

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Diseño de una Planta de Producción de manzanilla
en dulce y jalea de manzanilla en Guatemala

Trabajo de graduación presentado por
Luis Jorge de León Morales
para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala
2008

Diseño de una Planta de Producción de manzanilla
en dulce y jalea de manzanilla en Guatemala

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Diseño de una Planta de Producción de manzanilla
en dulce y jalea de manzanilla en Guatemala

Trabajo de investigación presentado por
Luis Jorge de León Morales para optar al grado
académico de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala
2008


Vo.Bo

(f) 
Ing. Rodolfo Hermosilla

Tribunal:

(f) 
Ing. Carlos Paredes

(f) 
Ing. Celso Cerezo

(f) 
Ing. Rodolfo Hermosilla

Fecha de aprobación: 30 de julio del 2008.

ÍNDICE

Índice de cuadros.....	vi
Índice de gráficas.....	vii
Resumen.....	viii
I. Introducción.....	1
II. Objetivos.....	2
III. Antecedentes.....	3
A. Distribución geográfica.....	5
B. Descripción de la planta.....	5
C. Jalea.....	7
D. Almíbar.....	16
IV. Marco teórico.....	18
V. Justificación.....	28
VI. Metodología.....	29
VII. Estudio técnico.....	30
a. DOP Jalea.....	30
b. DOP Almíbar.....	32
c. Descripción del proceso.....	34
d. Diseño de planta.....	37
e. Planta de fuerza.....	38
f. Elevaciones de planta.....	39
g. Control de Calidad.....	41
h. Personal de Línea jalea.....	42
i. Personal de Línea dulce.....	43
VIII. Conclusiones y Recomendaciones.....	44
IX. Bibliografía.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

1. Costo de mano de obra línea de producción de jalea de manzanilla.	42
2. Costo de equipo línea de producción de jalea de manzanilla.	43

ÍNDICE DE GRÁFICAS

1. Tabla de gelificación para sólidos solubles (Brix) y pH. 16

RESUMEN

En Guatemala no está establecido el cultivo de manzanilla, para fines de comercio alimenticio, ya que aun se le considera como un fruto de menor importancia económica.

En este trabajo se pretende elevar el rango de este fruto, presentando y colocando en el mercado los productos terminados de jalea de manzanilla y manzanilla en dulce. De esta forma activar el valor económico del fruto, evitando el desperdicio en el cual se encuentra actualmente.

Se realizó el diseño de la Planta de Producción de jalea de manzanilla y manzanilla en dulce, incluyendo los procesos tecnificados y maquinaria industrial involucrada para el tratamiento de la manzanilla. Se definirán los materiales y procedimientos a seguir para cumplir con los estándares de calidad establecidos para una planta certificada para la producción de alimentos.

Se identificaron los puestos necesarios para administrar adecuadamente dicha planta y mantenerla en óptimo funcionamiento. De igual forma se diseñará la presentación individual de los productos terminados, de tal forma que cumplan con las expectativas del cliente y así surtir la demanda para dichos productos.

I. INTRODUCCIÓN

La participación de la manzanilla como un producto alimenticio está restringida por la producción limitada e ineficiente en Guatemala. La falta de interés y conocimiento de la manzanilla y los métodos poco tecnificados en la producción enfocan al producto al sector artesanal con márgenes mínimos de rentabilidad.

La producción de la manzanilla se encuentra en un campo inexplorado en la industria alimenticia en Guatemala. Actualmente la manzanilla se comercializa principalmente por sus características ornamentales y no por sus valores nutricionales. Los pocos productores de manzanilla se enfocan en la producción artesanal de esta para comercializar el producto durante la temporada de alto consumo en épocas de fin de año.

Las propiedades nutricionales y las condiciones ambientales de Guatemala, favorecen la producción organizada de la manzanilla como un producto alimenticio.

Además de calcular el margen de rentabilidad del negocio, se obtendrá como beneficio paralelo un mejor uso para la manzanilla. De tal manera que se evite el desperdicio y se otorgue un beneficio a las comunidades o cooperativas que se especializan en la producción de manzanilla.

En este trabajo se busca enfocar y orientar la producción de la manzanilla para la elaboración de los productos terminados: Jalea de manzanilla y manzanilla en dulce, como los productos a colocar dentro de la Industria Alimenticia Nacional y Extranjera, implementando métodos de calidad tecnificados al igual que análisis y Estudios de Factibilidad, junto con el diseño de la planta y el producto terminado. De esta forma se agregará a la manzanilla la propiedad nutricional por la cual debe ser valorada, además de sus usos ornamentales y sus valores de identidad tradicional.

II. OBJETIVOS

A. General

1. Elaborar el diseño de una Planta de Producción de manzanilla en dulce y jalea de manzanilla en Guatemala.

B. Específicos

1. Establecer la viabilidad de una Planta de Producción de jalea de manzanilla y manzanilla en dulce, orientando el cultivo del fruto al sector alimenticio en Guatemala.
2. Definir el mercado objetivo y principales competidores, a través del análisis e interpretación de datos del estudio de factibilidad aplicado al mercado guatemalteco.
3. Diseñar la planta de producción de jalea de manzanilla y manzanilla en dulce, capaz de surtir la demanda actual.
4. Diseñar un envase para la presentación de la jalea de manzanilla y manzanilla en dulce.

III. ANTECEDENTES

La especie de manzanilla que se da en Guatemala tiene como nombre científico *crataegus pubescens*. Existe una variedad de manzanilla *crataegus guatemalensis*, sin embargo no es tan comercializada como la *crataegus pubescens*. El nombre vulgar con el cual se le conoce es el de manzanilla en Guatemala, Tejocote en México y Manzanita en Ecuador.

Usos en alimentación y nutrición. La fruta se utiliza para preparar jaleas, tanto de agua como de la pulpa, así como otros dulces. Es una fuente relativamente buena de Provitamina A. Se ha utilizado en la preparación de alimentos de alto valor nutritivo. Las infusiones de la fruta se emplean como expectorante y antitusivo. La fruta se utiliza también para ornamentar arreglos de Navidad.

La manzanilla es un fruto que sólo se encuentra disponible durante la segunda mitad del año y que tiene mayor demanda durante diciembre; sin embargo, su valor y sabor son tan apreciados en el mercado nacional que su producción se incrementa año con año en países que explotan dicho producto (México).

El conocimiento de este aromático producto, agridulce, de color anaranjado o amarillo, semejante a una manzana pequeña de 1 a 2 centímetros de diámetro y que posee de cuatro o seis semillas en su interior, proviene de tiempos prehispánicos.

En efecto, múltiples poblaciones asentadas en el actual territorio de producción ya empleaban a este vegetal con fines nutricionales, medicinales y de ornato, aunque su cultivo era escaso y se prefería recolectarlo en bosques fríos localizados en las laderas de los montes, donde comúnmente crece junto a pinos y encinos.

El árbol que produce la manzanilla se conoce con nombres como manzanillo, aunque en casi toda su área de distribución se le designa con el mismo nombre que al fruto. Forma parte de la familia *rosácea*, en la que se incluyen más de 2,000 especies (manzano, peral, ciruelo, cerezo, duraznero, frambueso y rosal, entre otros), y alcanza una altura de 4 a 10 metros. Cambia de hojas cada año y de él pueden aprovecharse su tronco, raíz y flores.

La manzanilla se suele consumir cruda, en conserva (en mermeladas y ate) o como parte esencial en postres decembrinos y del tradicional ponche navideño. Pero más allá de esto, cabe señalar que aporta importante cantidad de sustancias benéficas desde el punto de vista nutricional:

- Calcio. Indispensable en formación de huesos y dientes, además de que favorece la flexibilidad de los músculos, la coagulación sanguínea y la transmisión de mensajes a través de los nervios.
- Hierro. Mineral necesario en la producción de hemoglobina (sustancia contenida en glóbulos rojos que transporta el oxígeno a la sangre) y mioglobina (encargada de oxigenar músculos); también interviene en la formación de enzimas (sustancias empleadas en el organismo para desempeñar distintas tareas) y permite aprovechar a las vitaminas del complejo B.
- Vitamina C. A ella se debe el sabor agrio de este fruto; hace posible la formación y reparación de tejidos, fortalece al sistema de defensas (inmunológico), contribuye en la absorción de hierro y neutraliza sustancias que oxidan y destruyen a las células del organismo (radicales libres).
- Complejo B. Las vitaminas de este grupo ayudan a que el organismo utilice la energía contenida en grasas y carbohidratos, aceleran la renovación celular y de la piel, mejoran la recuperación de heridas y permiten el buen funcionamiento del sistema nervioso.
- Además, es importante mencionar que el consumo del fruto cocido, acompañado con miel de abeja, es útil en caso de tos, resfriados, gripe, infecciones en estructuras de los pulmones (bronquitis, neumonía), por lo que incluirlo en la dieta habitual durante la temporada fría es muy benéfico. Asimismo, ayuda en caso de diarrea y estreñimiento, ya que posee sustancias digestivas (pectinas y fibra); por otro lado, puede reducir el dolor articular y sirve para disminuir los niveles de grasa en la sangre cuando se toma licuado con jugo de naranja o toronja.
- A este respecto, cabe indicar que las distintas partes del vegetal son empleadas dentro de la herbolaria mexicana: la infusión que se obtiene de hojas, raíz y corteza de manzanilla es útil en el tratamiento de problemas del aparato digestivo, y cuando se le agrega manzanilla y otras hierbas permite eliminar parásitos intestinales. Asimismo, sus hojas y flores son diuréticas (estimulan la eliminación de orina), por lo que ayudan a controlar la presión arterial elevada.

