

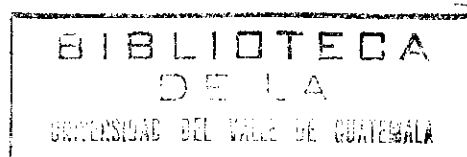
**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA LINEA  
DE PRODUCCION DE MERMELADA DE NARANJA**

**VIRGINIA MARIA CORONADO YMBERT**

Trabajo de graduación presentado para optar al grado académico de  
Licenciatura en Ingeniería Industrial



**GUATEMALA**

**2000**

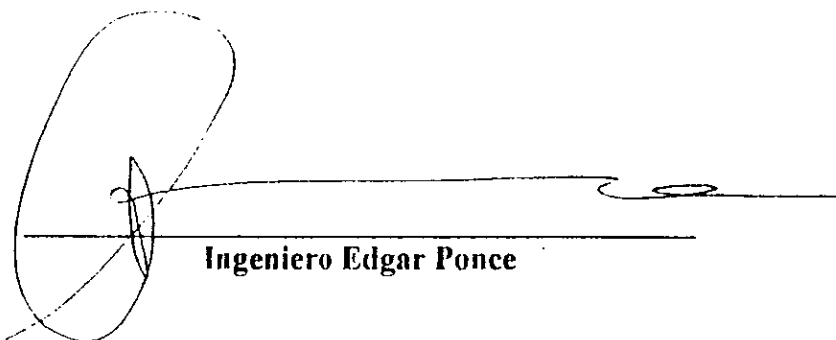
**Vo. Bo.:**



---

**Ingeniero Luis Eduardo Reyes Garay**  
**Asesor**

**Tribunal:**



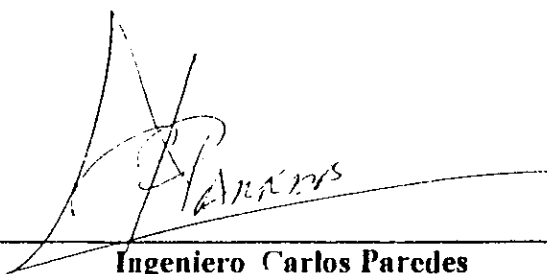
---

**Ingeniero Edgar Ponce**



---

**Ingeniero Luis Edpardo Reyes Garay**



---

**Ingeniero Carlos Parcdes**

**Fecha de aprobación: 17 de octubre del 2000.**

**A Dios,  
a mis padres y  
a mis hermanos**

## **CONTENIDO**

	<b>Páginas</b>
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	2
A. Origen y definición de mermelada	2
B. Ingredientes	4
1. Pectina	5
2. Azúcar	8
3. Acido	9
4. Otros aditivos	10
C. Prácticas de fabricación	11
D. Normativas de fabricación	14
III. JUSTIFICACION	19
IV. OBJETIVOS	20
V. HIPOTESIS	21
VI. METODOLOGIA	22
VII. ESTUDIO DE MERCADO	23
A. Conceptualización del producto	23
VIII. ESTUDIO TECNICO	25
A. Diagrama de flujo del proceso	25

## CONTENIDO

	Páginas
B. Descripción general del proceso de producción	27
C. Control de calidad	31
D. Personal de línea	33
E. Diseño y ubicación de la línea de producción en la planta	34
IX. ESTUDIO ECONOMICO	36
A. Detalle de costos y requerimientos de equipo	36
B. Costo de producción	38
C. Estado de resultados	39
D. Flujo de caja	39
E. Tasa interna de retorno y periodo de recuperación	40
X. DISCUSION DE RESULTADOS	43
XI. CONCLUSIONES	45
XII. RECOMENDACIONES	46
XIII. BIBLIOGRAFIA	47

## RESUMEN

En el presente estudio se diseñó una línea de producción para elaborar mermelada de naranja a partir de la pulpa que se obtiene como subproducto de la fabricación de jugos de la misma fruta. Incluye la elaboración de estudios de mercado, técnico y económico.

Se formuló una mermelada con 66.66% de pulpa en peso y 33.33% de azúcar en peso, además contiene: pectina, ácido cítrico, benzoato de sodio y sorbato de potasio.

La capacidad de producción de la línea de producción de mermelada depende directamente de la cantidad de pulpa que se obtiene en la fabricación de jugos.

Se determinó una inversión inicial de Q. 7,300.00 con una tasa interna de retorno de 127% y un período de recuperación de la inversión de 17 semanas.

Finalmente se concluyó que es factible poner en marcha el proyecto con base en los resultados obtenidos y se efectuaron recomendaciones para diversificar la producción de mermelada.

## I. INTRODUCCION

En el proceso de fabricación de jugo de naranja se obtienen subproductos que pueden ser utilizados para la creación de nuevos productos. Es por ello que en el presente trabajo se diseñará una línea de producción para elaborar una mermelada de naranja que tenga como materia prima la pulpa de la naranja, la cual representa un subproducto de la fabricación del jugo.

La cantidad que se produzca de mermelada estará sujeta a la cantidad de naranja que se procese para elaborar jugo, por consiguiente, para efectos de este estudio, se consideraron las proyecciones de incremento de la producción del jugo, las cuales son de 30% anual.

La fábrica de jugos está ubicada en la aldea San Luis, en el municipio de San José Pinula, jurisdicción del departamento de Guatemala. El acceso es una de las características de la planta, ya que en las proximidades se localiza la carretera que conecta la fábrica con la ciudad capital, lo cual facilita la distribución del producto.

El diseño de la línea de producción aprovecha los recursos de maquinaria con que cuenta la planta de jugos, esto determina una mínima inversión inicial en equipo y alta rentabilidad, que permite a su vez aumentar la productividad de la empresa en general.

## **II. ANTECEDENTES**

### **A. Origen y definición de mermelada**

A partir de la aparición y disponibilidad del azúcar obtenida de la caña o de la remolacha, se originaron las mermeladas como un método de preservación de las frutas, esto fue especialmente importante en climas en que la temporada de frutas era breve y una gran ventaja para poder consumir frutas de verano durante todo el año (Desrosier, 1987).

La fabricación de jaleas y mermeladas de frutas es una de las más importantes industrias de subproductos de frutas, y está basada en el principio de altos sólidos solubles y ácido. En la actualidad, la preservación de frutas por medio de altos contenidos de azúcar se utiliza para comercializar las frutas que por características visuales no se distribuyen en el mercado de frutas frescas. Además del placentero sabor del algunas jaleas y mermeladas de frutas, éstas poseen substanciales valores nutritivos (Desrosier, 1959).

Las jaleas y mermeladas son producto preparados a partir de frutas u hortalizas con la adición de azúcar, los cuales se llevan a un punto de concentración por medio de evaporación en el cual el crecimiento microbiológico no puede ocurrir. Los productos terminados pueden ser almacenados sin un sellado hermético, aunque siempre es conveniente algún tipo de protección. El crecimiento del moho en la superficie de la

fruta conservada es controlado por medio de la exclusión de oxígeno, lo cual se logra en envases cerrados al vacío (Desrosier, 1959).

La consistencia de las mermeladas depende del contenido de azúcar y de la formación del gel de pectina. La solidez de este gel está determinada por la cantidad de pectina que contienen y por su pH. En consecuencia, una buena mermelada es un producto complejo, que requiere de un buen balance entre el nivel de azúcar, la cantidad de pectina y la acidez (Axtell, 1998).

Las jaleas son sustancias transparentes o cristalinas, hechas a partir del jugo de fruta colado o clarificado, o del extracto de agua de la fruta. Mientras que las mermeladas contienen todos o casi todos los sólidos insolubles de la frutas debido a que, para su manufactura es utilizada la fruta entera, triturada, macerada o el puré. Técnicamente, las mermeladas y las conservas de frutas son idénticas, excepto que el término conserva es usado para productos que contienen la fruta entera.

