

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Diseño de la Línea de Producción de Compotas de Banano”

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO DE ALIMENTOS

Presentada por:

Cristian Darwin Navas Silva

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2009

AGRADECIMIENTO

A mi familia, a mi abuelita y a cecilia que han sido un pilar fundamental en mi vida y especialmente a la Ing. Ana María Costa, Directora de Tesis.

DEDICATORIA

A MIS PADRES.

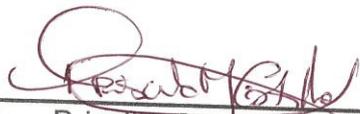
Beatriz María Silva Silva

Darwin Edmundo Navas Calero

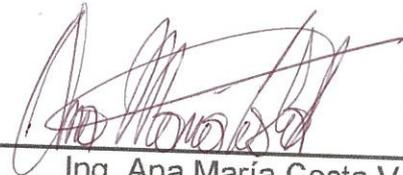
A MI HERMANA

Carolina Beatriz Navas Silva

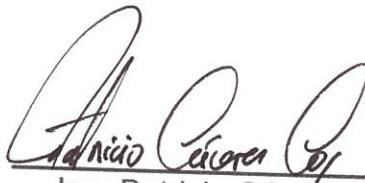
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Priscilla Castillo.
DELEGADO DECANO FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Ana María Costa V.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Patricio Cáceres C.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).


Cristian Navas Silva

RESUMEN

En nuestro país la mayoría de la materia prima se la exporta sin ningún proceso de industrialización, pero en el caso del banano de rechazo algunas industrias lo procesan como puré de banano para exportación o sea un producto semi-elaborado, que lo utilizan las industrias procesadoras de frutas en el exterior para fabricar compotas, jugos en envases tetrapack, etc.

Con el desarrollo de este trabajo y la fórmula para la producción de compotas de banano, estoy creando una nueva línea de producción para productos terminados y, utilizo el puré de banano que es el producto semi-elaborado que vende actualmente la empresa .

Luego analizo las compotas de banano existentes en el mercado y se toma como referencia los parámetros de la norma INEN 2009 1995-10, además de los resultados obtenidos en el laboratorio de la empresa, entonces procedo a elaborar el diseño de experimento. Posteriormente empleo las pruebas de estabilidad acelerada que determina el tiempo de vida útil del producto. Por último, elaboro un detalle de los equipos necesarios para la elaboración de las compotas.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURA.....	VI
SIMBOLOGÍA... ..	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.1. Generalidades del banano	3
1.1.1. Características del Banano.....	3
1.1.2. Variedades.....	5
1.1.3. Valor Nutricional	6
1.1.4. Producción en el Ecuador.....	7
1.2. Productos del Banano.....	8
1.2.1. Puré de Banano.....	8
1.2.2. Banano Deshidratado	11
1.2.3. Banano con Coberturas	12
1.3. Compotas.....	13

1.3.1. Definición	13
1.3.2. Características y Usos	13
1.3.3. Mercado de Compotas.....	15
1.3.4. Proceso de Elaboración.....	16

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO Y PRUEBAS EXPERIMENTALES	18
2.1. Caracterización del Puré de Banano	18
2.2. Diseño del Experimento	22
2.3. Pruebas Experimentales.....	36
2.4. Formulación	43
2.5. Caracterización del Producto Final	43
2.6. Pruebas de Estabilidad.....	45

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL PROCESO Y LÍNEA DE PRODUCCIÓN	50
3.1. Diagrama de Flujo del Puré de Banano	50
3.2. Descripción del Proceso de las Compotas	52
3.3. Diagrama de Flujo de las Compotas de Banano.....	54
3.4. Descripción de Equipos	55
3.5. Estimación de Producción Diaria	60

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 67

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

L	Amarillo
B	Blanco
C	Carbono
cm	Centímetros
Fr	Francés
FOS	Fructo-Oligosacáridos
Gl	Galones
°C	Grados Centígrados
g	Gramos
Has	Hectáreas
H	Hidrógeno
h	hora
J	Julio
kg	Kilogramo
kPa	Kilo Pascales
lt	Litros
Max	Máximo
m	Metros
mcg	Microgramos
mg	Miligramos
mg/kg	Miligramos por kilogramos
ml	Mililitros
Min	Mínimo
min	Minutos
Neg	Negativo
N	Normal
O	Oxígeno
ppm	Partes por millón
PCA	Plate Count Agar
°Z	Polarización
PDA	Potato Dextrose Agar
pH	Potencial de Hidrógeno

A	Rosado
s	Segundo
Sol.	Solución
UFC	Unidades formadoras de colonia
U.I.	Unidades internacionales

SIMBOLOGÍA

Δ	Delta
\$	Dólares
°	Grados
<	Menor que
#	Número
%	Porcentaje
-	Negativo

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Fruto del banano.....	4
Figura 1.2. Producción del banano por provincias.....	8
Figura 1.3. Puré de banano en 55 galones.....	9
Figura 1.4. Banano deshidratado.....	12
Figura 1.5. Banano con coberturas.....	12
Figura 1.6. Compotas del mercado ecuatoriano.....	16
Figura 3.1. Diagrama de flujo del puré de banano.....	50
Figura 3.2. Diagrama de flujo para 100 gramos de compota de banano.....	54
Figura 3.3. Tanque de mezcla.....	56
Figura 3.4. Marmita.....	57
Figura 3.5. Llenadora.....	57
Figura 3.6. Selladora.....	58
Figura 3.7. Túnel pasteurizador.....	58
Figura 3.8. Etiquetadora.....	69
Figura 3.9. Diseño de una planta de compota de banano.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Parámetros de aceptación del banano	4
Tabla 2	Características: Giant Cavendish y Cavendish Enano	5
Tabla 3	Información nutricional del banano	6
Tabla 4	Producción del banano en Ecuador	7
Tabla 5	Características de una compota	14
Tabla 6	Características del puré de banano natural sin semillas.....	19
Tabla 7	Características del almidón modificado.	20
Tabla 8	Características del azúcar	20
Tabla 9	Características del ácido ascórbico	21
Tabla 10	Características del ácido cítrico... ..	22
Tabla 11	Diseño de las pruebas experimentales – Sección 1	23
Tabla 12	Fórmula para compota # 1	23
Tabla 13	Análisis de fórmula # 1.....	24
Tabla 14	Fórmula para compota # 2.....	25
Tabla 15	Análisis de fórmula # 2.....	25
Tabla 16	Fórmula para compota # 3.....	26
Tabla 17	Análisis de fórmula # 3.....	26
Tabla 18	Diseño de las pruebas experimentales – Sección 2.....	28
Tabla 19	Fórmula para compota # 4.....	28
Tabla 20	Análisis de fórmula # 4.....	29
Tabla 21	Fórmula para compota # 5.....	29
Tabla 22	Análisis de fórmula # 5.....	30
Tabla 23	Fórmula para compota # 6.....	30
Tabla 24	Análisis de fórmula # 6.....	31
Tabla 25	Fórmula para compota # 7	31
Tabla 26	Análisis de fórmula # 7.....	32
Tabla 27	Diseño de las pruebas experimentales – Sección 3	33
Tabla 28	Fórmula para compota # 8.....	33
Tabla 29	Análisis de fórmula # 8.....	34
Tabla 30	Fórmula para compota # 9.....	34
Tabla 31	Análisis de fórmula # 9.....	35
Tabla 32	Fórmula para compota #10.....	36

	Pág.
Tabla 33	Análisis de fórmula #10..... 36
Tabla 34	Potencial de hidrógeno 38
Tabla 35	Grados brix 38
Tabla 36	Ácido ascórbico 39
Tabla 37	Acidez 40
Tabla 38	Consistencia 41
Tabla 39	Interpretación y escala de los parámetros de color 41
Tabla 40	Color. 42
Tabla 41	Microbiología 42
Tabla 42	Caracterización físico-química del producto final 44
Tabla 43	Caracterización microbiológica del producto final 44
Tabla 44	Estabilidad de la compota 45
Tabla 45	Selección de equipos 56
Tabla 46	Estimación de producción 60
Tabla 47	Capacidades y tiempos de proceso 61
Tabla 48	Tiempos productivos 64

INTRODUCCIÓN

El banano es una fruta rica en carbohidratos y fibra, especialmente del tipo “FOS” (fructo-oligosacáridos). Este tipo de carbohidrato no digerible apoya el crecimiento de bacterias beneficiosas en el colon. Los micronutrientes que más se encuentran en el banano son el potasio, el magnesio y el ácido fólico, cada uno de ellos con importantes funciones en nuestro organismo. Adicionalmente, se encuentran taninos, que tienen propiedades con acción astringente y es recomendado para quienes sufren de frecuentes episodios de diarrea.

El banano es muy recomendado para los niños, los jóvenes, los adultos, los deportistas, las mujeres embarazadas o madres lactantes y las personas mayores, debido a que es una fruta que posee cantidades importantes de nutrientes indispensables para el buen funcionamiento del organismo.

Los FOS son aliados en la regulación del tránsito intestinal, con un efecto protector frente al cáncer de colon al estimular el sistema inmunológico y favorecer el crecimiento de las bifidobacterias. Igualmente, su alto aporte de potasio y su baja cantidad de sodio lo convierten en un aliado de las personas que sufren de hipertensión arterial o enfermedades del corazón y vasos sanguíneos. Sin embargo, por la misma razón deben cuidar su

consumo aquellas personas que tienen insuficiencia renal y otros con dietas restringidas en este mineral (potasio).

El presente trabajo se basa en el desarrollo de compotas de banano y diseño de una nueva línea de producción en una industria procesadora de puré de banano.

En base a esta fruta convertida a puré, se desarrolla las compotas de banano y como mecanismo a tomar es ir formulando hasta llegar a ciertos parámetros establecidos por la Norma INEN 2009 1995-10 de alimentos colados y picados, envasados para niños de pecho y niños de corta edad.

Mediante pruebas experimentales se desarrolla la fórmula empleando el ácido cítrico y ácido ascórbico como aditivos para regulación del pH y para mantener el color amarillo brillante respectivamente. Se realiza y analiza varias compotas importadas existentes en el mercado y en base a esos datos obtenidos en el laboratorio se elaboran curvas experimentales.