A. Distribución geográfica

Se encuentra en el sur de México (Chiapas), Guatemala y Ecuador. No se han informado de otras localizaciones.

B. Descripción de la planta

Es un árbol pequeño o arbusto caducifolio de 4 a 10 metros de altura, muy ramificado, con tallo y ramas lisas y cilíndricas, guarnecidas de espinas. Copa ovoide extendida, de sombra densa. Tiene hojas simples de 4 a 8cm de longitud y aserradas, haz verde oscuro y glabro, envés más claro y a veces pubescente. El cáliz es regular con 5 divisiones, y corola con 5 pétalos, muchos estambres, ovario pluriovulado y unilocular. El fruto es drupáceo, de color amarillo, mide alrededor de 2.5cm de diámetro y es muy parecido a una pequeña manzana. Se produce entre los meses de octubre y diciembre de cada año, dependiendo de la zona de donde proviene.

Los árboles son relativamente buenos productores de fruto, el cual por lo general se pierde. Se considera su producción para harinas como una buena fuente de pectina. El desarrollo de productos de esta fruta, relativamente pulposa, podría incentivar a investigaciones en producción de pectina.

Habita en laderas de cerros con topografía escarpada (60% de pendiente) en barrancas y en las zonas de cultivo. Le favorecen los suelos ácidos y francos. Pueden ser suelos negro, arcilloso, pedregoso de origen sedimentario y volcánico.

Esta especie es de crecimiento moderado. Los individuos viven de 30 a 40 años. Los huertos de manzanilla pueden producir durante 3 o 4 años rendimientos de 90 toneladas/hectárea. Las semillas secas se pueden almacenar por 2 a 3 años a 5 °C. Las semillas tratadas germinan en 30 a 40 días a una temperatura de 21 °C y las no tratadas tardan en germinar 2 a 3 años. El número de semillas por kilogramo es de 5,000.

Debido a su fuerte inmunidad con plagas, se ha utilizado como árbol portainjerto con membrillo, manzana, pera, níspero y durazno. Se recomienda efectuar el trasplante cuando las plantas son muy jóvenes, con tallos menores a 8 cm de

diámetro y con cepellón, de preferencia en invierno (en su periodo de lactancia). Tolera bien la poda, inclusive dejando un muñón pueden brotarle ramas de nuevo.

La poda interfiere en la producción de los frutos, por ello se recomienda poda de formación y aclareo. Una vez establecidos requiere riego mínimo. La distancia de la plantación es de 6 metros entre cada árbol. No se requiere fertilización, fomentando la producción orgánica del producto.

El árbol es de exposición soleada, resistente a pestes y enfermedades. El tolerante a la sombra, inundaciones periódicas o permanentes y a periodos prolongados de sequía. El exceso de humedad afecta la producción del fruto. Es susceptible a ataques de mariposas, gusanos barrenadores, escamas, minadores de hojas, ácaros-arañas, royas.

Una de las características más importantes del fruto es su alto contenido de pectina, misma que se utiliza en la industria como coagulante o aglutinante para la producción de jaleas y mermeladas.

La pectina extraída se utiliza en la elaboración de productos cosméticos e higiénicos. La pectina es una sustancia de origen vegetal, presente en las plantas, principalmente en sus frutos, se encuentran en las celdillas de las frutas. Su característica principal es ser un gelificante natural, que tratado químicamente se utiliza en la industria alimentaria para dar consistencia a mermeladas y gelatinas.

Frecuentemente las jaleas, mermeladas, mantequillas de frutas y mermeladas de cítricos son producidas por empresarios que llegan a encontrarse con problemas de calidad o no logran cumplir con los estándares legales para estos productos. Una persona que venda un producto al público debe entender el fundamento científico para producir un producto superior, y tener el equipo necesario (medidor de pH y refractómetro) para asegurar la calidad del producto.

Conservación. Las jaleas, mermeladas, mantequillas de frutas, mermeladas de cítricos y conservas son productos que son estables debido a que son ricos en sólidos (azúcar) y en ácidos. Un sustrato alimenticio concentrado a 65 por ciento o más de

sólidos solubles (azúcar) y que contiene ácido de forma sustancial puede ser conservado a través de un tratamiento térmico relativamente leve, siempre y cuando el producto alimenticio esté protegido del aire. La gran cantidad de sólidos de la fruta y la pectina capturan o amarran la humedad lo suficiente para bajar la actividad de agua (A_w) a un nivel en el que sólo crecen los mohos. El sellar herméticamente protege al producto de la pérdida de humedad, crecimiento de hongos y oxidación.

C. Jalea.

Jalea es definido estrictamente en los Estados Unidos como: Ese alimento semisólido hecho de no menos de 45 partes por peso de ingredientes de jugo de frutas por cada 55 partes por peso de azúcar. Esta mezcla es concentrada a no menos de 65 por ciento de sólidos solubles. Se puede agregar pectina o ácido para superar las deficiencias que se den en la fruta misma. También se pueden agregar agentes saborizantes o colorantes. El nombre de la fruta usada para hacer la jalea debe ser indicado con los otros ingredientes, en orden descendente de acuerdo a peso, en la etiqueta de tales productos que se ofrezcan para la venta en los Estados Unidos.

Procedimiento de manufactura para productos de jalea. Cuatro sustancias son necesarias para la preparación de geles de frutas. Estas son: pectina, ácido, azúcar y agua.

La producción de jalea de frutas requiere de la combinación de estos componentes dentro de límites bastante estrechos. La continuidad de la estructura del gel es determinada por la concentración de pectina, que puede oscilar de 0,5 por ciento a 1,5 por ciento por peso dependiendo del tipo de pectina utilizado. Este porcentaje de pectina es pectina pura tal y como es comercializada para la producción comercial de jaleas. Las pectinas de uso doméstico usualmente contienen hasta 18 partes de azúcar por cada parte de pectina. La rigidez del gel es determinada por la concentración de azúcar y la acidez. Las pectinas más comunes formarán un gel débil con 63 por ciento a 64 por ciento de sólidos. El gel óptimo se formará entre 65 por ciento y 68 por ciento de sólidos solubles. Cuando el nivel de sólidos sobrepase el 70 por ciento se producirá un gel duro. Los geles óptimos se obtienen normalmente dentro de un rango de pH de 3,1 a 3,3. Un pH superior a 3,5 frecuentemente lleva a formación de un gel pobre, mientras que un pH por debajo de 3,0 frecuentemente resulta en geles duros sujetos a sinéresis o exudación.

Los ingredientes requeridos para lograr el producto final son:

- Pectina. Se debe asumir que los jugos serán siempre deficientes en pectina, y complementar la jalea con pectinas comerciales. La pectina es un grupo de sustancias derivadas de las paredes celulares de las frutas. Cuando se disuelven en agua bajo condiciones apropiadas estas pectinas forman geles.

Agregar pectina seca (sin mezclar la pectina con azúcar) a agua da como resultado la formación de grumos de tipo pastoso que son casi imposibles de disolver. Se facilita ampliamente la disolución calentando el agua o el jugo antes de agregar una mezcla de pectina y azúcar. La pectina que ha sido concienzudamente mezclada con 10 veces su peso en azúcar rápidamente se disolverá en agua caliente formando una solución prácticamente transparente.

Varias pectinas son producidas para fines de conservación, las cuales pueden ser clasificadas como de gelificación rápida, gelificación lenta o por las libras de jalea terminada que producirá una libra de pectina pura. Las de gelificación rápida forman geles a temperaturas mayores que las de gelificación lenta. Las de gelificación rápida son preferidas para mermeladas y conservas ya que reducen la probabilidad de que el componente de fruta suba a la superficie antes de que el gel endurezca. Para hacer jaleas frecuentemente se prefieren las de gelificación lenta ya que una vez que la jalea ha adquirido cierta consistencia, aunque sin haber terminado de endurecer, es menos probable que la manipulación de los frascos dañe la textura o firmeza de la jalea. El valor del grado de la pectina se refiere a las libras de azúcar que gelificará una libra de pectina. La pectina comercial más común es pectina de grado 150, lo que significa que con agua, azúcar para obtener 65 por ciento de sólidos y ácido para alcanzar el pH óptimo, una libra de pectina producirá una jalea perfecta con 150 libras de azúcar. La pectina de grado 100 es también popular.