Las mermeladas son productos de consistencia pastosa y untuosa elaboradas por cocción de fruta fresca separada de huesos o semillas, o bien de pulpa o concentrados de fruta, a los que se añade azúcar. Es habitual la adición de productos tales como frutas con peladura, pectina de frutas, jarabe de almidón y ácidos málico, cítrico o láctico. Existen mermeladas de una sola fruta, de varias o de mezclas de mermeladas (Belitz, 1992).

Las mermeladas de frutas cítricas tienen en su interior la cáscara de la fruta finamente picada. Se elaboran diversos tipos de mermeladas cuyas diferencias radican en el tamaño y forma en que se corta la piel y en las proporciones entre piel y material procedente del centro de la fruta (Ranken, 1988).

La mermelada preparada a base de frutos cítricos debe contener un peso no menos de 20g por 100g de pulpa, puré, zumo, extracto acuoso, piel o cualquier combinación siempre que como mínimo el 7.5% proceda del endocarpio (centro). El contenido de sólidos refractométricos no será inferior a 60% a 20°C (Ranken, 1988).

#### **B. Ingredientes**

La preservación de mermeladas de fruta en general, de jaleas y de mermeladas de frutas cítricas tiene relación con su alto contenido de azúcar (entre 68 y 72%) y con la acidez natural de la fruta, que previenen el desarrollo microbiológico (Kochen, 1998).

Tanto las jaleas como las conservas pueden contener sólo las cantidades permitidas, por las diferentes regulaciones, de pectina, ácido cítrico, tartárico, málico o láctico y una sal reguladora del ácido utilizado. Puede agregarse benzoato de sodio como preservante. No se permite ningún color ni sabor adicional, excepto en jaleas de menta y canela (Desrosier, 1986).

La relaciones entre los tres esenciales ingredientes de la mermelada, pectina, azúcar y ácido son importantes en la calidad del producto.

1. **Pectina.** Las características de la solidificación de mermeladas y productos similares se basan en la pectina, por lo que los aspectos científicos de la elaboración de mermeladas dependen específicamente de la naturaleza y comportamiento de la pectina (Ranken, 1988).

Las sustancias pécticas aparecen naturalmente en la lámina media de los tejidos vegetales y pueden considerarse como parte del cemento que mantiene unidas a las células. La protopectina insoluble se transforma en pectina soluble durante el proceso de maduración de las frutas. Químicamente, la pectina está formada por largas cadenas de ácido poligalacturónico parcialmente metilado. También puede contener pequeñas cantidades de azúcares neutros. Si la fruta experimenta una maduración excesiva, puede producirse una descomposición molecular debido a la actividad de enzimas pectolíticas que producen pectinas de cadenas más cortas con menores propiedades gelificantes (Ranken, 1988).

La calidad y cantidad de pectina útil que presenta la fruta depende de la cantidad que contiene naturalmente, del estado de maduración de la fruta al ser recolectada y del nivel de actividad enzimática tras la recolección. La pectina que contiene naturalmente la fruta tiene suma importancia para la elaboración de mermeladas. La cantidad útil variará según el tipo de fruta y condiciones indicadas anteriormente.

Algunas frutas contienen un nivel bastante elevado de pectina natural, por ejemplo, manzanas, frutos cítricos, ciruelas, mientras que en otras los niveles son bajos, por ejemplo, zarzamora, cerezas. Como resultado de esta variación en los niveles naturales de pectina es preciso incorporar pectinas comerciales para obtener productos consistente (Ranken, 1988).

Las principales fuentes de pectina comercial son las manzanas y los frutos cítricos. En ambos casos, los residuos de la fruta destinada a la extracción de zumos constituyen una materia prima rica en pectina. La extracción se realiza en medios ácido y el extracto resultante se clarifica para eliminar sustancias no deseadas. En el caso de los extractos procedentes de frutos cítricos es necesario precipitar la pectina para eliminar los componentes amargos. Esta es la principal razón de que la pectina de cítricos se suministre normalmente en forma de polvo (Ranken, 1988).

La pectina en polvo será redisuelta en agua al usar un mezclador de alta velocidad para asegurar su total dispersión antes de utilizarla. Se aconseja una solución de 3 al 5%, aunque se usa pectina normalizada y (ver más adelante) puede ser mayor la cantidad destinada a preparar la solución, incluso hasta 10% (Ranken, 1988).

La pectina se clasifica según sus características para la solidificación. La clase se define como una cifra que indica la cantidad de azúcar que gelificará de forma normal cuando se usa una unidad en cantidad de pectina; es decir, 1 gramo de una pectina de

clase 150 producirá un gel normal cuando se emplee con 150 gramos de azúcar en las condiciones especificadas. Para obtener materiales homogéneos, los fabricantes de pectina normalizan partidas de pectina mediante mezcla y dilución con azúcar (Ranken, 1988).

Además de la fuerza del gel también tienen vital importancia las características de la solidificación. Estas características dependen del grado de metilación de los grupos de ácido carboxílico que contiene la molécula. Las pectinas ricas en metoxilo son aquellas en las que aparecen metilados más de 50% de los grupos, que pueden subdividirse en las que determinan una solidificación rápida y que tienen metilados de 68 al 75% aproximadamente de los grupos y las que causan una solidificación lenta con el 60-68% de metilación. Las pectinas ricas en metoxilo (R.M.) forman geles con soluciones ricas en azúcar (60-70%) y pH 2.8-3.5% (Ranken, 1988).

Cuando la pectina R.M. se disuelve en agua forma un ácido débil debido a que los grupos de ácido carboxílico tienden a disociarse. Esta tendencia puede controlarse al ajustar el pH de la solución. La adición de azúcar tiene un efecto deshidratante sobre la pectina y reduce su solubilidad. El efecto combinado induce un entrecruzamiento entre las cadenas de pectina para formar un gel (Ranken, 1988).

La pectina que presentan naturalmente las frutas contiene un alto grado de metilación y se clasifica como de solidificación rápida. La solidificación lenta se

consigue mediante deesterificación y los fabricantes especializados son capaces de controlar esto con exactitud (Ranken, 1988).

La velocidad de solidificación es controlada por el grado de metilación e influenciada por el nivel y clase de azúcar, temperatura y el pH. Cuando se utiliza pectina de acción rápida, la solidificación tendrá lugar por encima de 80°C en poco tiempo, menos de 5 minutos, mientras que con pectina de acción lenta la solidificación se produce por debajo de 60°C en un mayor plazo de tiempo. La selección del tipo de pectina que vaya a usarse depende del producto. Si la mezcla contiene trozos de fruta, se precisa una pectina de solidificación rápida para asegurar que tiene lugar la solidificación antes de que la fruta flote o se hunda. Si se prepara una jalea sin trozo de fruta resulta ventajosa la pectina de acción lenta de forma que puedan eliminarse totalmente las burbujas de aire, y se obtiene así un producto uniforme. En la práctica, suele llegarse a un compromiso, ya que la velocidad de solidificación depende de una combinación de las características de las pectinas, pH y sólidos de azúcar (Ranken, 1988).

2. **Azúcar**. Los azúcares como la glucosa, sacarosa, lactosa y otros, se agregan a ciertos alimentos como edulcorantes. Si la concentración de estos materiales es lo bastante alta, como en los dulces, los jarabes, la leche condensada, las jaleas, las mermeladas y la miel, actúan como preservantes. El efecto preservante de los azúcares se debe a que: A) reducen la actividad del agua del alimento hasta el

punto en que es imposible el crecimiento microbiano y B) aumentan la presión osmótica de la solución y provocan la plasmólisis de las células microbianas (Desrosier, 1987).

Los agentes edulcorantes cuyo empleo está autorizado son sacarosa, jarabe de glucosa, azúcar invertida, azúcar blanca, azúcar semiblanca, fructosa, azúcar morena, melazas de caña y miel (Ranken, 1988).

