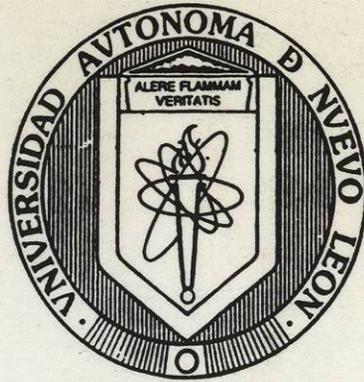


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE DOS LINEAS DE PROCESO EN LA
INDUSTRIA DE FRUTAS TROPICALES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ING. EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA

MILDRET BERENICE ROSALES TREVIÑO

MARIN, N.L.

MAYO 1996

48
040.664
FA2
1996
C.5

T

HD93

.5

A2

C.1



1080072039

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**EVALUACION DE DOS LINEAS DE PROCESO EN LA
INDUSTRIA DE FRUTAS TROPICALES**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ING. EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTA

MILDRET BERENICE ROSALES TREVIÑO

MARIN, N.L.

MAYO 1996

12514 e

5326

T
X HD 9348
x 65
A 2

040.664
FA 2
1996
C.5

Biblioteca Central M
A D
(72039)

BURAU RANG IF
UANV
FONDO
TESIS LICENCIA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**EVALUACION DE DOS LINEAS DE PROCESO EN LA
INDUSTRIA DE FRUTAS TROPICALES**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ING. EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTA:
MILDRET BERENICE ROSALES TREVIÑO**

MARIN, N.L.

MAYO 1996

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

**EVALUACION DE DOS LINEAS DE PROCESO EN LA
INDUSTRIA DE FRUTAS TROPICALES**

TESIS QUE PRESENTA:

MILDRET BERENICE ROSALES TREVIÑO

**PARA OBTENER EL TITULO DE
ING. EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

COMISION REVISORA



Ph. D. Rigoberto González González



Q.B.P. Luz Ma. Murillo Vargas



Ing. Martin Edgar Reyes Melo

MARIN, N.L.

MAYO 1996

DEDICATORIAS

A ti papá y a ti mamá

Gracias por el apoyo y el ejemplo que en cada momento de mi vida me han brindado.

Gracias por la confianza que siempre han depositado en mí, y por habrme dado la herencia más grande "el estudio".

A mis hermanos

Edith Arabelle, Helen, Celina Vaneza y Juan Manuel, por el apoyo que me han brindado y por el cariño que nos ha unido siempre.

Los quiero mucho

A mis compañeros y amigos, especialmente Ignacio Treviño, Alfredo Palacios, por la amistad que nos une y nos unió en el transcurso de la carrera y por todo el tiempo que pasamos juntos.

A Sr. Ikeda, Satoshi Onuma, Ing. Louis F. Vom Hoewel, gracias por sus consejos.

Que los gratos momentos que pase en la facultad, con los maestros y mis compañeros, sea un recuerdo inolvidable para toda la vida.

INDICE

	PAG.
1.- INTRODUCCION.....	1
2.-REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. USO DE ENZIMAS COMERCIALES PARA CLARIFICACION DE JUGOS DE FRUTAS....	3
2.1.1. GENERALIDADES.....	3
2.1.2. ACCION DE LAS ENZIMAS PECTINOLITICAS.....	5
2.1.3. ACCION DE LAS ENZIMAS ALFA-AMILASAS.....	10
2.2. TRATAMIENTOS TERMICOS COMO METODOS DE CONSERVACION EN FRUTAS....	16
2.2.1. GENERALIDADES.....	16
2.2.1. PROCESO PARA ELABORACION DE PURES ASEPTICOS.....	18
2.3. ENLATADO DE ALIMENTOS.....	21
2.3.1. MICROBIOLOGIA DE ENLATADOS.....	21
2.3.2. ESQUEMA DE LAS OPERACIONES DE ENLATADO.....	30
3.- MATERIALES Y METODOS.....	39
3.1. LOCALIZACION.....	39
3.2. JUGOS CLARIFICADOS DE FRUTAS.....	45
3.3. ENLATADO DE SECCIONES DE FRUTA EN JARABE.....	53
4.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	65
4.1. OBTENCION DE JUGOS CLARIFICADOS.....	65
4.1.1. CONCENTRACION DE ENZIMAS COMERCIALES Y TIEMPOS DE TRATAMIENTO ENZIMATICO.....	65
4.1.2. VARIACION EN EL PORCIENTO DE PULPA (PURE DE PLATANO).....	69
4.1.3. RENDIMIENTO Y ASPECTOS FISICOQUIMICOS.....	69

4.2. ENLATADO DE SECCIONES DE FRUTA EN JARABE..... 72

4.2.1. REGISTRO DE TEMPERATURA VS. TIEMPO EN EL CENTRO DE LA LATA..... 72

4.2.2. ANALISIS MICROBIOLOGICOS DEL PRODUCTO ENLATADO..... 74

4.2.3. ASPECTOS ORGANOLEPTICOS Y FISICO-QUIMICOS..... 76

5.- CONCLUSIONES 79

6.- RESUMEN..... 81

7.- APENDICE..... 83

8.- BIBLIOGRAFIA..... 85

INDICE DE CUADROS

	PAG.
CUADRO 1.- COMPOSICION DE LA NARANJA, PLATANO Y MANGO.....	46
CUADRO 2.- INGREDIENTES Y ESPECIFICACIONES DEL JARABE PARA GAJOS DE NARANJA.....	54
CUADRO 3.- INGREDIENTES Y ESPECIFICACIONES DEL JARABE PARA RODAJAS DE PLATANO.....	54
CUADRO 4.- ESPECIFICACIONES DE LLENADO EN LA LATA.....	57
CUADRO 5.- MEDIOS DE CULTIVO PARA PRUEBA DE ESTERILIDAD COMERCIAL.....	60
CUADRO 6.- JUGO FRESCO DE NJA. TRATADO CON CYTOLASE M219.....	65
CUADRO 7.- PURE DE MANGO TRATADO CON ENZIMAS COMERCIALES.....	66
CUADRO 8.- PURE DE PLATANO TRATADO CON ENZIMAS COMERCIALES.....	67
CUADRO 9.- VARIACION DEL % DE PULPA (PURE DE PLATANO).....	69
CUADRO 10.- ASPECTOS FISICOQUIMICOS DEL PURE DE MANGO.....	70
CUADRO 11.- ASPECTOS FISICOQUIMICOS DEL PURE DE PLATANO.....	70
CUADRO 12.- ASPECTOS FISICOQUIMICOS DEL JUGO DE NARANJA.....	71
CUADRO 13.- REGISTRO DE TEMPERATURA EN RODAJAS DE PLATANO EN JARABE.....	72
CUADRO 14.- REGISTRO DE TEMPERATURA EN GAJOS DE NARANJA EN JARABE.....	73
CUADRO 15.- ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DE RODAJAS DE PLATANO EN JARABE.....	74

CUADRO 16.- ANALISIS MICROBIOLOGICO DE GAJOS DE NARANJA EN JARABE.....	75
CUADRO 17.- ASPECTOS ORGANOLEPTICOS EN RODAJAS DE PLATANO	76
CUADRO 18.- ASPECTOS ORGANOLEPTICOS EN GAJOS DE NARANJA	77
CUADRO 19.- ASPECTOS FISICOS DE RODAJAS DE PLATANO EN JARABE.....	77
CUADRO 20.- ASPECTOS FISICOS DE GAJOS DE NARANJA EN JARABE.....	78

INDICE DE FIGURAS

	PAG.
FIGURA 1.- ACIDO POLIGALACTURÓNICO.....	5
FIGURA 2.- ESTRUCTURA DE LA AMILOSA.....	10
FIGURA 3.- ESTRUCTURA DE LA AMIOEPECTINA.....	11
FIGURA 4.- PROCESO PARA LA OBTENCION DE PURES ASPETICOS.....	20
FIGURA 5.- CORTE TRANSVERSAL DEL SELLO DOBLE DE LA LATA.....	34
FIGURA 6.- PROCESO PARA CLARIFICACION DEL JUGO DE NARANJA.....	51
FIGURA 7.- PROCESO PARA CLARIFICACION DEL JUGO DE MANGO Y PLATANO.....	52
FIGURA 8.- MAQUINA DE CORTE PARA OBTENCION DE RODAJAS DE PLATANO.....	56

INDICE DE GRAFICAS

	PAG.
GRAFICA 1.- EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA ACTIVIDAD DE CYTOLASE.....	8
GRAFICA 2.- EFECTO DEL PH SOBRE LA ACTIVIDAD DE CYTOLASE.....	9
GRAFICA 3.- EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA ACTIVIDAD DE HAZYME.....	14
GRAFICA 4.- EFCTO DEL PH SOBRE LA ACTIVIDAD DE HAZYME.....	15

1.- INTRODUCCION

La búsqueda constante de productos nuevos o innovaciones a los existentes, es una obligación de toda empresa que pretenda subsistir y crecer, es así, como cada compañía mejora y/o actualiza la línea de productos actuales que satisfaga las nuevas y mayores exigencias de los clientes incrementando la participación y el liderazgo en el mercado.

Hoy en día, los países buscan ubicar en cuales productos o momentos cuentan con ventajas comparativas para promover las inversiones que las convierten en ventajas competitivas. Las frutas resaltan entre los productos mencionados porque poseen marcas crecientes al liderar las nuevas tendencias alimentarias; por lo cual las promueven en estado fresco, como jugo y en múltiples formas más, para posterior elaboración de helados, yogurth, alimentos para bebés, ensaladas de frutas, repostería, etc.

Las frutas que más se manejan son las tropicales, entre las cuales están los cítricos que muchos consideran tropicales, el plátano, mango y otras. Entre las frutas tropicales se destaca el plátano siendo la más consumida y mejor conocida a nivel mundial, y el mango que es la segunda fruta tropical en términos de producción normal.

Para muchos países de América Latina, las frutas tropicales ofrecen gran potencial tanto para abastecer sus mercados internos como para generar divisas que fortalezcan la balanza comercial.

El objetivo de dicho estudio fue el evaluar dos líneas de proceso en la industria de frutas tropicales, siendo el primer estudio, la obtención de jugos clarificados mediante tratamiento enzimático, ya que la producción y el empleo de preparados enzimáticos

han tenido un desarrollo acelerado y han ayudado mucho en diversos campos de la industria de alimentos, siendo que el manejo de enzimas ha mejorado los procedimientos de elaboración de los productos y reducir los costos entre otros.

El segundo estudio es enfocado hacia el enlatado de segmentos de fruta en jarabe, ya que hoy en día el empaque del alimento (envase) ha sido una herramienta de presentación y un medio para vender mejor, manteniendo las características deseables para suministro comercial, además de prolongar la vida de anaquel evitando el desperdicio de productos alimenticios por falta de infraestructura adecuada (almacenamiento, transporte, etc.) debido a que el almacenamiento de productos crudos tales como frutas, vegetales, etc. por períodos mas prolongados causa una tasa elevada de pérdidas en cantidad y calidad pero los producto una vez procesados y envasados son estables.

2.-REVISION DE LITERATURA

2.1. Uso de enzimas comerciales para clarificación de jugos de frutas

2.1.1.Generalidades

Las enzimas son catalizadores de naturaleza proteínica producidos por los organismos vivos. En los sistemas biológicos constituyen la base de las complejas y variadas reacciones que caracterizan los fenómenos vitales.

Las enzimas se caracterizan por catalizar un solo tipo de reacción, su grado de especificidad es tan marcado que, en general actúan exclusivamente sobre sustancias que tienen configuración precisa y pequeños inactivan la reacción.

Las enzimas se caracterizan por ser inactivadas a altas temperaturas alrededor de 60°C a 70°C, además, son activas en una zona muy restringida de pH, presentando un punto óptimo de pH donde su actividad es mayor. Los agentes que desnaturalizan a las proteínas destruyen o inactivan a las enzimas, ya sea el calor, ácidos fuertes o los metales pesados, entre otras propiedades las enzimas son solubles en agua o soluciones salinas e insolubles en alcohol.

Para la preparación y purificación de las enzimas es necesario dividir finamente el tejido de las células que las contienen, y los tratamientos más energéticos comprenden la molienda del tejido con arena, el empleo de vibraciones ultrasónicas, los procesos alternados de congelamiento y descongelamiento, el desecado con calor o el empleo de solventes como la acetona, éter, tolueno mediante la precipitación fraccionada. En los últimos años se han logrado adelantos notables en materia de fraccionamiento proteico con el empleo de técnicas cromatográficas.

Las reglas de nomenclatura para las enzimas se basan en la reacción química catalizada, que es la propiedad específica que caracteriza a cada enzima, las cuáles se agrupan en clases porque catalizan procesos semejantes y en subclases que especifican con mayor exactitud la reacción particular considerada. En general las enzimas reciben un nombre de acuerdo con el sustrato o los sustratos que participan en la reacción, seguido por el tipo de reacción catalizada y por fin la terminación “asa”. (7)

Las enzimas se clasifican en: a) Oxido-reductasas, b) Transferasas, c) Hidrolasas, d) Liasas, e) Isomerasas, f) Ligasas, siendo las hidrolasas un grupo muy numeroso, poseen la capacidad de introducir elementos del agua, H y OH en el sustrato atacado, produciendo así una hidrólisis. Existen varias subclases en éste grupo, siendo una de las más importantes las carbohidrasas; las cuáles hidrolizan los enlaces glicosídicos de disacáridos y polisacáridos, un ejemplo de éstas son las alfa-amilasa y beta-amilasa, que

pueden atacar al almidón en distintas posiciones; también pertenecen a éste grupo, las enzimas hidrolizadoras de la pectina (3).

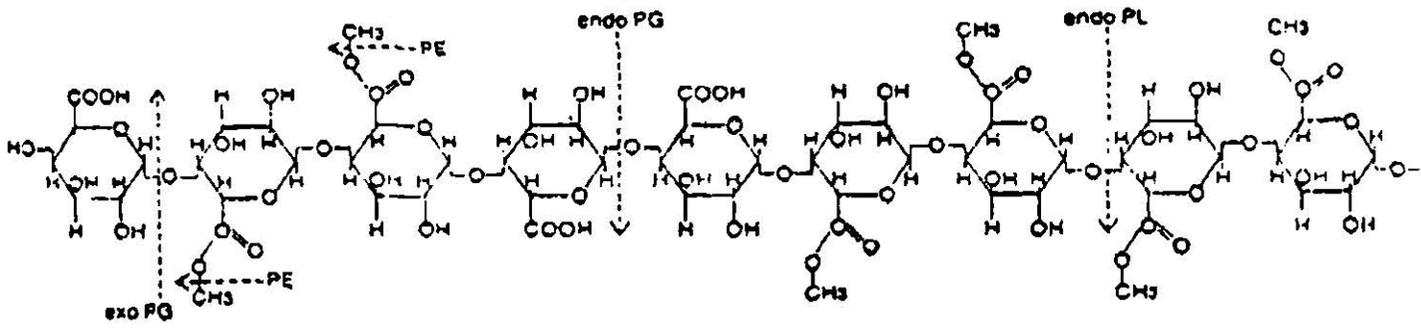
2.1.2. Acción de las enzimas pectinolíticas

La pectina o sustancias pécticas son polisacáridos con un alto peso molecular y están presentes en todos los vegetales. Tienen una importante influencia en las células de las plantas, ya que son la protopectina y la celulasa quienes forman la estructura de la pared celular.

La pectina consiste principalmente en una cadena de unidades de ácido galacturónico (más o menos esterificado por metanol) unidas por enlaces alfa-1,4 glucosídicos (4). En 1916 Erlich y Suárez, citado por (5), dieron a conocer el aislamiento del ácido D-galacturónico que en forma de polímero es el integrante principal de todas las pectinas

En la figura 1. se muestra la estructura del ácido poligalacturónico (pectina).

Figura 1.- Acido poligalacturónico



Las enzimas que obran sobre las sustancias pécticas, se clasifican según el sustrato que hidrolizan entre las cuáles se encuentran las “protopectinas” que transforman las pectinas insolubles en agua a ácidos pécticos solubles en agua, las “pectinasas” que descomponen los ácidos pécticos y pectínicos, “pectinesterasa” que cataliza la escisión de los metilos en los ácidos pécticos (3).

En la industria juguera para la obtención de jugos clarificados, el uso de enzimas comerciales es indispensable para despectinizarlos. La “Cytolase M219”, es una preparación purificada perfectamente estandarizada de enzimas pectinolíticas, derivadas del Aspergillus niger y Trichoderma reesei, que hidrolizan y despolimerizan a las pectinas contenidas en las frutas y hortalizas y es una de las alternativas más utilizadas en dichas industrias para la obtención de subproductos.

El modo de acción de Cytolase M219 sobre las cadenas pécticas es el siguiente:

a).- Actividad pectina Esterasa (PE) y Poloigalacturonasa (PG). En primer lugar hay desmetilación por la (PE) y en segundo lugar hidrólisis por la (PG) endo y exo.

Las ventajas que presenta ésta enzima comercial es que incrementa la extracción de color de uvas concord y roja, eleva el rendimiento del jugo, mejora la filtración y facilita la ruptura de las membranas de las celdas empleando elevadas dosis.