Pectinas de bajo Metoxilo. Las pectinas de bajo metoxilo difieren de las pectinas normales en que forman geles a concentraciones bajas de azúcar o en ausencia de azúcar y dentro de un amplio rango de acidez o valores de pH. Los iones de calcio son necesarios para la formación de geles con pectinas de bajo metoxilo. Puentes de calcio interconectando las pectinas forman una matriz capaz de retener la humedad y sostener el gel.

- **Ácido en la Producción de Jaleas.** La firmeza del gel depende del pH de la jalea. La firmeza óptima se obtiene dentro de rangos de pH definidos para la pectina particular utilizada. Las pectinas son identificadas cada vez con más frecuencia por su grado de metilación (GM), aunque los términos gelificación lenta y gelificación rápida todavía son ampliamente utilizados en la industria. Gelificación lenta se refiere a una pectina cuyo GM se encuentra dentro de un rango de 60 a 65, mientras que gelificación rápida se refiere a pectinas dentro de un rango de GM de 68 a 75. Las pectinas de gelificación lenta se usan comúnmente para la producción comercial de jaleas y alcanzan la máxima firmeza a un pH de 3,0 a 3,15. Las pectinas de gelificación rápida se usan para mermeladas y conservas porque endurecen a temperaturas mayores, antes de que los componentes de fruta floten a la parte superior del frasco, y alcanzan la máxima firmeza a pH de 3,30 a 3,05. Los límites superiores para una gelificación exitosa son pH 3,4 y pH 3,6 para pectinas de gelificación lenta y gelificación rápida respectivamente.

El pH es también crítico en la determinación de la temperatura a la que las jaleas gelifican. Con las pectinas de gelificación rápida la temperatura de gelificación puede ser aumentada en aproximadamente 25°F al bajar el pH (haciendo más ácido) de pH 3,3 a pH 3,1. Las pectinas de gelificación lenta generalmente gelifican entre 50° y 60°F por debajo que las pectinas de gelificación rápida en el rango de pH de 3,0 a 3,25. Acidificar una jalea con pectina de gelificación lenta de un pH de 3,25 a un pH de 3,0 disminuye la temperatura de gelificación en aproximadamente 50°F.

- **Preparación de la Jalea. Escogencia de Metales para Utensilios.** El hierro o acero podrían llegar a oscurecer algunos jugos dada la disolución de una pequeña cantidad de hierro, que reacciona con los taninos y colores de los jugos produciendo un color negro o café oscuro. El cobre y el estaño no son recomendados ya que incluso pequeñas concentraciones de sus sales afectan adversamente el sabor y color de la mayoría de los jugos y catalizan cambios indeseables. Nunca se deben utilizar recipientes galvanizados (con cubierta de zinc) para jugos de frutas ya que niveles tóxicos de zinc pueden disolverse en el jugo.

El acero inoxidable es bastante resistente a la acción de los jugos de frutas y es el material preferido para los equipos. El aluminio o los recipientes esmaltados

también pueden ser utilizados para algunos jugos. Sin embargo, el aluminio puede producir oscurecimiento del producto.

- Extracción del Jugo. La fruta a ser utilizada para la preparación de jaleas y otros productos conservados debe tener un sabor y aroma agradables, y tener sabor acre. El jugo deberá retener este carácter de manera satisfactoria durante el procesado y durante el almacenamiento como jalea.

Los productos de más alta calidad se obtienen solamente de frutas sanas y firmes. Incluso el menor grado de fermentación o crecimiento de moho afectará el sabor. Esto exige el uso exclusivo de recipientes limpios, libres de moho y suciedad para la colecta y el transporte de la fruta. La fruta deberá ser recolectada en la etapa de madurez apropiada para la preparación de jugo. El sabor, control del azúcar y niveles de pectina del jugo variarán de acuerdo a la madurez de la fruta.

Usualmente es recomendable tener un proceso de selección para eliminar la fruta defectuosa o infestada por insectos. La mayoría de las frutas acumulan cierto grado de polvo en el campo o durante el transporte. Por lo tanto deberán ser enjuagadas a fondo con chorros de agua antes de ser trituradas.

Los jugos de frutas son más agradables al paladar justo después de ser extraídos de la fruta fresca, y cualquier tratamiento aplicado para conservar o clarificar los jugos afecta la calidad. La conservación debe alcanzarse con tan poco daño como sea posible al sabor de frescura, color y otras características de calidad deseables. Debido a esto los métodos tradicionales de producción de jalea son frecuentemente inferiores a lo deseado.

En los métodos tradicionales de producción la mayoría de las frutas son hervidas para extraer el jugo. Frutas muy jugosas como las bayas no necesitan que se agregue agua y solo deben ser trituradas y calentadas al punto de ebullición por dos o tres minutos. Para la mayoría de las frutas entre menor sea el periodo de ebullición mejor será el sabor de la jalea resultante. Frutas firmes como las manzanas son cortadas o trituradas y requieren agua adicional. La longitud de la ebullición varía de acuerdo a la variedad y textura de la fruta. Las manzanas frecuentemente requieren 20 minutos. La fruta deberá ser calentada solo por el tiempo necesario para suavizarla lo

suficiente para permitir la extracción completa del jugo sin que la fruta se vuelva pastosa. Esto resultaría en jugo turbio que es difícil de filtrar (debido a la solubilización de la pectina) y usualmente produce una pérdida considerable de sabor.

- Prensado. Tradicionalmente las jaleas caseras se hacían sin compresión de la fruta. La pulpa y el jugo calentados se colocaban en una bolsa de tela para jalea y se dejaban escurrir para obtener un jugo claro. Comercialmente se han utilizado filtro prensas de tipo *rack and cloth* para extraer el jugo de la fruta caliente. Si el jugo es clarificado después de ser extraído debe filtrarse antes de agregar el azúcar, ya que ésta incrementa la viscosidad del jugo y produce dificultad para el filtrado.
- Métodos preferidos para extracción de Jugo. Si se tiene el equipo disponible se pueden producir jugos de sabor y claridad superiores utilizando métodos mejorados de extracción. El método de extracción depende de la estructura de la fruta, ubicación y carácter de los tejidos en los que está el jugo, y el carácter del jugo terminado. Algunas frutas como las uvas y las manzanas tienen jugo en toda su extensión. El jugo se obtiene fácilmente triturando y prensando.

Durante la extracción de los jugos de frutas que no han sido calentadas para destruir enzimas debe evitarse la aireación innecesaria, ya que la destrucción de la vitamina C y los cambios oxidativos en el sabor se dan muy rápidamente en muchos jugos, como el jugo de manzana. Estos cambios son catalizados por rastros de cobre y hierro en solución.

Formulando una jalea estándar. Con la ayuda de un refractómetro se puede formular fácilmente una jalea que cumpla con los estándares de identidad establecidos. El porcentaje de azúcar de la fruta en el jugo se lee con un refractómetro. Al multiplicar la lectura del refractómetro por el peso del jugo de la fruta se obtiene el peso del azúcar de la fruta (sólidos solubles) en el jugo. El peso del azúcar que se agregará como ingrediente de la jalea se obtiene multiplicando el peso del azúcar requerido por unidad de peso de sólidos de la fruta por el peso del azúcar de la fruta en el jugo. La suma de los pesos del azúcar de la fruta, más el ingrediente azúcar equivaldrá a 65 por ciento del peso final de la jalea.

Por lo tanto

$$\begin{array}{r} \text{peso de sólidos solubles de fruta} \\ + \text{ingrediente azúcar} \\ \hline \text{,65} \end{array} = \text{peso del lote de jalea}$$

El peso del lote de jalea menos la suma del peso de los sólidos solubles de fruta más el peso del ingrediente azúcar nos da el peso del agua en la jalea.

El peso del jugo de fruta menos el peso de los sólidos solubles de la fruta da el peso del agua en el jugo.

El peso del agua en el jugo menos el peso deseado del agua en la jalea da el exceso de agua que debe evaporarse durante la producción de la jalea. Un operador de caldera hábil será capaz de juzgar con exactitud la tasa de evaporación de su caldera. Cuando la jalea se aproxime al nivel deseado de sólidos solubles, éstos deben ser cuidadosamente monitoreados con un refractómetro.

- Procesamiento de la jalea. El jugo clarificado debe ser calentado rápidamente y la pectina disuelta en la cantidad especificada en la receta o formulación. En la actualidad universalmente se agrega pectina a los jugos para jaleas, mermeladas y conservas para mejorar la consistencia y asegurar la obtención de productos de calidad y apariencia uniformes. Esto también permite la producción de jalea sin necesidad de cocción excesiva.