En base al análisis físico químico y evaluación sensorial se selecciona la fórmula más apropiada y se realiza pruebas de estabilidad, para determinar el tiempo de vida útil de las compotas y toda su variación en los parámetros de calidad que esta posee.

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Generalidades del Banano

El banano es el cuarto cultivo de fruta más importante del mundo y es considerado una parte esencial de la dieta diaria para los habitantes de más de cien países tropicales y subtropicales por ser una buena fuente de carbohidratos.

1.1.1. Características del Banano

La madurez, grados brix, peso, diámetro, longitud y el color son factores muy importantes que ayudan a determinar, si la materia prima a usarse está dentro de los parámetros de calidad y esto permitirá la obtención de un producto en buen estado con mayor durabilidad y con excelentes propiedades nutricionales.

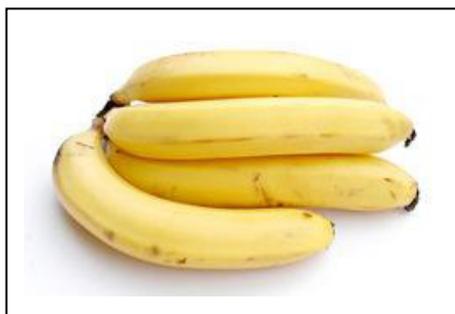


FIGURA 1.1. FRUTO DEL BANANO.

En la Tabla 1 se menciona las características evaluadas en el banano junto con sus parámetros para la aceptación del fruto como materia prima.

TABLA 1
PARÁMETROS DE ACEPTACIÓN DEL BANANO

CARACTERÍSTICAS DE BANANO NATURAL COMO MATERIA PRIMA	
<i>Características</i>	<i>Parámetros</i>
Madurez	0
Brix	> 7
Peso	> 200 g
Diámetro	> 1,34 pulgadas
Longitud	> 7 pulgadas
Color	Verde característico
<i>Defectos</i>	<i>Parámetros</i>
Pudrición	0%
Sobremadurez	0%
Inmadurez	100%
Daño Mecánico	3%
Daño por Insecto	Max. 1%
Otros (<i>Hongos</i>)	0%

Fuente: C. Navas (2008)

1.1.2. Variedades

En regiones subtropicales como en Sur África, Líbano, Israel y las Islas Canarias, sólo son aptas las variedades enanas “Dwarf Cavendish”. Hoy en día el cultivo comercial que tiene mayor importancia en el mundo pertenece a las variedades del grupo “Cavendish” y “Gros Michel”.

Cavendish: En esta variedad hay siete tipos de cultivos principales que son resistentes al “Mal de Panamá¹”. Estos cultivos son: Lacatan o Filipino, Poyo, Valery, Grand Nain, Robusta, Cavendish Enano y Giant Cavendish, siendo los dos últimos los más importantes en el país.

TABLA 2
CARACTERÍSTICAS: GIANT CAVENDISH Y CAVENDISH ENANO

Característica	Giant Cavendish	Cavendish Enano
Altura	2,8 m y 3 m (grande)	2 m (mediano)
Limbo	Cortos y ancho	Foliares son anchos y cortos.
Frutos	De mayor tamaño que el 'Cavendish Enano', de cáscara más gruesa y sabor menos intenso.	Medianos, de buena calidad pero propensos al daño por la delgadez de su cáscara
Desarrollo en	Colombia, Ecuador y Taiwan.	China, Islas Canarias y África Oriental

Fuente: C. Navas (2008)

¹ Mal de Panamá: Enfermedad causada por un hongo conocido como *Fusarium oxysporum* cubense. Se inicia cuando las raicillas son infectadas por el hongo, luego invade una raíz principal y asciende al pseudotallo a través del sistema vascular.

Gros Michel: Es una variedad grande y robusta, su pseudotallo tiene una longitud de alrededor de 6 a 8 m. de coloración verde claro con tono rosa por algunas partes. Sus frutos son largos y de color amarillo intenso. Tiene un fuerte crecimiento y alto rendimiento pero es sensible a Mal de Panamá (1).

1.1.3. Valor Nutricional

El banano es un alimento rico en carbohidratos por lo que su valor calórico es elevado. Entre los nutrientes más representativos que posee se encuentra el potasio, magnesio y el ácido fólico. Además, presenta un alto contenido de fibra convirtiéndola en una fruta muy digestiva. En la siguiente tabla se muestra el valor nutricional del plátano fresco por 100 gramos de sustancia comestible.

TABLA 3

INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL BANANO

INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL BANANO POR 100 GRAMOS DE PARTE COMESTIBLE	
Calorías	85,2
Hidratos de Carbono (g)	20,8
Fibra (g)	2,5
Magnesio (g)	36,4
Potasio (g)	350
Provitamina A (mcg)	18
Vitamina C (mg)	11,5
Ácido Fólico (mcg)	20

Fuente: www.alimentacion-sana.com (2008)

1.1.4. Producción en el Ecuador

Ecuador es uno de los países con mayor producción de banano a nivel mundial, se encuentra ubicado en el sexto puesto de producción (Apéndice A). El banano con mayor producción es el de la especie Cavendish.

En la tabla 4, se puede observar la producción de banano en el país desde el año 1997 expresado en Has.

TABLA 4
PRODUCCIÓN DEL BANANO EN ECUADOR

AÑOS	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ECUADOR (Has)	127.624	131.751	193.601	193.601	228.985	205.595	218.683	216.510	209.027

Fuente: www.sica.gov.ec (2006)

De acuerdo a la información del Tercer Censo Nacional Agropecuario realizado en el país en el año 2000; El Oro, Guayas y Los Ríos son las principales provincias productoras de banano a nivel nacional.

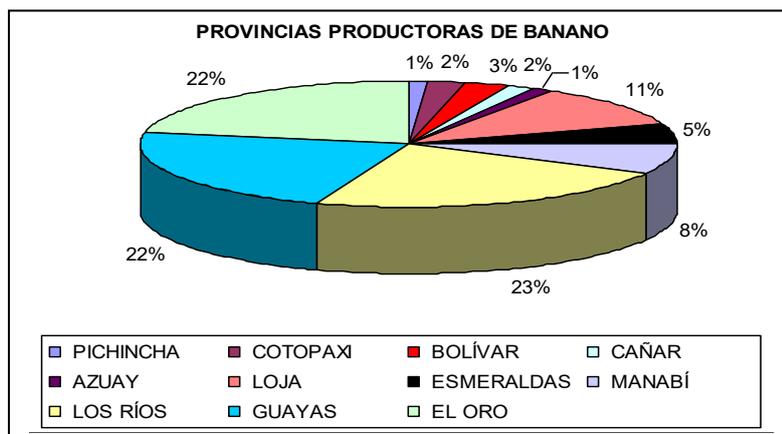


FIGURA 1.2. PRODUCCIÓN DEL BANANO POR PROVINCIAS

Fuente: www.sica.gov.ec (2006)

1.2. Productos del Banano

La mayor parte de la producción ecuatoriana de banano se exporta como materia prima a otros países. Sin embargo, también se elabora productos a partir de este fruto como: el puré de banano, banano deshidratado, banano con cobertura.

1.2.1. Puré de Banano

El puré de banano es el principal producto elaborado de banano y es reconocido a nivel mundial por su excelente calidad. Desde 1985 Ecuador ha exportado puré de banano, el cual es elaborado con bananos Cavendish en óptima maduración.

Para elaborar el puré de banano se utilizan frutas frescas, maduras y sin inicios de fermentación. Se obtiene generalmente después de seleccionar, lavar, pelar, homogenizar, desairar, calentar y enfriar.

El puré se puede mantener en buen estado si se lo envasa al vacío en recipientes adecuados luego de un tratamiento térmico como la esterilización para reducir la carga microbiana.

El puré de banano se utiliza principalmente en la alimentación de los niños, ya que dadas las características alimenticias de esta fruta son necesarias para su completo desarrollo, además existen otros usos como en la industria de jugos de frutas, repostería, panadería y en la elaboración de productos de consumo diario.



FIGURA 1.3. PURÉ DE BANANO EN 55 GALONES

Existen tres tipos de puré de banano, que se diferencian entre ellos primordialmente por las materias primas utilizadas para su elaboración y por el tratamiento dado. Estos tipos de puré son:

- **Puré de banano acidificado:** Se elabora a partir del banano maduro, ácido ascórbico y ácido cítrico. Presenta un color típico, olor y sabor de la banana madura con cierto toque ácido, que es la característica que lo hace diferente del puré de banano no acidificado. Este producto no requiere refrigeración y puede durar hasta diez meses cuando es almacenado a la temperatura recomendada (15°C/30°C) en bolsas asépticas selladas.
- **Puré de banano no acidificado:** Se obtiene del procesamiento de banano maduro y ácido ascórbico. Es de color, olor y sabor típico de la banana madura. No se requiere refrigeración y dura hasta seis meses cuando es almacenado a la temperatura recomendada (15°C – 30°C) en bolsas selladas.

- **Puré de banano orgánico:** Es fabricado con el fin de obtener productos libres de residuos que afecten la salud de los consumidores. La materia prima tiene que estar libre de químicos y fungicidas y debe haber sido controlada con habilidades de manejo de los agricultores, de esta forma se restaura, mantiene y promueve la armonía ecológica, con el propósito de minimizar la contaminación del aire y agua.

1.2.2. Banano Deshidratado

El banano deshidratado, más conocido como banano pasa, es un producto típico de las zonas costeras de América Central, donde se aprovechan los excedentes de la exportación bananera para su elaboración; se vende principalmente en las rutas turísticas.

El proceso es muy sencillo y básicamente consiste en secar los bananos en forma de chips, cilíndrico o cuadros al sol o por secado artificial, hasta un nivel de humedad del 15% o menos (5). Su coloración es amarilla o café caramelo, su sabor y olor es típico del banano.

El banano deshidratado se exporta a Europa, Japón, Estados Unidos y Chile.



FIGURA 1.4. BANANO DESHIDRATADO

1.2.3. Banano con Coberturas

Se elabora a partir de bananos frescos y maduros que se selecciona, lava y corta en mitades para ser congelados y finalmente cubiertos con cobertura de chocolate negro o blanco.

Es un producto que está dirigido primordialmente a un nicho infantil.