Las características que presenta son:

*

-Actividad: 3,660 APPV/ml (mínimo). La actividad de la enzima comercial es expresada en base a la viscosidad de la pectina del zumo de manzana, unidades por mililitro.

* “Apple Pomace Pectin Viscosity” (APPV).

-Apariencia: Líquido café, cristalino

-Solubilidad: Miscible en agua

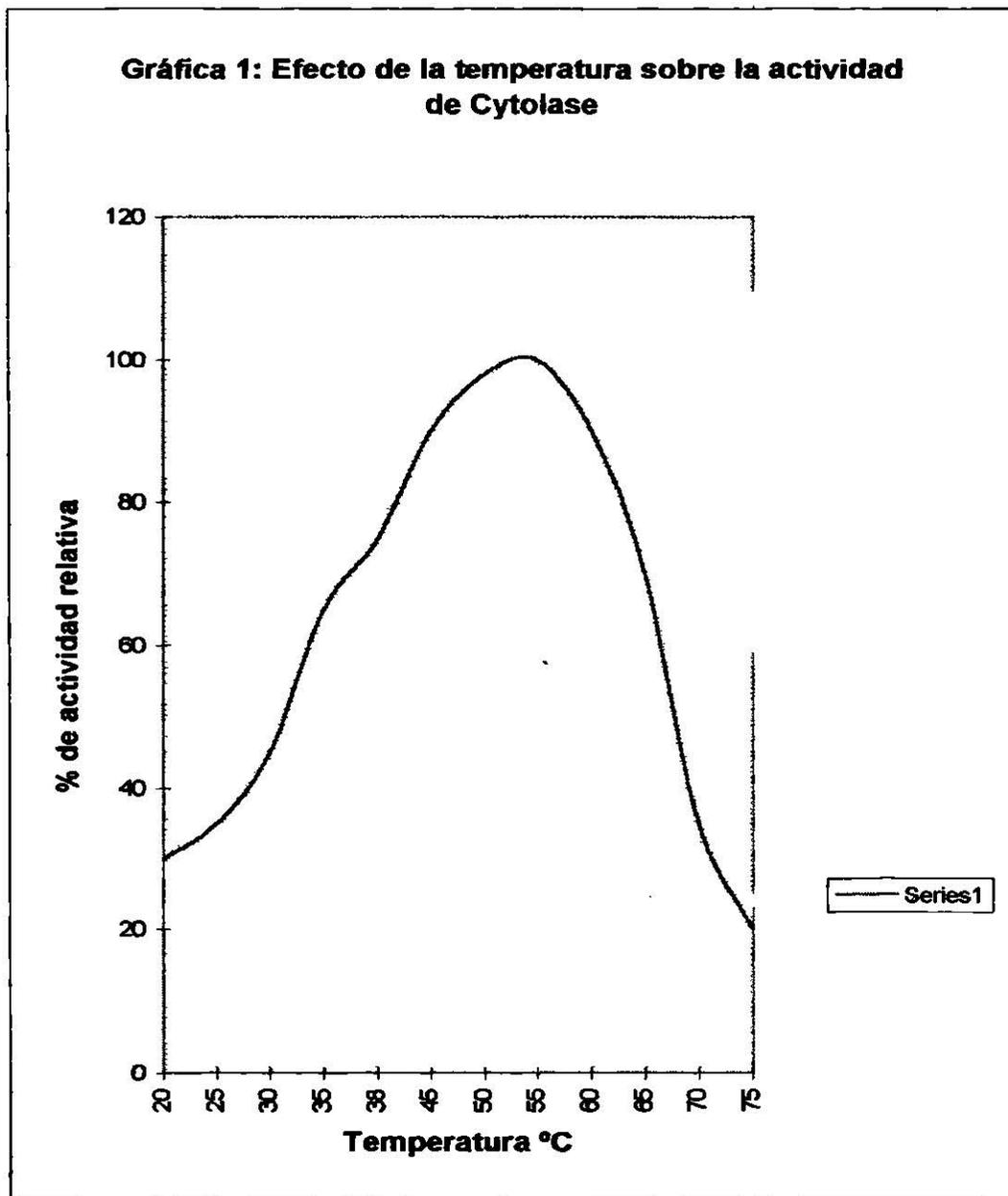
-pH: 4.9-5.3

-Gravedad específica 1.1 g/ml

El uso de la enzima es simple, puede ser adicionada al triturador ó molino, o bien en el tanque de maceración. La dosis de la enzima depende del efecto deseado, y está en función de la temperatura, el tiempo de residencia, pH y otras características químicas de la maceración ó molido (por ejemplo el contenido de SO₂).

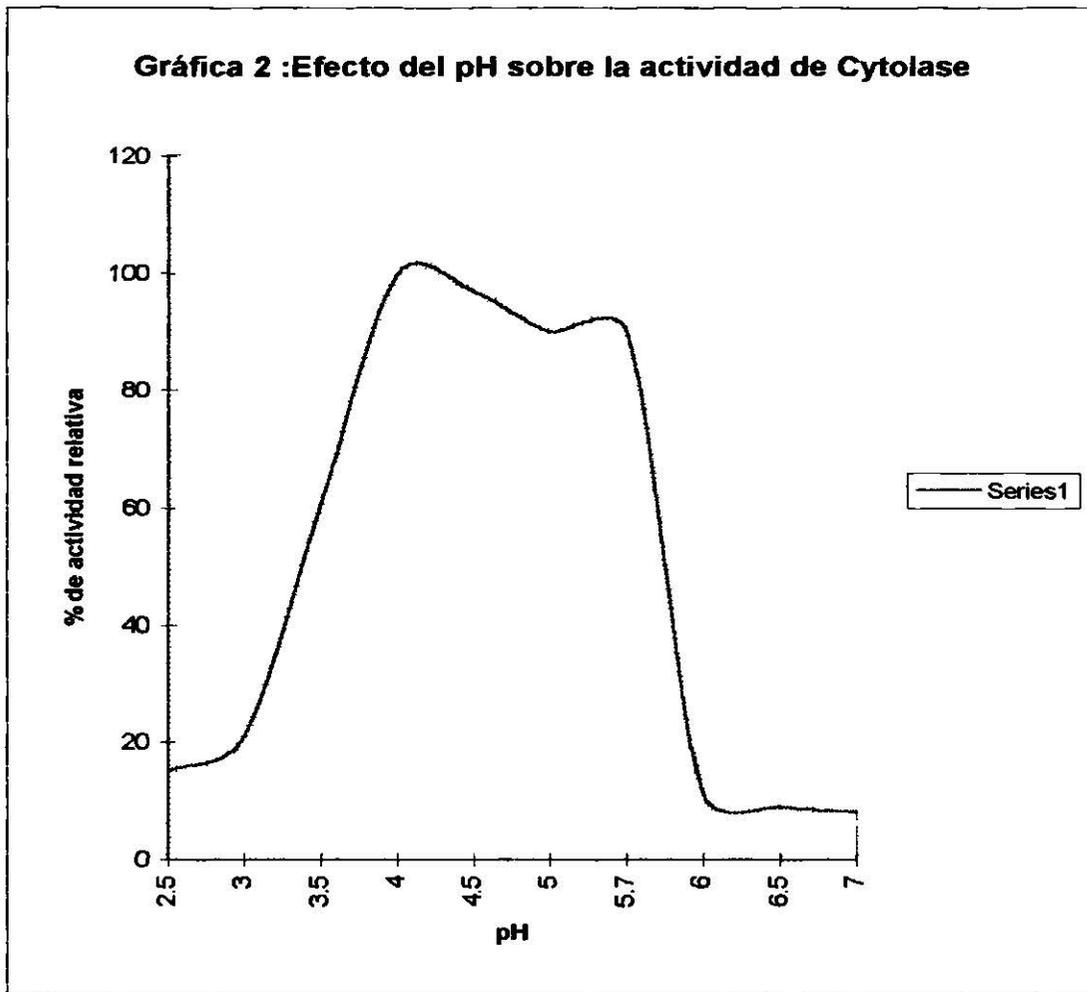
Para mayor estabilidad, se almacena bajo refrigeración. Puede ocurrir una disminución en la actividad si el producto es almacenado a temperatura ambiente por varias semanas (4).

En las gráficas 1 y 2, se muestra el efecto de la temperatura y del pH sobre la actividad relativa de la enzima comercial Cytolase M219.



En la gráfica 1. se observa que en un rango aproximado de 42°C a 63°C, la enzima presenta una actividad de 80%, siendo la temperatura óptima a 54°C.

Fuente: Genencor, Gist Brocades



En la gráfica 2, se observa que la actividad de la enzima es igual o mayor a 80% si se maneja un pH entre 3.5 a 5.8, siendo el pH óptimo 4.1.

Fuente: Genencor , Gist Brocades

2.1.3. Acción de enzimas alfa-amilasa

Ciertos frutos contienen elevadas cantidades de almidón el cuál está presente al momento de la cosecha, sin embargo, ésta cantidad de almidón disminuye a medida que la estación avanza y el fruto madura. Los fabricantes de concentrados despectinizan el jugo de fruta, pero cuando se utilizan jugos poco maduros, al ser calentados a 75°C se gelifica el almidón y se solubiliza en el jugo como amilosa o cadenas de amilopectina, siendo la amilosa fracción soluble en agua y la amilopectina insoluble, así, puede presentarse después de la concentración una turbidez causado por la presencia de almidón.

Los almidones son polisacáridos que representan sustancias de reserva en las plantas y abundan en las semillas de los cereales. Están formados por unidades de glucosa combinadas entre sí unidas por enlaces glucosídicos alfa-D (1,4). En las figuras 2 y 3 se muestra la estructura de la amilosa y amilopectina respectivamente.(4)

Figura 2.- Estructura de la amilosa

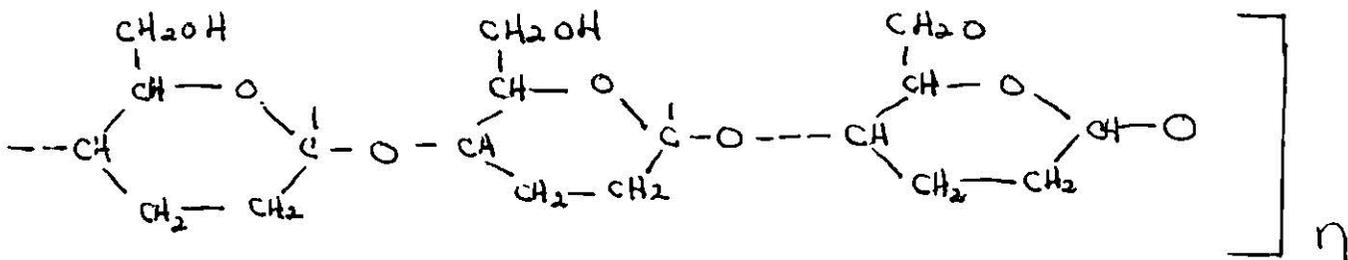
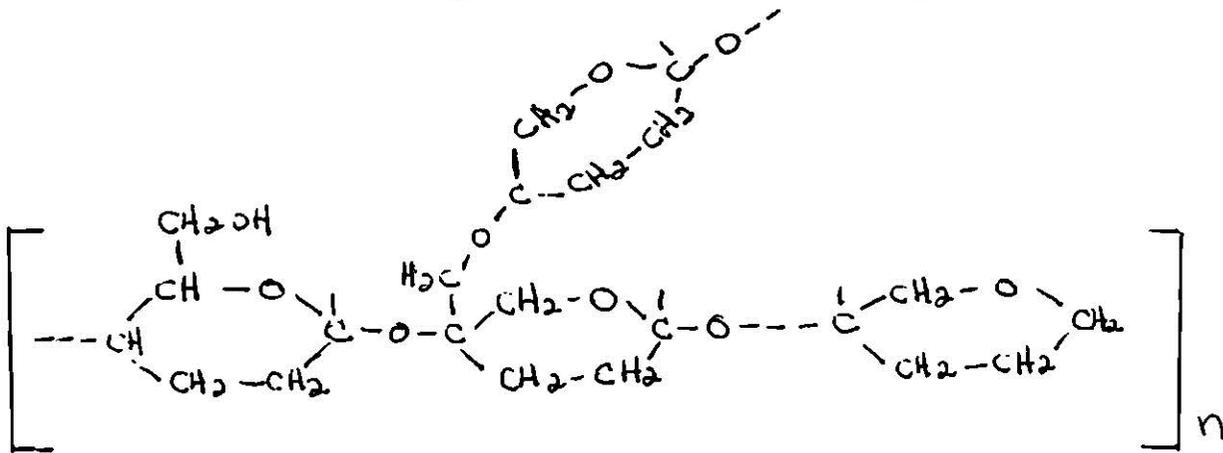


Figura 3.- Estructura de la amilopectina



La hidrólisis del almidón se efectúa por medio de ácidos o enzimas del tipo de las amilasas, que se encuentran tanto en las plantas como en el hombre. El modo de acción de las alfa-amilasas es que actúan sobre los enlaces alfa-1,4 al azar produciendo glucosa, maltosa y dextrinas; en cambio las beta-amilasas rompen enlaces alfa-1,4 por el lado de su extremo no reductor obteniéndose moléculas de maltosa y dextrinas.

Para obtener la hidrólisis más completa de la amilopectina, es necesaria la participación de otra enzima, la amilo 1,6-glucosidasa, que fragmenta la molécula a nivel de ramificación. Así, al no llevarse a cabo la ruptura de las cadenas de almidón, se presentará turbidez en el jugo.

La amilosa como la amilopectina dan colores característicos en las soluciones de yodo, la amilopectina reacciona formando un color rojo violeta mientras la amilosa se

torna azul y al hidrolizarse gradualmente el polisacárido se pierde de modo paralelo ésta capacidad de combinación y deja de aparecer el color (2).

Para la obtención de jugos clarificados de fruta, las enzimas comerciales usadas para actuar sobre los enlaces de la cadena de almidón puede ser de varias fuentes, la Hazyne es una marca comercial comunmente empleada; la cuál es un complejo líquido enzimático con alfa-amilasa y glucoamilasa obtenidas del cultivo de Aspergillus niger . Este complejo enzimático es particularmente adaptado para uso en jugo de manzana bajo condiciones ácidas a un pH menor de 4.0. La aplicación de la enzima es después del tratamiento con calor, pero su uso es recomendado durante la despectinización para degradar eficazmente el almidón gelificado. En cuanto a la cantidad de enzima a usar, ésta dependerá del contenido de almidón en el jugo y al igual que otras enzimas la eficiencia varía con el pH, temperatura, dosis usada y tiempo de permanencia (4).

Las características de la enzima comercial Hazyme son las siguientes:

