.33.....\$ 3,300.00

COSTOS DIVERSOS.....\$ 4,928.21

TOTAL DE COSTOS DE MANUFACTURA.....\$ 41,152.08

Gastos Generales.

Son los costos de una compañía que no se incluyen en los costos de producción.

1.- Gastos de Administración. Se necesita un gerente general, un contador, un ayudante de contador, una secretaria, con sueldos por mes de \$10,000.00, \$4,000.00, \$2,000.00, y - \$2,000.00 respectivamente, más un 10% del total para gastos de oficina.....\$ 671.57

2.- Gastos de Distribución y Ventas representados por

|                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| el 1% del precio de venta.....\$ | <u>1,000.00</u>  |
| GASTOS GENERALES.....\$          | <u>1,671.57</u>  |
| COSTO TOTAL DEL PRODUCTO.....\$  | <u>42,823.71</u> |

### 3.- CALCULO DE LA UTILIDAD Y RENTABILIDAD.

Por concepto de impuesto de ingresos mercantiles se \_  
paga el 4% de las ventas brutas, y a la utilidad bruta se le \_  
grava el 42% como impuesto sobre la renta.

|  |                     |
|--|---------------------|
| VENTAS TOTALES.....\$                        | 13.491,700.00       |
| - 5% por devoluciones y<br>descuentos.....\$ | <u>664,585.00</u>   |
| VENTAS BRUTAS.....\$                         | 12.817,115.00       |
| - 4% de impuesto I.M.....\$                  | <u>512,684.60</u>   |
| VENTAS NETAS.....\$                          | 12.304,430.40       |
| - Costo total de Producción..\$              | <u>5.777,646.40</u> |
| UTILIDAD BRUTA.....\$                        | 6.526,784.00        |
| - 42% I.S.R. ....\$                          | <u>2.729,916.00</u> |
| UTILIDAD NETA.....\$                         | <u>3.796,868.00</u> |

El valor del dato de Rentabilidad se obtiene como el \_  
cociente de la utilidad neta y la inversión total multiplicado \_  
por cien.....44.11%

El tiempo de retorno de la inversión se obtiene como \_  
el cociente de la inversión total y la suma de utilidad neta - \_  
más depreciación..... 2.154 años.

### 4.- PUNTO DE EQUILIBRIO.

Los datos para calcular el punto de equilibrio fueron  
obtenidos con base en una tonelada de producto y está represen-  
tado en la gráfica 7.1 por la intersección de las líneas de cos-  
to total y ventas netas.<sup>40</sup>