FIGURA 1.5. BANANO CON COBERTURAS

1.3. Compotas

Es especialmente elaborada a partir de cualquier tipo de fruta y está dirigida primordialmente a niños. A continuación, la definición, características, usos y un sondeo del mercado de las compotas.

1.3.1. Definición

"Compota" es el producto preparado con un ingrediente de fruta (fruta entera, trozos de fruta, pulpa o puré de fruta, zumo de fruta o zumo de fruta concentrado), mezclado con un edulcorante, carbohidrato, con o sin agua y elaborado para adquirir una consistencia adecuada (4).

Una compota (del fr: compote = mezcla) es un alimento asociado generalmente con bebés ya que por su consistencia viscosa no requiere masticación para su consumo, lo que lo hace un producto apropiado para los menores.

1.3.2. Características y Usos

Las características de una compota dependen mucho del tipo de fruta que se va a usar como materia prima. En general, las compotas son de consistencia viscosa o semisólida, con color y sabor típicos de fruta la que la compone. Debe estar

razonablemente exentas de materiales defectuosos que normalmente acompañan a las frutas.

De manera específica, las compotas de banano son de color amarillo, con olor a banano característico, viscosidad aceptable la cual no incite a la masticación. En la Tabla 5 se citan las características de una compota según la legislación ecuatoriana.

TABLA 5
CARACTERÍSTICAS DE UNA COMPOTA

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MAXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Sólidos Totales	g/100g	15	-	INEN 14
Vit C	mg/100g	30	-	INEN 384
pH		-	4,5	INEN 389
Sal (NaCl)	mg/100g	-	-	INEN 51
Vacío	kPa	60	-	INEN 392
Contenido Calórico	J/100g	-	420	-

Fuente: Norma INEN 2009 1995-10

Las compotas son usadas como postres y también como saborizantes de diversas carnes pero su destino principal es como alimento listo para consumo de los bebés.

1.3.3. Mercado de Compotas

No existe producción nacional de este tipo de producto. Lo que se comercializa es exclusivamente importado, bajo las marcas:

- Gerber
- Alpina
- Pototitos de Nestlé

Según distribuidores, la marca líder en nuestro país es Gerber por su tiempo en el mercado y por la costumbre de los consumidores al adquirir la compota. Las ventas de este producto son estables, es decir se mantienen durante todo el año y están directamente influenciadas por la tasa de natalidad del país. La decisión de compra la poseen los padres.

Las presentaciones disponibles en el mercado son de 113g y 170g, en envases de vidrio con tapa de aluminio. Y existen sabores de manzana, pera, mango, durazno, ciruela, banano, guayaba, frutas mixtas, frutas tropicales, manzana-piña, manzana, ciruela y piña. También se puede encontrar

compotas endulzadas con fructosa de los mismos sabores nombrados anteriormente.



FIGURA 1.6. COMPOTAS DEL MERCADO ECUATORIANO

1.3.4. Proceso de Elaboración

El proceso para elaborar las compotas se lo desarrolla a partir del puré de banano como materia prima, al cual se le adiciona, almidón modificado, azúcar, agua, ácidos cítrico y ascórbico.

El proceso se inicia con la recepción de la materia prima, que posteriormente se mezcla en una marmita y es calentado un tiempo determinado con el fin de que todos los ingredientes interactúen y se pueda conseguir la textura deseada. Una vez alcanzada la textura deseada se inicia el proceso de llenado y sellado, para luego someter a los envases a un tratamiento

térmico de pasteurización. Luego inicia la etapa de etiquetado para que finalmente el producto sea empacado para su distribución final.

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO Y PRUEBAS EXPERIMENTALES

Este capítulo se basará específicamente en el desarrollo de las compotas de banano, además se detallarán las características de la materia prima y todos los pasos previos para la elaboración como la estandarización del puré y por último el desarrollo de la fórmula.

2.1. Caracterización del Puré de Banano

Puré: Se produce a partir de la pulpa de banano, es libre de semillas el cual contiene ácido cítrico para ajustar el pH y el ácido ascórbico para estabilizar el color. Además adquiere una alta calidad aséptica al ser sometido a un proceso térmico. Se presentan las características que debe tener el puré de banano en la Tabla 6 como materia prima para la elaboración de las compotas.

TABLA 6
CARACTERÍSTICAS DEL PURÉ DE BANANO NATURAL SIN SEMILLA

<u>PARÁMETROS</u>	<u>CARACTERÍSTICAS</u>
Apariencia	Natural Cremosa
Color (Hunter-Lab)	L= 58-69
	A= -2 + 4
	B= 13 - 27
Brix	22 - 24
pH	4,70 - 5
Acidez	0,25 – 0,40 %
Consistencia (Bostwick)	3 - 8 (cm/30 s)
Semillas	No Aplica
Microbiología	Comercialmente Estéril
Almacenamiento	Óptima= 5 - 15 °C
	Aceptable= 16 - 30 °C
	Evitar exposición al sol
Tiempo de Vida	12 meses

Fuente: C. Navas (2008)

Las características de los demás componente de una compota de banano se detallan a continuación:

Almidón Modificado: Se lo denomina así, porque ha sufrido algún proceso de modificación química durante su obtención. Entre las principales ventajas del empleo de los almidones se encuentran: que aumenta estabilidad del producto, aumenta la capacidad para enlazar agua, reduce el encogimiento durante la cocción, reduce costos, incrementa la viscosidad de productos, tiene mayor dispersabilidad y es estable a altas temperaturas.

TABLA 7
CARACTERÍSTICAS DEL ALMIDÓN MODIFICADO

PARAMETROS	CARACTERÍSTICAS
pH	5,5 - 6,5
Humedad	11,5 - 13,0
Sedimento	Ninguno
Aspecto	Polvo Fino

Fuente: Solvesa (2008)

Azúcar: También llamada azúcar de mesa o sacarosa. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa. La cual promueve las siguientes funciones:

- Baja la actividad de agua.
- Ayuda a modificar la textura y sabor.
- Proporciona aspecto brillante.

TABLA 8
CARACTERÍSTICAS DEL AZÚCAR

ENSAYOS	RESULTADO
POLARIZACION 20 °C	99,6 7° Z
HUMEDAD	0,047%
CENIZAS POR CONDUCTIVIDAD	0,038%
AZUCARES REDUCTORES	0,036%
COLOR	159 U.I.
TURBIDEZ	70 U.I
DIOXIDO AZUFRE	5,1 mg/kg
MATERIA INSOLUBLE EN AGUA	23 mg/kg
POTENCIAL FLOC	0,085 u.m.a.
APARIENCIA	Cristales Blancos
SABOR	Libre de sabores extraños
OLOR	Libre de olor extraño
OLOR EN ACIDIFICACION	Libre de olores objetables

Fuente: Ecados (2008)

Ácido Ascórbico: Es un ácido orgánico y un antioxidante que no puede ser sintetizado, por lo cual debe ingerirse a través de los alimentos. Su fórmula es $C_6H_8O_6$ y su temperatura de fusión es de 189-192 °C.

TABLA 9
CARACTERÍSTICAS DEL ÁCIDO ASCÓRBICO

PARAMETROS	CARACTERÍSTICAS
Apariencia	Polvo blanco fino
Olor	Característico
% Compuesto activo	Min 99.0 %
Cobre	< 5 ppm
Hierro	< 2 ppm
Sulfatos	< 0.1%
Metales pesados	< 10 ppm
Acido oxálico	< 0.2%
Precauciones:	
* Manipular el producto con guantes, protectores para ojos	
* Almacenar en lugar fresco y seco.	
* No exponer a la luz solar.	

Fuente: Quifatex (2008)

Ácido Cítrico: Es un ácido orgánico tricarboxílico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como la naranja y el limón. Su fórmula química es $C_6H_8O_7$.

Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo en el envasado de muchos alimentos como las conservas de vegetales enlatadas.

TABLA 10
CARACTERÍSTICAS DEL ÁCIDO CÍTRICO

PARAMETROS	CARACTERÍSTICAS
Apariencia	Macro cristales blancos
Olor	Característico
% Compuesto activo	Min 99.5%
% Agua	Máx 0.5%
Solubilidad	Mayor a 50% en agua a 25°C
Metales pesados	max 10 ppm
Plomo	max 0.5 ppm
Arsenio	max 3.0 ppm
Precauciones:	
* Almacenar en lugar fresco y seco	
* Manipular el producto con guantes, protectores para ojos.	

Fuente: Quifatex (2008)

2.2. Diseño del Experimento

El diseño de experimento realizado para conseguir la fórmula de la compota se divide en tres secciones. La primera pretende encontrar la consistencia adecuada y el dulzor, la segunda y tercera sección se basan específicamente en determinar las cantidades de ácidos adicionados en las fórmulas para llegar a ciertos niveles físico-químicos requeridos por la norma mencionada anteriormente.

Sección 1: Se inicia con 50% de puré de banano en la fórmula tomando como referencia la norma del Codex para compotas (Conservas de frutas) y jaleas CODEX STAN 79-1981, la cual determina que el mínimo porcentaje de fruta presente en el producto es de 45%.

TABLA 11

DISEÑO DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES – SECCIÓN 1

Pruebas	% Puré	% Agua	% Almidón	% Azúcar	Ac. Cítrico (ml)	Ac. Ascóbito (ml)
1	50	40	5	5	0	0
2	54,5	42	1,5	2	0	0
3	52	40	2,5	5,5	0	0

Fuente: C. Navas (2008)

Estas pruebas se basan específicamente en la determinación de la consistencia y dulzor, por lo cual no hay ninguna adición de ácidos.

En cada prueba se realizó análisis físico-químicos en el que se incluye la consistencia y grados Brix, que son los principales parámetros en esta etapa del diseño de experimentos. Además se detallan los problemas que se presentaron en cada fórmula.

PRIMERA PRUEBA

TABLA 12

FÓRMULA PARA COMPOTA # 1

FÓRMULA 1	
Ingredientes	Fórmula %
Puré de Banano	50%
Agua	40%
Almidón Modificado	5%
Azúcar	5%
<i>Total</i>	100%

Fuente: C. Navas (2008)

RESULTADOS:

TABLA 13
ANÁLISIS DE FÓRMULA # 1

ANÁLISIS	
Parámetros	Resultados
pH	4,98
Brix	22
Consistencia	1,1
Ac.Ascórbico	87,48
Acidez	0,34
Colorímetro	L = 68,28
	A = -1,00
	B = 20,10

Fuente: C. Navas (2008)

PROBLEMAS:

- Consistencia muy espesa.
- Sabor a almidón.
- Color amarillo opaco.