-Actividad: 800 TAAU/gr

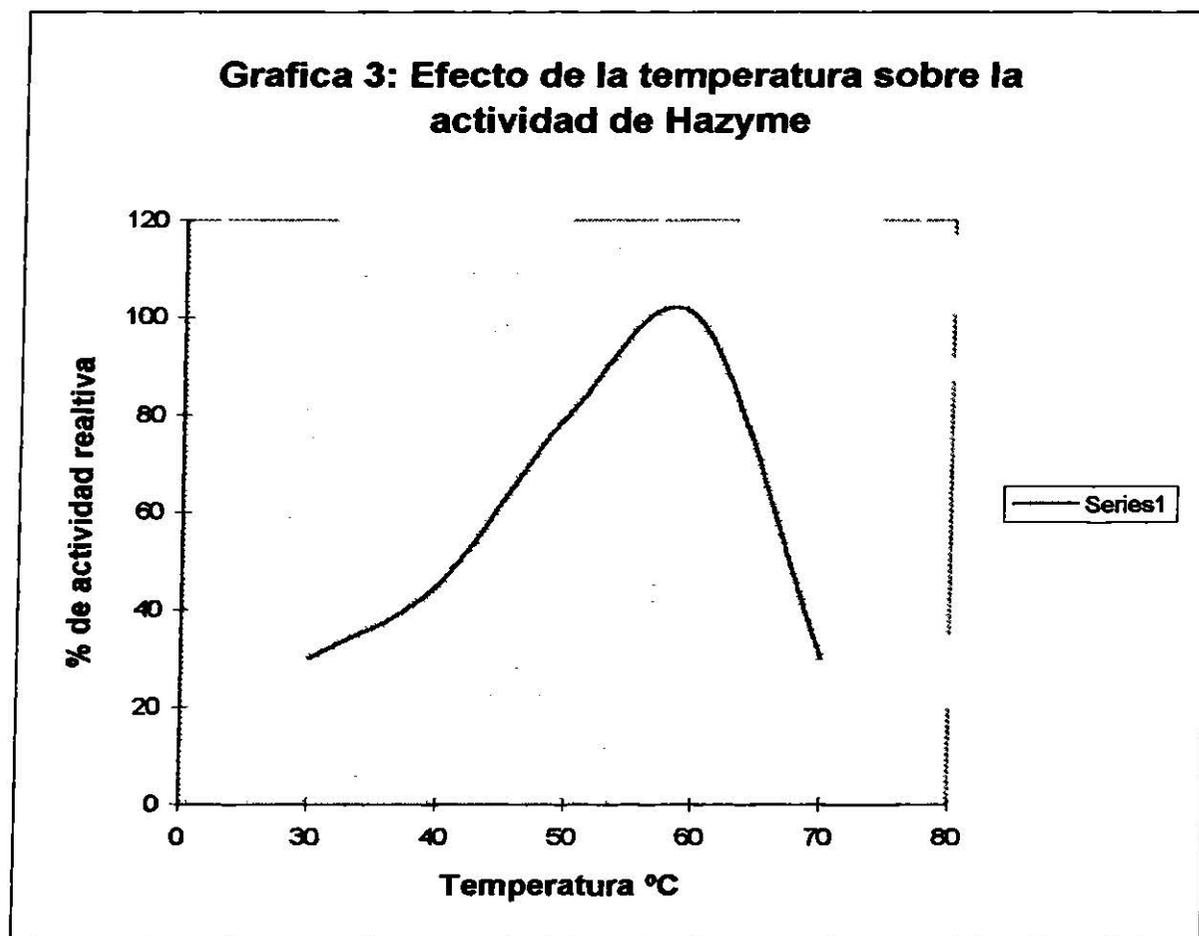
-Apariencia: líquido ambar

-pH: 4.0 a 4.5

-Gravedad específica: 1.08 -1.13

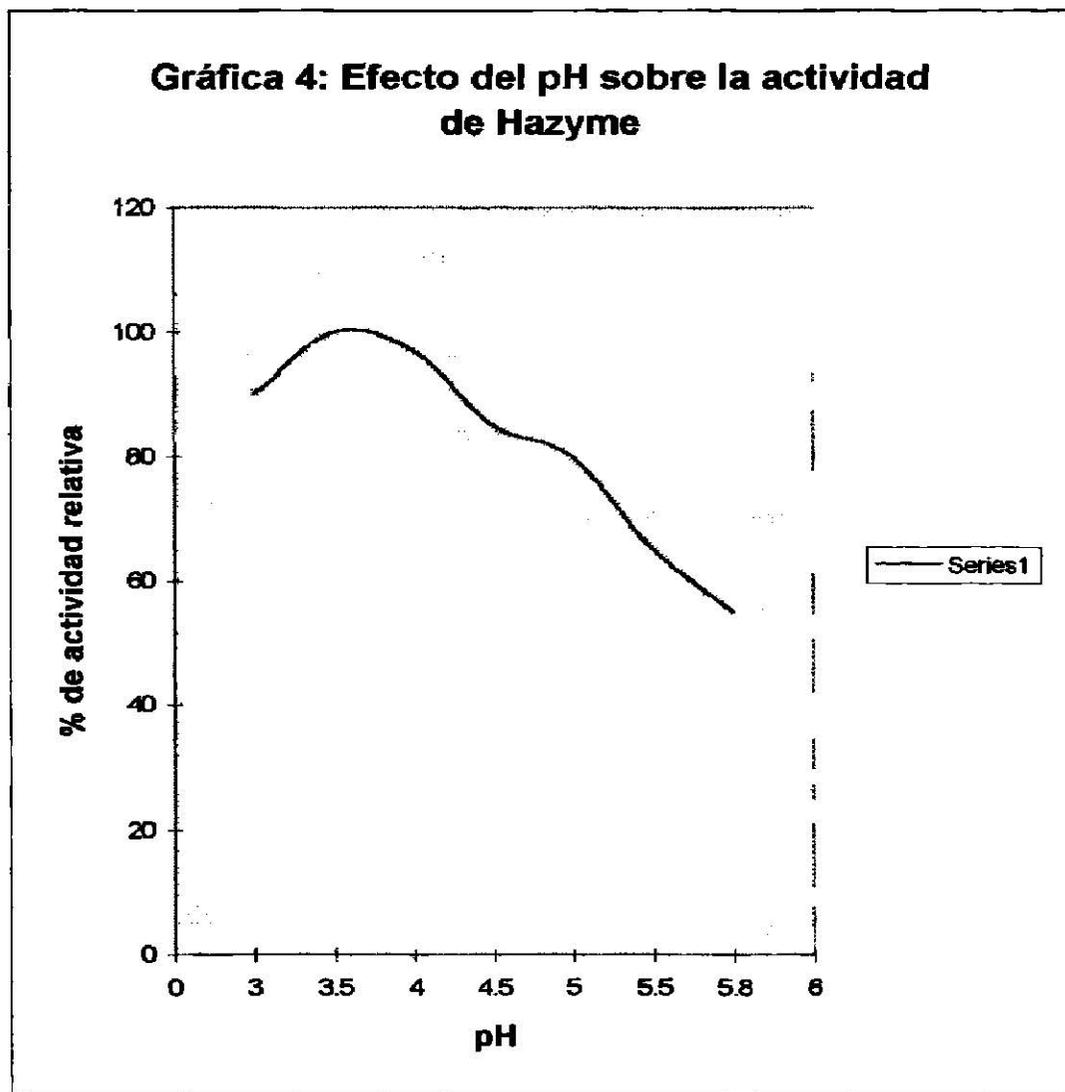
El almacenamiento es a temperatura abajo de 10°C (2).

En las gráficas 3 y 4 se muestra el efecto de la temperatura y pH sobre la actividad relativa de Hazyme.



En la gráfica 3, se presenta una actividad de la enzima igual o mayor a 60 %, empleando una temperatura entre 45 a 66°C, siendo la temperatura óptima a 58°C.

Fuente: (Fuente: Genencor, Gist Brocades



En la gráfica 4, se observa que el porcentaje de actividad relativa de la enzima es mayor a 60% manejando un pH menor o igual a 5.6 y mayor a 3.0, siendo el pH óptimo 3.7

Fuente: Genencor, Gist Brocades

2.2. Tratamientos térmicos, como medio de conservación en frutas

2.2.1. Generalidades

El tratamiento térmico de los alimentos enlatados por el método convencional para destruir los microorganismos causantes de alteraciones alimenticias, requiere temperaturas de hasta 120°C, durante un período de tiempo relativamente largo, lo que frecuentemente deteriora la calidad nutricional y organoléptica de los alimentos de tal manera que propiedades como el aroma, sabor, color y el contenido vitamínico pueden afectarse en mayor o menor grado. El procesado aséptico es un calentamiento más rápido de los alimentos el cuál permite emplear temperaturas de esterilización más alta y reduce consiguientemente los tiempos de tratamiento. (6)

Ball y Olson (1957), citado por Herson (6) han definido los tratamientos HTST como la esterilización por el calor durante un tiempo que varía de pocos segundos a 1 minuto para la esterilización de flujo continuo y emplean éstas siglas considerando al tratamiento UHT como un proceso de esterilización continua llevado a cabo a las temperaturas más altas del rango HTST, es decir, a más de 135°C.

Existen dos métodos para la aplicación de las técnicas HTST en los alimentos, los cuáles se describen de la siguiente manera:

- 1.-Calentando el alimento en su totalidad o en corriente a temperaturas elevadas durante un tiempo suficiente para conseguir su esterilización, después de lo cuál

se enfría y se enlata en recipientes estériles bajo condiciones asépticas. El equipo utilizado para éste fin depende de la naturaleza y el tipo del envase empleado.

2.-Calentamiento del alimento, en conjunto o en forma de corriente, a temperaturas elevadas después de lo cuál puede enfriarse parcialmente o no, antes de proceder al llenado de los botes. El alimento todavía caliente, se enlata y los botes se cierran a una temperatura lo suficientemente alta como para esterilizarlos, lo mismo que a sus tapas; después los botes se enfrían como es tradicional. Los alimentos con un pH mayor de 4.5 exigen el llenado de los botes a temperaturas superiores a los 100°C, operación que debe realizarse bajo presión para evitar que el alimento hierva.

La elaboración de un producto estéril mediante esterilización de flujo continuo implica:

- 1.-Calentar el producto bombeándolo para que pase por un intercambiador de calor de forma que su temperatura alcance un valor controlado y predeterminado.
- 2.-El paso del producto directamente a través de una sección de mantenimiento en dónde permanezca un tiempo mínimo predeterminado para que tenga lugar la esterilización.
- 3.-Refrigerarlo a una temperatura de al menos 35°C si se pretende llevar a cabo un llenado aséptico.

Cuándo se utiliza la esterilización continua previa al envasado aséptico, el producto se enfría pasándolo por un intercambiador de calor de tipo indirecto o sometiéndolo a una refrigeración relámpago en un recipiente de vacío de manera que la temperatura se reduzca a un nivel adecuado para el llenado. La temperatura seleccionada depende de la naturaleza del producto y/o del tipo de envasado dicha temperatura no suele superar los 35°C.(6)

2.1.2. Proceso seguido para la obtención de purés asépticos.

Se describe a continuación el proceso empleado por la empresa Oranjugos para la obtención de purés asépticos de mango o plátano.

- Recepción y selección de la fruta
- Lavado de la fruta
- Escaldado de la fruta 2 min. a 80°C (En el caso del mango)
- Pelado y deshuesado (según sea el caso)
- Molido (paso a través del finisher)
- Recepción del puré en los tanques
- Estandarización: se ajusta el pH de los purés adicionando ácido ascórbico para estandarizar el puré de mango y ácido cítrico para la estandarización del puré de plátano.
- Pasar al proceso aséptico con las siguientes condiciones:

(Puré de mango)

- a) Flujo: 28.4 lt/min
- b) Tiempo de residencia: 105 seg.
- c) Temperatura: 205 °F

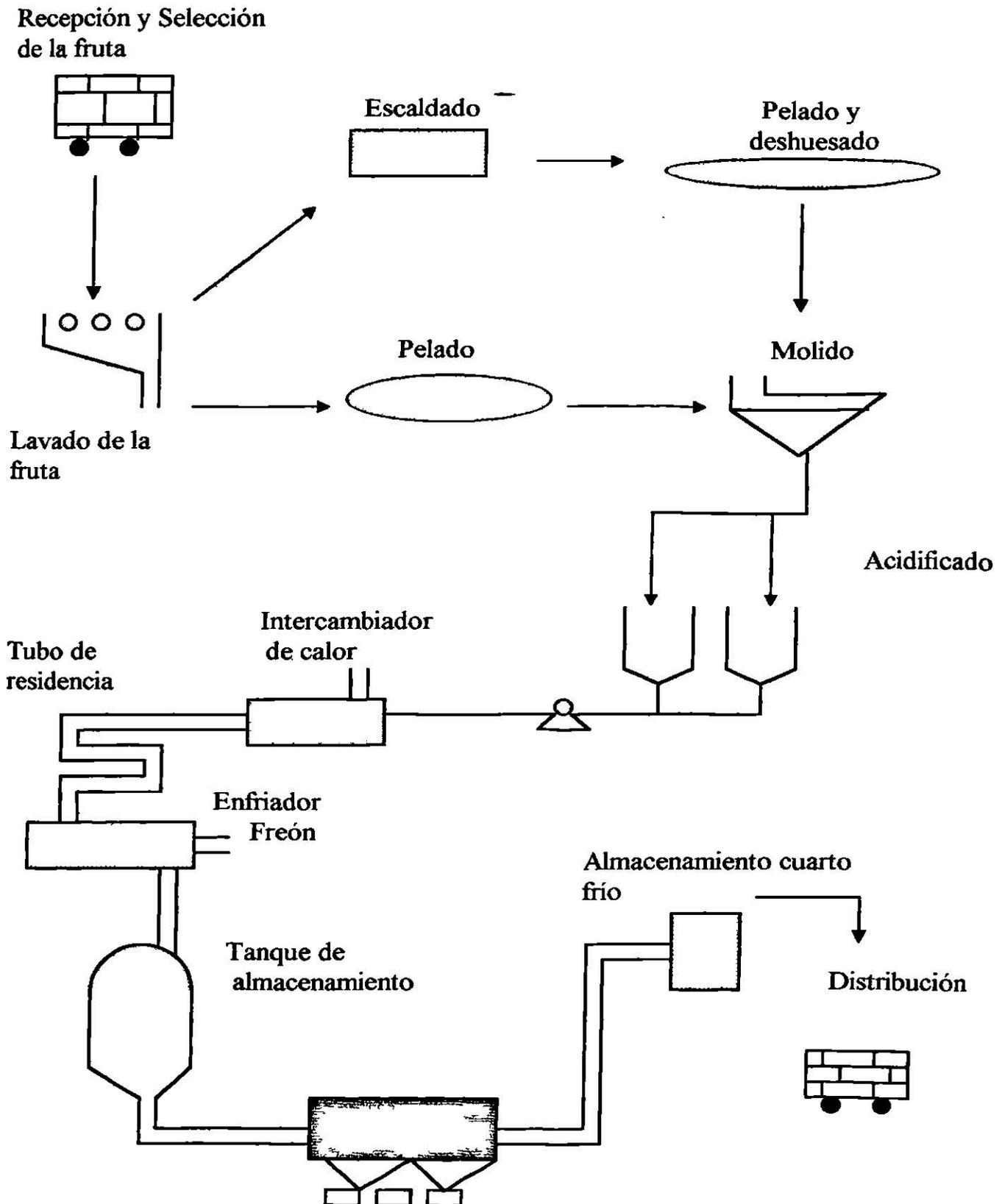
(Puré de plátano)

- a) Flujo: 28.4 lt/ min.
- b) Tiempo de residencia: 98 seg.
- c) Temperatura: 205 °F

- Pasar el producto por un enfriador
- Recepción del producto en un tanque estéril de almacenamiento
- Llenar en bolsas metálicas asépticas
- Identificar y almacenar

En la figura 4. se plantean los procesos seguidos para la obtención de purés aséptico.

Figura 4.
Procesos para la obtención de purés asépticos



2.3.Enlatado de alimentos

2.3.1.Microbiología de enlatados

El conocimiento de ciertos microorganismos es la base para los procedimientos y procesos utilizados en preservar alimentos en lata, frascos y bolsas para el subsiguiente consumo por humanos y animales. Las diversas maneras que los microorganismos entran y crecen en los alimentos y las consecuencias del crecimiento, es fundamental para el entendimiento de las prácticas correctas de saneamiento y procedimientos garantizados de esterilización de alimentos.

Actualmente se sabe de la existencia de diversas bacterias que pueden causar deterioro en los alimentos enlatados, siempre y cuando éstas no hayan sido destruidas a través de procesos térmicos, o si durante el proceso las condiciones cambian para hacerse adecuadas al crecimiento de la bacteria, o si entran al recipiente a través de un defecto en el cierre y el producto es adecuado para el crecimiento del microbio invasor.

Los microorganismos de interés en la preservación de alimentos son bacterias y hongos, entre ellos mohos y levaduras.

Hongos: dentro de ellos se encuentran los hongos filamentosos, que se conocen como mohos y levaduras, además de otros hongos macroscópicos. A continuación se describe cada uno de ellos.

a)Mohos: están ampliamente distribuidos en la naturaleza, encontrándose tanto en el suelo como en el polvo del aire, la clasificación de mohos está basada, casi primordialmente en la manera como se reproducen. En condiciones adecuadas de humedad, ventilación y temperatura, los mohos crecerán en cualquier sustancia alimenticia.

En la industria de enlatados, los mohos son mucho más importantes como agentes de descomposición de alimentos antes de que sean enlatados que después. En general los mohos no pueden soportar el proceso térmico dado a los alimentos enlatados. Una excepción a ello es el moho formador de esporas Byssochlamys fulva, el cuál ha sido implicado en el deterioro en enlatados de algunos jugos de frutas, frutas y productos derivados de las mismas. Este moho y otros similares, son capaces de resistir el tratamiento térmico utilizado para preservar dichos productos. La forma esporulada resistente al calor de éste moho puede sobrevivir más de un minuto a 92°C.

En compensación a los inconvenientes económicos causados por los mohos, éstos también realizan funciones útiles. Los mohos son necesarios para producir: enzimas útiles a la industria y medicina, antibióticos tales como la penicilina, maduración y condimentación de quesos, degradación de materia orgánica muerta.

b) Levaduras: se encuentran particularmente en sustancias orgánicas húmedas que contienen azúcar y ácidos orgánicos. Están íntimamente relacionadas con los mohos y en muchos casos se reproducen casi de la misma manera.

Las levaduras en la actualidad son usadas en la elaboración de pan fermentado, bebidas fermentadas, vitaminas, enzimas y suplementos alimenticios, glicerol y otros alcoholes.

Al igual que muchos de los mohos, las levaduras son más sensibles al calor que al frío. Muchas especies crecen a 0°C, pero la temperatura óptima para crecer es de 26 a 32 °C. En general las levaduras no pueden soportar el proceso térmico dado a los alimentos enlatados. Ocasionalmente las levaduras causan el deterioro de alimentos enlatados cuando el recipiente está cerrado defectuosamente o el producto fué sometido a un procesamiento térmico insuficiente.

Bacterias: son uno de los microorganismos más pequeños que se conocen, todas las bacterias son formas unicelulares de protoplasma.

Entre las bacterias relacionadas con el deterioro de alimentos frescos y alimentos enlatados, hay dos tipos morfológicos principales que son los cocos y los bacilos, también hay formas intermedias, células de forma ovalada denominadas cocobacilos.

Muchas de las bacterias están equipadas con flagelos, mediante éstos se pueden mover rápidamente en alimentos líquidos o en agua. Las bacterias se reproducen únicamente por división directa.