3. **Acido.** El tercer ingrediente esencial para la mermelada es el ácido. La cantidad de ácido requerido depende, no del total, sino del pH. Aparentemente el ácido actúa neutralizando la carga en los grupos carboxílicos de la pectina e incrementa la tendencia de las moléculas de asociarse para formar un gel. El pH debe estar abajo de 3.5 para la formación del gel. Como este decrezca abajo de 3.5, la firmeza de la mermelada se incrementará (Campbell, 1990).

La acidez total del producto es determinada por titulación, el valor del pH puede establecerse por colorimetría o por métodos electromecánicos. Para propósitos prácticos la medición del pH es usado en la industria para indicar la acidez. Las frutas ácidas usualmente varían su pH en valores entre 2.6 y 4.1. Una baja acidez en la frutas es incrementada por medio de la adición de ácidos, el más popular a sido el ácido cítrico. También los ácidos láctico, málico y tartárico junto con sus sales de sodio y otras sales pueden usarse para controlar el pH (FAO, 1985).

En jaleas, mermeladas, mantequilla de fruta y conservas, el ácido cítrico es usado para controlar una formación óptima del gel y al mismo tiempo sirve con agente de sabor. También es empleado para ajustar la acidez de condimentos y otros productos alimenticios que requieren, particularmente, realzar el sabor.

La cantidad utilizada de este ácido varía entre 0.1 y 0.2 por ciento del peso total de la mermelada. El ácido es usualmente añadido como una solución de 25 ó 50% en agua. Este puede ser añadido antes de que la mermelada llegue al punto de ebullición con el azúcar o cerca del final del período de ebullición. El valor óptimo de pH para las mermeladas es alrededor de 3.0 (FAO, 1985).

4. **Otros aditivos.** El benzoato de sodio se utiliza como un aditivo antimicrobiano en los alimentos, es más activo contra las levaduras y bacterias que contra los mohos. El benzoato no se acumula en el cuerpo humano sino se detoxifica al conjugarse con la glicina para formar ácido hipúrico, el cual se excreta. Los niveles permitidos son 0.2 y 0.3%, pero en la práctica, con frecuencia sólo se adiciona 0.05 o 0.1% de benzoato de sodio a los alimentos y bebidas (Desrosier, 1987).

El ácido sórbico y sus sales (sorbato de potasio y de sodio) se han utilizado para proteger a muchos alimentos ácidos del deterioro de los mohos. El ácido sórbico generalmente es efectivo a concentraciones de 3000 ppm (máximo permitido en

algunos alimentos por las reglamentaciones federales de los Estados Unidos de Norteamérica) siempre que el pH sea inferior a 6.5 (la efectividad aumenta a medida que el pH disminuye (Desrosier, 1987).

Pueden incluirse diversas materias adicionales aunque está limitado el empleo de algunas. El ácido l-ascórbico puede incorporarse a todos los productos aunque usado únicamente como antioxidante (Ranken, 1988).

Los saborizantes se limitan en la práctica al empleo de los aceites esenciales de los frutos cítricos en las mermeladas, aunque pueden estar permitidos si su nombre se incluye en la denominación del alimento, ya que parecen pertenecer a la categoría de “cualquier ingrediente comestible” (Ranken, 1988).

Los compuestos reguladores, sales de los ácidos débiles mencionados antes, se utilizan en muchos casos para retardar el tiempo de solidificación. Las reglamentaciones actuales permiten el uso de 90g de citrato de sodio o un regulador similar por 45 Kg. de edulcorante.

### **C. Prácticas de fabricación**

En la práctica actual, se ha encontrado más eficiente dividir la fabricación en etapas. Mantener un solo lote hasta el punto de envasado permite un buen control de los sólidos solubles y del pH, factores vitales de la calidad del producto. En la

actualidad la mayoría de las conservas y jaleas se elaboran comercialmente en recipientes al vacío y no a la presión atmosférica. El uso de vacío permite temperaturas de ebullición más bajas, lo que a su vez repercute en un menor daño al color y sabor de la fruta (Desrosier, 1987).

La pectina usada puede prepararse por separado ya sea para cada lote o en volumen suficiente para la producción del día. Para fabricar la solución de pectina se dispone de varias técnicas. La pectina, como otras gomas puede ser difícil de dispersar. Un procedimiento común es mezclar la pectina seca aproximadamente con cinco veces su peso de azúcar seco. La mezcla se dispersa en agua al utilizar buena agitación. Después de completar la dispersión la temperatura debe elevarse a 87°C o más, para asegurar la solubilización (Desrosier, 1987).

Cuando se ha llegado al punto final (65°Brix para jaleas 68°Brix para conservas), debe agregarse la cantidad apropiada de ácido para lograr el proceso de gelación. Son varios los procedimientos que pueden usarse. El pH puede medirse cuando el lote esté en la olla de vacío (o marmita) y agregar el ácido directamente en ese punto, o bien descargarse el lote a una olla aparte en que se incorpora el ácido (Desrosier, 1987).

La cocción es uno de los más importantes pasos en el proceso de fabricación de mermeladas, ya que es cuando se disuelve el azúcar y ocurre la unión del azúcar, el

ácido y la pectina para formar gel. Su principal propósito es incrementar la concentración del azúcar al punto en donde la gelación ocurre (FAO, 1985).

Como la concentración del azúcar en la mezcla aumente, el punto de ebullición se incrementa. Si el jugo o la pulpa contiene las proporciones adecuadas de azúcar, ácido y pectina, el punto de ebullición de la mezcla en el punto de gelación será normalmente alrededor de 3.5° a 4°C (7° a 8°F) sobre el punto de ebullición del agua. Al nivel del mar, corresponde aproximadamente a 104°C con una concentración de 65 a 68 por ciento de sólidos totales en la jalea o mermelada ya enfriada (FAO, 1985).

El punto final al preparar una jalea o conserva puede determinarse en muchas formas, sin embargo es mucho más exacto y más simple usar un refractómetro, el método más común en la actualidad en la producción comercial. Estos refractómetros se fabrican específicamente con este propósito y más que leer los índices de refracción, tienen una escala que muestra directamente el Brix o porcentaje de sólidos solubles.

La medición de los sólidos solubles es útil, si todos los ingredientes y otras condiciones son adecuadas, la mezcla formará el gel cuando se alcance el de sólidos contenidos. Las mezclas con poca pectina o ácido pueden no alcanzar la consistencia adecuada hasta que la cantidad de sólidos contenidos sea mayor de la normal, en cambio, una mezcla rica en estos constituyentes, puede formar gel en bajas cantidades inusuales de sólidos solubles (Campbell, 1990).

Los botes de vidrio son usualmente los más populares envases para mermeladas y productos similares, aunque los envases plásticos y latas, en menor grado, también son usados. Un procedimiento muy común consiste en llenar los envases entre 88° y 93°C (190° y 200°F), de otro modo la pasteurización es necesaria. Después de llenados y cerrados, los envases son rociados con agua caliente para remover la mermelada adherida en la parte exterior y en las tapaderas antes que se solidifique. Luego, los envases son pasados a través de agua, la cual decrece progresivamente su temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente (FAO, 1985).

Finalmente los envases son etiquetados, puestos en cajas y almacenados hasta que son distribuidos a los lugares de ventas (FAO, 1985).

#### **D. Normativas de fabricación**

En los Estados Unidos han existido desde 1940 normas federales y definiciones para mermeladas de frutas y jaleas. Estas normas, muy similares a las de otros países, definen los productos, las cantidad mínima de fruta o jugo de fruta que puede utilizarse y los ingredientes opcionales permitidos (Desrosier, 1987).

Las normas de la FDA (Food and Drug Administration) definen como mermelada a un alimento viscoso o semi-sólido, el cual está hecho de una mezcla compuesta de una o más frutas especificadas. La mermelada debe contener, por lo

menos, 47 partes en peso de fruta por cada 55 partes en peso de azúcar. Los sólidos solubles contenidos en la mermelada final no deben ser menores del 65%.