SOLUCIÓN:

- Aumento del porcentaje de puré.
- Disminución del porcentaje de almidón.

SEGUNDA PRUEBA:

TABLA 14
FÓRMULA PARA COMPOTA # 2

FÓRMULA 2	
Ingredientes	Fórmula %
Puré de Banano	54,5%
Agua	42,0%
Almidón Modificado	1,5%
Azúcar	2,0%
<i>Total</i>	100%

Fuente: C. Navas (2008)

RESULTADOS:

TABLA 15
ANÁLISIS DE FÓRMULA # 2

ANÁLISIS	
Parámetros	Resultados
pH	4,62
Brix	15
Consistencia	7,5
Ac. Ascórbico	70,42
Acidez	0,24
Colorímetro	L = 64,20
	A = -0,59
	B = 20,00

Fuente: C. Navas (2008)

PROBLEMAS:

- Color amarillo opaco.
- Sabor muy simple, ni a puré ni a compota.

SOLUCIÓN:

- Aumento del porcentaje de azúcar.
- Disminución del porcentaje de puré de banano.
- Aumento del porcentaje de almidón.

TERCERA PRUEBA:

TABLA 16
FÓRMULA PARA COMPOTA # 3

FÓRMULA 3	
Ingredientes	Fórmula %
Puré de Banano	52,0%
Agua	40,0%
Almidón Modificado	2,5%
Azúcar	5,5%
<i>Total</i>	100%

Fuente: C. Navas (2008)

RESULTADOS:

TABLA 17
ANÁLISIS DE FÓRMULA # 3

ANÁLISIS	
Parámetros	Resultados
pH	4,7
Brix	19,7
Consistencia	7
Ac.Ascórbico	85,4
Acidez	0,32
Colorímetro	L = 68,1
	A = -1,00
	B = 19,54

Fuente: C. Navas (2008)

PROBLEMAS:

- Color amarillo opaco.
- No llega a pH deseado (4,15 – 4,20)

SOLUCIÓN:

- Adición de Ácido Cítrico y Ascórbico

Con la prueba # 3 se obtuvo una consistencia aceptable ya que no incita a la masticación y además se asemeja a las compotas que están presentes en el mercado.

Sección 2: Inicia con los porcentajes de la fórmula 3 elaborada en la sección 1. A todas estas pruebas se le adicionarán ácido cítrico y ácido ascórbico en diferentes cantidades con el objetivo de preservar el alimento y proporcionarle un mejor aspecto en cuanto al color.

Mediante pruebas experimentales se determiné que al momento de dosificar 6 ml de ácido ascórbico se obtuvo una cantidad mayor a 2000 mg/kg de ascórbico en el producto, con lo que se asemeja a los resultados de las compotas existentes en el mercado, por lo cual decidí no mover la dosificación en las siguientes pruebas.

De igual manera realice pruebas para el ácido cítrico que al disminuir sus dosificaciones el pH comenzó a subir, afectando muy poco la pérdida del ácido ascórbico que se basa específicamente en el mantenimiento del color, por ser un antioxidante.

TABLA 18

DISEÑO DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES – SECCIÓN 2

Pruebas	% Puré	% Agua	% Almidón	% Azúcar	Ac. Cítrico (ml)	Ac. Ascórbico (ml)
4	52	40	2,5	5,5	4,2	6
5	52	40	2,5	5,5	3,9	6
6	52	40	2,5	5,5	3,6	6
7	52	40	2,5	5,5	3,3	6

Fuente: C. Navas (2008)

Al igual que en la sección 1, también realice análisis físico-químicos. Todos los datos obtenidos en cada una de la fórmulas fueron comparadas con los resultados de las compotas importadas que fueron analizadas en el laboratorio, para poder así escoger la fórmula que entraría a la sección 3. De igual manera en esta sección se detallan los problemas y las soluciones para cada una de las fórmulas. Se decide bajar 0,3 ml de Ácido Cítrico en cada prueba.

CUARTA PRUEBA:

TABLA 19

FÓRMULA PARA COMPOTA # 4

FÓRMULA 4	
Ingredientes	Fórmula %
Puré de Banano	52,0%
Agua	40,0%
Almidón Modificado	2,5%
Azúcar	5,5%
Total	100%
Ac. Cítrico	4,2 ml
Ac. Ascórbico	6,0 ml

Fuente: C. Navas (2008)

RESULTADOS:**TABLA 20****ANÁLISIS DE FÓRMULA # 4**

ANÁLISIS	
Parámetros	Resultados
pH	4,1
Brix	19,8
Consistencia	8
Ac. Ascórbico	2298,7
Acidez	0,48
Colorímetro	L = 63,33
	A = -1,44
	B = 19,16

Fuente: C. Navas (2008)

PROBLEMAS:

- Produjo acidez en los catadores.

SOLUCIÓN:

- Disminución del ácido cítrico.

QUINTA PRUEBA:**TABLA 21****FÓRMULA PARA COMPOTA # 5**

FÓRMULA 5	
Ingredientes	Fórmula %
Puré de Banano	52,0%
Agua	40,0%
Almidón Modificado	2,5%
Azúcar	5,5%
<u>Total</u>	100%
Ac. Cítrico	3,9 ml
Ac. Ascórbico	6,0 ml

Fuente: C. Navas (2008)

RESULTADOS:

TABLA 22
ANÁLISIS DE FÓRMULA # 5

ANÁLISIS	
Parámetros	Resultados
pH	4,1
Brix	19,4
Consistencia	7
Ac. Ascórbico	2789,9
Acidez	0,48
Colorímetro	L = 62,14
	A = -1,65
	B = 18,96

Fuente: C. Navas (2008)

PROBLEMAS:

- Produjo acidez en los catadores.

SOLUCIÓN:

- Disminución del ácido cítrico, para regular el pH y la acidez.

SEXTA PRUEBA:

TABLA 23
FÓRMULA PARA COMPOTA # 6

FÓRMULA 6	
Ingredientes	Fórmula %
Puré de Banano	52,0%
Agua	40,0%
Almidón Modificado	2,5%
Azúcar	5,5%
<i>Total</i>	100%
Ac. Cítrico	3,6 ml
Ac. Ascórbico	6,0 ml

Fuente: C. Navas (2008)

RESULTADOS:

TABLA 24
ANÁLISIS DE FÓRMULA # 6

ANÁLISIS	
Parámetros	Resultados
pH	4,12
Brix	20
Consistencia	7
Ac. Ascórbico	2854,3
Acidez	0,42
Colorímetro	L = 63,16
	A = -1,33
	B = 19,41

Fuente: C. Navas (2008)

PROBLEMAS:

- Produjo mayor acidez en los catadores.

SOLUCIÓN:

- Disminución del ácido cítrico para seguir regulando el pH y acidez.

SÉPTIMA PRUEBA:

TABLA 25
FÓRMULA PARA COMPOTA # 7

FÓRMULA 7	
Ingredientes	Fórmula %
Puré de Banano	52,0%
Agua	40,0%
Almidón Modificado	2,5%
Azúcar	5,5%
Total	100%
Ac. Cítrico 14,28%	3,3 ml
Ac. Ascórbico 14,28%	6,0 ml

Fuente: C. Navas (2008)

RESULTADOS:

TABLA 26

ANÁLISIS DE FÓRMULA # 7

ANÁLISIS	
Parámetros	Resultados
pH	4,06
Brix	19,2
Consistencia	7,5
Ac.Ascórbico	2542,2
Acidez	0,44
Colorímetro	L = 62,30
	A = -0,13
	B = 19,14

Fuente: C. Navas (2008)

PROBLEMAS:

- Produjo mayor acidez que la prueba 6.

SOLUCIÓN:

- Disminución del ácido cítrico en la misma proporción para seguir regulando el pH y acidez.

Sección 3: Continuo con los porcentajes de la fórmula 3 elaborada en la sección 1. A éstas 3 últimas pruebas seguiré bajando la dosificación del ácido cítrico en 0,3 ml hasta llegar al porcentaje de acidez deseado, manteniendo a su vez la dosificación del ácido ascórbico constante.

TABLA 27

DISEÑO DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES – SECCIÓN 3

Pruebas	% Puré	% Agua	% Almidón	% Azúcar	Ac. Cítrico (ml)	Ac. Ascórbico (ml)
8	52	40	2,5	5,5	3	6
9	52	40	2,5	5,5	2,7	6
10	52	40	2,5	5,5	2,4	6

Fuente: C. Navas (2008)

Presento los resultados de las últimas pruebas y se escoge la fórmula que proporcione un perfil sensorial y físico-químico similar al de la competencia.

OCTAVA PRUEBA:

TABLA 28

FÓRMULA PARA COMPOTA # 8

FÓRMULA 8	
Ingredientes	Fórmula %
Puré de Banano	52,0%
Agua	40,0%
Almidón Modificado	2,5%
Azúcar	5,5%
<i>Total</i>	100%
Ac. Cítrico	3,0 ml
Ac. Ascórbico	6,0 ml

Fuente: C. Navas (2008)

RESULTADOS:

TABLA 29
ANÁLISIS DE FÓRMULA # 8

ANÁLISIS	
Parámetros	Resultados
pH	4,09
Brix	19,8
Consistencia	7
Ac. Ascórbico	2000
Acidez	0,42
Colorímetro	L = 63,35
	A = -0,48
	B = 19,48

Fuente: C. Navas (2008)

PROBLEMAS:

- Produjo una mínima cantidad de acidez en los catadores.

SOLUCIÓN:

- Disminución del ácido cítrico para seguir regulando el pH y la acidez.

NOVENA PRUEBA:

TABLA 30
FÓRMULA PARA COMPOTA # 9

FÓRMULA 9	
Ingredientes	Fórmula %
Puré de Banano	52,0%
Agua	40,0%
Almidón Modificado	2,5%
Azúcar	5,5%
<i>Total</i>	100%
Ac. Cítrico	2,70 ml
Ac. Ascórbico	6,0 ml

Fuente: C. Navas (2008)

RESULTADOS:

TABLA 31
ANÁLISIS DE FÓRMULA # 9

ANÁLISIS	
Parámetros	Resultados
pH	4,15
Brix	19,6
Consistencia	7
Ac. Ascórbico	2443,6
Acidez	0,36
Colorímetro	L = 64,62
	A = -0,19
	B = 19,62

Fuente: C. Navas (2008)

PROBLEMAS:

- Ninguno.