Muchas de las formas bacilares producen lo que se llama esporas. El conocimiento de las esporas es de gran importancia a los enlatadores de alimentos. Algunas de las esporas bacterianas son las formas de vida más resistentes al calor conocidas por el hombre. La capacidad de las bacterias formadoras de esporas a sobrevivir al calor, para descomponer los alimentos enlatados y, en algunos casos, producir venenos en los alimentos, es la razón básica para la cuidadosa atención dada a la determinación y uso de procesos de tiempo y temperatura seguros en el procesamiento de alimentos enlatados.

La espora bacteriana es una forma latente en el ciclo de crecimiento normal del organismo: Cuando las condiciones para el crecimiento de las bacterias formadoras de esporas se vuelven desfavorables para continuar el crecimiento, se producen las esporas como formas para sobrevivencia del organismo. Las condiciones que causan la formación de las esporas pueden ser falta de alimento adecuado, falta de humedad adecuada, calor o frío excesivo, o la presencia de alguna sustancia tóxica al microorganismo. No todas las bacterias poseen la habilidad de formar esporas. Las esporas son producidas por algunas levaduras, la mayoría de los mohos y algunas bacterias.

En general, las esporas bacterianas son extremadamente resistentes al calor, frío y agentes químicos. Se conocen esporas bacterianas que pueden vivir un lapso de 16 a 18 horas en agua hirviendo, las esporas que tienen una alta resistencia a la destrucción por medio del calor, la tienen también con respecto al cloro.

Para ciertos alimentos, definidos como de "baja acidez", debe asumirse siempre que las esporas de Clostridium botulinum están presentes en el punto de calentamiento más lento de la lata y que a los alimentos debe darseles un proceso térmico diseñado para destruir las esporas.

En cuanto a las condiciones que afectan el crecimiento bacteriano, las bacterias difieren ampliamente en cuanto a sus requerimientos alimenticios y características de crecimiento. Algunas prefieren bajas temperaturas para lograr un crecimiento óptimo, mientras otras buscan temperaturas muy altas. Otras necesitan oxígeno atmosférico para crecer, otras no pueden multiplicarse ante la presencia de oxígeno libre pero obtienen el abastecimiento necesario de este gas por medio de un elemento químico dentro del alimento por lo general un azúcar o almidón.

Existen tipos intermedios que pueden crecer con oxígeno atmosférico ó sin él. Ciertas bacterias son más tolerantes que otras ante la presencia de ácido en el alimento, otras crecen sobre alimentos cuya naturaleza es baja en ácidos.

Existen aún otras bacterias tolerantes hasta cierto grado a la sal y azúcar. El deterioro de un alimento enlatado es de origen microbiano y no microbiano, siendo las de origen no microbiano las siguientes:

-Interacciones químicas entre los componentes del producto con la superficie interna metálica del recipiente pueden producir gas hidrógeno y la acumulación de gas puede disipar el vacío en el recipiente y causar la hinchazón del mismo.

-El desarrollo de hidrógeno, como un tipo de deterioro en alimentos enlatados no es de significación desde el punto de vista de la salud pública, sin embargo los consumidores están advertidos para rechazar las latas con los extremos inflados.

-Las reacciones químicas de los ácidos del producto con la superficie interna de las latas metálicas puede progresar al punto de causar perforaciones pequeñas.

La contaminación bacteriana se convierte entonces en una causa de descomposición secundaria.

-El sobrellenado de los recipientes, puede ser una causa adicional para un deterioro.

-El deterioro aparente puede ser causado al cerrar las latas con un vacío bajo o de cero, tales latas al ser transportadas a mayor altitud con frecuencia se comban levemente.

El deterioro microbiano puede darse a partir de cualquiera de los siguientes aspectos:

-Deterioro incipiente antes del procesamiento térmico, reteniendo las latas selladas durante un tiempo largo antes de pasarlas por el autoclave.

- Contaminación después del procesamiento térmico, entrada de bacterias por infiltración en las latas durante su manipulación post-autoclave o su enfriamiento con agua.
- Esterilización insuficiente de los recipientes, fallas en la aplicación de calor al punto mas frío del recipiente durante el tiempo suficiente para destruir las bacterias.
- Deterioro termofílico, que resulta de un enfriamiento inadecuado del recipiente y/o almacenamiento a temperaturas arriba de lo normal.

Las indicaciones del deterioro microbiano en alimentos enlatados han sido descritos como sigue:

- Apariencia anormal del recipiente, extremos inflados, etiquetas mojadas o manchadas
- Apariencia no usual y olor anormal del producto.
- Producto con consistencia pulposa o de color extraño.
- Turbiedad u otra señal de condiciones anormales en el medio de envasado.

Se le ha dado especial atención a las condiciones que permiten o inhiben el crecimiento de Clostridium botulinum. Este organismo formador de esporas con forma de bastoncillo, ha sido descrito como sigue:

- 1.-Siendo anaeróbico estricto, su crecimiento se da únicamente en ausencia del oxígeno.
- 2.-A causa de su preferencia por alimentos protéicos para crecer, es referido como un "anaerobio putrefactivo".
- 3.-Crece mejor a temperaturas entre 26.6°C y 37.7°C. El Clostridium botulinum tipo E, encontrado en ambientes marinos puede crecer a 4.4°C.
- 4.-Produce esporas que tienen moderada resistencia al calor y cuya destrucción es el propósito de los procesos térmicos desarrollados para cada alimento enlatado de baja acidez.

De las condiciones que inhiben el crecimiento del Clostridium botulinum se dá énfasis a las siguientes:

- 1.-El Clostridium botulinum no crecerá en alimentos que contengan un pH de 4.6 o menos. Para clasificación de alimentos, un pH de 4.6 separa a los alimentos de baja acidez de los de alta acidez. Ya que el Clostridium botulinum puede crecer en alimentos de baja acidez, cada alimento de esta clase debe recibir un proceso térmico destinado a destruir las esporas de Clostridium botulinum.
- 2.-La sal en concentraciones de 10% inhibe el crecimiento del Clostridium botulinum. Sin embargo se ha demostrado que ciertas cepas crecen en alimentos adecuados que contengan un 7% de sal, aunque aún no se ha comprobado la producción de toxinas.

Concentraciones menores de sal inhibirán el crecimiento si se combina con la adición controlada de ácidos.

3.-El control del contenido de humedad de los alimentos proporciona un medio de inhibición del crecimiento de *Clostridium botulinum*. Los alimentos de baja acidez que llenan el requerimiento para baja actividad de agua de 0.85 o menos, no necesitan procesos de esterilización para matar el *Clostridium botulinum* . (1)

2.3.2. Esquema de las operaciones de enlatado

Las principales operaciones implicadas en el proceso convencional son la preparación alimento, llenado, evacuación, sutura de las latas, tratamiento térmico, y refrigeración.

En la preparación para los alimentos en el enlatado se emplean numerosos procesos, tales como selección, calibrado, lavado, mezcla, escaldado, precocimiento, etc. Dichas operaciones previas al enlatado deben realizarse con eficiencia, pero rápidamente puesto que el retraso indebido en ésta fase permitirá el desarrollo de microorganismos de rápido crecimiento que pueden convertir en inadecuado el tratamiento térmico

a).- Lavado: El lavado se realiza de diversas formas y puede llevarse a cabo con maquinaria especialmente diseñada para el alimento en cuestión.

Corrientemente los alimentos se someten a un rociado con agua a gran presión o se sumergen en corrientes de agua. Slade (1976) citado por Herson (6) ha descrito diversas máquinas de lavado.

b).- Pelado: El pelado de frutas y hortalizas constituye una operación preliminar importante, pues conjuntamente con el lavado, elimina de la superficie de

estos alimentos la tierra y la contaminación microbiana a ella asociada. Se emplean diversos métodos tales como pelado a vapor, mecánico, a la llama, abrasivo y con lejía así como combinaciones de ellos.

c).- Escaldado: El escaldado es una operación en que el material alimenticio crudo es sumergido en agua caliente o expuesto a vapor vivo o gases calientes.

El escaldado persigue varios objetivos.

- 1.-Durante el escaldado el producto se encoje y los gases respiratorios contenidos en las células de las plantas son expulsados. Esta liberación de gas previene la deformación de las latas durante el procesamiento térmico y favorece el desarrollo de un alto vacío en el producto acabado. El encogimiento del producto permite un llenado apropiado de las latas. El propósito más importante del escaldado es la remoción de gases del tejido del producto crudo.
- 2.-Inhibe las reacciones enzimáticas que podrían ocurrir durante el período previo al tratamiento térmico que llevan a un efecto adverso en la calidad y valor nutritivo del producto.
- 3.-Se facilita el pelado y corte de algunos productos.
- 4.-Sirve como una medida de limpieza adicional y puede remover el sabor a crudo del alimento.
- 5.-Una función final de ésta operación es fijar el color natural de ciertos productos.

En el llenado de las latas, las lata pueden llenarse mecánicamente o a mano, proceso que necesita ser cuidadosamente controlado. Aparte del aspecto económico del productor o el consumidor, la introducción del peso correcto del material influye poderosamente en las demás operaciones del enlatado. Además de conseguir un espacio libre apropiado en el envase, es necesario que se tomen algunas medidas de precaución para prevenir que queden algunas partículas del producto entre el borde de la lata y la tapa colocada sobre ella. En éste caso, la partícula de alimento causa deformación del sello y puede actuar como una "mecha absorbente" para atraer agua contaminada a la lata.

La evacuación es una operación esencial del enlatado, es la expulsión del aire de la lata antes de cerrarla. Es necesaria por las siguientes razones:

- 1.-Se mantienen los extremos de las latas en una posición cóncava durante el almacenamiento normal.
- 2.-Expulsión del oxígeno que acelera la corrosión interna de la lata.
- 3.-Creación de un vacío cuando la lata se ha enfriado.
- 4.-Prevención de una deformación permanente de los extremos de las latas durante el procesamiento térmico.

La presencia de vacío en un envase de alimento procesado indica que el sello del envase está íntegro. Es deseable que haya un bajo contenido de oxígeno en los

alimentos enlatados para minimizar cambios químicos en el producto tales como oxidación de grasas o vitaminas, para prevenir la decoloración en algunos productos.

En la práctica comercial los procedimientos adoptados para expulsar el aire de las latas son:

- Evacuación por el calor
- Evacuación mecánica
- Inyección de vapor

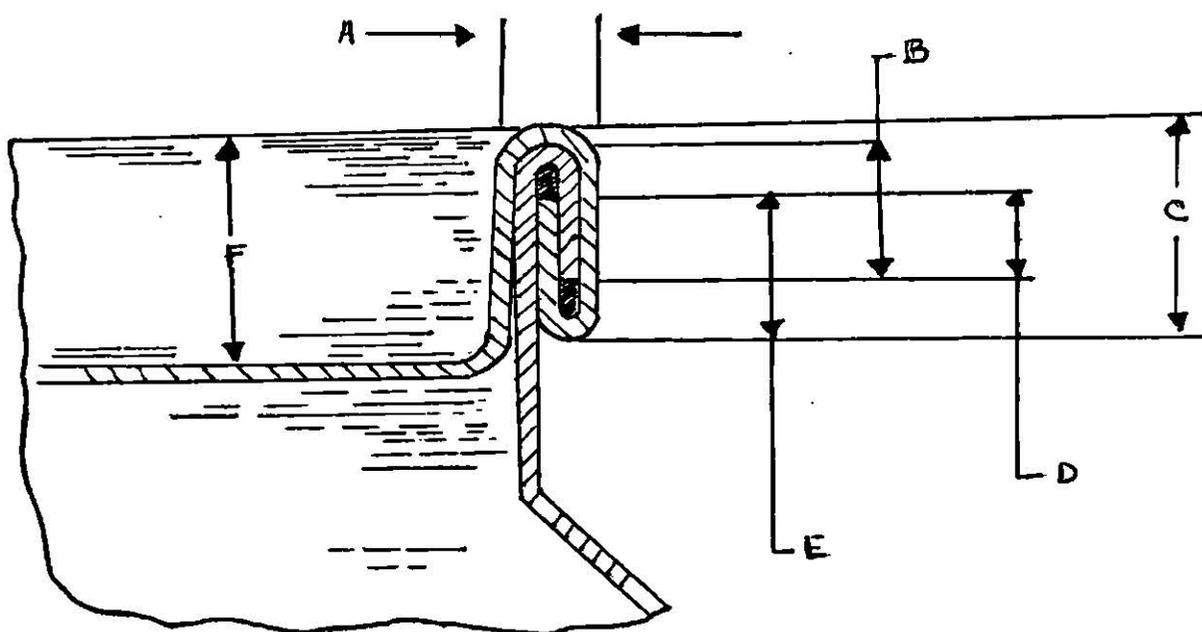
En la evacuación por el calor, el espacio de cabeza es un factor importante, si éste es demasiado grande se mantendrá en la lata una cantidad de aire relativamente grande con lo que se originará por enfriamiento un pequeño vacío. El nivel de llenado debe ser tal que después de fría la superficie del contenido esté a unos 0.65-1.5 cm de la tapa de la lata.

El combamiento de las latas es el resultado directo de un bajo vacío o demasiada presión dentro de la lata durante el procesamiento. El aplastamiento de las latas ocurre cuándo las latas con un espacio vacío muy grande son cerradas muy calientes.

En la sutura del envase, la utilización de un sellado adecuado es una de las condiciones para una preservación segura de los alimentos enlatados.

La definición de un envase herméticamente sellado es aquel envase que está diseñado con la intención de hacerlo seguro contra la entrada de microorganismos y mantener la esterilidad comercial de su contenido después del procesamiento (1). En la figura 5, se muestra el corte transversal de un sello doble de la lata adjuntando las especificaciones proporcionadas por la compañía Wilkens-Anderson.

Figura 5. Corte transversal del sello doble de la lata



Dimensiones del sello en milésimas de pulgada

A	Grosor del sello	0.060 - 0.065
B	Gancho de la lata	0.080 +/- 0.008
C	Longitud del sello	0.130 máximo
D	Traslape	0.040 mínimo
E	Gancho de la tapa	0.080 +/- 0.008
F	Depresión de fondo	0.133 máximo

Fuente: Cía. Wilkens-Anderson

Un sello doble es aquella parte de la lata formada al unir los componentes del cuerpo y de las tapas, los ganchos de los cuales se entrelazan entre sí y forman una estructura mecánica fuerte. Cada sello doble consiste de tres grosores de la tapa y dos grosores del componente del cuerpo, con un compuesto apropiado de revestimiento, todos enrollados para formar un sello hermético. El doble sello de la lata se forma generalmente en dos operaciones llamadas "primera operación" y "segunda operación", y por eso, el nombre sello doble.

Las estructuras del envase que participan en la formación de un sello doble y que juegan un papel importante, en la función de un sello doble son las siguientes:

- 1.-Pestaña del cuerpo: la pestaña del cuerpo es la orilla del cilindro del cuerpo que se ensancha hacia afuera para producir un reborde o pestaña. Eventualmente, ésta llega a ser el gancho del cuerpo.
- 2.-Pestaña de la tapa: la pestaña de la tapa forma el gancho de la tapa.
- 3.-Depresión de la tapa: es la distancia que se mide desde el extremo superior del sello doble hasta el pánel de la tapa adyacente a la pared interior del sello doble. Esta se conoce como la profundidad de depresión de la tapa.
- 4.-Grosor del sello: el grosor del sello es la dimensión máxima medida a través de/o perpendicular a las capas de material en el sello. Esta medida es una indicación de lo ajustado del sello doble.

- 5.-Ancho del sello (longitud o altura): el ancho del sello, también llamado longitud o altura del sello, es la dimensión máxima de un sello medido paralelamente a los dobleces del sello.
- 6.-Ganchos del cuerpo y de la tapa: el siguiente grupo de estructuras y características reflejan los aspectos internos del sello doble. Primero hay un gancho del cuerpo cuyo origen era la pestaña del cuerpo, luego el gancho de la tapa que se formó de la pestaña de la misma. Estas dos estructuras cuando son observadas en un corte seccional del sello doble aparecen en una relación de entrelazamiento entre sí.
- 7.-Superposición: el grado de entrelazamiento entre el gancho del cuerpo y el de la tapa se conoce como superposición.

Durante el examen de los sellos dobles, se pueden encontrar valores fuera de las especificaciones y el que haya que tomar acción correctiva inmediatamente o no, tiene que depender del efecto de la anomalía del sello sobre la integridad del cierre del envase.

Algunos de los defectos de los sellos son los siguientes: Sello cortado, gancho del cuerpo demasiado largo o corto, gancho de la tapa demasiado largo o corto, insuficiente sobreposición, excesivo ajuste en el sello.

El tratamiento térmico es un proceso térmico y significa la aplicación de calor a alimentos en los recipientes, ya sea antes o después del sellado por un período de tiempo y a una temperatura científicamente determinada, adecuada para obtener esterilidad comercial.

Los principales factores que deben ser tomados en consideración e indicar el procedimiento implicado para llegar a un proceso adecuado de tiempo y temperatura para productos enlatados son la naturaleza del producto, su consistencia o tamaño de las partículas, las dimensiones de la lata en que será guardado el producto, etc. El calor no puede llegar a todas las partes del envase de una sola vez, así, la porción más lenta en alcanzar una temperatura dada, es el área que se tiene que determinar para calcular el proceso de esterilización. El punto de calentamiento más lento usualmente es el centro geométrico del envase para productos que se calientan por conducción (1).