Las normativas que regulan, en Guatemala, la elaboración de mermelada de naranja, están indicadas en las Normas de COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas, Ministerio de Economía, Guatemala). A continuación se mencionan las reglamentaciones que se aplican para el presente proyecto.

La norma NGO 34 057 de Coguanor, tiene por objeto definir las características y establecer los requisitos que debe presentar la mermelada de naranja envasada, en el momento de su expedición o venta producida en el país o de origen extranjero.

Según el inciso 6.1 referente a Características generales, dicha norma indica:

a) El producto deberá ser elaborado en las condiciones sanitarias indicadas en la norma COGUANOR NGO 34 136, con el jugo y la cáscara de naranjas frescas, maduras, sanas, exentas de partes resacas y otros daños, y prácticamente libres de residuos de plaguicidas u otras sustancias eventualmente nocivas, de acuerdo con las tolerancias permitidas por la legislación sanitaria aplicada en el país.

b) La cáscara de la naranja deberá ser adecuadamente preparada por un cocimiento apropiado previo a la elaboración de la mermelada.

c) El jugo de la naranja podrá ser jugo fresco, cocido, en conserva, concentrado, congelado o una mezcla de éstos. El jugo de la naranja deberá ser colado o filtrado para elaborar el Tipo I – Claro. El jugo de la naranja podrá contener también la totalidad de la parte celular o porción fibrosa comestible de las naranjas en cuyo caso corresponde al Tipo II – Natural.

d) Se podrá agregar pectina y cualquiera de los ácidos orgánicos siguientes, aislados o mezclados: ácido cítrico, ácido láctico, ácido tartárico, ácido málico, o jugo de limón, para ayudar a la formación del gel y compensar cualquier deficiencia del contenido de pectina y acidez naturales de la fruta; el contenido total de pectina del producto no deberá ser mayor del 2% (m/m).

e) Como antioxidante podrá emplearse ácido ascórbico.

f) No podrá adicionarse colorantes.

g) No podrá adicionarse aromatizantes.

## 6.2 Características físicas y químicas.

a) Mermelada de naranjas dulces. La mermelada de naranjas dulces deberá prepararse exclusivamente con variedades de naranjas dulces y con no menos de 30 partes, en masa de jugo y cáscara de la fruta, de composición natural respecto de los sólidos solubles (véase numeral 4.7), por cada 70 partes, en masa de edulcorantes.

6.2.1 Edulcorantes. Como edulcorante podrá emplearse azúcar, azúcar invertido, o dextrosa, ya sea en forma aislada o mezclados. También podrá emplearse jarabe de glucosa, en proporción tal que el 25% (m/m) como máximo de los sólidos edulcorantes secos contenidos en la mermelada, provengan de los sólidos secos contenidos en el jarabe de glucosa.

6.2.2 Sólidos solubles. La cantidad mínima de sólidos solubles totales será de 65%.

6.2.3 pH. El valor del pH estará comprendido entre 3.0 y 3.8.

6.2.4 Conservadores. Como conservador podrá emplearse cualquiera de las tres sustancias químicas siguientes: benzoato de sodio o ácido benzoico en cantidad tal que no exceda de 0.1% en masa, expresando como ácido benzoico en el producto final; ácido sórbico o sus sales de sodio o potasio en cantidad tal, que no exceda el 0.2%, en masa, expresado como ácido sórbico en el producto final; y no más de 40 mg/kg de anhídrido sulfuroso libre, ó 200 mg/kg, como máximo, de anhídrido sulfuroso total, en el producto final.

6.2.5 Sustancias tampón. Como sustancias tampón podrá emplearse el citrato de sodio y el tartrato de sodio y potasio, solos o mezclados, en proporción no mayor de 0.2% (m/m).

Los rótulos o etiquetas deberán cumplir con lo especificado en la norma COGUANOR NGO 34 039 y llevar como mínimo lo siguiente:

- a) Marca registrada en el Registro de la Propiedad Industrial del Ministerio de Economía
- b) Las palabras “Mermelada de naranja ...”, seguidas de la palabra dulce, agria o amarga, o dulce agria, según sea la variedad de naranjas empleadas;
- c) El tipo, clase y grado que le corresponda de acuerdo con la presente norma
- d) El contenido neto en unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI), con las tolerancias indicadas en la norma COGUANOR NGO 34 039
- e) Número de identificación del lote de fabricación, el cual podrá ponerse en clave en cualquier lugar apropiado del envase;
- f) Los aditivos utilizados y sus proporciones;
- g) La expresión “Jarabe de glucosa”, en caso de haberse agregado;
- h) El nombre del país donde fue elaborado el producto;
- i) Fecha de elaboración, la cual podrá ponerse en clave;
- j) EL nombre o razón social del fabricante o de la entidad comercial bajo cuya marca se expenderá el producto, así como la dirección;
- k) El número de registro del Departamento de Control de Alimentos de la Dirección General de Servicios de Salud.
- l) Cualquier otro dato que fuera requerido por las leyes o reglamentos que rijan en el país.

(Normativas de COGUANOR)

### **III. JUSTIFICACION**

Actualmente, la industria guatemalteca dedicada a la fabricación de jugo de naranja desecha los subproductos que se obtienen en dicho proceso. El interés de la empresa para obtener beneficios a partir de ellos conlleva la realización del presente trabajo, en el cual se propone el diseño de una línea de mermelada de naranja, donde los subproductos se utilicen como materia prima y sean, a la vez, una alternativa rentable para la organización.

Las mermeladas se consumen ampliamente en casi todas las partes del mundo. La producción de mermeladas y jaleas muestra un aumento constante. En Guatemala, existen diversas marcas y tipos de mermelada que se comercializan en el mercado, dichas marcas son de origen nacional como extranjero.

## **IV. OBJETIVOS**

### **A. Objetivo General**

1. Determinar la factibilidad de mercado, técnica y económica de producir mermelada de naranja, al utilizar como materia prima la pulpa y la cáscara de la fruta.

### **B. Objetivos Específicos**

1. Realizar un estudio de mercado de mermeladas de naranja.
2. Diseñar el proceso y equipo necesario para la producción de mermelada.
3. Determinar la inversión inicial, la rentabilidad del proyecto y el tiempo de recuperación de la inversión.

## **V. HIPOTESIS**

La implementación de una línea de producción de mermelada de naranja al utilizar la pulpa como subproducto de la fabricación de jugo de naranja, es factible desde el punto de vista técnico – económico y de mercado.

## **VI. METODOLOGIA**

Para el diseño del producto se elaboraron muestras de diferentes fórmulas de mermeladas de naranja y se determinó el envase a utilizar.

El estudio de mercado se realizó a través de un estudio con consumidores y se determinó la fórmula de la mermelada preferida por ellos.

En el estudio técnico se diseñó la línea de producción de la mermelada, según la fórmula que los consumidores escogieron y la cantidad de materia prima disponible. Se cotizó la maquinaria necesaria para la producción de la mermelada, con proveedores locales en visitas directas y se seleccionó la que mejor se adecuó al proceso de producción. Se adjudicó una localización a la línea de producción dentro de la planta de producción de jugo de naranja y se organizó respecto del proceso correspondiente.

El estudio económico determinó la inversión inicial para poder desarrollar el proyecto, los costos involucrados en la producción y la rentabilidad. Para ello se utilizó un método previamente establecido.

## VII. ESTUDIO DE MERCADO

### A. Conceptualización del producto

Para determinar la formulación de la mermelada, se elaboraron tres muestras de mermelada, las cuales diferían por las proporciones de pulpa y azúcar.

Formula No. 1:

- ◆ 71.43% de pulpa en peso.
- ◆ 28.57% de azúcar en peso.

Formula No. 2:

- ◆ 66.67% de pulpa en peso.
- ◆ 33.33% de azúcar en peso.

Formula No. 3:

- ◆ 62.50% de pulpa en peso.
- ◆ 37.50% de azúcar en peso.