SOLUCIÓN:

- A pesar de que no produjo ningún tipo de acidez y se encuentra dentro del límite de acidez de las compotas en el mercado, se decide disminuir una concentración más de ácido cítrico.

DÉCIMA PRUEBA:

TABLA 32
FÓRMULA PARA COMPOTA # 10

FÓRMULA 10	
Ingredientes	Fórmula %
Puré de Banano	52,0%
Agua	40,0%
Almidón Modificado	2,5%
Azúcar	5,5%
Total	100%
Ac. Cítrico	2,4 ml
Ac. Ascórbico	6,0 ml

Fuente: C. Navas (2008)

RESULTADOS:

TABLA 33
ANÁLISIS DE FÓRMULA # 10

ANÁLISIS	
Parámetros	Resultados
pH	4,14
Brix	19,1
Consistencia	7
Ac. Ascórbico	2288,7
Acidez	0,39
<i>Colorímetro</i>	L = 63,72
	A = -1,14
	B = 18,55

Fuente: C. Navas (2008)

PROBLEMAS Y SOLUCIÓN:

- No hubo problemas. Producto con características similares al de la competencia.

2.3. Pruebas Experimentales

Todas las pruebas experimentales las realice en el departamento de calidad y fueron específicamente para la determinación de la formulación final de la compota, a su vez que por medio de la cual se pudo estandarizar el pH, sacar curvas de pH, acidez y observar el comportamiento del Ácido Cítrico con el Ácido Ascórbico a diferentes concentraciones partiendo de puré de banano.

Materiales y Reactivos

- Balanza Electrónica
- Espátula
- Hornilla Eléctrica
- Agitador
- Estufa
- Ácido Ascórbico
- Puré de Banano Natural
- Azúcar
- Agua
- Frascos de vidrio
- Almidón
- Ácido Cítrico
- Pipetas 5 – 10 ml
- Papel Toalla
- Recipientes
- Olla

Procedimiento

- Esterilizar todos los envases de vidrio por 20 minutos (100°C).
- Pesar los ingredientes por separado.
- Mezclar el agua con el almidón.
- Adicionar los ácidos, el azúcar y el puré de banano.
- Homogenizar y llevar a Baño María, con agitación continua, hasta que espese (interactúe el almidón). Manteniendo un rango de temperatura entre 55 – 60 °C.
- Envasar en caliente dejando el espacio de cabeza.

Métodos de Laboratorio

Pruebas Físico-Químicas

Determinación de Potencial Hidrógeno (pH)

Utilice para conocer la alcalinidad o acidez de la compota por medio de la determinación del potencial de hidrógeno (pH). Analice la muestra con el pH-metro y ésta debe de estar a una temperatura de 20 °C.

TABLA 34

POTENCIAL DE HIDRÓGENO

Materiales	Reactivos
Beaker de Vidrio 250 ml	Sol. Buffer de pH 4.00
pH-metro	Sol. Buffer de pH 7.00
Agitador	
Papel Toalla	Agua Destilada

Fuente: C. Navas (2008)

Determinación de Brix:

Permite determinar la cantidad de sólidos solubles en la compota. Los sólidos solubles en su mayoría son azúcares y ácidos orgánicos. Tomo una pequeña cantidad y esta la coloco en el lente del refractómetro hasta que marque una lectura constante.

TABLA 35

GRADOS BRUX

Materiales	Reactivos
Beaker de Vidrio 250 ml	
Refractómetro	Agua Destilada
Espátula	

Fuente: C. Navas (2008)

Determinación de Ascórbico.

Consiste en determinar el contenido de Vitamina C o Ácido Ascórbico presente en la compota.

Se peso 10 gramos de muestra y se lleva a 100 ml en una fiola con ácido oxálico, luego agito y vierto 20 ml de esta mezcla en una probeta. Deposito el contenido de la probeta en una fiola de 250 ml y procedo a la titulación con 2,6 Dicloro-Indofenol hasta que obtener una coloración rosa baja. Calculo el contenido de ácido ascórbico presente en el producto con la siguiente fórmula.

$$\text{Ascórbico} = \left[\frac{(\text{Consumo de Diclorofenol})(\text{Factor Ac. Ascórbico})(\text{Peso de Muestra})}{\text{Factor de Diclorofenol}} \right]$$

TABLA 36

ÁCIDO ASCÓRBICO

Materiales	Reactivos
Bureta 25 ml Balanza Analítica Agitador Probetas de 100 ml Matraces Erlenmeyer 250 ml Matraces Aforados 100 ml	Sol. 2,6 DicloroIndofenol (Indicador) Sol. 2% Ac. Oxálico

Fuente: C. Navas (2008)

Determinación de Acidez.

Determino la acidez mediante una titulación con NaOH 0,1 N, la cual mido por la cantidad de los iones de hidrógeno tanto disociados como no disociados.

Peso 5 gramos de muestra, luego se diluye la muestra en 50 ml de agua destilada y procedo a la titulación con el Hidróxido de Sodio. Calcule el porcentaje de acidez con la siguiente fórmula.

$$Acidez = \left[\frac{(Consumo\ del\ NaOH)(Factor\ del\ \acute{A}cido\ Citrico)(Normalidad\ del\ NaOH)}{Peso\ Muestra} \right]$$

TABLA 37

ACIDEZ

Materiales	Reactivos
Beaker de Vidrio 250 ml Bureta de 25 ml Espátula Balanza (Gramera) pH-metro	NaOH 0,1 N Estandarizado Sol. Buffer de pH 7.00

Fuente: C. Navas (2008)

Determinación de la Consistencia.

La consistencia se define como una forma de fricción interna, ya que los fluidos presentan cierta resistencia al movimiento de deslizamiento. Se determina por medio del consistómetro de BOSTWICK, por la medida de la distancia que el material recorre

bajo su propio peso en un intervalo de tiempo. La muestra debe de estar a una temperatura de 20 °C para colocarla en el consistómetro de BostWick durante 30 segundos y se anota su distancia recorrida.

TABLA 38
CONSISTENCIA

Materiales
Consistómetro de Bostwick
Beaker de Vidrio 250 ml
Espátula
Cronómetro

Fuente: C. Navas (2008)

Determinación del Color.

Hunter-Lab analiza la muestra utilizando una luz halógena proveniente de una lámpara con tres sensores ópticos que al ponerse la muestra forma un ángulo de 45° con la lámpara. Expresa los resultados:

TABLA 39
INTERPRETACIÓN Y ESCALA DE LOS PARÁMETROS DE COLOR

Interpretación y Escala de los Parámetros de Color		
Parámetro	Interpretación	Escala
L*	Designa brillantez o luminosidad	100= Blanco 0=Negro
a*	Indica que tan rojo o verde es el alimento	Positivo= Rojo Negativo= Verde
b*	Indica que tan amarillo o azul es el alimento	Positivo=Amarillo Negativo Azul

Fuente: C. Navas (2008)

Los materiales usados para este ensayo son:

TABLA 40

COLOR

Materiales
Caja Petri
Colorímetro (Hunter-Lab)
Cerámicas para calibración (Negra y Blanca)

Fuente: C. Navas (2008)

Pruebas Microbiológicas

Para comprobar si las condiciones de procesamiento fueron apropiadas para la destrucción de microorganismos patógenos a niveles aceptables a fin de garantizar la conservación del producto y la seguridad del consumidor, realice pruebas microbiológicas, específicamente para la determinación de aerobios, mohos y levaduras. (Ver Apéndice B)

TABLA 41

MICROBIOLOGÍA

Materiales	Reactivos
Matraz 250 ml	Agua de Peptona PCA PDA
Papel Aluminio	
Cajas Petri	
Pipetas	
Balanza	
Autoclave	
Estufa	
Mechero de Alcohol	

Fuente: C. Navas (2008)

2.4. Formulación

La formulación final de la compota consta de los siguientes ingredientes: Puré de Banano, Agua, Almidón Modificado y Azúcar con los siguientes porcentajes: 52 %, 40 %, 2,5 %, 5,5 % respectivamente. En cuanto a los ácidos su dosificación es de 2,40 ml para el ácido cítrico y 6 ml para el ácido ascórbico.

2.5. Caracterización del producto final

La compota obtenida fue similar a las compotas presentes en el mercado. Hubo diferencias en los resultados físico-químicos, pero se trató de mantener los parámetros dentro de los requisitos de la NORMA INEN mencionada anteriormente, aunque ciertos parámetros como el vacío y el contenido calórico no se pudo analizar.

El producto final, es estable para almacenar a temperatura ambiente siempre y cuando el recipiente no haya sido abierto. Tiene una textura fina uniforme, color amarillo característico del puré de banano y viscosidad que no requiere o incite a su masticación y no provoca acidez luego de su consumo. En la tabla 42 se detalla la caracterización físico – química de la compota de banano obtenida.

TABLA 42
CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL PRODUCTO FINAL

ANÁLISIS	
Parámetros	Resultados
pH	4,15 - 4,20
Brix	19,4 - 20
Consistencia	7 - 8
Ac. Ascorbico	2268,7 - 2368
Acidez	0,36 - 0,40
Colorímetro	L= 62,65 ; 64,24
	A= -2,21 ; 1,59
	B= 18,63 ; 19,06

Fuente: C. Navas (2008)

Analicé los resultados de acidez, pH y contenido de ácido ascórbico de cada una de las pruebas y se construyeron gráficas donde muestro el comportamiento de estos factores, según la dosificación de ácidos (Apéndice C, D, E).

La siguiente tabla indica los resultados microbiológicos que se realizaron a las compotas como producto terminado tomando como referencia los parámetros establecidos por la empresa.

TABLA 43
CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL PRODUCTO FINAL

PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS	
Aerobios (UFC)	Mohos y Levaduras (UFC)
<10	< 10

Fuente: C. Navas (2008)

2.6. Pruebas de Estabilidad

Las pruebas de estabilidad acelerada realicé con el fin de determinar el tiempo de vida útil del producto, mediante una estufa a 45 °C durante un período de 4 semanas equivalentes a tres meses en percha.