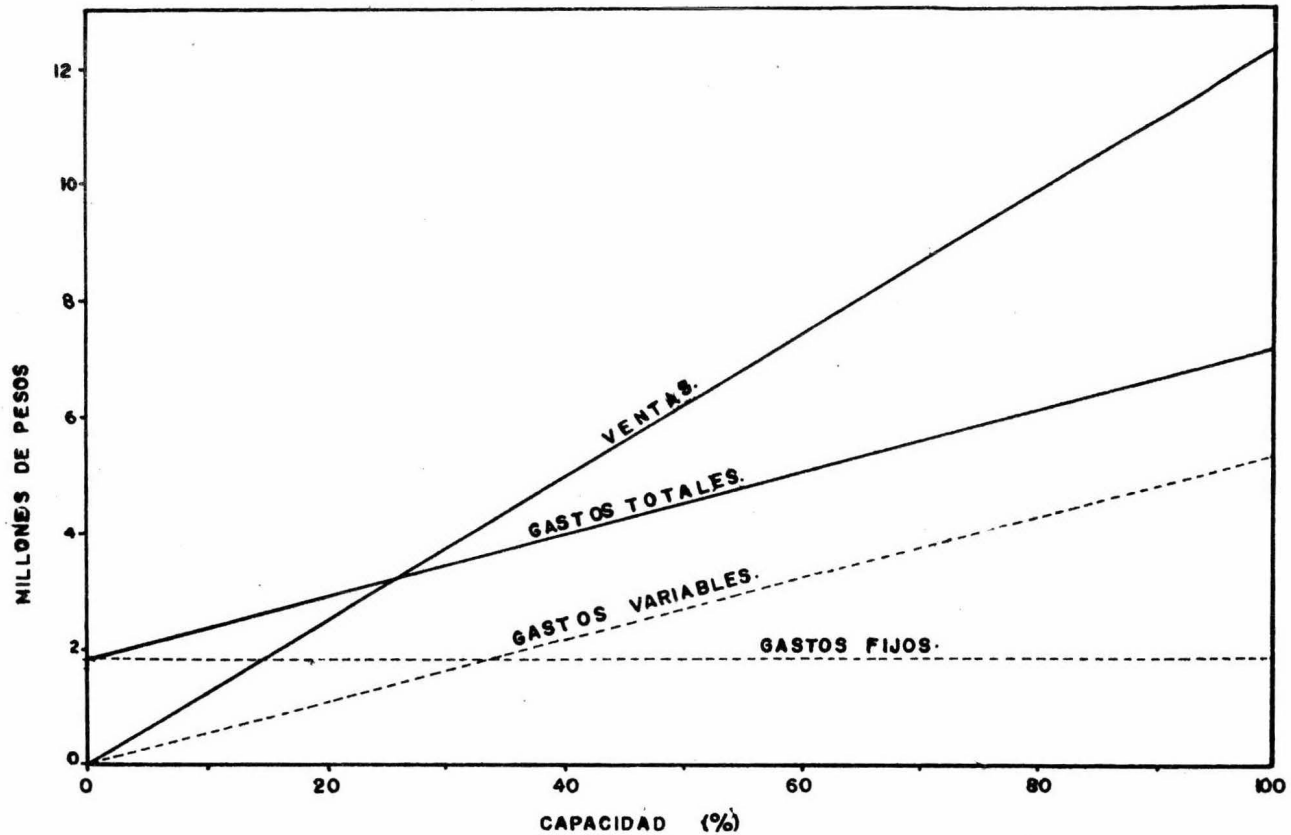


FIG. 7.1 INGRESOS Y EGRESOS DE LA PLANTA.

**GASTOS FIJOS.**

|                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| Supervisión.....                   | \$ 500.30         |
| Depreciación.....                  | \$1,469.14        |
| Impuesto Predial..                 | \$ 146.91         |
| Seguros de la<br>planta.....       | \$ 146.91         |
| Administración....                 | \$ 671.57         |
| Mantenimiento<br>y reparación..... | \$ <u>800.49</u>  |
|                                    | <b>\$3,735.32</b> |

**GASTOS VARIABLES.**

|                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| Materia prima.....      | \$30,413.86        |
| Servicios.....          | \$ 413.56          |
| Mano de obra directa... | \$ 2,334.76        |
| Prestaciones.....       | \$ 1,272.44        |
| Gastos de empaque.....  | \$ 3,300.00        |
| Laboratorio.....        | \$ 355.77          |
| Distribución y ventas.. | \$ <u>1,000.00</u> |
|                         | <b>\$39,090.39</b> |

RUT →  
→ To do be = 100%

GASTOS FIJOS =  $3,735.32 \times 134,917 =$  ..... \$ 1,853,128.10

GASTOS VARIABLES (al 100% de capacidad) =  $39,090.39 \times 134,917 =$  ..... \$ 5,273,958.10

COSTO TOTAL (al 100% de capacidad)..... \$ 7,127,086.20

VENTAS NETAS (al 100% de capacidad)..... \$12,304,431.00

Variables  $\frac{CF}{S}$   
CV  
C<sup>2</sup>

$X = \frac{CF}{1 - b}$        $b = \frac{CV}{S}$   
 $X = \dots$  (cu v<sup>2</sup>)



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

En este anteproyecto se demuestra que la instalación de una planta para el aprovechamiento del jitomate en el Estado de Morelos es bastante viable. Además, nos parecen remarcables los siguientes puntos:

La materia prima para esta industria en la región es suficiente en la variedad requerida.