Además, cada fórmula contenía las siguientes cantidades de ingredientes menores:

- ◆ 1g (0.001 kg.) de pectina por cada 150 g (0.15 kg) de azúcar.
- ◆ De 0.1 % a 0.2% de ácido cítrico (dependerá de la acidez de la mermelada)
- ◆ 150 ppm de sorbato de potasio.
- ◆ 150 ppm de benzoato de sodio.

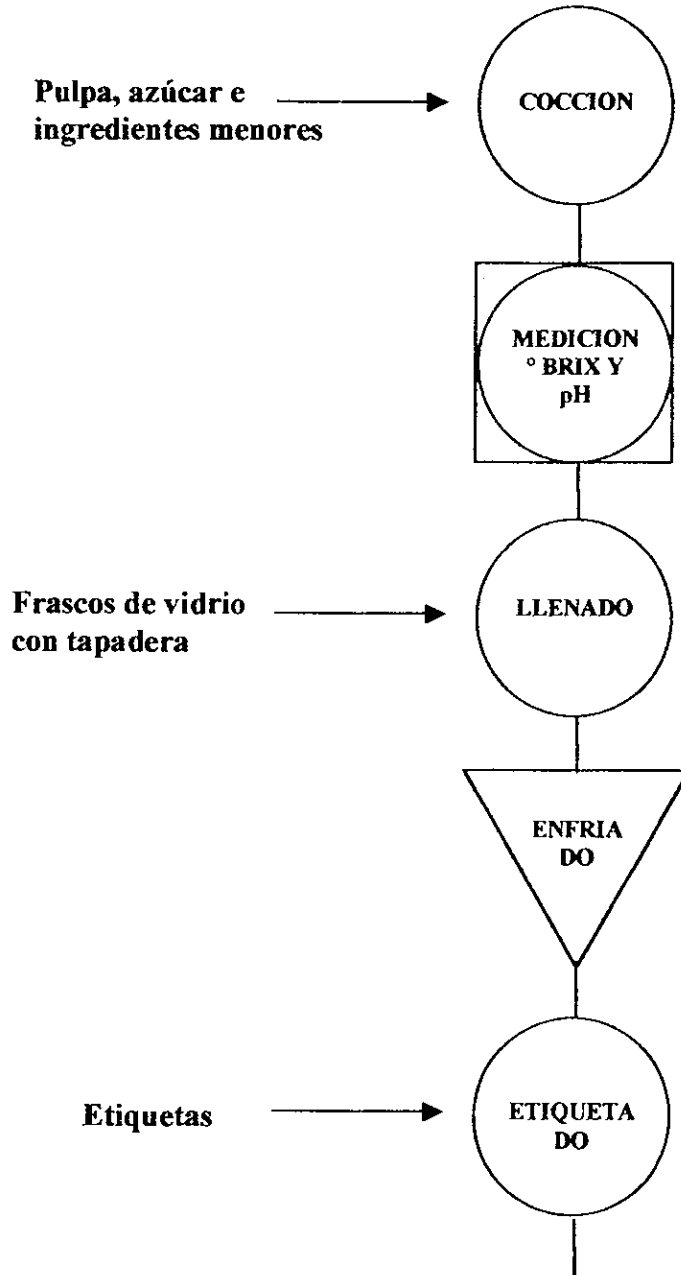
La fórmula final se estableció por medio de una encuesta realizada a 30 personas, quienes desconocían la diferencia, en las proporciones de pulpa y azúcar, existente entre las muestras.

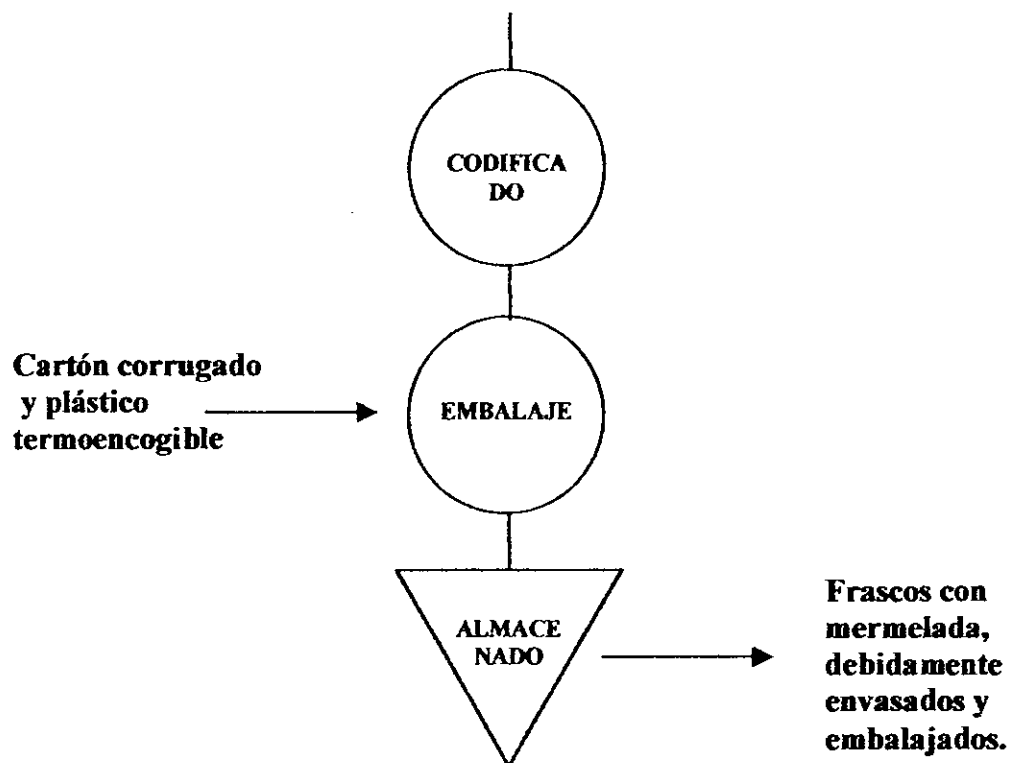
Del total de encuestados, 75.5% indicó que prefería la muestra correspondiente a la formulación No. 2, a partir ello, dicha fórmula es la que se propone en el presente proyecto.

La mermelada final deberá registrar 68° Brix (68% de sólidos solubles ) y un pH de 3.5.

## VIII. ESTUDIO TECNICO

### A. Diagrama de flujo del proceso





**B. Descripción general del proceso de producción**

La fábrica de jugos procesa actualmente 75 quintales de naranja por hora, de donde se obtienen 11.34 kgs. (25.0 lbs.) de pulpa. La fábrica trabaja procesando naranja, 7 horas diarias durante 5 días de la semana y obtiene como subproducto 79.38 kgs. (175 lbs.) de pulpa al día y 369.9 kgs (875 lbs.) a la semana. La fabricación de jugos se lleva a cabo durante los meses de noviembre a julio, ya que depende de la temporada de cosecha de la naranja.

La capacidad de la línea de producción de mermelada estará limitada por la cantidad de pulpa que se obtenga del proceso de jugos.

La pulpa que se utilizará como la materia prima de la mermelada se obtendrá directamente del pulpero. Se pesará al utilizar una báscula de la fábrica y se procederá a empaçar lotes de 11.34 Kg. (25.0 lbs.) en depósitos de plástico, estibados de dos en dos. El cuarto frío a utilizar tiene la capacidad de mantener la temperatura a  $-10^{\circ}\text{C}$  y tiene dimensiones de 5.0 m \* 12.2 m \* 3m.

La planta de jugos cuenta con una marmita con una capacidad de 50 galones, equivalente a 268 kgs. (590.8 lbs.) de mermelada. Esta marmita es utilizada para hacer emulsiones, proceso que se lleva a cabo únicamente una vez a la semana; por lo cual, podrá ser utilizada en la producción de la mermelada de naranja. La marmita es accionada por vapor, que proviene de una caldera automática que está diseñada para

producir 125 lbs. de vapor. La marmita tiene un agitador en forma espiral que mantendrá la mermelada en movimiento, para lograr una cocción homogénea.