La mejor manera de agregar pectina es agitar vigorosamente mientras lentamente se agrega la pectina al jugo de fruta caliente pero no hirviendo. Se prefiere una temperatura de 170 a 180°F para la adición de la pectina, ya que en el punto de ebullición el azúcar se disuelve más rápidamente que la pectina. La pectina podría formar grumos que son casi imposibles de disolver. Una porción del azúcar puede mezclarse con la pectina antes de ser agregada al jugo para ayudar en la dispersión y disolución de la pectina. Luego de que la pectina se disuelve, se disuelve el resto de la azúcar requerida para el lote y se eleva la temperatura al punto de ebullición.

Generalmente el azúcar refinada de caña o remolacha (sacarosa) es la fuente preferida de azúcar para jaleas y mermeladas. Sin embargo, en años recientes se han utilizado ampliamente jarabes de glucosa como parte de la fuente de azúcar. Se usan los jarabes de glucosa con equivalente de dextrosa alto porque son comúnmente más baratos que la sacarosa, y porque eliminan la necesidad de reducir la sacarosa a azúcar invertida a través de ebullición. El azúcar invertida es necesaria para prevenir la cristalización de la sacarosa durante el almacenamiento en jaleas y mermeladas con alto contenido de sólidos. Tal cristalización es muy poco frecuente en productos por debajo del 68 por ciento de sólidos.

- Ebullición. La ebullición es uno de los pasos más importantes en la elaboración de jaleas. Su propósito principal es aumentar la concentración de azúcar hasta un punto en donde se da la gelificación. El proceso de ebullición no debe prolongarse debido a la pérdida de sabor y color del producto resultante.

Durante la ebullición el jugo deberá ser desnatado de ser necesario para remover cualquier material coagulado y deberá ser agitado para asegurar una buena mezcla y calentamiento uniforme.

La ebullición se continúa hasta que el producto forme una jalea con la consistencia adecuada al enfriarse. El producto terminado debe tener la consistencia descrita en la definición de la jalea.

El método tradicional para determinar el punto final es permitir que el líquido caiga de una cuchara. El proceso no ha sido completado si el jugo cae de la cuchara como jarabe líquido. Si se coagula parcialmente y cae de la cuchara dejándola prácticamente limpia, la ebullición ha terminado. Aún así, esta prueba de jalea es poco confiable debido a la variación en el comportamiento de diferentes jugos, además de que requiere de mucha experiencia.

El método preferido para determinar el punto final es leer el contenido de azúcar con un refractómetro. El refractómetro determina el contenido de azúcar según el ángulo en que la solución refracta o dobla la luz. El procedimiento es rápido y exacto. Se coloca una gota del líquido en el instrumento. El operador ve dentro del refractómetro mientras que lo apunta hacia una fuente de luz y lee el porcentaje de

azúcar o ° Brix directamente de la escala. El procedimiento completo requiere de solo unos pocos segundos. Se puede entonces tomar la determinación de empacar o cocinar más la jalea.

Frecuentemente para la producción de jalea y mermelada comercial se utiliza la evaporación al vacío. Una presión reducida permite que la evaporación se produzca a temperaturas menores que la de cocción atmosférica, y por lo tanto hace posible que se procesen rápidamente lotes mayores sin cambios químicos provocados por el calor.

Se pueden procesar jaleas y mermeladas de calidad superior a través de métodos no evaporativos. Tales métodos involucran mezclar ingredientes a los que se les ha quitado previamente la cantidad requerida de agua. Con frecuencia se utilizan jugos altamente concentrados. Para tales operaciones de mezclado se pueden utilizar procesos continuos.

Sin importar el método de evaporación utilizado en la producción de la jalea, se deben realizar pruebas de calidad frecuentes para determinar si se requieren ajustes y determinar el punto final adecuado del proceso.

- Acidez de la jalea. Una de las causas más frecuentes de falla en las jaleas es ácido insuficiente. El valor de pH (una medida de concentración de iones de hidrógeno o acidez) de la jalea debe medirse cuando la jalea está lo suficientemente concentrada para ser vertida. Si el pH es mayor a 3,3, se debe agregar ácido cítrico para reducir el pH hasta el rango de 3,1 a 3,2.

El ácido cítrico es un ácido natural de las frutas comúnmente extraído de los limones. Agregar ácido cítrico al final del periodo de ebullición permite un mejor control del pH y minimiza la gelificación prematura del lote y la hidrólisis de la pectina. Diferentes jugos requerirán diferentes cantidades de ácido adicional, dependiendo de la acidez original del jugo y la capacidad amortiguadora del jugo. El pH puede ser ajustado para obtener el sabor óptimo, controlar o modificar la tasa de endurecimiento y modificar el grado de inversión del azúcar.

- Envasado. Las jaleas deben ser herméticamente selladas en envases de vidrio. Los envases que son llenados con la jalea hirviendo (por encima de 180°F) no necesitan

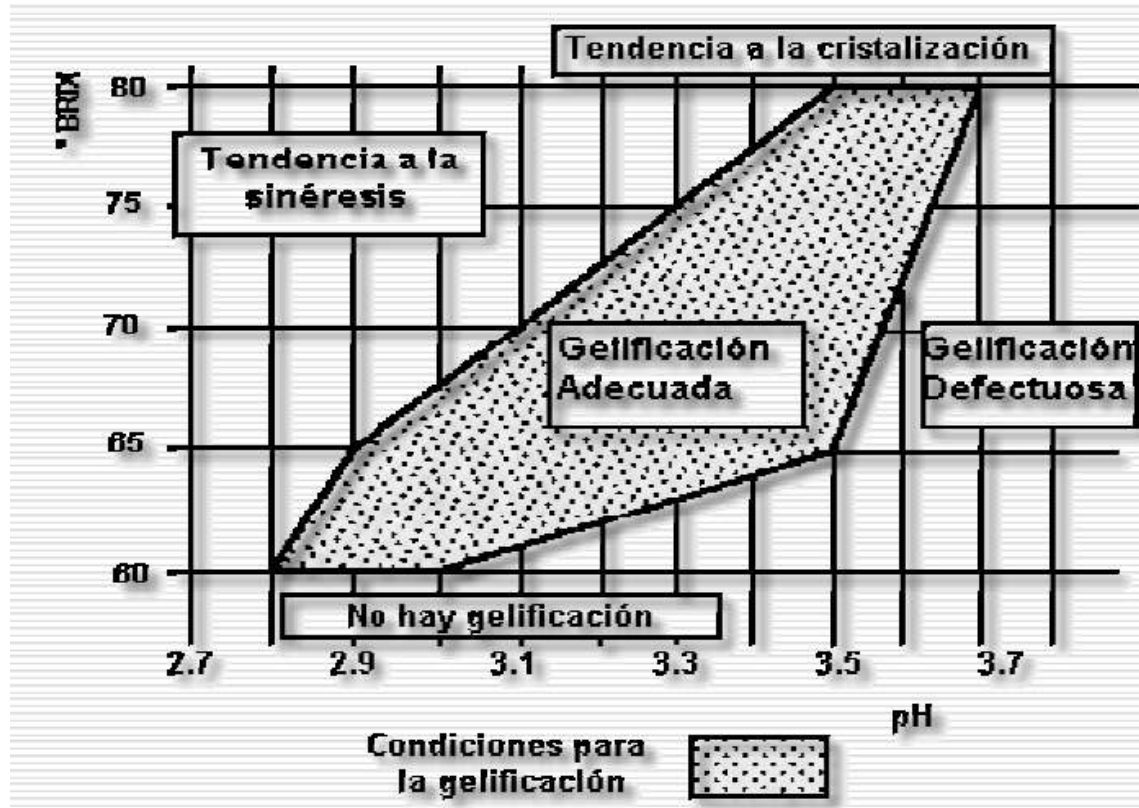
ser pasteurizados ya que la misma jalea caliente esteriliza el recipiente. Los frascos deben llenarse hasta al menos el 90 por ciento de su capacidad, dejando no más de media pulgada de espacio en la parte superior del frasco. Las tapas hirviendo deben ser colocadas sobre los recipientes inmediatamente después de llenados, y luego apretadas firmemente en espacio de dos o tres minutos. Esto da tiempo para que evacue el aire del espacio superior. El vapor en el espacio superior se condensa cuando la jalea se enfría, creando un sellado al vacío en el frasco. Se utiliza frecuentemente en la producción comercial el tapado con inyección de vapor súper calentado para obtener un sello hermético. Cuando los recipientes son llenados con calor no es necesario un tratamiento de esterilización posterior a la colocación de la tapa.

Algunas jaleas hacen espuma durante la ebullición y el llenado, formando una capa de burbujas en la superficie del frasco de jalea caliente. La jalea deberá ser desnatada rápidamente estando en la caldera justo antes de ser vertida. Si la jalea puede ser extraída del fondo de la caldera, se pueden llenar los frascos con jalea clara sin desnatar.