Con excepción de jitomates enteros, todas las formas del producto industrializado son obtenibles a partir del polvo.

Se seleccionó el polvo de jitomate como producto terminado, no sólo por la razón citada en el párrafo anterior, sino principalmente por su capacidad de conservar las propiedades organolépticas y nutricionales del fruto, su almacenamiento confiable, su facilidad en obtención y manejo, y su novedad en el mercado nacional. Y el método de secado de colchón de espuma perforado fue elegido por presentar mayor simplicidad y efectividad que los métodos restantes a costos competitivos.

No obstante que la experimentación realizada con este método fue satisfactoria, creemos necesario realizar experimentaciones más rigurosas para asegurar la real efectividad del proceso en una industrialización.

La planta fue localizada en Cuautla, Mor. porque ese lugar cubre, con ventaja, los requisitos indispensables.

La capacidad de 2,700 toneladas/año de jitomate fresco procesado fue fijada con base únicamente en un estimado de las pérdidas anuales en la cosecha.

El mercado de este producto es favorable en el país y justifica la inversión; sin embargo, creemos necesario un estu-

dio más detallado.

La inversión fija resultó ser \$1.982,126.80 y el capital de trabajo \$6.625,080.80 lo que equivale a una inversión total de \$8.607,207.60 que podría ser cubierta con créditos agropecuarios o con una sociedad de participación ejidal.

El costo total del producto es de \$42,823.71/ton. operando a un 100% de la capacidad y la inversión sería recuperable en años 2.154 por la muy buena rentabilidad de 44.11%.

Los beneficios de esta industria al campesino son evidentes al proporcionarle seguridad de venta de su cosecha con un precio de garantía que mejora el usual.

Este estudio pretende analizar las posibilidades de industrialización del jitomate en el Estado de Morelos con el propósito de resolver, en parte, los problemas que se presentan en el aprovechamiento del fruto y deseamos que sea útil para aquellos que, como nosotros, tengan el deseo de mejorar las condiciones del pequeño ejidatario.

R E F E R E N C I A S

- 1.- Agricultural Research Service, "Composition of Foods", United States Department of Agriculture.
- 2.- Amos A.J. y otros: "Manual de Industrias de los Alimentos", Edit. Acribia, Zaragoza, 1960.
- 3.- Aries R.S. y Newton R.D.: "Chemical Engineering Cost Estimation", Mac Graw Hill Book, Co., 1965.
- 4.- Badger W.L. y Banchemo J.T.: "Introduction to Chemical Engineering", Mac Graw Hill Book, Co., 1970.
- 5.- Banlieu J.: "Elaboración de Conservas Vegetales", Editorial Sintés, S.A., Barcelona, 1969.
- 6.- Bergeret G.: "Conservas Vegetales, Frutas y Hortalizas", Salvat Editores, S.A., Madrid, 1953.
- 7.- Binsted R. y Dakin D.J.: "Pickle & Sauce Making", Food Trade Press L.T.D., London, 1971.
- 8.- Blumenthal S.: "Food Manufacturing", Chemical Publishing Company Inc., Brooklyn, N.Y., 1952.
- 9.- Borgstrom G.: "Principles of Food Science", Mac Millan Limited, London, 1969.
- 10.- Brennan J.G., Butters J.R. y otros: "Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos", Edit. Acribia, Zaragoza.
- 11.- Chamber's Encyclopedia, Vol. XIII, Edit. Pergamon.
- 12.- Charm S.: "The Fundamentals of Food Engineering", The Avi Publishing Company Inc., 1963.
- 13.- Crues W.V.: "Comercial Fruit and Vegetable Products", Mac Graw Hill Book, Co., 1948