El procesamiento de la pulpa iniciará cuando, en el cuarto frío se acumulen alrededor de 254.8 kgs de pulpa, dicha cantidad corresponde al 95% de la capacidad de la marmita, el 5% restante es el volumen en que se incrementa la mezcla al adicionarle el azúcar. La línea de producción trabajará una vez por semana, ya que se necesitan 3.2 días para obtener los 254.8 kg. de pulpa.

La pulpa se transportará del cuarto frío a la marmita, ya colocada allí se elevará la temperatura de ebullición con el objeto de que la pulpa se descongele. Ya descongelada se le añadirá 75% del azúcar, (el total de azúcar que se adicionará es equivalente al 50% de la cantidad de la pulpa, 127.4 kgs.) y se cocinará, a la misma temperatura, hasta que la cantidad de sólidos solubles sea igual al 60%.

Los sólidos solubles se medirán por refractometría en el laboratorio. Este proceso se hará al disolver una pequeña porción de la mermelada en una solución de 1% en agua, para que la concentración de azúcar sea homogénea. Se tomará una porción de dicha mezcla y se colocará en el refractómetro para obtener una lectura de la concentración de sólidos solubles o grados brix.

Al alcanzar la concentración de sólidos solubles especificada, se agregará el resto de los ingredientes y la cantidad restante de azúcar y se continuará con la cocción.

La cantidad de pectina está estrechamente ligada con la cantidad de azúcar, por cada 150 gramos de azúcar se echará un gramo de pectina, por lo tanto se utilizará 0.85 kg. (1.87 lb). La pectina en polvo será disuelta en agua, en una solución del 5%, se usará un mezclador de alta velocidad para asegurar su total dispersión antes de utilizarla.

La cantidad utilizada de ácido cítrico variará entre 0.1 y 0.2 porciento del peso total de la mermelada, lo que dependerá del grado de acidez de la misma. El pH se medirá por medio de un potenciómetro en el laboratorio. El pH deberá situarse en 3.5. El ácido cítrico se añadirá como una solución de 25% en agua.

El benzoato de sodio y el sorbato de potasio se añadirán en proporciones de 150 partes por millón, lo que equivaldrá a 0.057 kg (0.13 lb.) de cada uno.

Los ingredientes menores se almacenarán y pesarán en la sección especificada para ello.

El punto final de la mermelada estará determinado por una concentración de sólidos solubles del 68%.

De la cocción se obtendrían 382.2 kgs., pero debido a que se evapora 30% del agua que contiene la pulpa y 5% merma durante el proceso, la cantidad final de mermelada que se obtendrá, es de 254.2 kgs. (560 lbs.).

El proceso de envasado se realizará a mano y la mermelada se llenará caliente en envases de vidrio, que contendrá 0.4536 kg. (1 lb.) cada uno, totalizando 560 frascos de mermelada.

La mermelada se pasará de la marmita a dos contenedores que se colocarán entre dos mesas de trabajo. Los encargados del llenado se situarán en el lado libre de cada mesa. Para llenar los botes cada empleado utilizará un cucharón con la medida exacta a llenar, para evitar considerables variaciones.

Al inicio de la sección de envasado estarán los encargados del llenado, seguidos por quienes limpiarán la boca de los botes y les colocará la tapadera.

Los envases llenos y cerrados se pondrán en una sección especial de enfriamiento hasta alcanzar la temperatura ambiente. Luego se transportarán a la sección de etiquetado, en la cual se les pegará manualmente la etiqueta respectiva y se les imprimirá, en la tapa, la fecha de vencimiento y No. de lote por medio de la codificadora utilizada en la línea de jugos. La codificadora tiene la capacidad de codificar 100 frascos por minuto.

Los frascos etiquetados, pasarán a ser encajados. Se agruparán 8 unidades en una base de cartón y se forrarán con plástico termoencogible y pasarán a través del túnel de calor que encogerá el plástico. La planta ya cuenta con dicho túnel de calor.

Finalmente, los frascos serán almacenados en la bodega de producto terminado.

La duración del producto se estima de un año, en condiciones normales de almacenamiento, a temperatura ambiente y debidamente cerrado.

### **C. Control de calidad**

Las medidas de control de calidad de la línea de producción, se llevarán a cabo en cada etapa del proceso:

Pulpa: se revisará que esté carente de partículas externas.

Almacenamiento de materia prima: se verificará la limpieza de los depósitos de plástico y la temperatura del cuarto frío. La pulpa deberá ser congelada inmediatamente después de salir del pulpero para evitar que se amargue y/o fermente.

Otros ingredientes: se añadirán en la proporción exacta, libres de insectos o partículas de suciedad.

Cocción: a la temperatura apropiada, evitando que el producto se queme y se adhiera a la superficie de la olla. Mover constantemente y permita que la mermelada se caliente de manera uniforme. Por medio de refractómetro se determinará el contenido adecuado de azúcar y con un potenciómetro el pH.

Envasado: asegurar que los envases se encuentren esterilizados, sin rajaduras u otros daños y en el tamaño y la forma adecuados. El llenado deberá estar en el peso exacto y mantener limpia la boca del envase para asegurar el perfecto sellado. También se verificará que los envases hayan alcanzado la condición de vacío después de enfriarse.

Producto final: de buena apariencia, libre de contaminación. Debidamente etiquetado, envasado y embalado.

Además de los aspectos sobre control de calidad mencionados anteriormente, deben verificarse todos los factores que intervienen en el proceso productivo, tales como la higiene de los trabajadores, la limpieza de la planta, los uniformes y los utensilios.

#### D. Personal de línea

Trabjará una vez por semana, durante todo el año. El personal de la línea estará conformado por los mismos trabajadores de la fábrica de jugos.

Debido a que es un proceso único, el personal podrá realizar varias de las operaciones, a continuación se indicará el número necesario de personas para cada parte del proceso y las horas/hombre, por empleado, requeridas:

- ◆ Almacenamiento de pulpa, durante la semana, en el cuarto frío: 2 empleados (se incluye en el proceso de jugo)
- ◆ Llenado de la marmita con los ingredientes: 2 empleados \* (1.5h/h)
- ◆ Medición de los ingredientes menores: 1 empleado (el mismo que mide los ingredientes menores para la elaboración del jugo de naranja) \* (1h/h)
- ◆ Supervisión de la cocción de la mermelada: 1 empleado \* (3h/h)
- ◆ Refractometría y pH: 1 empleado (el mismo que labora en el laboratorio de control del jugo de naranja) \* (1h/h)
- ◆ Envasado: 8 empleados \* (0.83h/h)
- ◆ Enfriamiento a temperatura ambiente: 2 empleados \* (4h/h)
- ◆ Etiquetado: 4 empleados \* (2h/h)
- ◆ Almacenamiento en bodega de producto terminado: 2 empleados \* (2h/h)