- Causas para fallas en la producción de jalea. Ácido insuficiente. La causa más común de falla de las jaleas en gelificar es ácido insuficiente. Los productores comerciales de jalea deben medir el pH de cada lote en el momento en que esté listo para ser vertido en los recipientes y acidificar con ácido cítrico si la jalea es deficiente. La mayoría de las compañías proveedoras de equipos y materiales científicos ofrecen medidores de pH para control de calidad, con precios que van desde \$150 hasta \$1000.
- Ebullición prolongada. La ebullición prolongada resulta en la hidrólisis de la pectina y en la formulación de una masa de jarabe caramelizado desprovista de los sabores de fruta naturales. El jugo y el azúcar deben ser concentrados hasta el punto de gelificación tan rápidamente como sea posible para evitar la hidrólisis de la pectina. La solución debe ser evaluada con un refractómetro al acercarse al punto final de 65° Brix.
- Cristales. A temperaturas normales la jalea puede desarrollar cristales de azúcar si la concentración del producto terminado excede los 70°Brix. El monitorear los sólidos

de la solución de fruta hirviendo con un refractómetro conforme se acerca el punto final debería eliminar la sobreconcentración y cristalización de los azúcares.

Gráfica 1.
Tabla de gelificación para sólidos solubles (Brix) y pH.



D. Almíbar

El procesamiento de frutas en almíbar consiste en envasar frutas enteras o cortadas, con o sin cáscara, con o sin semilla, en un medio líquido constituido por agua potable y azúcar llamado jarabe cuya concentración varía según el contenido de azúcar y acidez de cada fruto, envasadas en recipientes herméticos para evitar contaminación, y sometidas a un proceso de calentamiento que asegure la destrucción de todos los microorganismos vivos que puedan causar daño al alimento y por consiguiente al consumidor.

La forma de presentar el fruto es en rodajas, cuadros o enteros; excluyendo la parte central del fruto “corazón” o por el tamaño y características de la fruta se procesan enteros.

En cuanto al punto de madurez: debe estar sazón o sazón maduro. Si el fruto está demasiado maduro, puede fermentarse con una mínima cantidad de oxígeno que quede dentro del envase y arruinar el sabor de un lote de Almíbar.

Las concentraciones de los jarabes para estos frutos varían desde muy diluidos (12 grados brix), concentrados (21 grados brix) a muy concentrados (30 grados brix).

La conservación de estos productos, si es para consumo inmediato, pueden envasarse en recipientes herméticos acompañados del método de refrigeración; si se desea prolongar el tiempo de vida (de uno a tres años), requerirá de envases de vidrio con tapaderas especiales, sello de plastisol y tratamiento térmico.

IV. MARCO TEÓRICO

Las jaleas y mermeladas son productos 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 fruta debido a que, para su manufactura es utilizada la fruta entera, triturada, macerada 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 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 grutas 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).

Ingredientes. Tanto las jaleas como las conservas pueden contener sólo las cantidades permitidas, por las diferentes regulaciones, 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).

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

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 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, 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 consistentes. (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 ácidos 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 la fuerza del gel también tiene 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 mas del 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 tienen 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 presenta 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 tienen lugar la solidificación antes de que la fruta flote o se hunda. 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).

Los azúcares como la glucosa, sacarosa, lactosa y otros, se agregan a ciertos alimentos como edulcorante. 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).

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 cara en los grupos carboxílicos de la pectina e incrementa la tendencia de las moléculas de asociarse para formar un gel. El pH debe estar debajo de 3.5 para la formación del gel. Como este decrezca debajo 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 fruta es incrementada por medio de la adición de ácidos, el más popular ha 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 a 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).

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 destoxifica 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 soborizantes 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.

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 a 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 adecuados, 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).

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, la 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%.

Actualmente no existen normas que regulan la producción o elaboración de jalea de manzanilla. La COGUANOR (Comisión Guatemalteca de normas, Ministerio de Economía, Guatemala) no regula el procedimiento ni supervisa el control de

calidad de dicho producto. Se debe seguir el siguiente procedimiento, sugerido por el DRCA (Departamento de Regulación de Control de Alimentos). Se solicita un registro sanitario, avalado por el ministerio de Salud. Se llenan los formularios respectivos y se cumplen con los estándares previamente establecidos para la fabricación y exportación de jalea de manzanilla. Se deben evaluar los requisitos de Codex-FDA para centro América para el etiquetado.

Según la Norma General para el Etiquetado de los alimentos preenvasados, el etiquetado es obligatorio para los alimentos que realizan declaración de propiedades nutricionales, y voluntario para los otros alimentos. Si se realiza el etiquetado, la información que debe incluirse es: energía, proteína, grasa y carbohidratos disponibles (carbohidratos totales menos fibra dietética). En el caso que se haga una declaración en el alimento sobre cualquier nutriente, debe especificarse la cantidad de éste, así como cualquier otro nutriente que se considere importante para mantener el buen estado nutricional del país, según lo requiera la legislación nacional. Cuando se hacen declaraciones de propiedades nutricionales con relación a carbohidratos o tipo de carbohidratos, deberá incluirse la cantidad total de azúcares. También se puede incluir la cantidad de almidón u otro componente de los carbohidratos. En el caso de cantidad o tipo de ácidos grasos, se deberá incluir el contenido de ácidos grasos saturados, ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. Y para fibra dietética, se reportará el contenido de ésta en el alimento.

El contenido de vitaminas y minerales puede declararse siempre y cuando existan recomendaciones dietéticas recomendadas o sean de importancia para el país, y mientras esté en cantidades significativas.

Para que la información nutricional sea efectiva, ésta debe presentarse de manera que los consumidores puedan entenderla y usarla. De acuerdo con esto, el contenido de nutrientes se informa según las unidades métricas y se expresa con base en 100 g o 100 mL de alimento.

Dependiendo de las preferencias del país, también puede agregarse el contenido de nutrientes por porción.

Etiquetado nutricional según la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) de los Estados Unidos de América

Según los requerimientos de FDA, el etiquetado nutricional de un alimento se compone de seis secciones:

1. Esta sección informa sobre el tamaño de la porción y el número de porciones que se obtienen del paquete. El tamaño de porción se presenta en unidades de consumo (tazas, cucharadas o piezas), seguido de la cantidad en unidades métricas. Esto permite que se puedan realizar comparaciones con otros alimentos.
2. La segunda sección informa sobre la cantidad de energía que se obtiene por porción del alimento, a la vez que se obtiene cuántas de estas calorías provienen de grasa.
3. En la parte central del panel se informa sobre nutrientes que deben limitarse por razones de salud tales como grasa total, grasa saturada, colesterol y sodio; además se incluyen otros nutrientes como proteína, carbohidratos totales, fibra dietética y azúcares.
4. La penúltima sección del panel presenta la información sobre micronutrientes, de los cuales es obligatorio informar vitamina A, vitamina C, calcio y hierro.
5. El contenido de nutrientes, además de estar expresados en unidades métricas, también está expresados como porcentaje del valor diario. Esto indica el porcentaje o cuánto de la cantidad diaria recomendada para un nutriente, está aportando una porción del alimento a la dieta del consumidor.
6. La última sección del panel nutricional es una nota informativa a pie de página, que indica que los porcentajes del valor diario están basados en recomendaciones para una dieta de 2,000 calorías. La parte final de la nota indica los valores de ingesta diaria recomendada para una dieta de 2,000 y 2,500 calorías para grasa total, grasa saturada, colesterol, sodio, carbohidratos totales y fibra dietética.

V. JUSTIFICACIÓN

La participación de la manzanilla como un producto alimenticio está restringida por la producción limitada e ineficiente en Guatemala. La falta de interés y conocimiento de la manzanilla y los métodos poco tecnificados en la producción enfocan al producto al sector artesanal con márgenes mínimos de rentabilidad.

La producción de la manzanilla se encuentra en un campo inexplorado en la industria Alimenticia en Guatemala. Actualmente la manzanilla es comercializada principalmente por sus características ornamentales y no por sus valores nutricionales. Los pocos productores de manzanilla se enfocan a la producción artesanal para comercializar el producto durante la temporada de alto consumo en épocas de fin de año.

Las propiedades nutricionales y las condiciones ambientales de Guatemala, favorecen la producción organizada de la manzanilla como un producto alimenticio. Además de calcular el margen de rentabilidad del negocio, se evita el desperdicio y otorga un beneficio a las comunidades o cooperativas que se especializan en la producción del fruto.

En este trabajo se busca enfocar y orientar la producción de la manzanilla para la elaboración de los productos terminados: Jalea de manzanilla y manzanilla en dulce, como los productos a colocar dentro de la Industria Alimenticia Nacional y Extranjera, implementando métodos de calidad tecnificados al igual que análisis y Estudios de Factibilidad, junto con el diseño de la planta y el producto terminado. De esta forma agregarle a la manzanilla la propiedad nutricional por la cual ser valorada, además de sus usos ornamentales y valores de identidad tradicional.