Las latas después de evacuadas y cerradas se calientan en una atmósfera saturada de vapor o en agua caliente u ocasionalmente en una mezcla de aire-vapor de agua.

La acción esterilizante del vapor depende, en gran parte, de la transmisión de su calor latente de evaporación a la superficie de las latas en las que se condensa.

El vapor seco o sobrecalentado se condensa menos fácilmente y es, por lo tanto, menos eficiente en la transmisión del calor que el vapor saturado así la eliminación completa del aire del autoclave es un factor de importancia vital en el procesado a vapor por las siguientes razones: a)el aire reduce la temperatura del autoclave, b)una mezcla del aire-vapor, a cualquier temperatura, no es tan eficaz como el vapor saturado a la misma temperatura, c)El aire del autoclave disminuye la penetración del vapor. (6)

Las ventajas de usar vapor bajo presión son las siguientes:

- 1) Es un medio excelente para la transferencia de calor
- 2) Es fácil de regular su temperatura
- 3) La presión de vapor que se requiere en el autoclave para alcanzar la temperatura deseada para procesamiento, también funciona para contrarrestar parcialmente la presión que se acumula dentro de las latas al calentarlas y evita que éstas se comben.
- 4) Es fácil producir vapor y mantenerlo en reserva para su uso inmediato. (1)

El procesado puede realizarse en autoclaves discontinuos o en autoclaves continuos dotados de sistemas de calentamiento y de enfriamiento a presión en los que se mantiene la presión del vapor mientras los botes entran y salen a través de aberturas especialmente construidas o puertas hidrostáticas. (6)

3.-MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

Las instalaciones, el equipo y la materia prima usados para la realización de los estudios de clarificación de jugos de frutas mediante tratamiento enzimático y enlatado de secciones de fruta en jarabe, fueron facilitados por la empresa ORANJUGOS S.A. de C.V. ubicada en carretera Miguel Alemán km 3, ciudad Guadalupe N.L.

A continuación se describen los procesos para el lavado de la fruta y la sanitización de los utensilios usados para clarificar jugos de frutas y enlatar secciones de fruta en jarabe. Las concentraciones usadas de hipoclorito de calcio, solución desinfectante (deterfrut) y detergente, fueron recomendadas por la empresa al realizar anteriormente pruebas con diferentes concentraciones de desinfectantes para probar su poder bactericida.

El procedimiento para el lavado de la fruta fué el siguiente.

- 1.- Se llenarán dos piletas con agua a una capacidad de 10 litros cada una.
- 2.- A la primer pileta se agregó hipoclorito de calcio y solución desinfectante en concentraciones de 50 ppm y al 0.5% respectivamente.
- 3.- Se sumergió la fruta en la pileta No.1 y se talló la superficie de la fruta con un cepillo.
- 4.- Se enjuago la fruta en la pileta No.2.

- 5.- Se hacían cambios en las soluciones cada vez que éstas presentaban suciedad.
- 6.- Se recibió la fruta en rejas limpias de plástico, las cuáles al ser transportadas no tenían contacto con el piso.

El procedimiento para sanitización de tablas, mesas de corte y utensilios fué el siguiente:

- 1.- Se eliminarón los residuos orgánicos con agua a presión.
- 2.- Se aplicó el detergente en polvo en dosis al 0.6%, se talló con cepillos y se enjuagó.
- 3.- De nuevo se talló con cepillos y se aplicó el hipoclorito de calcio disuelto en agua, en una concentración de 250 ppm de cloro libre.
- 4.- Se enjuagó con abundante agua y se escurrierón tablas y utensilios.

El procedimiento empleado para sanitización de guantes fué el siguiente

- 1.- Se preparó la solución desinfectante con 25 ppm de cloro libre en una cubeta con capacidad de 17 litros.
- 2.- Los guantes se enjuagarón cada vez que éstos se ensuciaban, cambiaban de actividad ó como máximo cada 20 minutos durante las operaciones de pelado, corte, acomodo de la fruta, etc.
- 3.- Se escurrían los guantes antes de volver a iniciar la operación.
- 4.- Se hacían cambios a la solución desinfectante cada vez que ésta presentaba turbidez o cada hora y se enjuagaba la cubeta antes de preparar la nueva solución.

El equipo empleado en ambos estudios fué el siguiente:

- Para determinar los grados brix se utilizó un refractómetro marca LEICA Abbe II, digital, el cual proporciona lecturas de grados brix, con corrección de temperatura con una resolución de 0.01.
- Para determinación del pH, se usó un pHímetro marca BECKMAN pH ISO con un rango de 0 a 15.99 con resolución de 0.01, y medición de temperatura en un rango de -5°C a 100°C.
- Una balanza electrónica digital MEETLER TOLEDO con capacidad de 210 gr.
- Se utilizó un termómetro de mercurio escala (-20°C a 110°C).
- Material de vidrio necesario para el laboratorio.

Los análisis fisicoquímicos que se realizaron para ambos estudio fueron los siguientes:

1) **Determinación de grados brix:** Es un término empleado para designar el porcentaje en peso de azúcar disuelto en una solución. En jugos de frutas, representa el porcentaje de sólidos solubles contenidos en él, y es usado como factor para la determinación de la madurez de la fruta. Es uno de los parámetros más importantes de la calidad de jugos.

- * Se mezcló la muestra para que sea representativa la medición.
- * Se aplicó 2 gotas de la muestra al prisma del refractómetro evitando las partículas grandes de pulpa, se dejó pasar suficiente tiempo para que la temperatura de la muestra se iguale a la del refractómetro antes de tomar la lectura.
- * Se hicieron 3 o 4 lecturas para confirmar la veracidad de la medición.
- * Se hicieron las correcciones por porcentaje de acidez reportando los grados brix corregidos. Ver tabla 1 del apéndice A.

Cálculo:

$$^{\circ}\text{Brix directos} + \text{corrección por porcentaje de acidéz} = ^{\circ}\text{Bx corregidos}$$

Nota: Se verificó la exactitud del refractómetro determinando los grados brix del agua destilada el cuál es 0.

2) Determinación del porcentaje de acidéz: El contenido de ácido en jugos de frutas fue determinado como acidéz total titulable, calculada como ácido cítrico anhidro.

Los reactivos usados fueron los siguientes:

- Indicador de fenofaleína: Se pesó 5 gr. de fenofaleína y se disolvió en 500 ml. de alcohol etílico se calentó suavemente hasta disolver y se aforó a un litro utilizando agua destilada.
- Solución de NaOH 0.15N: Se pesó cuidadosamente 6 gr. de NaOH y se pasó a un matraz de aforación de un litro, se agregó agua destilada hasta la marca, posteriormente se procedió a la estandarización con biftalato de potasio.

$$\text{Normalidad (NaOH)} = \frac{\text{gr. de biftalato de potasio}}{\text{miliequivalentes del biftalato de potasio} \times \text{ml. de NaOH gastados}}$$

Dónde: gramos de biftalato de potasio a usar menor a 1.00 gr.

$$\text{miliequivalentes del biftalato de potasio} = 0.20423$$

La técnica fue la siguiente:

- * Se pesó en la balanza 3.0 gr. de muestra
- * Se disolvió la muestra en 100 ml. de agua destilada
- * Se agregaron 3 gotas de solución indicadora de fenofaleína
- * Se colocó la solución en agitación y se tituló con una solución de NaOH 0.15N, hasta la aparición de un color ligeramente rosa, permanente por 30 segundos, al

utilizar el potenciómetro se tituló hasta alcanzar un pH de 8.20.

Los cálculos realizados fueron:

$$\% \text{ de Acidez} = \frac{(\text{ml. de NaOH gastados}) (\text{N del NaOH}) (0.064) (100)}{\text{Peso de la muestra en gramos} \times 1000}$$

Dónde: 0.064 es el factor del ácido cítrico y se obtiene dividiendo el peso molecular del ácido cítrico (192.12 gr), sobre el número equivalentes de hidrógenos libres del ácido.

3) Determinación de la relación: Se usa como un índice de madurez de la fruta y es un factor importante para establecer la diferencia entre grados de calidad de jugos. Además indica el nivel del dulzor o acidéz del jugo. Se realizo el siguiente cálculo.

$$\text{Relación} = \frac{\text{Grados brix corregidos}}{\% \text{ de acidéz}}$$

5) Determinación del pH: el peachímetro se calibró con solución buffer de pH 4.00 y pH de 7.00, se limpio y el electrodo se coloco en la muestra homogenizada. Se registro la lectura constante.

3.2. Jugos clarificados de frutas

El objetivo en este estudio es determinar que tratamientos son los adecuados para la obtención de jugos clarificados de plátano, mango y naranja empleando enzimas comerciales a diferentes tiempos de tratamientos.

El material y el equipo usado para la obtención de jugos clarificados de frutas fue el siguiente: se emplearon enzimas comerciales, CYTOLASE R-M129 y HAZYME. Estos complejos enzimáticos fueron proporcionados por la empresa GENENCOR GistBrocades ubicada en Charlotte, Norte de Carolina, E.U.A.

La fruta que se uso fue naranja variedad valencia con 12.46 °Bx, 0.78 %acidez, relación de 16.20, y un pH de 3.70. Puré de mango variedad kent de 18.58°Bx, 0.45 % de acidez, 41.28 de relación y con un pH de 4.08, el puré de plátano variedad cavendish, presentó un grado de maduración de 5, °Bx 21.48, 0.48% acidez, 44.75 de relación y un pH de 4.40. Los purés que se emplearon fueron tratados y almacenados asepticamente por la empresa para su posterior uso (ver pagina 16).

En el cuadro 1. se presentan los valores nutritivos de las frutas usadas para la obtención de jugos clarificados.

Cuadro 1. Composición de la naranja, plátano y mango (valores dados para 100 g de material comestible)

Composición	Naranja	Plátano	Mango
Agua (%)	77 - 92	58 - 80	
Fibra (gr)	0.04 - 2.0	0.30 - 0.80	1.10
Almidón (gr)	0	3.0	--
Azúcar (gr)	6.7 - 11.1	15.1 - 22.4	11.80
Proteínas (gr)	0.80 - 0.90	1.20 - 2.70	0.60
Grasas (gr)	0.5	0.4	0.10
Vitaminas	Vitamina A, Riboflavina, Tiamina, etc.		
Minerales	Hierro, Calcio, entre otros		
Pectina (mg/100 gr)	91.6	--	

Fuente: Duckworth, 1963; Depto. de Agricultura de los E.U.A

*Los carbohidratos del mango incluyen: azúcares simples, almidón, celulosa, sustancias pécticas.

*Los principales azúcares presentes en la pulpa del plátano son la sucrosa, glucosa y fructosa

Para este estudio, se uso una bomba de vacío de 1725 rpm, una centrífuga de 2,500 rpm, un embudo de porcelana de 20 cm de diámetro, matraz kitazato de 2 litros de capacidad, recipiente de acero inoxidable con capacidad de 5 litros, agitador marca Line Laboratory de 120 volts y 7,500 rpm, un regulador de velocidades marca Craft de (0- 120 volts), mechero de bunsen, tubos de centrífuga de 10 ml con graduación de 0.1 ml, papel filtro Whatman porosidad 2V, tierras diatomeas para la elaboración de capa y precapa en el filtrado, manta, una malla de acero inoxidable de 0.033 milésimas de pulgada, un extractor de frutas cítricas.

El método que se llevo a cabo para la obtención de jugos clarificados fue el siguiente:

- Una vez llevada a cabo la desinfección del equipo, se lavo la naranja.
- Se hizo una selección de la naranja, desechando aquella que presentara malas condiciones como golpes, picaduras de insectos, secciones podridas etc.
- Con el empleo de un extractor de cítricos se obtuvo el jugo de naranja, el cuál se paso a través de la malla de acero inoxidable para retener la pulpa y las semillas.
- El producto a usar (purés asépticos o jugo fresco) se peso y se virtio en el recipiente de acero inoxidable.
- Se elevo la temperatura del producto a 45°C y manteniendo la agitación constante.
- Una vez alcanzada la temperatura se adicionaron las enzimas comerciales.

Para el jugo fresco de naranja se uso Cytolase M219 y para los purés asépticos (plátano, mango) se uso Cytolase M219 y Hazyyme, empleando las siguientes concentraciones: 0.05%, 0.10% y 0.20% en base a peso. La temperatura y la agitación se mantuvieron constantes.

- Se llevarón a cabo diferentes tiempos de tratamiento enzimático de 30, 60, 90 y 120 minutos para cada concentración establecida.
- Se elevo la temperatura del producto a 80 °C (para inactivar las enzimas).
- Inmediatamente se coloco el recipiente en un baño con agua fría, para disminuir la temperatura del producto a 45°C.

- La filtración del producto se llevo a cabo de la siguiente manera: en el caso de los purés de mango o plátano, se pasaron a través de una manta para retener la mayor parte de la pulpa, se uso la bomba de vacío para filtrar el jugo obtenido; este se paso a través de un papel filtro y una capa de tierras diatomeas.

Analizando en el puré de plátano la variación del porciento de pulpa despues del tratamiento enzimático.

Una vez obtenido el jugo filtrado de cada tratamiento se detecto de manera organoléptica la presencia o ausencia de turbidez, llevándose a cabo pruebas para determinar la degradación de la pectina y/o almidón, además de observar la variación de los aspectos químicos de los jugos una vez llevado a cabo el tratamiento enzimático.

El porciento de pulpa en el jugo de plátano se determinó de la siguiente manera.

- * Se añadió 10 ml. del jugo al tubo de la centrífuga.
- * Se coloco el tubo en la centrífuga y se centrifugo durante 1 minuto a 5,500 r.p.m.
- * Después de centrifugar, la superficie de la pupla normalmente no es pareja, se tomo la lectura en mililitros correspondientes a la capa de pulpa en su punto más alto y mas bajo. Se obtuvo el promedio de ambas lecturas.
- * El porciento de pulpa suspendida en la muestra se obtuvo multiplicando la lectura dada en mililitros por 10.

La prueba de despectinización se realizó de la siguiente manera.

Existen numerosos test de despectinización basados en la utilización de disolventes (etanol, acetona, isopropanol etc.).

Estos test no tienen ningún carácter específico y pueden precipitar componentes orgánicos que no son materias pécticas.

El test específico que se usó en esta prueba para verificar si el jugo estaba correctamente despectinizado fue el siguiente:

- Se introdujo en un tubo de ensayo 10 ml. de jugo de fruta claro y 20 ml. de etanol acidificado (etanol 95° GL adicionando el 0.5% de HCl concentrado en volumen).
- Se agitó lentamente revolviendo tres veces.

Según el nivel de degradación de las materias pécticas se observó:

a) Formación de un anillo gelatinoso por encima del líquido con partículas gelatinosas pegadas sobre la pared del tubo por encima del líquido:

La pectina está insuficientemente degradada.

b) No se comprueba enturbiamiento ni precipitado 5 a 10 min después de la adición del alcohol:

La despectinización es perfecta.

c) La formación de un enturbiamiento gris o blanquecino que sedimenta con el tiempo:

Puede tratarse de cadenas cortas pécticas no degradadas o de otras sustancias no pécticas (gomas de tipo arabanos, galactanos, proteínas o asociación proteína-tanino).

d) En ciertos zumos se puede observar, después de una adición de alcohol, la formación de un precipitado gelatinoso o que no queda adherido sobre las paredes del tubo:

Se trata a menudo de gomas segregadas por ciertos microorganismos

(por ejemplo dextranos de la podredumbre).

La prueba del yodo para detección del almidón en el jugo de fruta se realizó de la siguiente manera:

-Los jugos se calentaron a 75-80°C, para gelatinizar el almidón presente.

-Se enfrió el jugo a 35°C, y se adicionó de 2 a 3 ml. de este en un tubo de ensayo.

-Se adiciono 1 ml. de yodo en la superficie del jugo.

-Se observo inmediatamente el color exponiendo el tubo de ensayo a la luz.

*Una coloración negra, azul o roja indica que el jugo contiene almidón.

*Una coloración amarilla o ninguna modificación del color indica la ausencia de almidón.

Los reactivos empleados fueron: solución de yodo 0.02N. Esta solución fue preparada a partir de 1.27 gr. de yodo y 2.5 gr. de yoduro de potasio en 500 ml de agua destilada.

Esta solución se protegió de la luz, almacenándose en una botella opaca.

Figura 6.