2

- 14.- Desrosier N.W.: "Conservación de Alimentos", Cecsca, México, 1963.
- 15.- Diccionario Enciclopédico Hispano Americano, Editores Montaner-Simon.
- 16.- Dirección General de Economía Agrícola, S.A.G. Boletín Informativo, México, 1975.
- 17.- Earle R.L.: "Ingeniería de los Alimentos", Edit. Acribia, Zaragoza, 1968.
- 18.- Enciclopedia Salvat de Ciencia y Tecnología, Vol. XIV
- 19.- Escobar R.: "Enciclopedia Agrícola y de Conocimientos Afines", Edit. Chapingo, México, 1958.
- 20.- Ferry Morse Seed Company Inc.: "Descripción de Variedades de Hortalizas", Mountain View, California, 1975.
- 21.- FAO "Boletín Mensual de Economía y Estadística Agrícola", - Vol. 24 No. 1, 1975.
- 22.- Foust A.S., Wenzel L.A., Clump C.W., Mans L., Andersen L.B.: "Principles of Unit Operations", John Wiley & Sons Inc. 1962.
- 23.- Frazier W.C.: "Microbiología de los Alimentos", Edit. Acribia, Zaragoza, 1972.
- 24.- Goose P. and Binstead R.: "Tomato and other Products", Food Trade Press Ltd., London, 1973.
- 25.- Gutterson M.: "Vegetable Processing", Food Processing Review No. 19, Noyes, 1971.
- 26.- Himmelblau D.M.: "Principios y Cálculos Básicos de la Ingeniería Química", Edit. Cecsca, México, 1971.
- 27.- IMCE. "Anuario Estadístico de Comercio Exterior", 1974.

- 28.- Jacob M.: "The Chemistry and Technology of Foods and Food Products", Interscience Publishers Inc., N.Y., 1959.
- 29.- Joslyn M.A. & Heid J.L.: "Food Processing Operations", The Avi Publishing Company Inc., Westport Connecticut, 1964.
- 30.- Kern D.O.: "Procesos de Transferencia de Calor", Editorial Cecsca, México, 1972.
- 31.- Kirk R.E. and Othmer D.F.: "Encyclopedia of Chemical Technology", John Willey & Sons Inc., N.Y., 1963.
- 32.- Liga de Comunidades Agrarias, SAG, "Información Agropecuaria del Estado de Morelos", 1974.
- 33.- Ministry of Foods USA: "Manual de Nutrición", 1945.
- 34.- Noyes Date Corporation: "Dehydration Processes for Convenience Foods", New Jersey, 1969.
- 35.- Organization for Economics Corporation and Development: "Production, Consumption and Foreign Trade of Fruit and Vegetables in OECD Member Countries", París, 1970.
- 36.- Perry R.H. and Chilton C.H.: "Chemical Engineer's Handbook", 5th Edition, Mac Graw Hill Book Co., 1973.
- 37.- Peters & Timmerhaus: "Plant Design and Economics for Chemical Engineers", 2th Ed., Mac Graw Hill Book Co.
- 38.- Petter M.N.: "La Ciencia de los Alimentos", Centro Regional de Ayuda Técnica, Buenos Aires, 1973.
- 39.- SAG Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Boletín Informativo, Junio 1975, México.
- 40.- Schmidt A.X. and List H.L.: "Material and Energy Balances". Prentice Hall, 1962.
- 41.- Swalm Ch.M.: "Chemistry of Food Packing", American Chemical Society, Washington D.C., 1974.
- 42.- Thorpe's Dictionary of Applied Chemistry, 4th Ed., Vol XI, Longmans.

- 43.- Toowey F.W.: "Productos Comerciales de Jitomate", Edit. -\_ ③  
Sintes, S.A. Barcelona, 1970.
- 44.- Treasler D.K. and Joslyn N.A.: "Fruit and Vegetable Juice\_  
Production", The AVI Publishing Company Inc., N.Y., 1954.
- 45.- Van Arsdel W.B. and Copley M.J.: "Food Dehydration", The \_  
AVI Publishing Company Inc., Westport Connecticut, 1964.
- 46.- Von Loesecke H.W.: "Outlines of Food Technology", Reinhold  
Publishing Co., N.Y., 1952.