Hice pruebas tomando como referencia los principales parámetros de calidad: pH, Brix, Ascórbico, Acidez, Consistencia, Color (L,A,B).

En la tabla que a continuación muestro, se puede observar el comportamiento de los diferentes tipos de parámetros.

TABLA 44
ESTABILIDAD DE LA COMPOTA

ESTABILIDAD	PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS					Color		
	pH	Brix	Ascórbico	Acidez	Consistencia	L	A	B
INICIAL	4,2	19,9	2395	0,38	7	68,31	-2,2	21,5
SEMANA 1	4,26	19,8	1472,6	0,4	7	53,25	6,95	20,46
SEMANA 2	4,24	19,9	1463,2	0,39	7	50,23	7	19,7
SEMANA 3	4,24	20,1	1451,3	0,37	7,5	49,1	7	19,3
SEMANA 4	4,23	20,3	1452,2	0,36	7,5	47,9	7	18,9

Fuente: C. Navas (2008)

A continuación detallo cada uno de los parámetros

INICIAL:

Posee los datos con los que elaboré las compotas.

SEMANA 1:

Las compotas pasaron una semana a 45 °C

pH: Aumentó de 4,20 a 4,26 **(1,42%)**

Brix: Disminuyó de 19,9 a 19,8 **(0,50%)**

Ac. Ascórbico: Disminuyó de 2395mg/kg a 1472,6 mg/kg **(38,51%)**

Acidez: Aumentó de 0,38 a 0,40 **(5,26%)**

Color: Producto se tornó rosado.

SEMANA 2:

Las compotas pasaron dos semanas a 45 °C

pH: Aumentó de 4,20 a 4,24 **(0,95%)**

Brix: No hubo ninguna variación, con respecto al inicial.

Ac. Ascórbico: Disminuyó de 2395mg/kg a 1463,2mg/kg **(38,90%)**

Acidez: Aumentó de 0,38 a 0,39 **(2,63%)**

Color: Producto se tornó rosado.

SEMANA 3:

Las compotas pasaron tres semanas a 45 °C

pH: Aumentó de 4,20 a 4,24 **(0,95%)**

Brix: Aumentó de 19,9 a 20,1 **(1%)**

Ac. Ascórbico: Disminuyó de 2395mg/kg a 1451,3mg/kg **(39,4%)**

Acidez: Disminuyó de 0,38 a 0,37 **(2,63%)**

Color: Producto se torno rosado.

SEMANA 4:

Las compotas pasaron cuatro semanas a 45 °C .

pH: Aumentó de 4,20 a 4,23 **(0,71%)**

Brix: Aumentó de 19,9 a 20,3 **(2%)**

Ac. Ascórbico: Disminuyó de 2395mg/kg a 1452,2mg/kg **(39,36%)**

Acidez: Disminuyó de 0,38 a 0,36 **(5%)**

Color: Producto se torno rosado.

Los resultados mostrados en la tabla 44 los obtuve experimentalmente en el laboratorio de la empresa.

Analizando los resultados de estas pruebas reflejan lo que realmente debería de pasar en cuanto al comportamiento del pH con la acidez.

Por ejemplo como se puede observar en los resultados de la semana inicial con la semana 4:

Semana Inicial: pH → 4,20	Acidez → 0,38
Semana 3: pH → 4,24	Acidez → 0,37
Semana 4: pH → 4,23	Acidez → 0,36

Los resultados del pH versus acidez de la semana inicial con relación a la semana 3 son directamente proporcional. Mientras los resultados de la semana inicial con la semana 4 son resultados directamente proporcional también, es decir que al aumentar pH de la muestra la acidez debería de disminuir, lo cual sucede.

Luego de analizar los parámetros físico químicos de las muestras, hice pruebas microbiológicas de las mismas, no habiendo crecimiento microbiano en ninguna de las muestras analizadas, por lo que aseguro que los parámetros físico químicos no fueron alterados por alguna contaminación microbiológica. Sino más bien al someter la compota a estas condiciones se obtienen estos resultados.

También mantengo una muestra de compota a temperatura ambiente durante un periodo de 8 meses y aún no existe una

coloración rosada, lo que sí ha sucedido es una ligera disminución del color amarillo característico de la compota inicial.

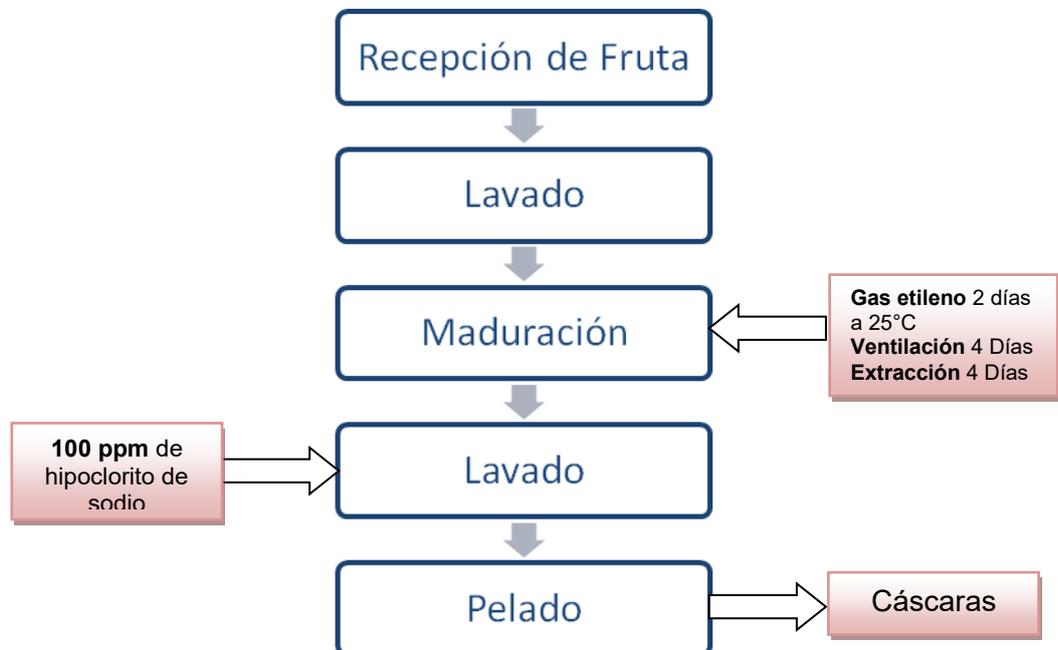
El comportamiento de cada parámetro se muestra en los Anexos F, G, H, I, J.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL PROCESO Y LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Empleando la línea del proceso existente para la elaboración del puré de banano, propondré una línea adicional para la elaboración de las compotas de banano.

3.1. Diagrama de Flujo del Puré de Banano



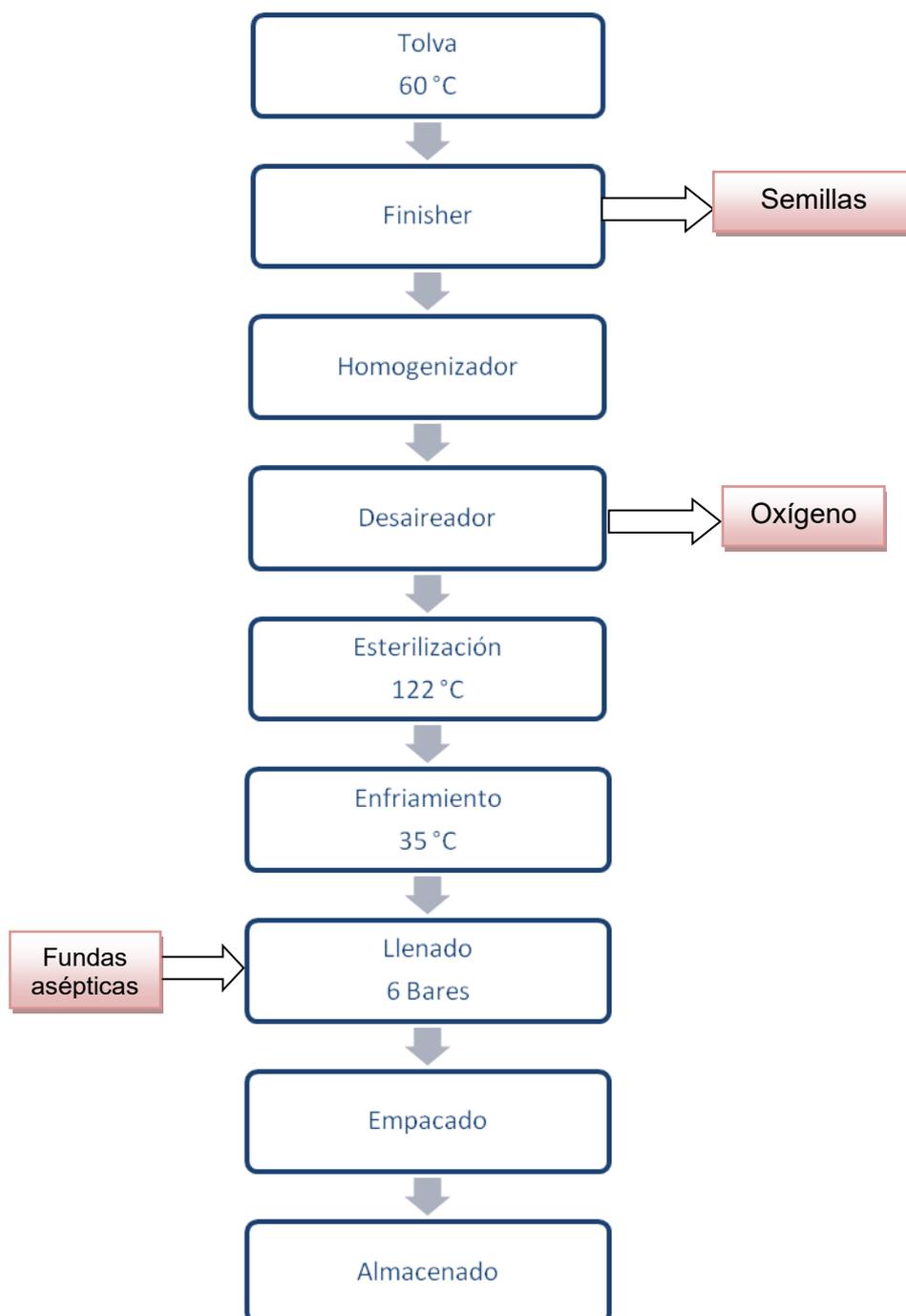


FIGURA 3.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PURÉ DE BANANO

Fuente: C. Navas (2008)

3.2. Descripción del Proceso de las Compotas

Recepción de Materia Prima

Se receipta todos los insumos en la bodega. Excepto el puré de banano.