Proceso para clarificación del jugo de naranja

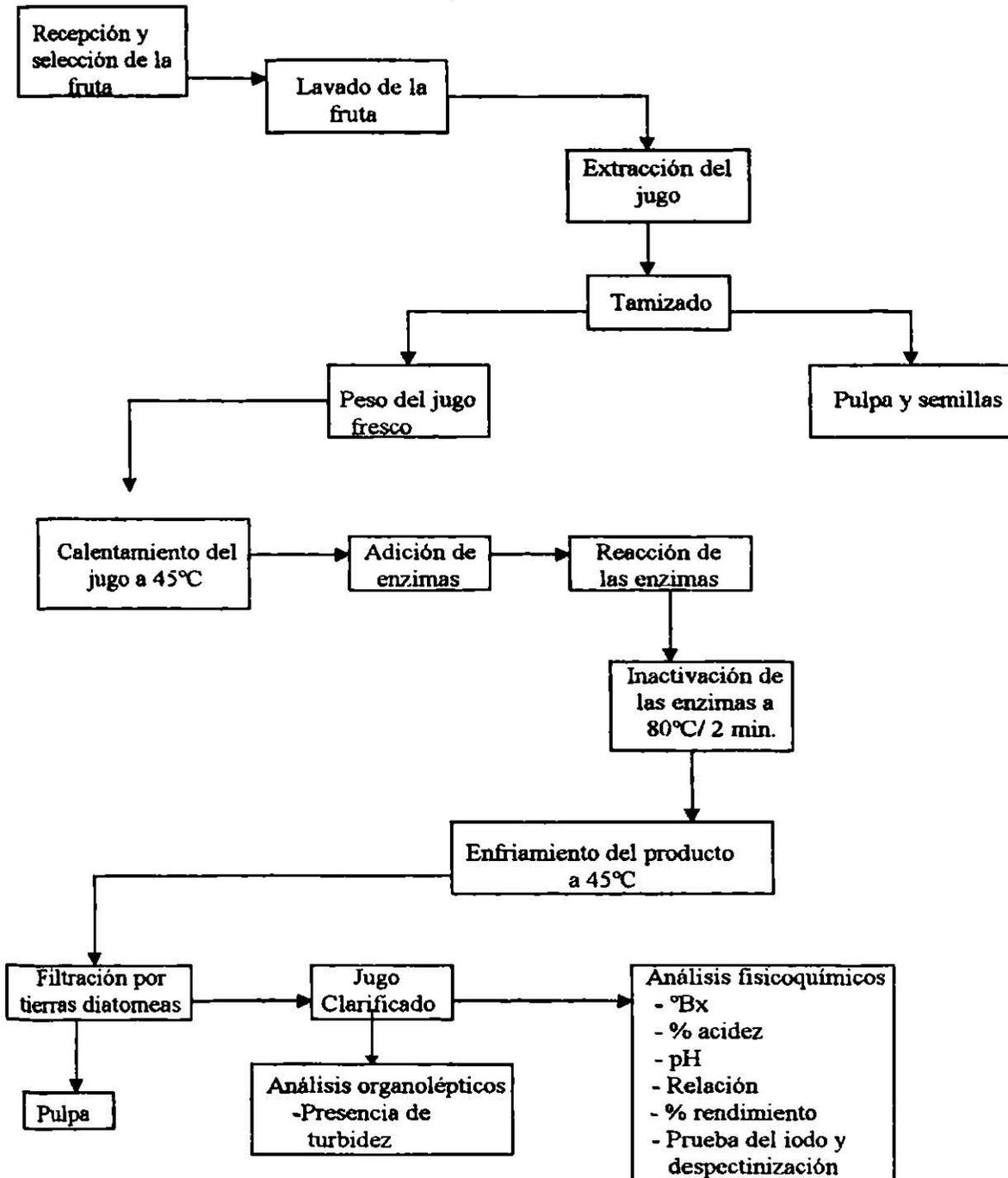
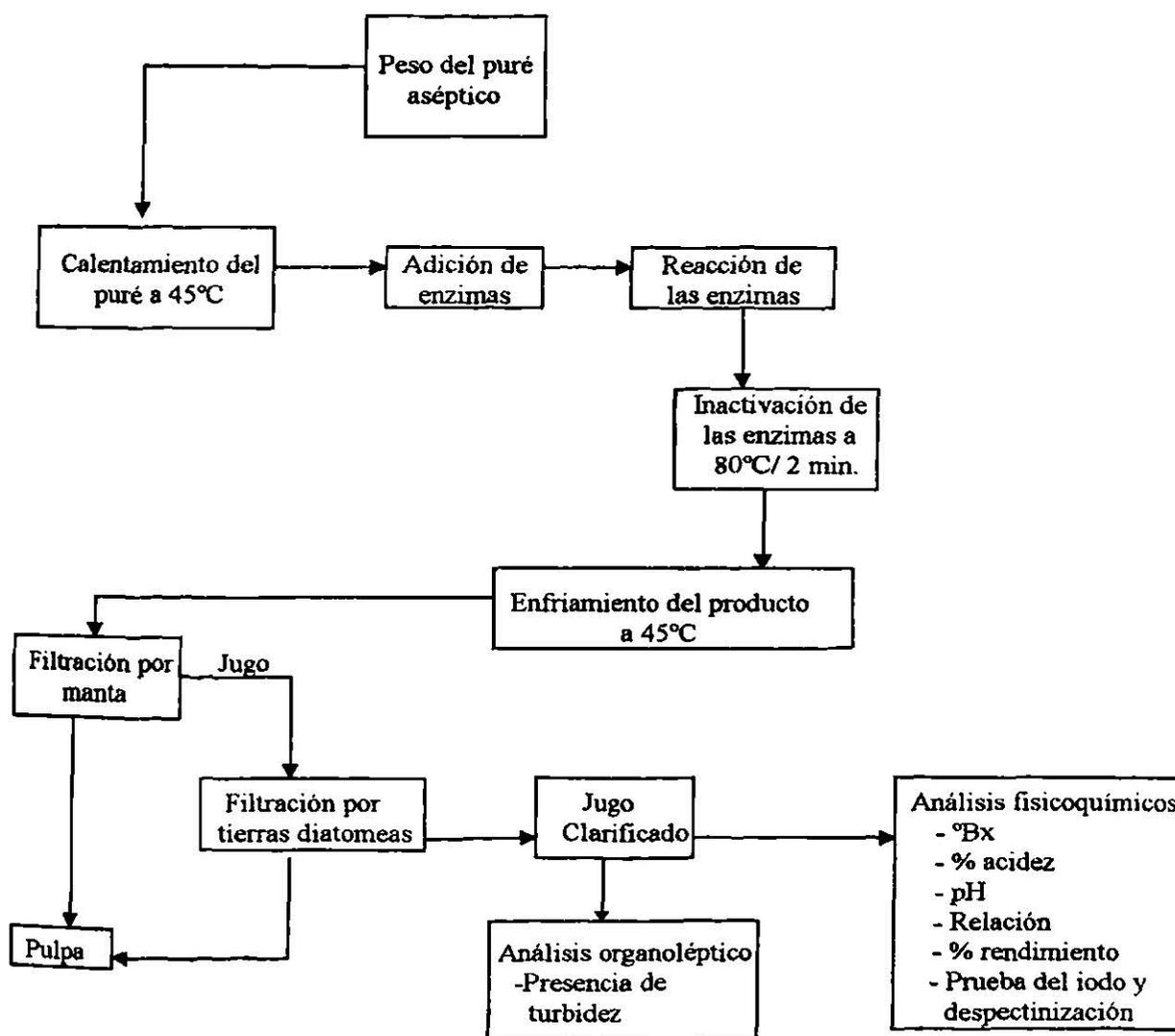


Figura 7.

Proceso para clarificación del jugo de mango y plátano



3.3. Enlatado de secciones de fruta en jarabe

El objetivo del siguiente estudio fue determinar el tiempo de tratamiento térmico aplicado al producto enlatado, obteniendo así, un producto de buena calidad tanto microbiológica como organoléptica.

El material y el equipo usado para el enlatar secciones de fruta en jarabe fue el siguiente: La fruta que se utilizó para obtener los gajos de naranja fue: naranja variedad valencia con un grado de maduración de 12 a 14 °Bx, para las rodajas de plátano se usó el plátano variedad cavendish con un grado de maduración de (4.5 a 5.0) °Bx 18+/- 0.3; la textura de ambas frutas fue firme, libre de golpes, picaduras de insectos, suciedad, etc.

En los siguientes cuadros se muestran los ingredientes y las especificaciones para la preparación de los jarabes destinados para el enlatado de las secciones de fruta.

Dichas especificaciones proporcionadas por la empresa Oranjugos son el resultado de pruebas realizadas con anterioridad en las que se observó el equilibrio deseado de sólidos solubles, acidez y peso drenado del producto, siendo el peso drenado para los gajos de naranja mínimo 1,700 gr. y para las rodajas de plátano mínimo 1,500 gr.

En los cuadros 2 y 3, se muestran las especificaciones y los ingredientes necesarios para la preparación del jarabe.

Cuadro 2. Ingredientes y especificaciones del jarabe para gajos de naranja

Ingredientes	Cantidad
Fructosa 75.3°Bx	175.00 ml.
Acido cítrico	0.077 %
Cloruro de calcio	0.250 gr
Agua c.b.p.	1.00 Lts.

Especificaciones °Bx = 17.0 +/- 0.20

pH = 3.2 - 3.7

Cuadro 3. Ingredientes y especificaciones del jarabe para rodajas de plátano

Ingredientes	Cantidad
Fructosa 75.3°Bx	175.00 ml.
Acido tartárico	0.280 %
Acido ascórbico	0.047 %
Cloruro de calcio	0.300 gr
Agua c.b.p.	1.00 Lts.

Especificaciones °Bx = 17.0 +/- 0.20

pH = 2.60

El equipio que se uso fue lata No. 10 (capacidad de un galón, con recubrimiento estañado), una báscula con capacidad de 20 Kg., una selladora (semiautomática, modelo 1,marca custom food machine), un proyector de sellos (efectivo para la medición directa de la sobreposición, en la cuál se observo la sección transversal del sello), un manómetro, abrelatas manual (el cuál se ajusto al diámetro de la lata y se remuovio la parte central de la tapa sin dañar los sellos o el cuerpo), tenazas No. 5 (se utilizo para arrancar la tira de la tapa), una sierra de sellos (la cuál corto la sección transversal del sello doble), una licuadora de cuatro velocidades con capacidad de un litro.

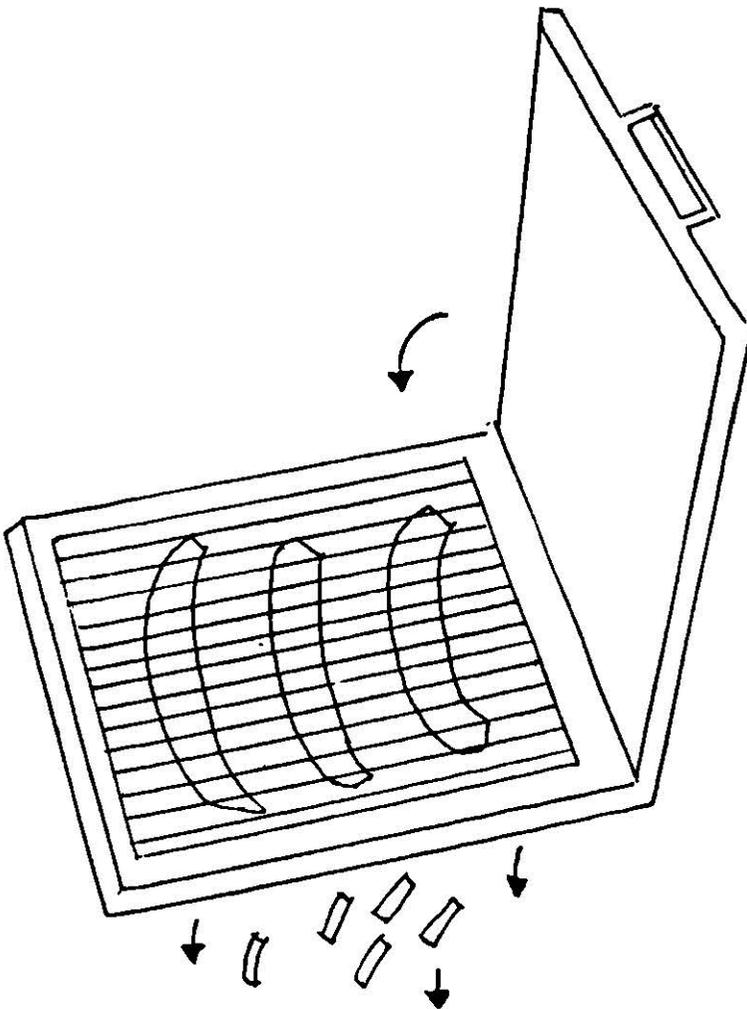
El método que se llevo a cabo para el enlatado de secciones de fruta en jarabe fue el siguiente:

- 1.-Se lavo la fruta y se llevo a cabo la selección de la misma, desechando la fruta maltratada.
- 2.- El procedimiento para el pelado y corte de la fruta fue el siguiente:
 - Se quito la cáscara de la fruta empleando un cuchillo.
 - Para obtener las secciones de la naranja se empleo una espátula y se hacían cortes del centro de la fruta hacia el exterior, quitando las semillas maduras e inmaduras.

Para la obtención de las rodajas de plátano; se usó la máquina de corte (fig. 8) en la cuál el plátano entero se acomodó en la parrilla de corte y bajando la tapa haciendo presión las rodajas cayeron en una solución de ácido ascórbico al 0.1%.

-Ya obtenidas las secciones o rodajas, se escurrieron y se almacenarán en charolas de plástico.

Figura 8. Máquina de corte para las rodajas de plátano



- 4.- Para la evaluación de cierres de envase se hizo un corte transversal del sello en la tapa de la lata y con el proyector de sellos se evaluarón los siguientes puntos: grosor del sello, gancho del cuerpo, longitud del sello, traslape, gancho de la tapa obtenidos en milésimas de pulgadas); además se llevo a cabo un exámen visual interno y externo, observando la presencia de algún defecto en la lata, suciedad, oxidación etc.
- 5.- Se procedio a llenar manualmente las latas con las secciones de fruta y el jarabe.

En el cuadro 4, se muestran las especificaciones proporcionadas por la empresa Oranjugos para el llenado de las latas.

Cuadro 4. Especificaciones de llenado de la lata

Gajos de naranja		Rodajas de plátano	
Secciones	2.00 kg	Rodajas	1.80 kg
Jarabe	1.10 kg	Jarabe	1.30 kg
Lata	<u>0.30 kg</u>	Lata	<u>0.30 kg</u>
Total	3.40 kg	Total	3.40 kg

- Se calentó el jarabe a 95 °C.
- Se procedio a vaciar la fruta en la lata (antes se escurrió el jugo sobrante de las charolas).
- Se adiciono a la fruta el jarabe a 80- 85°C.
- Se dejó un espacio de cabeza de 10 mm.

- La lata con el producto, se introdujo en baño maría a una temp. del agua a $88 \pm 1^\circ\text{C}$ manteniendo la lata hasta alcanzar una temperatura mínima de 65°C en el centro de la lata. (Determinando el tiempo en alcanzar la temperatura para cada producto)
- Se selló la lata (se hizo un orificio en la tapa de una lata para introducir el termopar).
- Una vez elevada la temperatura deseada en el centro de la lata se procedió a sellarla

6.- El proceso de pasteurización se llevo a cabo como sigue:

- Se adiciono agua a la olla a un nivel donde se mantenga sumergida toda la lata.
- El agua se calentó a 86°C
- Se introdujo la lata sellada, manteniendo la temperatura del agua constante.
- *Para gajos de naranja se emplearon tiempos de permanencia de 10, 15 y 20 minutos, mientras que para rodajas de plátano se emplearon tiempos de permanencia de 15, 20 y 25 minutos.
- Una vez llevado a cabo el tiempo de permanencia se sacaron las latas y se pasaron a un baño con agua (20°C), ésta se cambiaba constantemente para mantener la temperatura
- Las latas se sacaron cuando tenían una temperatura aproximada de 40°C .
- Se secaron y fueron identificadas.

Los análisis realizados al producto enlatado fueron: microbiológicos, organolépticos y físicos .

Para los análisis físicos, se determino:

- a) Peso neto:** Se peso el total del producto contenido en la lata
- b) Vacío:** este se midio con el manómetro, colocándolo en el centro de la tapa de la lata y haciendo una ligera presión sobre ella hasta perforarla, registrando la lectura marcada por la aguja y repositando en cm Hg.
- c) Espacio de cabeza:** El espacio de cabeza se midió con una regla de escala 0 a 100 cm. y la lectura que se tomó fue a partir de la superficie del producto hasta el nivel de la tapa de la lata.
- d) Peso drenado:** Se registro el peso bruto del producto, se abrio la tapa con el abrelatas dejando un área cerrada, se ladeo la lata con el producto y se dejo escurrir el producto por un tiempo de 2.30 min., se procedio a pesar la lata con el producto drenado obteniendo el peso neto, siendo éste el peso drenado.

Determinación de análisis microbiológicos:

Para la determinación de los análisis microbiológicos se llevo a cabo la prueba de esterilidad comercial, la cuál tiene por objeto determinar la precencia de organismos que pudieran haber resistido al tratamiento térmico y que por determinadas circunstancias pudieran desarrollarse produciendo alteraciones en el alimento constituyendo así un peligro para el consumidor.

En el cuadro 5, se muestran los medios de cultivo marca (BIOXON) y cantidades empleadas para su preparación.