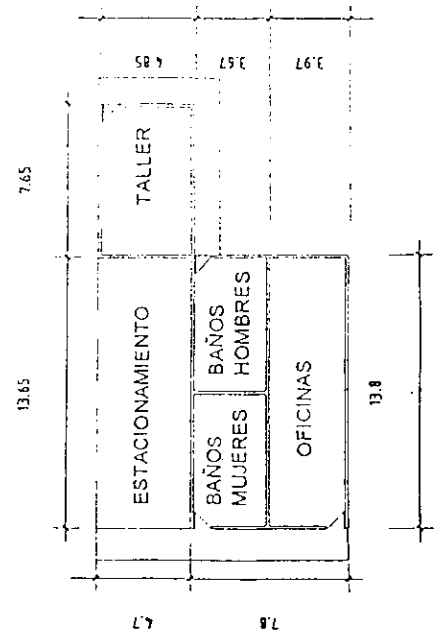
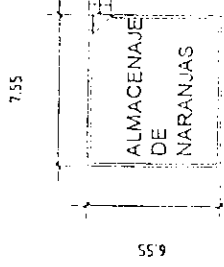
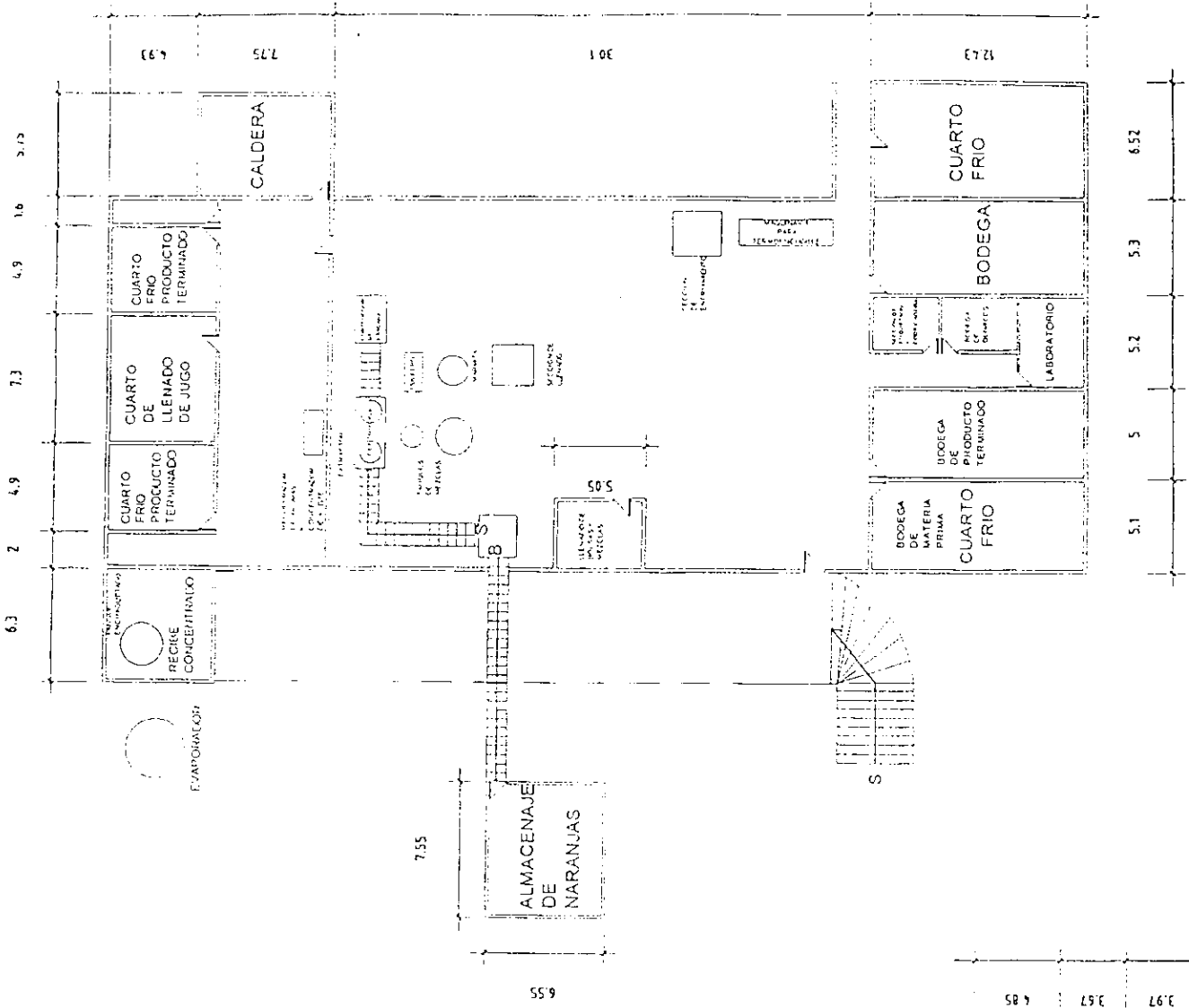
Total horas hombre = 34.64

**E. Diseño y ubicación de la línea de producción en la planta**

Se instalará en la fábrica de jugos de naranja, que cuenta con la infraestructura requerida, como se observa en el plano de la misma.

# PLANTA

ESCALA 1/100



## IX. ESTUDIO ECONOMICO

### A. Detalle de costos y requerimiento de equipo

#### 1. Balance de materiales e insumos generales

Tabla 9.1

Balance de materiales

MATERIAL	Volumen de producción: 560 frascos de 0.4536 kg (1lb)			
	Unidad de Medida	Cantidad	Costo	
			Unitario (Q.)	Total (Q.)
Pulpa	Kilogramo	254.80	0.80	203.84
Azúcar	Kilogramo	127.40	0.73	93.00
Pectina	Kilogramo	0.85	179.00	151.97
Acido Cítrico	Kilogramo	0.26	11.70	2.97
Benzoato de Sodio	Kilogramo	0.06	11.78	0.67
Sorbato de Potasio	Kilogramo	0.06	11.78	0.67
Envases	Unidad	560.00	2.68	1500.80

Tabla 9.2

Balance de insumos generales

INSUMOS	Volumen de producción: 560 frascos de 0.4536 kg. (1lb)			
	Unidad de Medida	Cantidad	Costo	
			Unitario (Q.)	Total (Q.)
Agua	litro	100.00	0.02	2.00
Energía	kw/hora	474.00	1.07	507.18
Bunker	galón/hora	0.86	1.40	1.20

## 2. Costo de requerimiento de equipo

Tabla 9.3

### Costo de equipo

<b>Mobiliario y Equipo</b>	<b>Costo (Q.)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Total (Q.)</b>
Depósitos de plástico	75.00	40	3,000.00
Contenedores de acero inoxidable	1,750.00	2	3,500.00
Mesas	200.00	2	400.00
Cucharones de acero inoxidable, con capacidad para 1lb de mermelada	100.00	4	400.00
			<b>Total: 7,300.00</b>

## 3. Costos de mano de obra

Costo de la mano de obra por hora (incluyendo prestaciones): Q. 11.67

Total de horas hombre: 34.64

Costo total de la mano de obra por lote de 560 frascos: **Q. 404.25**

**B. Costo de producción**

Tabla 9.4  
Costo de producción

Lote (560 frascos de mermelada)  
Expresado en Quetzales  
Al 30/08/2000

**Materia Prima :**

Pulpa	203.84
Azúcar	93.00
Pectina	151.97
Envases	<u>1,500.80</u>
Sub Total M.P.	1,949.61

**Mano de Obra :**

404.25

*Costo Primo* 2,353.86

**Gastos de Fabricación :**

Acido Citrico	2.97
Benzoato de Sodio	0.67
Sorbato de Potasio	0.67
Agua	2.00
Energia	507.18
Bunker	<u>1.20</u>
Sub Total G.F.	<u>514.69</u>

*Costo de Fabricación* 2,868.56

**Costo de Fabricación unitario** 5.12

**Costo de Fabricación mensual** 11,474.23

**Costo de Fabricación anual** 137,690.77

**Precio de Venta unitario** 7.68

El precio de venta se calculó a partir del costo de producción con un incremento del 50%, equivalente al margen de utilidad esperado.

### **C. Estado de resultados**

Se realizó el Estado de Resultados actualmente y proyectado a cinco años.

Para el pronóstico se hizo un crecimiento de ventas de 30% anual, dicho aumento corresponde al crecimiento pronosticado de la producción de los jugos. El pronóstico de los precios se realizó con base en que en los tres primeros trimestres del 2000 se ha registrado una inflación del 2.43% (Fuente CIEN, Centro de Investigaciones Económicas Nacional). También se tomó en cuenta el aumento de los costos de producción debido al aumento de la producción, por lo cual se estimó para los próximos años un aumento de los precios de 5% por cada año y de 4% para los costos de producción.