Tanque de Mezcla

En esta etapa es donde se dosifico los ácidos, el almidón y azúcar previamente pesados. Aquí mezclo estos ingredientes con el agua contenida en el tanque.

Cocción

Una vez producida la mezcla en la segunda etapa del proceso, continúo con la cocción. Esto tiene lugar en una marmita con agitación, en donde ingresa el puré de manera directa a mezclarse con los demás componentes. La temperatura de esta mezcla debe alcanzar 55 a 65°C con la finalidad de que el almidón actúe de manera que nos proporcione la viscosidad deseada para la compota. Hay que tener en cuenta que mucho tiempo de cocción y altas temperaturas, producen degradación en el ácido ascórbico.

Llenado

Toda la mezcla pasa a la máquina de llenado, graduada para dosificar de manera rápida el volúmen requerido por el envase. Los envases para las compotas son frascos de vidrio.

Sellado

Inmediatamente, los envases con puré pasan a través de una banda transportadora a la máquina selladora, donde se colocan las tapas de aluminio en el frasco de vidrio, lo que brinda un sellado seguro y que evita filtraciones de agua en la siguiente etapa.

Pasteurización

Etapa primordial, que realizo a cierta temperatura y tiempo para evitar el crecimiento de microorganismos en el producto y la pérdida de nutrientes en el mismo.

Etiquetado

En esta etapa se adhieren las etiquetas de manera sincronizada a los envases de vidrio, mediante la ayuda de una banda transportadora y la máquina etiquetadora.

Empacado

Se empaca las compotas de manera manual en cajas de cartón corrugado. Que a su vez, se coloca sobre pallets de madera para llevar a la bodega de producto terminado.

Almacenamiento

Las compotas se almacenan en la bodega de productos terminados a temperatura ambiente.

3.3. Diagrama de Flujo de las Compotas de Banano

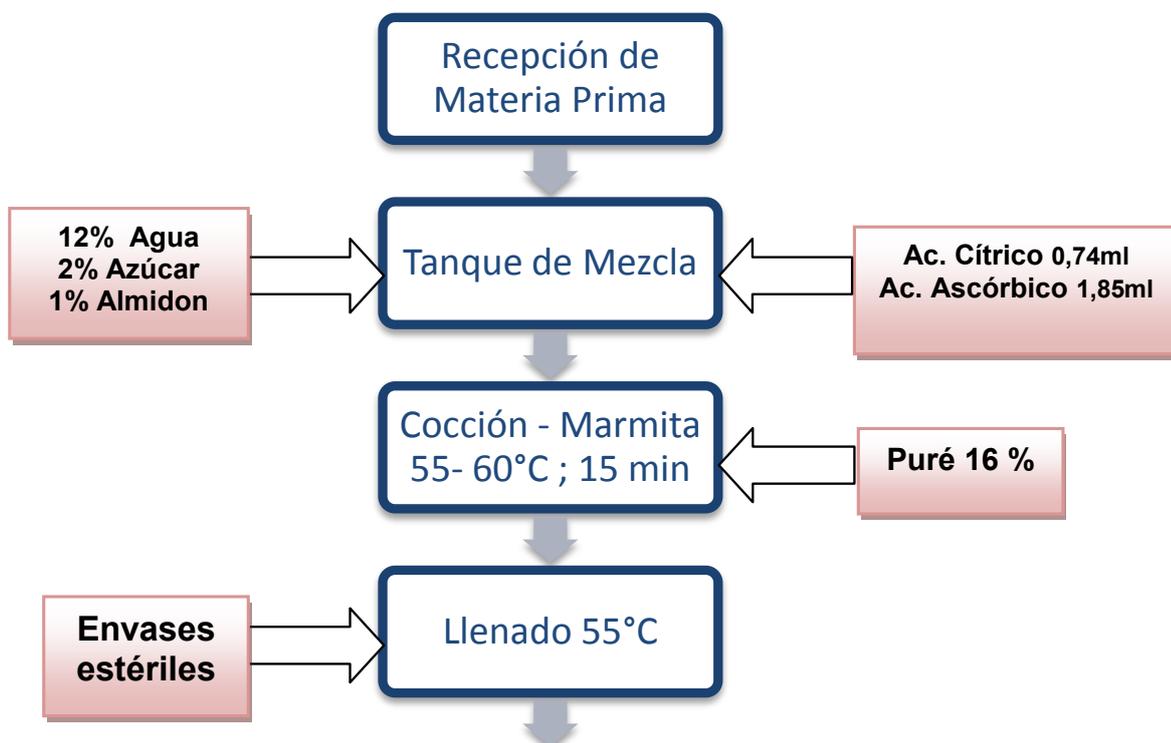




FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA 100 GRAMOS DE COMPOTA DE BANANO

Fuente: C. Navas (2008)

3.4. Descripción de Equipos

La selección de equipos realicé analizando el proceso experimental de compotas y llevándolo a escala industrial.

Las capacidades de los equipos fueron estimadas considerando una producción diaria de 55.000 kilogramos de puré de banana y sólo el

5% de esta producción se utilizará para la elaboración de las compotas.

TABLA 45
SELECCIÓN DE EQUIPOS

Equipos	Función
Tanque de Mezcla	Mezclar componentes para la elaboración de las compotas
Marmita	Calentar generando el aumento de viscosidad
Llenadora	Llenar los envases
Selladora	Sellar los envases
Pasteurizador	Calentar evitando el crecimiento de microorganismos
Etiquetadora	Etiquetar

Fuente: C. Navas (2008)

- **Tanque de Mezcla**

Tanque para mezclar los ingredientes por medio de agitación, tiene una capacidad de 1000 kilogramos. Descripción: Elaborado en acero inoxidable. Tanque interno de esquinas redondeadas y acabado interno sanitario pulido. Posee 2 agitadores de alta rotación (6).



FIGURA 3.3 TANQUE DE MEZCLA

- **Marmita**

Consiste básicamente en una cámara de calentamiento conocida como camisa o chaqueta de vapor, que rodea el recipiente donde se coloca el material que se desea calentar.

Descripción: Elaborada en acero inoxidable. Con doble camisa y fluido portador de calor. Regulación de temperatura en baño María (2). Se necesita 1 marmita de 2000 kilogramos para el proceso de elaboración de las compotas de banano.

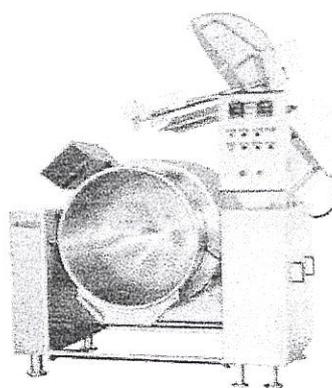


FIGURA 3.4 MARMITA

- **Llenadora**



Se utiliza para dosificar productos líquidos y viscosos tipo salsas, yogures, mermeladas o alcoholes, a temperaturas específicas (3). Se necesita ~2 llenadoras con capacidad de 45 litros cada una.

FIGURA 3.5 LLENADORA

- **Selladora**

La tapadora lineal continua se encarga de colocar y asegurar las tapas en los frascos de vidrio. Su material es de acero inoxidable (12). Utilizaré 1 selladora con una velocidad de sellado de 5000 tapas por hora.

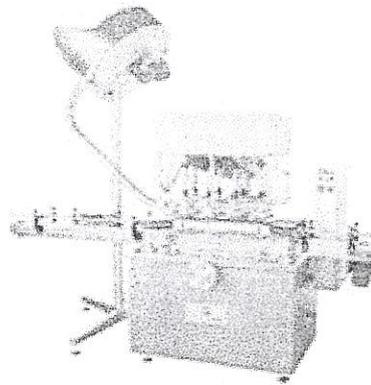


FIGURA 3.6 SELLADORA

- **Túnel Pasteurizador**

Consiste en un canal con diferentes secciones de calentamiento

el que esparce agua sobre los envases que recorren el túnel.

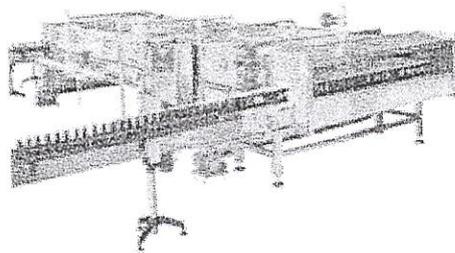


FIGURA 3.7 TÚNEL PASTEURIZADOR

Los envases pasan sobre bandas transportadoras, mientras un

sistema de rociado esparce agua caliente sobre ellos.

La división del túnel en diferentes zonas permite determinar con más precisión la temperatura y reducir el efecto

negativo del calentamiento y del enfriamiento sobre el material de los envases. El agua que rebosa se recoge en un canal de tanques que, pasa a través de un intercambiador de calor, y, termina nuevamente en el canal principal (8). El túnel de pasteurización es de 4,5 metros de largo por 3 de ancho, donde los envases viajan a través de bandas transportadoras por 2 niveles. Este equipo logra pasteurizar 5400 envases por hora.

- **Etiquetadora**

Equipo para etiquetado automático autoadhesivo de todo tipo de envases. Es una etiquetadora lineal, con alta velocidad y precisión. Con aplicación de cualquier tipo de etiquetas sobre envases de vidrio ó plástico usando sistemas con pegamento húmedo, autoadhesivo, hot-melt ó combinaciones (7). Posee una velocidad de etiquetado de 5000 etiquetas por hora.

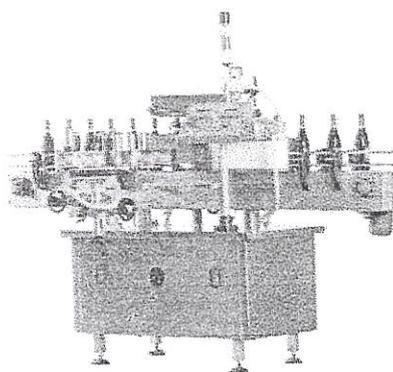


FIGURA 3.8 ETIQUETADORA

3.5. Estimación de Producción Diaria

Como señalé anteriormente, la cantidad de puré a utilizarse para la determinación de producción de compota, es el 5% de la producción diaria del puré de banano.