Cuadro 5. Medios de cultivo usados en la prueba de esterilidad comercial

Medios de cultivo	Cantidades
Caldo de soya tripticaseina	30 gr/1000 ml agua destilada
Caldo ácido	*
Agar de soya tripticaseina	40 gr/1000 ml agua destilada
Agar papa dextrosa	39 gr/1000 ml agua destilada

* El caldo ácido se preparo de la siguiente manera: se peso 5 gr. de peptona (polipeptona), 5 gr de extracto de levadura, 5 gr. de dextrosa y 4 gr. de fosfato dipotásico, finalmente se aforo con agua destilada a 1.0 lt. Los ingredientes se disolvieron en el agua y se llevo a un pH de 5.0 con la adición de HCl 1:1.

Para la preparación de los medios de cultivo se calculo la cantidad de medio a usar, y se peso en un trozo de papel aluminio, se dejo hidratando y reposando en agua destilada hasta disolución total del medio, se mezclo perfectamente, la boca del matraz se cubrio con una torunda de algodón y se calento el medio de cultivo en baño maría hasta disolverlo completamente. El medio de cultivo se esterilizo en la autoclave a 15 libras de presión por espacio de 15 minutos.

Los reactivos usados fueron los siguientes:

a) Colorantes para tinción de Gram

-Cristal violeta Hucker

Solución A: 2.00 gr. de cristal violeta (85% de contenido de colorante) se mezclaron en 20 ml. de alcohol etílico de 95%.

Solución B: Se mezcló 2.00 gr. de oxalato de amonio monohidratado en 20 ml. de agua destilada. Se mezclaron a partes iguales las dos soluciones.

Solución de Lugol: Se molio en el mortero 1.0 gr de cristales de iodo con 2.0 gr. de ioduro de potasio y se aforo a 300 ml de agua. Se empleo agua destilada.

Solución de safranina: Se mezclaron 2.5 gr. de safranina con 100 ml de alcohol etílico de 95% . Se tomo 10 ml de la solución alcohólica de safranina y se aforo a 100 ml con agua destilada.

El material y el equipo usados fueron los siguientes:

El material antes de esterilizarlo se limpio con detergente, las pipetas con algodón insertado, cajas petri, vasos de licuadora, frascos de vidrio y espátulas se envolvieron en papel estrasa y se aseguro la envoltura con cinta maskingtape.

Una vez preparado el material se esterilizo en la autoclave a 15 libras de presión durante 15 minutos, el material estéril se coloco en una estufa y se dejo secar a 120 °C durante 30 minutos.

Se uso una campana de flujo laminar con especificaciones de medio ambiente ultra limpio en un cuarto libre de corrientes y la campana se desinfecto con solución de fenol al 3% (se mezclo 3 gr de fenol en agua destilada y se aforó a 100 ml).

Se uso un microscopio para el exámen directo del producto.

El muestreo se realizo de la siguiente manera:

I.- Tratamiento de la muestra

Se hizo un exámen de la muestra aséptica registrándose el producto, y se examino para detectar condiciones anormales como defectos de cierre y abombamientos.

Se incubo la lata para determinar la esterilidad comercial del producto envasado, y se mantuvo a una temperatura de 35 °C durante 5 días para permitir a cualquier microorganismo significativo crecer y manifestar su presencia.

II.- Abertura de las muestras asépticas

Se limpio e higienizo la superficie de la lata, y se se procedio a abrirla, se tomaron porciones del contenido usando los frascos estériles. La muestra se licúo.

El procedimiento para la prueba de esterilidad comercial fue el siguiente:

Para mesofilicos aerobios (Cuenta en placa por siembra en difusión)

- a).- Se transfirio a las cajas petri 1 ml. de muestra y se virtio en cada placa el medio de cultivo fundido a 45 +/- 1 °C, se mezclo el medio y la muestra imprimiendo en la placa movimientos de zig-zag o en forma de ocho.

- b).- Una vez solidificado el medio de cultivo se invirtieron las placas y se incubaron a 35°C, durante 24 horas.
- c).- Se calculó el número de microorganismos por mililitro de muestra.

Para hongos y levaduras

- a).- Igual que inicio (a) para mesofílicos aerobios.
- b).- Ya solidificado el agar se invirtieron las cajas petri y se incubaron entre 20 y 25°C, durante 5 días.
- c).- Se hizo un conteo por placa y se calculó el número de levaduras y hongos por mililitro de muestra.

Cultivo de productos ácidos (pH menor de 4.6)

Mesofílicos y termofílicos anaerobios

- a).- Se inoculó de 2 a 4 ml de muestra a 4 tubos conteniendo caldo ácido, previamente calentado a 100°C y enfriado a temperatura ambiente.

Se hizo un tapón con agar y se incubaron dos tubos a 30°C y dos a 55°C, un máximo de 5 días.

Resultados de los cultivos, los tubos con caldo ácido positivos para anaerobios se observarán con gas y desplazamiento de la capa de agar pudiendo observarse turbiedad o precipitado, sembrar y realizar frotis si es necesario, reportando positivo o negativo para mesofílicos anaerobios a 35°C y positivo o negativo para termofílicos anaerobios a 55°C.

b).- Se inoculo de 2 a 4 ml. de muestra a dos tubos conteniendo caldo de soya tripticaseina. Se incubo a 30°C durante 4 ó 5 días.

Resultados en los cultivos, en los tubos se observará con turbiedad o precipitado blanco, resembrar y realizar frotis si es necesario, reportar mesofilicos aerobios positivos o negativos a 35°C o termofilicos aerobios positivos o negativos a 55°C.

Determinación de análisis organoléptico:

Al producto drenado de cada tratamiento se realizó un análisis organoléptico reportando el color, sabor y consistencia del mismo.

4.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Obtención de jugos clarificados

A continuación se presentan en los siguientes cuadros, los resultados obtenidos del estudio realizado para la obtención de jugos clarificados de fruta.

4.1.1. Concentración de enzimas comerciales y tiempos de tratamiento enzimático.

Los resultados del tratamiento del jugo fresco de naranja tratado la enzima comercial Cytolase M 21m, a diversos tiempos de tratamiento enzimático se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Jugo fresco de naranja tratado con Cytolase M219

Tiempo de tratamiento enzimático(min)	Enzima comercial Cytolase M219 concentración en base al peso del jugo		
	0.05%	0.10%	0.20%
30	turbidez	turbidez	no turbidez
60	turbidez	no turbidez	no turbidez
90	turbidez	no turbidez	N.D.
120	turbidez	N.D.	N.D.

N.D. = no determinado

Se observó que en el jugo de naranja, al emplear una concentración de 0.10% de enzima comercial con tiempos de tratamiento de 60 y 90 minutos, no se presento turbidez en el jugo, así como al usar una concentración de 0.20% de enzima con tiempos de tratamiento de 30 y 60 minutos, obteniéndose en dichas pruebas un jugo claro, brillante y con sabor característico, además de disminuir el tiempo de tratamiento al emplear una concentración de 0.20%.

En el jugo de naranja que presento turbidez, la prueba de despectinización fue positiva, ya que se observó la formación de un anillo gelatinoso por encima del líquido. Esta prueba mostro que la pectina fué insuficientemente degradada, y para el jugo que no presentó turbidez la prueba de despectinización fue negativa lo cual indica que la pectina fué totalmente degradada, siendo en éstos casos los tratamientos recomendados para su utilización una concentración de 0.1% de enzima comercial por un tiempo de tratamiento de 60 a 90 minutos.

Los resultados del tratamiento aplicado al puré aséptico de mango tratado con diferentes concentraciones de enzimas comerciales y tiempos de tratamiento enzimático, se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Puré aséptico de mango tratado con enzimas comerciales.

Tiempo de tratamiento enzimático (min)	Enzimas comerciales (Cytolase M219 y Hazyme)		
	concentración en 0.05%	base al peso del puré 0.10%	0.20%
30	turbidez	turbidez	turbidez
60	turbidez	turbidez	turbidez
90	turbidez	turbidez	no turbidez
120	turbidez	no turbidez	no turbidez

En los resultados se observa que no se presentó turbidez en el jugo de mango al emplear concentraciones de enzimas comerciales de 0.10% con un tiempo de tratamiento de 120 minutos, así como al usar una concentración de 0.20% de enzimas comerciales con tiempos de tratamiento de 90 y 120 minutos, obteniéndose un jugo claro, brillante y con sabor característico.

En ésta prueba se necesitó mayor concentración de enzimas comerciales así como de mayor tiempo de tratamiento, esto pudo deberse a que el jugo de mango presentó mayores niveles de fibra y almidón en comparación a el jugo fresco de naranja.

En el cuadro 8. se presentan los resultados del puré aséptico de plátano tratado con diferentes concentraciones de enzimas comerciales y tiempos de tratamiento enzimático.

Cuadro 8. Puré aséptico de plátano tratado con enzimas comerciales

Tiempo de tratamiento enzimático (min)	Enzimas comerciales (Cytolase M219 y Hazyme)		
	concentración en 0.05%	base al peso del puré 0.10%	0.20%
30	turbidez	turbidez	turbidez
60	turbidez	turbidez	turbidez
90	turbidez	turbidez	turbidez
120	turbidez	no turbidez	no turbidez

Los resultados muestran que no se presentó turbidez en el jugo de plátano al usar concentraciones de 0.10% y 0.20% de enzimas comerciales al tratar con un tiempo de tratamiento enzimático de 120 minutos, obteniéndose un jugo claro, brillante y con sabor característico.

Para el jugo de mango así como para el de plátano, que presentaron turbidez, la prueba de despectinización fue negativa en ambos indicando que la pectina fue totalmente degradada esto debido probablemente al bajo nivel de pectina, sin embargo, la prueba del iodo para detección del almidón, se observó una coloración negra-azulosa lo cual demostró que el almidón no fue completamente hidrolizado debido a que parte fue solubilizado lo cual provocó la aparición de la turbidez en los jugos. Para los jugos que no presentaron turbidez, en la prueba de despectinización y en la prueba del iodo no hubo cambio alguno, lo cual indica que tanto la pectina como el almidón fueron completamente degradados.

En general se observó que durante el tratamiento enzimático la consistencia de los purés se volvía más ligera a medida que transcurría el tiempo de tratamiento y la filtración a través de la manta fue más rápida.

4.1.2. Variación en el % de pulpa (puré de plátano)

Los resultados de la variación del % de pulpa en el puré aséptico de plátano durante el tratamiento enzimático empleando una concentración de enzimas de 0.10% y un tiempo de 120 minutos son mostrados en el cuadro 9.

Cuadro 9. Variación del % de pulpa en el puré de plátano durante el tratamiento enzimático

Datos fisico-químicos	Antes de tratamiento enzimático	Después de tratamiento enzimático	Después de filtración por manta	Después de filtración por tierras
°Bx	21.48	21.40	21.43	21.39
% pulpa	N.D.	30	5	0

Estos resultados muestran que después del tratamiento enzimático, el porcentaje de pulpa en el puré de plátano baja considerablemente de un 30% hasta 0% después de la filtración por las tierras.

4.1.3. Rendimiento y aspectos fisicoquímicos

En los siguientes cuadros se muestran los rendimientos y los resultados de los análisis fisicoquímicos de los productos usados antes de la aplicación de las enzimas y un vez obtenido el producto clarificado.

En el cuadro 10. se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos ($^{\circ}\text{Bx}$, % acidez, relación y pH) realizados al puré de mango, empleando una concentración de 0.10% de enzimas comerciales con un tiempo de tratamiento de 120 minutos.

Cuadro 10. Aspectos fisicoquímicos del puré de mango

Datos fisicoquímicos	Antes de tratamiento enzimático	Jugo clarificado
$^{\circ}\text{Bx}$	18.58	18.50
% acidez	0.45	0.49
relación ($^{\circ}\text{Bx}/\text{acidez}$)	41.28	37.75
pH	4.08	4.04
Rendimiento	80%	

Los resultados de los análisis fisicoquímicos del puré de plátano, empleando una concentración de 0.10% de enzimas comerciales con un tiempo de tratamiento de 120 minutos, se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Aspectos fisicoquímicos del puré de plátano

Datos fisicoquímicos	Antes de tratamiento enzimático	Jugo clarificado
$^{\circ}\text{Bx}$	21.48	21.46
% acidez	0.48	0.47
relación ($^{\circ}\text{Bx}/\text{acidez}$)	44.75	45.65
pH	4.40	4.37
Rendimiento	85%	

En el cuadro 12 se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos del jugo fresco de naranja, empleando una concentración de 0.10% de enzimas comerciales con un tiempo de tratamiento de 60 minutos.

Cuadro 12. Aspectos fisicoquímicos del jugo de naranja

Datos fisicoquímicos	Antes de tratamiento enzimático	Jugo clarificado
°Bx	12.64	12.50
% acidez	0.78	0.79
relación (°Bx/acidez)	16.20	15.82
pH	3.70	3.68
Rendimiento	95%	

Los resultados que se presentaron en los cuadros anteriores muestran que los valores fisicoquímicos del producto no varían considerablemente una vez llevado a cabo el tratamiento enzimático y obtenido el jugo clarificado, lo cuál indica que las enzimas comerciales no modifican las características químicas del producto usado.

El rendimiento que se obtuvo fue mayor en el jugo de naranja con un 95% seguido del jugo de plátano con un 85% y el de menor rendimiento fue el jugo de mango con un 80%.

4.2. Enlatado de secciones de fruta en jarabe.

En los siguientes cuadros se muestran los resultados del estudio llevado a cabo durante el enlatado de gajos de naranja y rodajas de plátano en jarabe.

4.2.1. Registro de temperatura vs. tiempo en el centro de la lata.

En el cuadro 13. se presenta el registro de temperatura en el punto frío de la lata manteniendola en agua a una temp. a $88^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y el tiempo en elevar la temperatura del producto a 65°C mínimo.

Cuadro 13. Registro de temperatura en rodajas de plátano en jarabe.

RODAJAS DE PLATANO EN JARABE temperatura del agua $88^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$		
Tiempo (min)	Temp. centro de la lata ($^{\circ}\text{C}$)	Temp. agua ($^{\circ}\text{C}$)
0	26.0	88.0
2	35.6	88.0
4	44.9	87.0
6	49.9	87.0
8	55.2	87.5
10	57.3	87.5
12	61.3	87.5
14	64.0	88.0
16	65.6	88.5
18	68.8	89.0
20	70.0	89.0

El registro de temperatura del agua de calentamiento y el tiempo en elevar la temperatura a 65°C mínimo en el centro de la lata son mostrados en el cuadro 14.

Cuadro 14. Registro de temperatura en gajos de naranja en jarabe

GAJOS DE NARANJA EN JARABE temperatura del agua 88°C +/- 1°C		
Tiempo (minutos)	Temp. centro de la lata (°C)	Temperatura agua (°C)
0	28.8	89.0
2	39.0	89.0
4	47.0	88.0
6	53.0	88.0
8	57.0	88.0
10	61.1	89.0
12	65.6	88.0
14	69.2	89.0
16	70.0	89.0
18	70.9	89.0
20	71.0	89.0

Para los gajos de naranja en jarabe, en 12 minutos se eleva la temperatura del producto a 65.6°C (temperatura en el centro de la lata), siendo que para las rodajas de plátano se requiere de 16 minutos manteniendo el agua de precalentamiento a 88°C +/- 1°C.

4.2.2. Análisis microbiológicos del producto enlatado.

Los resultados de los análisis microbiológicos en rodajas de plátano en jarabe con 15, 20 y 25 minutos de tiempo de permanencia se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15. Análisis microbiológicos de rodajas de plátano en jarabe

RODAJAS DE PLATANO EN JARABE							
Tiempo de permanencia	No. lata	Mesofilicos anaerobios	Termofilicos anaerobios	Mesofilicos aerobios	Termofilico aerobios	Hongos	Levaduras
15 minutos	1	Positivo	Positivo	500 ufc/gr	Positivo	20 ufc/gr	*3,000 ufc/gr
	2	Positivo	Positivo	100 ufc/gr	Positivo	20 ufc/gr	1,900 ufc/gr
	3	Positivo	Positivo	800 ufc/gr	Positivo	10 ufc/gr	*3,000 ufc/gr
20 minutos	1	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr
	2	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr
	3	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr
25 minutos	1	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr
	2	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr
	3	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr

* Cuenta mayor de 3,000 unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/gr).

Se observó que con un tiempo de permanencia de 15 minutos, el producto presentó contaminación de bacterias aerobias y anaerobias, en cambio al emplear tiempos de permanencia de 20 y 25 minutos no se presentó contaminación bacteriana, asegurándose la esterilidad comercial del producto.

En el cuadro 16, se presentan los resultados del análisis microbiológico en gajos de naranja en jarabe al emplear tiempos de permanencia de 10, 15 y 20 minutos.

Cuadro 16. Análisis microbiológico de gajos de naranja en jarabe

GAJOS DE NARANJA EN JARABE							
Tiempo de esterilización	No. lata	Mesofilicos anaerobios	Termofilicos anaerobios	Mesofilicos aerobios	Termofilico aerobios	Hongos	Levaduras
10 minutos	1	Positivo	Positivo	500 ufc/gr	Positivo	0 ufc/gr	*3,000 ufc/gr
	2	Positivo	Positivo	980 ufc/gr	Positivo	10 ufc/gr	*3,000 ufc/gr
	3	Positivo	Positivo	*3,000 ufc/gr	Positivo	10 ufc/gr	2,000 ufc/gr
15 minutos	1	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr
	2	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr
	3	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr
20 minutos	1	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr
	2	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr
	3	Negativo	Negativo	0 ufc/gr	Negativo	0 ufc/gr	0 ufc/gr

*Cuenta mayor de 3,000 unidades formadoras de colonias por gramo (ufc/gr).