VI. METODOLOGÍA

Se define como la línea de producción, incluyendo dimensiones de la planta y maquinaria industrial requerida para lograr el producto terminado al igual que el diseño del producto final, tomando en cuenta los operarios necesarios para la operación de las dos líneas de producción (jalea de manzanilla y manzanilla en dulce).

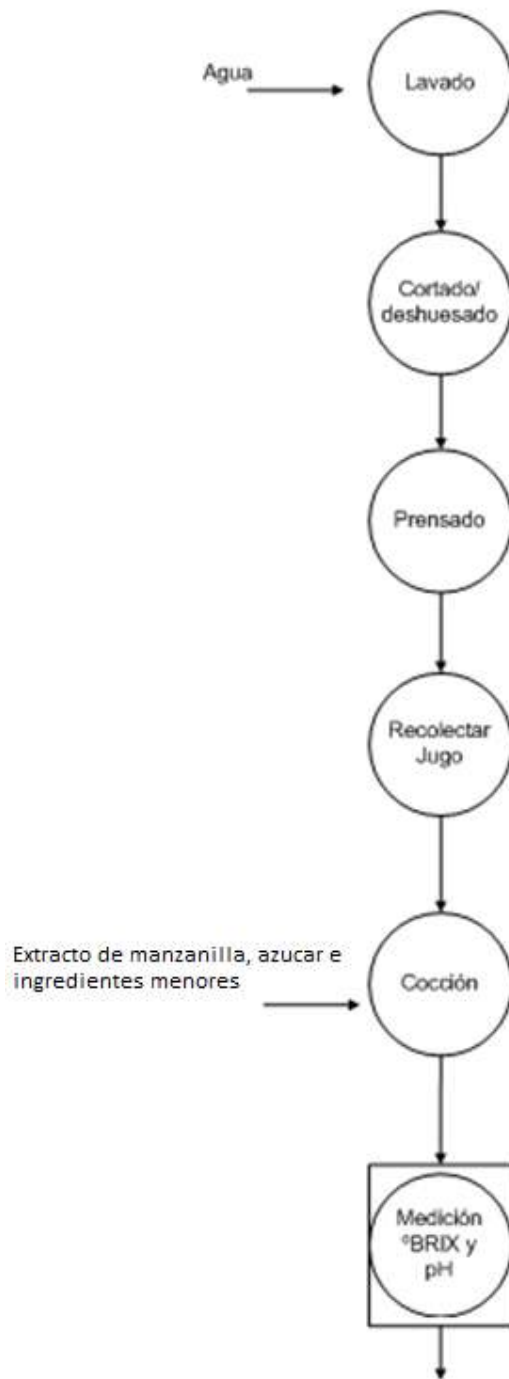
Se define el diagrama de flujo y el layout de la línea de producción de la jalea de manzanilla tanto como la manzanilla en dulce, donde se observa de una manera física el posicionamiento del equipo para la línea de producción y el diagrama de recorrido del producto desde la recepción y todos los procesos involucrados en la secuencia de agregar valor hasta el almacenamiento para el despacho.

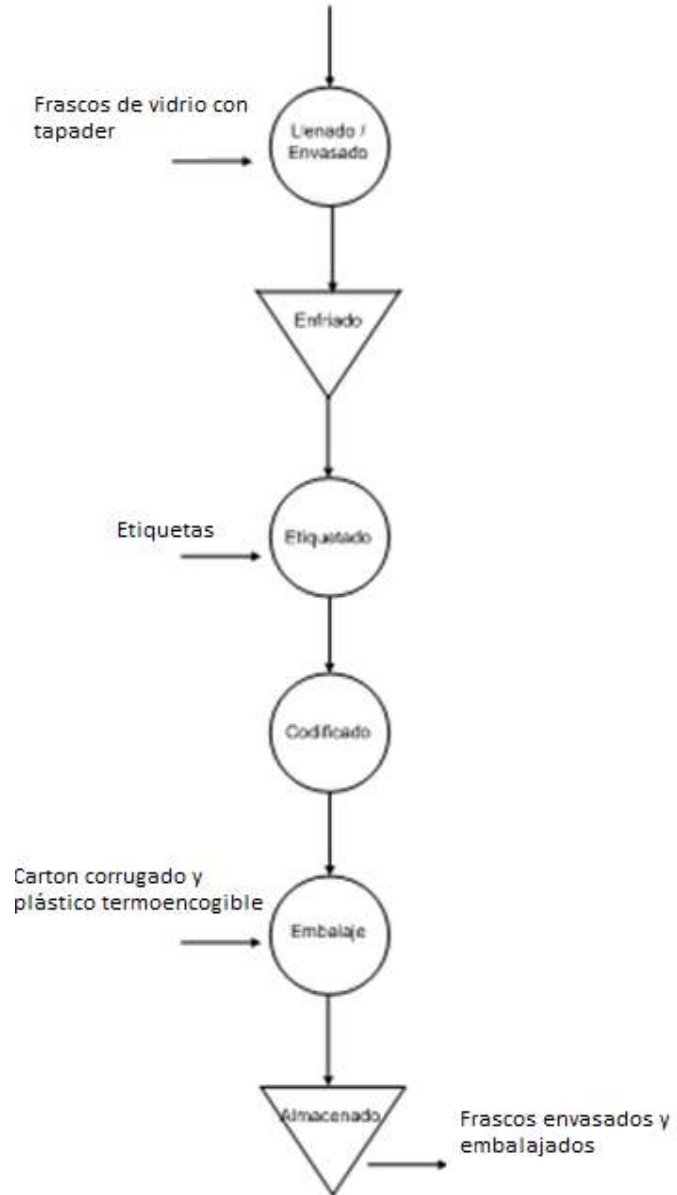
Por tratarse de un producto alimenticio se deben implementar controles de calidad para asegurar que el producto terminado que le llega al cliente cuenta con los estándares de calidad para bienes de consumo de primer grado.

Con los diseños ya realizados, y con el equipo necesario para obtener el producto final, se hará el estudio del costo total, y se realizará el análisis de la recuperación de la inversión, para lo cual se debe definir un precio unitario. Para ello se tiene que realizar un flujo de caja, y se analizará para un período de 5 años.

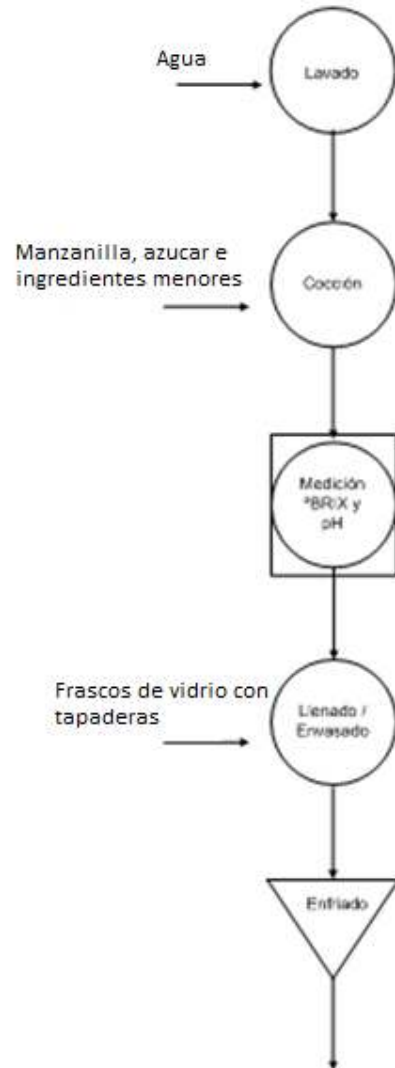
VII. ESTUDIO TÉCNICO

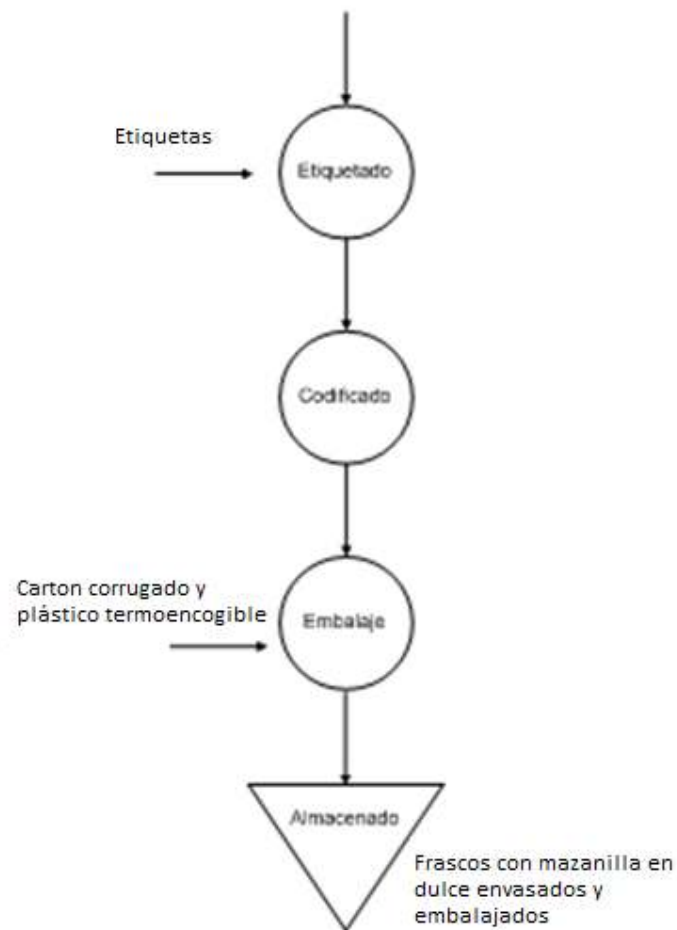
A. Diagrama de flujo del proceso de jalea de manzanilla