Se estimó 87.5% de producto vendido respecto de lo producido, tomando en cuenta merma y devoluciones.

### **D. Flujo de caja**

Se utilizará el criterio de valor presente neto, en el cual se compara el valor actual de todos los flujos de entrada de efectivo con el valor actual de todos los flujos de salida de efectivo. Si se obtiene un valor presente neto positivo, significa que el valor equivalente de flujos de entrada es mayor que el valor equivalente de los flujos de

salida, de manera que el proyecto genera ganancias. Para calcularlo se utilizó la fórmula:

$$\text{VPN: } A / (1 + i)^N$$

Donde: A = flujo de efectivo neto al final del periodo

i = costo de capital

N = vida económica del proyecto

(Park, 1997)

Se utilizó un costo de capital de 18%.

#### **E. Tasa interna de retorno y periodo de recuperación**

Indicará la tasa de interés obtenida en el saldo de inversión no recuperado de un proyecto, que al concluir el proyecto, el saldo no recuperado será cero. Si la tasa interna de retorno es mayor que  $i$ , el costo de capital, se acepta el proyecto.

El período de recuperación es el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos de efectivo descontados sean capaces de recuperar el costo de la inversión. El período de recuperación se calculó de la siguiente forma:

Año anterior a la recuperación total +  $\frac{\text{Costo no recuperado al principio del año}}{\text{Flujo de efectivo durante el año}}$

(Weston, 1994)

$$= 1 + \frac{(-7,300.00 + 211.20)}{10,454.89} = 0.3220 \text{ años}$$

$$0.3220 \text{ años} * 52 = 16.74 = 17 \text{ semanas}$$

Tabla 9.5

Pronóstico de ventas (en unidades)					
	2001	2002	2003	2004	2005
Mermeladas	23,520	30,576	39,749	51,673	67,175
Jugos	1,026,400	1,334,320	1,734,616	2,255,001	2,931,501

Tabla 9.6

Pronósticos de precios					
	2001	2002	2003	2004	2005
Mermeladas	Q7.68	Q8.06	Q8.47	Q8.89	Q9.34

Tabla 9.7

Estado de resultados

Lote (560 frascos)  
Expresado en Quetzales AI 30/08/2000

	2001	2002	2003	2004	2005
Ventas Brutas	180,633.60	246,564.86	336,561.04	459,405.82	627,088.94
(-) Costo de Ventas	<u>120,422.40</u>	<u>162,664.32</u>	<u>220,208.35</u>	<u>297,639.01</u>	<u>402,381.08</u>
Utilidad Bruta en Ventas	60,211.20	83,900.54	116,352.69	161,766.81	224,707.86
Gastos de Organización:					
Gastos de Administración	30,000.00	39,000.00	50,700.00	65,910.00	85,683.00
Gastos de Publicidad	24,000.00	24,240.00	24,482.40	24,727.22	24,974.50
Gastos de Ventas	<u>6,000.00</u>	<u>6,240.00</u>	<u>6,364.80</u>	<u>6,492.10</u>	<u>6,621.94</u>
(-) Total Gastos de Operación	60,000.00	69,480.00	81,547.20	97,129.32	117,279.44
Depreciación	-7,300.00				
Utilidad antes del ISR	-7,088.80	14,420.54	34,805.49	64,637.49	107,428.42
ISR (27.5%)		<u>3,965.65</u>	<u>9,571.51</u>	<u>17,775.31</u>	<u>29,542.82</u>
Utilidad Neta	-7,088.80	10,454.89	25,233.98	46,862.18	77,885.60
Depreciación	7,300.00				
Flujo de caja	211.20	10,454.89	25,233.98	46,862.18	77,885.60

VPN 73,961.21  
TIR 127%  
P. Recuperación 17 semanas

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Flujos de Caja Proyectados	-7,300.00	211.20	10,454.89	25,233.98	46,862.18	77,885.60

## X. DISCUSION DE RESULTADOS

La producción de la mermelada a partir de la pulpa de la naranja, representa una nueva alternativa de producción, por el aprovechamiento de un subproducto y por la creación de un nuevo concepto de mermelada de naranja. Para la fábrica de producción involucrada en el estudio, esto significa una ventaja competitiva, ya que no se tiene que invertir en la obtención de la materia prima.

El estudio involucra un aprovechamiento de la productividad de la fábrica de jugos, ya que la línea de producción de mermelada trabaja, principalmente, con recursos disponibles en la fábrica, como: la pulpa, la marmita, la codificadora, la máquina de termoencogible, personal, y administración.

Según la ubicación y distribución de la línea de producción de mermelada en la fábrica, ésta cuenta con suficiente espacio para expandir su área de producción respectiva, según los requerimientos.

La línea de producción trabaja a 20% de su capacidad, ya que bajo las condiciones actuales, produce únicamente una vez por semana, debido a que depende de la cantidad de pulpa que se obtiene del proceso de jugos.

Las características de la fórmula de la mermelada, 68% de sólidos solubles y un pH 3.5, son determinantes para que el producto se conserve, durante su periodo de vida, libre de microorganismos.

Los resultados del estudio económico, indican que es factible la implantación de dicho proyecto, ya que debido a la poca inversión requerida y al pronóstico de crecimiento de las ventas, se obtiene una alta tasa interna de retorno de 127%, un valor presente positivo, y un período de recuperación del capital de 17 semanas.

## **XI. CONCLUSIONES GENERALES**

1. Según los resultados obtenidos en los estudios de mercado, técnico y económico, se determinó que es factible la implantación de la línea de producción de mermelada de naranja, al utilizar como materia prima la pulpa.
2. 68% de sólidos solubles y un pH de 3.5 determinarán el punto final de la mermelada.
3. El aumento de la capacidad de la línea de producción de mermelada está determinada por el respectivo aumento de la cantidad de naranja que se procese para fabricar jugo de naranja y la respuesta del mercado a dicho producto.
4. Se obtuvo una tasa interna de retorno de 127% y un tiempo de recuperación de la inversión de 17 semanas.

## **XII. RECOMENDACIONES**

1. Realizar pruebas para desarrollar una fórmula con bajo contenido de azúcar, o la utilización de edulcorantes artificiales para personas con problemas de salud relacionados con el nivel de azúcar.
2. Utilizar la línea de producción para elaborar diferentes alternativas de mermelada, al utilizar como materia prima distintas variedades de frutas, ya que cuenta con el equipo para procesar otras frutas.
3. Evaluar la factibilidad técnica y económica para la adquisición de una máquina llenadora automática o semiautomática.

### XIII. BIBLIOGRAFIA

1. Belitz, H., W. Grosch. 1992. Química de los Alimentos. Segunda edición.  
Editorial Acribia, S.A. España.
2. Desrosier, N. 1987. Elementos de Tecnología de Alimentos. Quinta edición.  
Compañía Editorial Continental. México.
3. Desrosier, N. 1959. The Technology of Food Preservation. AVI Publishing  
Company. Connecticut, U.S.A.
4. FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean. 1985. Technical  
Manual Basic Food Processing. U.S.A.
5. Kochen, E., R. Sandhu, B. Axtell. 1998. Procesamiento de Frutas y Vegetales.  
Segunda Edición. Fondo de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la  
Mujer. Perú.
6. Park, C. 1997. Ingeniería Económica Contemporánea. Primera edición. Editorial  
Pearson. USA.
7. Penfield, M., A. Campbell. 1990. Experimental Food Science. Tercera Edición.  
Academic Press. Boston, U.S.A.
8. Pennington, N., C. Baker. 1990. Sugar: A User's Guide to Sucrose. New York,  
USA.

9. Ranken, M. 1988. Manual de Industrias de los Alimentos. Segunda Edición.  
Editorial Acribia, S.A. España.
10. Weston, J., E. Brigham. 1994. Fundamentos de Administración Financiera.  
Décima edición. McGraw Hill. México.