Los resultados muestran que se presenta contaminación bacteriana al emplear un tiempo de permanencia de 10 minutos, siendo que para 15 minutos o mas no se presenta contaminación asegurando de ésta forma la esterilidad comercial del producto.

4.2.3. Aspectos organolépticos y fisico-químicos.

Los resultados de los análisis organolépticos realizados de los productos enlatados que presentaron esterilidad comercial como son rodajas de plátano con un tiempo de permanencia de 20 y 25 minutos y gajos de naranja con un tiempo de permanencia de 15 y 20 minutos son presentados en los cuadros 17 Y 18.

Cuadro 17. Aspectos organolépticos en rodajas de plátano

RODAJAS DE PLATANO EN JARABE

Propiedades organolépticas	Tiempo de esterilización	
	20 minutos	25 minutos
Color	Crema	Ligeramente oscuro
Sabor	Característico	Característico
Aroma	Característico	Característico
Textura	Firme	No firme

Se observa que con un tiempo de permanencia de 20 minutos se conservan las características deseadas del producto, mientras que al aplicar un tiempo de permanencia de 25 minutos se presenta en el producto un cambio en el color y textura.

Cuadro 18. Aspectos organolépticos en gajos de naranja

GAJOS DE NARANJA EN JARABE

Propiedades organolépticas	Tiempo de esterilización	
	15 minutos	20 minutos
Color	Característico	Ligeramente oscuro
Sabor	Característico	Característico
Aroma	Característico	Característico
Textura	Firme	Ligeramente firme

Al emplear un tiempo de permanencia de 15 minutos los gajos de naranja se mantienen firmes conservando sus propiedades características sin alteración mínima, pero al emplear un tiempo de permanencia de 20 minutos se observa que el gajo presenta cambios en la firmeza haciéndolo indeseable para suministro comercial.

En los siguientes cuadros se muestran los resultados de los análisis físicos realizados al producto enlatado.

Cuadro 19. Aspectos físicos de rodajas de plátano en jarabe

RODAJAS DE PLATANO

Aspectos físicos	Tiempo de permanencia (minutos)	
	20	25
Vacío (cm Hg)	13	12
Especio de cabeza (mm)	10	9
Peso neto (gr)	3.11	3.10
Peso drenado (gr)	1,613.28	1,523.03

Cuadro 20. Aspectos físicos de gajos de naranja en jarabe

GAJOS DE NARANJA

Aspectos físicos	Tiempo de permanencia (minutos)	
	15	20
Vacío (cm Hg)	12	14
Espacio de cabeza (mm)	7	10
Peso neto (gr)	3.10	3.10
Peso drenado (gr)	1,745.82	1,305.67

Los resultados anteriores muestran que los productos presentaron un vacío mayor a 10 centímetros de mercurio, debido a que el producto se selló a una temperatura mínima de 65°C, lectura marcada por el termómetro en el centro de la lata y además que el espacio de cabeza fué el adecuado de 10 mm.

En cuanto a el peso drenado, éste se ve afectado al aplicar mayor tiempo de permanencia a 65°C, siendo el tiempo de permanencia más adecuado para los gajos de naranja 15 minutos.

5.CONCLUSIONES

5.1.- Jugos clarificados

- Los tratamientos recomendados para obtener jugos clarificados fueron los siguientes:

Para el jugo de naranja, emplear una concentración de enzima Cytolase M-219 entre 0.10% a 0.20%, a 45°C con un tiempo de tratamiento de 30 minutos o mayor, para el puré aséptico de mango, usar una concentración entre 0.10% a 0.20% con un tiempo de tratamiento de 90 a 120 minutos y para el puré aséptico de plátano tratarlo con una concentración de enzimas de 0.10% a 0.20%, con un tiempo de tratamiento de 120 minutos.

- La dosis de la enzima está en función de la temperatura, tiempo de residencia, pH y otras características químicas, tal como la composición de la fruta a usar.

- La aplicación del tratamiento enzimático mejora la filtración y se obtienen elevados rendimientos

- El tratamiento enzimático no modifica las características químicas del producto.

5.2.- Enlatado de secciones de fruta en jarabe

- El tiempo en transmitir el calor hacia el interior del producto en la lata No. 10, fué menor para los gajos de naranja que para las rodajas de plátano, uno de los factores fue probablemente la cantidad y características de la fruta.

- Los tratamientos de pasteurización recomendados para asegurar la esterilidad comercial del producto como el conservar las características organolépticas deseadas fueron, para los gajos de naranja aplicar un tiempo de permanencia de 15 minutos a 86°C y para las rodajas de plátano

un tiempo de permanencia de 20 minutos a 86°C.

- Al aplicar mayores tiempos de permanencia al producto, fueron afectadas las características organolépticas, presentándose un cambio en el color y textura del producto (afectando el peso drenado del mismo).

6.- RESUMEN

Con el fin de satisfacer las nuevas y mayores exigencias de los clientes e incrementar la participación y el liderazgo del mercado, es necesario el desarrollo de productos nuevos o innovaciones de los existentes; siendo así el objetivo de dicho estudio, en el cual, se evaluarón dos líneas de proceso en la industria de frutas tropicales, entre ellos los cítricos, plátano y mango; ya que son las frutas más consumidas y conocidas a nivel mundial. El primer estudio fue la obtención de jugos clarificados mediante tratamiento enzimático, en el cual se emplearon enzimas comerciales como Cytolase M-219, que es un preparado de enzimas que obran sobre las sustancias pécticas y la segunda enzima usada fue Hazyme, la cual actuó sobre los enlaces de almidón. Se usó jugo fresco de naranja y purés asépticos de mango y plátano, a los cuáles se le aplicaron dosis de 0.05%, 0.10% y 0.20% de cada enzima comercial con tiempos de tratamiento de 30, 60, 90 y 120 minutos respectivamente y una vez obtenido el jugo se analizarón tanto las características fisicoquímicas como las organolépticas además de realizar la prueba de iodo y despectinización. Observandose que, para el jugo fresco de naranja al usar una dosis de Cytolase M219 entre 0.10% a 0.20% con tiempo de tratamiento de 30 minutos o mayor, no se observó turbidez en el jugo y, las pruebas de iodo y despectinización resultaron negativas, lo mismo sucedió en el puré de mango al emplear una dosis de Cytolase y Hazyme entre 0.10% a 0.20% con un tiempo de tratamiento de 90 a 120 minutos, y para el puré de plátano al emplear una concentración de enzimas entre 0.10% a 0.20% con un tiempo de tratamiento de 120 minutos o mayor, siendo así, éstos los tratamientos recomendados para obtener un jugo clarificado, brillante y con sabor característico.

El segundo estudio fue el enlatado de secciones de fruta en jarabe, en el cuál las secciones de fruta a usar fueron gajos de naranja y rodajas de plátano, llevandose a cabo el siguiente método. Se lavó la fruta, después se peló y se procedió al corte de la misma, obteniendo así las secciones las cuales se introdujeron en la lata junto con el jarabe (las especificaciones tanto del jarabe como del llenado de la lata, fueron proporcionadas por la Cía Oranjugos), después se procedió a elevar la temperatura del producto a 65°C mínimo en el centro de la lata, la lata se selló y se llevó a cabo la esterilidad comercial del producto, aplicando para los gajos de naranja tiempos de permanencia de 10, 15 y 20 minutos a 86°C, y para las rodajas de plátano se aplicaron tiempos de permanencia de 15, 20 y 25 minutos, finalmente se procedió al enfriamiento de la lata. En base a los resultados de los análisis microbiológicos, organolépticos y físicos, los tratamientos recomendados para asegurar la esterilidad comercial, propiedades organolépticas y físicas del producto enlatado fueron, para gajos de naranja aplicar un tiempo de permanencia de 15 minutos a 86°C y, para las rodajas de plátano aplicar un tiempo de permanencia de 20 minutos a 86°C.

APENDICE

TABLA 1. Porcentaje de acidéz para corrección de grados brix

% ácido cítrico	adicionar (%)						
0.1	0.02	4.8	0.94	9.5	1.87	14.2	2.77
0.2	0.04	4.9	0.96	9.6	1.89	14.3	2.79
0.3	0.06	5.0	0.98	9.7	1.91	14.4	2.81
0.4	0.08	5.1	1.00	9.8	1.93	14.5	2.83
0.5	0.11	5.2	1.02	9.9	1.95	14.6	2.84
0.6	0.13	5.3	1.04	10.0	1.97	14.7	2.86
0.7	0.15	5.4	1.06	10.1	1.99	14.8	2.88
0.8	0.17	5.5	1.08	10.2	2.01	14.9	2.90
0.9	0.19	5.6	1.10	10.3	2.03	15.0	2.92
1.0	0.21	5.7	1.12	10.4	2.05	15.1	2.94
1.1	0.23	5.8	1.13	10.5	2.07	15.2	2.96
1.2	0.25	5.9	1.15	10.6	2.09	15.3	2.98
1.3	0.27	6.0	1.17	10.7	2.11	15.4	2.99
1.4	0.29	6.1	1.19	10.8	2.13	15.5	3.01
1.5	0.31	6.2	1.21	10.9	2.15	15.6	3.03
1.6	0.33	6.3	1.23	11.0	2.17	15.7	3.05
1.7	0.34	6.4	1.25	11.1	2.19	15.8	3.06
1.8	0.36	6.5	1.27	11.2	2.21	15.9	3.08
1.9	0.38	6.6	1.29	11.3	2.23	16.0	3.10
2.0	0.42	6.7	1.31	11.4	2.25	16.1	3.11
2.1	0.42	6.8	1.33	11.5	2.27	16.2	3.13
2.2	0.44	6.9	1.35	11.6	2.29	16.3	3.15
2.3	0.46	7.0	1.37	11.7	2.31	16.4	3.17
2.4	0.48	7.1	1.39	11.8	2.33	16.5	3.19
2.5	0.50	7.2	1.41	11.9	2.35	16.6	3.21
2.6	0.52	7.3	1.43	12.0	2.37	16.7	3.23
2.7	0.54	7.4	1.45	12.1	2.39	16.8	3.24
2.8	0.56	7.5	1.47	12.2	2.41	16.9	3.26
2.9	0.58	7.6	1.49	12.3	2.43	17.0	3.28
3.0	0.60	7.7	1.51	12.4	2.45	17.1	3.30
3.1	0.61	7.8	1.53	12.5	2.47	17.2	3.32
3.2	0.62	7.9	1.55	12.6	2.48	17.3	3.34
3.3	0.64	8.0	1.57	12.7	2.50	17.4	3.35
3.4	0.66	8.1	1.59	12.8	2.51	17.5	3.37
3.5	0.68	8.2	1.61	12.9	2.53	17.6	3.39
3.6	0.70	8.3	1.63	13.0	2.55	17.7	3.41
3.7	0.72	8.4	1.65	13.1	2.57	17.8	3.43
3.8	0.74	8.5	1.67	13.2	2.59	17.9	3.45
3.9	0.76	8.6	1.69	13.3	2.61	18.0	3.47
4.0	0.78	8.7	1.71	13.4	2.63	18.1	3.48
4.1	0.80	8.8	1.73	13.5	2.65	18.2	3.50
4.2	0.82	8.9	1.75	13.6	2.67	18.3	3.52
4.3	0.84	9.0	1.77	13.7	2.68	18.4	3.53
4.4	0.86	9.1	1.79	13.8	2.69	18.5	3.55
4.5	0.88	9.2	1.81	13.9	2.71	18.6	3.57
4.6	0.90	9.3	1.83	14.0	2.73	18.7	3.59
4.7	0.92	9.4	1.85	14.1	2.75	18.8	3.61

TABLA 2. Porcentaje de acidéz para corrección de grados brix

% ácido cítrico	adicionar (%)						
18.9	3.62	23.6	4.45	28.3	5.22	33.0	6.02
19.0	3.64	23.7	4.46	28.4	5.24	33.1	6.04
19.1	3.66	23.8	4.48	28.5	5.26	33.2	6.05
19.2	3.68	23.9	4.50	28.6	5.28	33.3	6.07
19.3	3.69	24.0	4.52	28.7	5.30	33.4	6.09
19.4	3.71	24.1	4.53	28.8	5.32	33.5	6.10
19.5	3.73	24.2	4.54	28.9	5.34	33.6	6.12
19.6	3.75	24.3	4.55	29.0	5.36	33.7	6.14
19.7	3.77	24.4	4.57	29.1	5.37	33.8	6.15
19.8	3.79	24.5	4.59	29.2	5.39	33.9	6.17
19.9	3.80	24.6	4.61	29.3	5.41	34.0	6.19
20.0	3.82	24.7	4.63	29.4	5.43	34.1	6.20
20.1	3.83	24.8	4.65	29.5	5.45	34.2	6.22
20.2	3.85	24.9	4.67	29.6	5.46	34.3	6.24
20.3	3.87	25.0	4.69	29.7	5.48	34.4	6.25
20.4	3.89	25.1	4.70	29.8	5.49	34.5	6.27
20.5	3.91	25.2	4.72	29.9	5.50	34.6	6.29
20.6	3.93	25.3	4.74	30.0	5.52	34.7	6.30
20.7	3.95	25.4	4.76	30.1	5.54	34.8	6.32
20.8	3.97	25.5	4.77	30.2	5.55	34.9	6.34
20.9	3.98	25.6	4.78	30.3	5.57	35.0	6.35
21.0	4.00	25.7	4.79	30.4	5.59	35.1	6.37
21.1	4.02	25.8	4.82	30.5	5.60	35.2	6.39
21.2	4.04	25.9	4.84	30.6	5.62	35.3	6.40
21.3	4.05	26.0	4.86	30.7	5.64	35.4	6.42
21.4	4.07	26.1	4.87	30.8	5.65	35.5	6.44
21.5	4.08	26.2	4.88	30.9	5.67	35.6	6.45
21.6	4.10	26.3	4.90	31.0	5.69	35.7	6.47
21.7	4.11	26.4	4.92	31.1	5.70	35.8	6.49
21.8	4.13	26.5	4.93	31.2	5.72	35.9	6.50
21.9	4.15	26.6	4.95	31.3	5.74	36.0	6.52
22.0	4.17	26.7	4.97	31.4	5.75	36.1	6.54
22.1	4.18	26.8	4.99	31.5	5.77	36.2	6.55
22.2	4.20	26.9	5.01	31.6	5.79	36.3	6.57
22.3	4.22	27.0	5.02	31.7	5.80	36.4	6.59
22.4	4.24	27.1	5.04	31.8	5.82	36.5	6.60
22.5	4.26	27.2	5.05	31.9	5.84	36.6	6.62
22.6	4.28	27.3	5.07	32.0	5.85	36.7	6.64
22.7	4.30	27.4	5.09	32.1	5.87	36.8	6.65
22.8	4.32	27.5	5.11	32.2	5.89	36.9	6.67
22.9	4.33	27.6	5.12	32.3	5.90		
23.0	4.34	27.7	5.14	32.4	5.92		
23.1	4.36	27.8	5.15	32.5	5.94		
23.2	4.38	27.9	5.17	32.6	5.95		
23.3	4.39	28.0	5.19	32.7	5.97		
23.4	4.41	28.1	5.20	32.8	5.99		
23.5	4.43	28.2	5.21	32.9	6.00		

8.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anónimo. 1975. Alimentos Enlatados .Principios de Control del Proceso y Evaluación de cierres de envases.2a. Edición. Editado por personal de los laboratorios de invesigación de la National Canners Association.
México D.F. p.5
- 2.- Anónimo.1962.Almidón.Enciclopedia de Tecnología Química 2.2ª Edición.Editorial Rubber Química.E.U.A,Nueva York.p.3
- 3.- Anónimo.1962.Enzimas.Enciclopedia de Tecnología Química 6.2ª edición. Editorial Rubber Química. E.U.A,Nueva York. p. 986
- 4.- Anónimo.1992.GENENCOR,GIST BROCADES, 8720 Red Oak Blvd.
Suite 401,Charlotte,N.C.
- 5.- Anónimo.1962.Pectinas.Enciclopedia de Tecnología Química.11.2ª edición. Editorial Rubber Química.E.U.A,Nueva York. p.792
- 6.- Herson, A.C. Y E.D. Hulland.1980.Conservas Alimenticias .3a. Eedición. Editorial Acriba S.A. Zaragoza, España. p. 250-253, 100-109
- 7.- Laguna, J. 1967. Bioquímica. 2a. Edición. Editorial Prensa Médica Mexicana, México,D.F. p. 38
- 8.- Milan, I. 1967. El mango. 1ª Edición. Editorial New Dhi.India.p.67
- 9.- Oranjugos S.A. de C.V. Carretera Miguel Alemán Km. 3.Cd Guadalupe
N.L.

11.- Walton, B. Sinclair. 1984. La bioquímica y fisiología del limón y otras
frutas cítricas. 2ª Edición. Editada por la División de Agricultura. E.U.A.

p. 330, 744

12.- Wilkens Anderson. 1994. Dublin Oms Blvd. 8907. E.U.A, Ohio.