B. Diagrama de flujo del proceso de manzanilla en dulce





La diferencia entre los dos Diagramas de Operaciones, es que para la jalea se incluye el proceso de extracción de líquido (jugo de manzanilla), con el cual se realizará la jalea. Para el diagrama de operaciones de la manzanilla en dulce, se alimenta el proceso con la manzanilla entera y lavada.

C. Descripción general del proceso

La manzanilla se lava para eliminar suciedades y demás impurezas del proveedor. Una vez lavada la manzanilla, se selecciona el fruto que ha pasado el punto de maduración mínimo y se traslada al área de deshuesado para eliminar las 4 semillas en su interior. Luego se pasa a la trituradora y prensa en el área del pulpero para extraer la pulpa y jugo de la manzanilla, que son las materias primas para la jalea de manzanilla. Para la manzanilla en dulce, no se deshuesa ni exprimen las manzanillas, pues enteras y lavadas se van directo a la marmita para la cocción y añadir los ingredientes.

La pulpa que se utilizará como materia prima de la jalea se obtendrá directamente del pulpero de manzanilla. Se pesará al utilizar una báscula y se procederá a empacar lotes de 11.34 Kg. (25 lbs.) en depósitos de plástico. El cuarto frío a utilizar tiene la capacidad de mantener la temperatura a -10 °C.

Se utilizará una marmita con una capacidad de 50 galones, equivalente a 268 Kg. (590.8 lbs.) de jalea. La marmita es accionada por vapor, que proviene de un horno automático que está diseñado para producir 125 lbs. de vapor. La marmita tiene un agitador en forma espiral que mantendrá la jalea en movimiento, para lograr una cocción homogénea.

El procesamiento de la pulpa iniciará cuando, en el cuarto frío se acumulen alrededor de 250 Kg 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.

Se coloca el jugo pulpa de la manzanilla en la marmita y se elevará la temperatura de ebullición con el objeto. Se añade 75% del azúcar, (el total de azúcar que se adicionará es equivalente al 50% de la cantidad de la pulpa, 127.4 Kg.) y se cocinará, a la misma temperatura, hasta que la cantidad de sólidos solubles sea igual a 60%.

Los sólidos solubles se miden con un refractómetro en el laboratorio de control de calidad. Este proceso se hará al disolver una pequeña porción de la jalea 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 lbs.). 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 por ciento del peso total de la jalea, lo que dependerá del grado de acidez de la misma. El pH se medirá por medio de un potenciómetro en el laboratorio de control de calidad. El pH deberá situarse en un rango de 3.1 a 3.3. 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 jalea estará determinado por una concentración de sólidos solubles del 65%. De la cocción se obtendrán 382.2 Kg., pero debido a que se evapora 30% del agua que contiene la pulpa y 5% merma durante el proceso, la cantidad final de jalea que se obtendrá es de 254.2 Kg (560 lbs.).

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

La jalea se pasará de la marmita a dos contenedores que se colocaran 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.

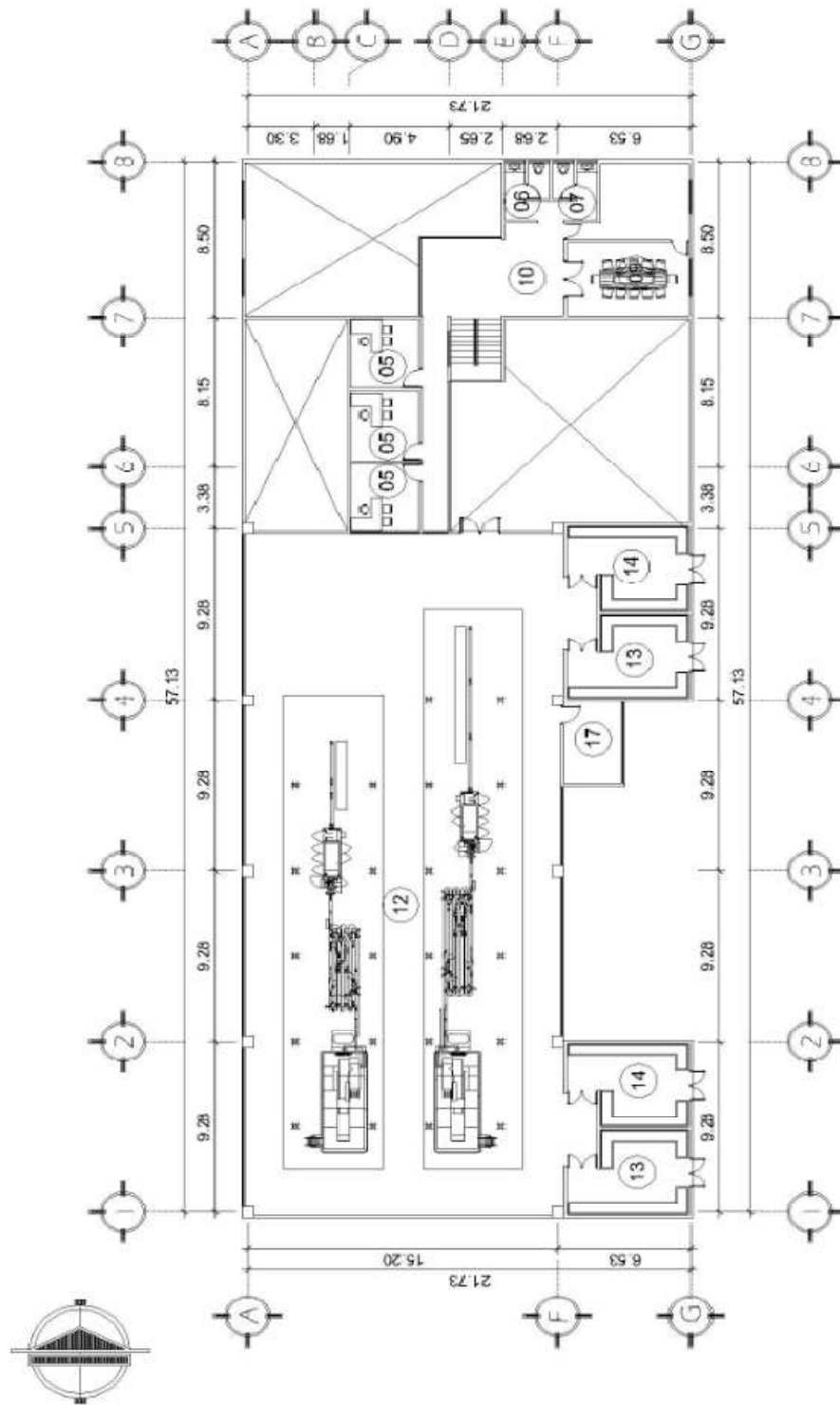
Al inicio de la sección de envasado estarán los encargados del llenado, seguidos por quienes limpiarán la boca de los botes y les colocará la tapadera.

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. La codificadora tiene la capacidad de codificar 100 frascos por minuto.

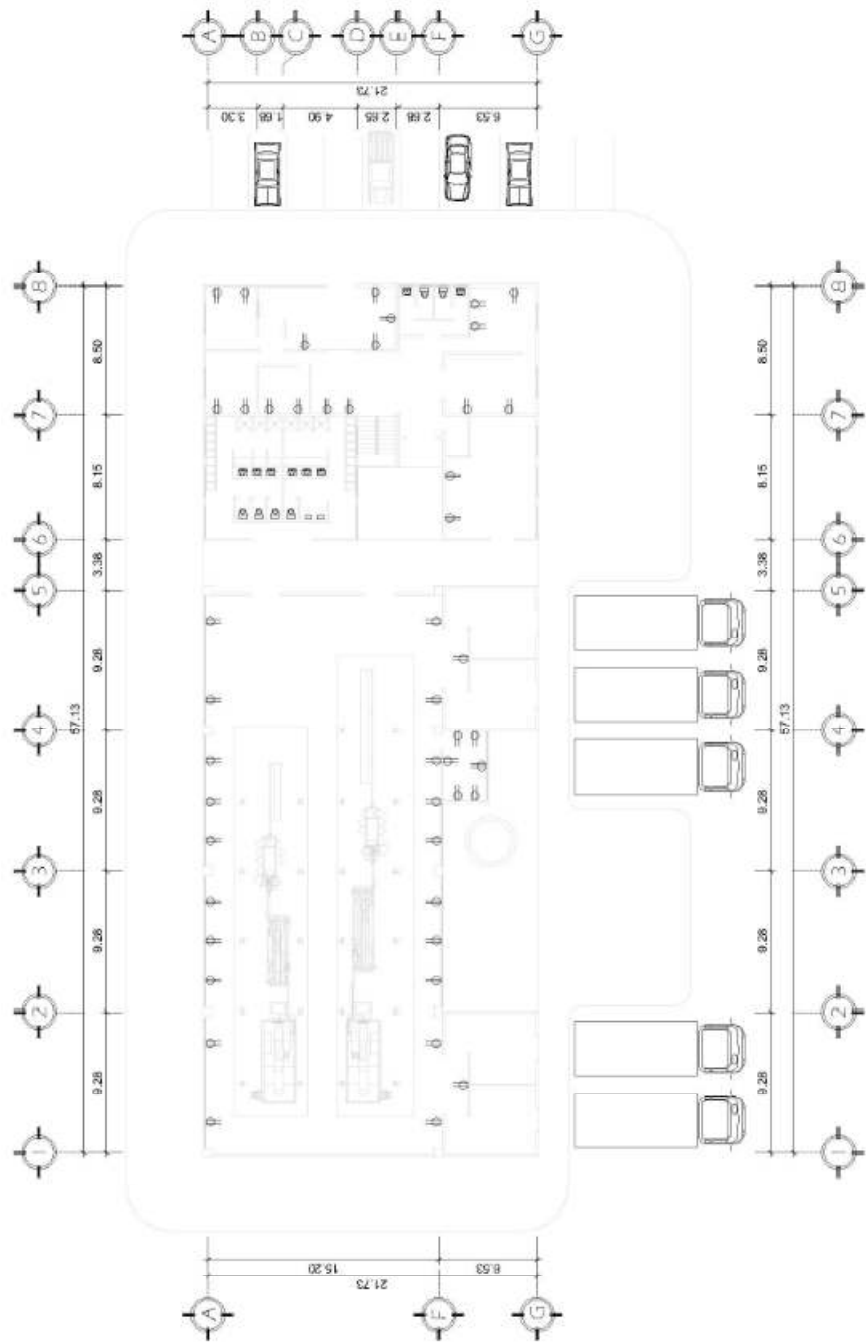
Los frascos etiquetados, pasarán a ser encajados. Se agruparán 8 unidades en una base de cartón y se forrarán con plástico termoencogible y pasarán a través del túnel de calor que encogerá el plástico.

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.

D. Diseño de Planta



E. Planta de fuerza



F. Elevaciones de Planta

Frontal



El parqueo administrativo de la fábrica, va a estar ubicado estratégicamente fuera del alcance del área operativa. La entrada/salida del producto es ubicada en la parte lateral, y la entrada de personal esta ubicada en la parte frontal de la fábrica.

Lateral



La maquinaria operativa de equipo pesado, se va a manejar en la parte lateral de la planta. El personal que transite en la parte operativa será únicamente personal autorizado (conductores de montacargas e ingenieros de producción con su equipo de protección industrial). En la parte izquierda están los camiones que proveen la manzanilla a la planta. En la parte derecha están los camiones de despacho de producto final (jalea de manzanilla y manzanilla en dulce).

Frontal posterior



Lateral posterior



Como se puede observar en el diseño y elevaciones de la planta, se diseñó de tal forma que la parte operativa (carga y descarga de furgones) esté separada de la parte administrativa, de tal forma se cumplen con los estándares mínimos para certificación y al mismo tiempo se reducirán los incidentes y/o accidentes de personal dentro de la empresa (seguridad industrial).

El equipo pesado, tales como furgones de carga, montacargas y demás maquinaria deben mantenerse dentro del área delimitada por líneas amarillas, para así evitar posibles accidentes en la fábrica y estar en cumplimiento con los estándares de seguridad industrial. El personal operativo deberá tener casco de seguridad, gafas y zapato de punta de hierro, de esta forma cumplir con las normas de seguridad personal en la industria manufacturera.

G. Control de Calidad

Para asegurar que el producto final cumpla con los estándares de producción se deben seguir los siguientes puntos de calidad en la planta:

- Fruto: Seleccionar el fruto que si está en su tiempo de maduración mínimo requerido para el proceso. De esta forma se evita que entren manzanillas muy o poco maduras al 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 jalea se caliente de manera uniforme. Por medio de refractómetro se determinará el contenido adecuado de azúcar y con un potenciómetro o 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 embalajado.

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.

H. Personal de línea jalea

Línea de producción de jalea de manzanilla.

Trabjará 5 días a la semana, durante la época de cosecha de la manzanilla. El personal requerido es el mismo para ambas líneas de producción.

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:

- Selección de frutos: 2 empleados * (2h/h)
- Lavado de la manzanilla: 2 empleados * (1h/h)
- Triturado prensado de la manzanilla: 2 empleados * (1.5h/h)
- Llenado de marmita con los ingredientes: 2 empleados * (1.5h/h)
- Medición de los ingredientes menores: 1 empleado * (1h/h) (un empleado realizará las mezclas para las dos líneas de producción).
- Supervisión de la cocción de la jalea: 1 empleado * 3h/h)
- Refractómetro y pH: 1 empleado * (1h/h) (un empleado realizará el control de calidad para las dos líneas de producción).
- Envasado: 8 empleados * (0.97h/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 = 44.76

La jornada laboral es de 8:00 a.m a 5:00 p.m con una hora de almuerzo disponible a la 1:00 p.m.

I. Personal de línea dulce

Línea de producción de manzanilla en dulce.

Trabjará 5 días a la semana, durante la época de cosecha de la manzanilla. El personal requerido es el mismo para ambas líneas de producción.

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:

- Selección de frutos: 2 empleados * (2h/h)
- Lavado de la manzanilla: 2 empleados * (1h/h)
- Llenado de marmita con los ingredientes: 2 empleados * (1.5h/h)
- Medición de los ingredientes menores: 1 empleado * (1h/h) (un empleado realizará las mezclas para las dos líneas de producción).
- Supervisión de la cocción de la jalea: 1 empleado * 3h/h)
- Refractómetro y pH: 1 empleado * (1h/h) (un empleado realizará el control de calidad para las dos líneas de producción).
- Envasado: 8 empleados * (0.97h/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 = 41.76

La jornada laboral es de 8:00 a.m a 5:00 p.m con una hora de almuerzo disponible a la 1:00 p.m.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas para desarrollar una tercera línea de producción orientada a la extracción de pectina de la manzanilla.
- Dado que la manzanilla es un producto cíclico y se da solo dos meses al año, elaborar un estudio de producción para elaborar jaleas de frutas alternativas similares a la manzanilla.
- Llevar a cabo un estudio para la siembra de manzanilla para poder comercializarla y contar con la materia prima.
- 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.
- Evaluar la factibilidad técnica y económica para la adquisición de una máquina llenadora y etiquetadora automatizada, para hacer el proceso a mejor velocidad.
- En conclusión, el proyecto es rentable dado que los flujos de caja para ambas líneas de producción tienen VP positivos, y se cumple que el costo de capital $<$ TMAR $<$ TIR para ambas líneas de producción.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Desrosier, N. 1987. *Elementos de Tecnología de Alimentos*. Quinta Edición. Compañía Editorial Continental. Mexico.

Desrosier N. 1959. *The Technology of Food Preservation*. AVI publishing Company. Connecticut, USA.

FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean. 1985. *Technical Manual Basic Food Processing*. U.S.A.

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.

Leland Blank, Anthony Tarquin, 2002, *Ingeniería Económica*, 5ª Edición, McGrawHill, Pág. 784.

Ranken, M. 1988. *Manual de Industrias de los Alimentos*. Segunda Edición. Editorial Acribia, S.A. España.

Rosaler, R., 2002, *Manual del Ingeniero de Planta*, Segunda Edición, Tomo I, McGraw Hill, Pág. 590.

Standly, P. 1946. *Flora of Guatemala*. Chicago Natural History Museum, Fieldiana : Botany, Volume 24, Part IV. Pág. 493.

<http://www.fao.org/regional/LAmerica/prior/comagric/codex/pdf/etiquetado.pdf>

<http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/pages/publicationD.jsp%3FpublicationId%3D732+jaleas%2Bgelificacion%2BBrix&hl=es&ct=clnk&cd=2&gl=gt>