Producción diaria de puré = 55000 kg

Puré disponible para producción de compotas = 2750 kg (5%)

Tomando como referencia la fórmula (Tabla # 32), la cantidad disponible de la principal materia prima y considerando un desperdicio del 10 % de la producción a realizarse, se puede determinar la cantidad de envases a producirse.

TABLA 46

CAPACIDADES Y TIEMPOS DE PROCESO

Cantidad de Insumos		
Ingredientes	Fórmula %	kg
Puré de Banano	52,0%	2750
Agua	40,0%	2115,38462
Almidón Modificado	2,5%	132,211538
Azúcar	5,5%	290,865385
<i>Total</i>	100%	5288,46154
Ac. Citrico	2,74 ml	44,585
Ac. Ascrobico	6,0 ml	97,633

Fuente: C. Navas (2008)

Cantidad de producto sin desperdicio = 5288,461 kg

Cantidad de producto - 10% = 5288,461 – 528,846 = 4759,615 kg

Envases de compota a producirse = 4759,615 / 0,325 = 14645

La producción de 14645 envases se realiza en 3 paradas, estimadas en un tiempo aproximado de 1 hora cada una, produciéndose 4882 envases.

En la tabla que muestro a continuación, detallo las capacidades y tiempos que necesito en cada etapa del proceso hasta obtener el producto final.

TABLA 47
CAPACIDADES Y TIEMPOS DE PROCESO

CAPACIDADES Y TIEMPOS DE PROCESO					
ETAPA	EQUIPOS	NUMERO DE EQUIPOS	CAPACIDAD DEL EQUIPO	CAPACIDAD EN USO	TIEMPO DE ETAPA
Mezclado	Tanque de Mezcla	1	1000 kg	893,557 kg	10 min
Cocción	Marmita	1	2000 kg	1810,226 kg	20 min
Llenado	Llenadora	2	45 kg	1586,65 kg	4882 envases
			45 kg		
Sellado	Selladora	1	5000 tapas/hora	4882 tapas	58 min
Pasteurización	Túnel de pasteurización	1	5400 envases/hora	4882 envases	60 min
Etiquetado	Etiquetadora	1	5000 etiquetas/hora	4882 etiquetas	59 min

Fuente: C. Navas (2008)



- En el mezclado se emplea un tanque de mezcla con capacidad de 1000 kg. Sin embargo, sólo requiero para el proceso 893 kg dejando así un margen del 10,7% por parada que utilizo en caso de que se incremente la producción. El proceso de mezclado estimo que tome un tiempo de 10 minutos.

- En la cocción empleo 1 marmita de acero inoxidable de 2000 kg para procesar 1810 kg de compota que deben alcanzar 55°C y esto toma un tiempo aproximado de 20 minutos.

- Dos llenadoras con tolvas de capacidad de 45 kg cada una, me permite la dosificación del producto. Cada llenadora dosifica 325 gramos de compota por segundo, es decir que cada máquina llena 3600 frascos por hora, resultando 7200 frascos por hora en las dos máquinas llenadoras. Para la producción necesito llenar 4882 envases de 325 gramos tomando un tiempo estimado de 41 minutos.

$$4882 \text{ frascos} \times \frac{60 \text{ minutos}}{7200 \text{ frascos}} = 41 \text{ minutos}$$

- Para la etapa de sellado utilizaré 1 selladora que permite cerrar herméticamente los frascos de vidrio. Este equipo tiene la capacidad

de sellar 5000 tapas por hora, tomando un tiempo de 58 minutos para conseguir el sellado de los 4882 envases.

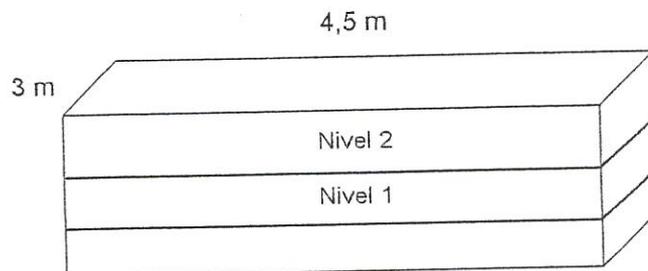
$$4882 \text{ frascos} \times \frac{60 \text{ minutos}}{5000 \text{ frascos}} = 58 \text{ minutos}$$

- El túnel de pasteurización está fabricado en acero inoxidable, de 2 niveles con un área de 13,5 m² cada nivel y, puede pasteurizar 5400 envases por hora. El producto debe mantenerse a una temperatura de 80°C durante 30 minutos.

Dimensiones de túnel = 4,5 m x 3 m

Área por nivel = 13,5 m²

Niveles en túnel = 2



Fascos por m² = 10 x 10 = 100 unidades ~

Fascos por nivel = 13,5 m² x 100 unidades = 1350 unidades

Fascos en túnel = 1350 unidades x 2 = 2700 unidades

Cada 30 minutos se pasteuriza 2700 unidades de compotas.

- La máquina etiquetadora tiene una velocidad de etiquetado de 5000 unidades por hora. En el proceso necesito etiquetar 4882 frascos con las etiquetas autoadhesivas en un lapso de tiempo de 59 minutos.

$$4882 \text{ frascos} \times \frac{60 \text{ minutos}}{5000 \text{ frascos}} = 59 \text{ minutos}$$

Con los cálculos realizados en la estimación de la producción diaria también puedo realizar una estimación de tiempos de producción, considerando el tiempo que toma cada etapa del proceso. Además también considero los tiempos por el arranque del proceso y la prueba de producción.

TABLA 48
TIEMPOS PRODUCTIVOS

CONTROL DE TIEMPOS PRODUCTIVOS				
PARADAS	1	2	3	Total
Unidad de tiempo	Min	Min	Min	Min
TURNO	Día			
OPERATIVOS				
Arranque de Producción	5	0	0	5
Mezclado	10	10	10	30
Cocción	20	20	20	60
Prueba de Producción	10	10	10	30
*CIP	0	0	0	0
Llenado	60	60	60	180
Sellado				
Pasteurización				
Etiquetado			59	59
* Mantenimiento	0	0	0	0
Total de tiempo por parada	105	100	159	364
TOTAL (hora)				6,0667

Fuente: C. Navas (2008)

* El CIP lo recomiendo realizar al final de cada producción y demora un promedio de 90 minutos aproximadamente a 95 °C.

* El mantenimiento se debe realizar cada año o cuando sea necesario por algún desperfecto en los equipos.

El arranque del proceso comprende el pesado de las materias primas y la revisión de los equipos. Mientras que las pruebas de producción abarca el tiempo necesario para corroborar que los parámetros físico-químicos de las compotas están dentro de los requerimientos dados por la norma nacional.

Para producir 14645 envases necesito 4759,615 kg gramos de compota de banano, sin embargo al considerar el 10% de desperdicio, realmente requiero 5288,461 kg de compota de banano para poder llenar 4882 envases/hora.

Finalmente, se esquematiza la planta de las compotas, tratando de que la ubicación de los equipos permita que la línea de producción sea continua. Considerando que la distribución de los equipos sea en el mismo orden en que se transforman los insumos y que la distancia a recorrer por el producto sea corta y así se disminuya el tiempo de



procesamiento. En la siguiente figura se presenta el lay out de planta productora de compota de banano.

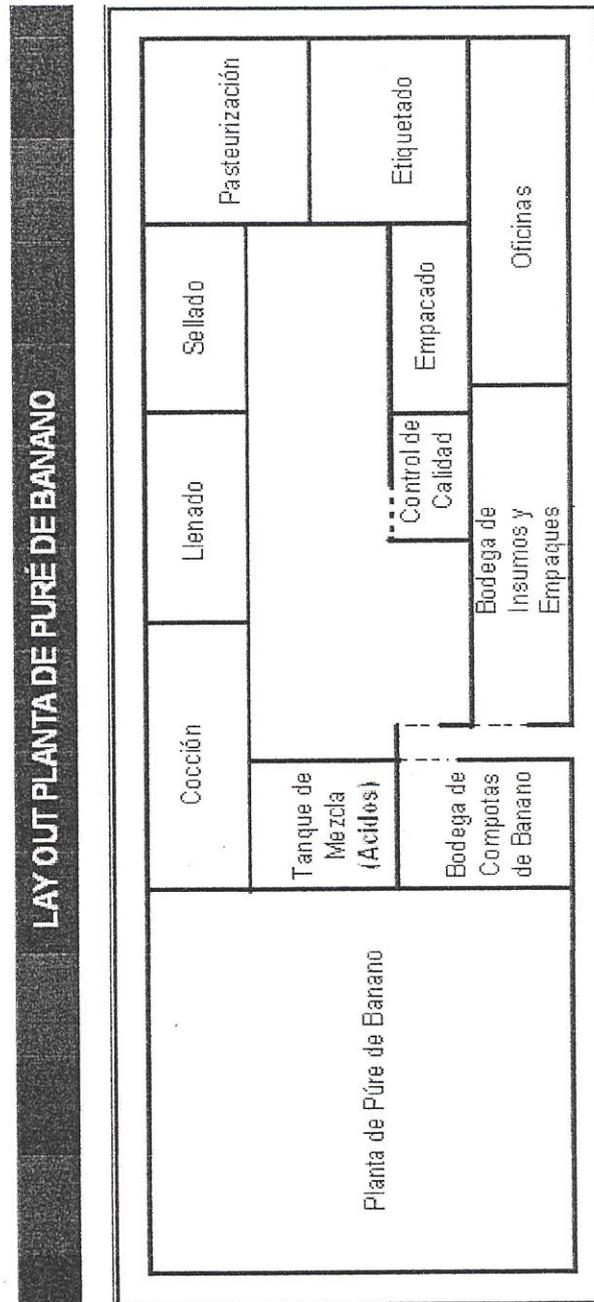


FIGURA 3.9. DISEÑO DE UNA PLANTA DE COMPOTA DE BANANO

Fuente: C. Navas (2008)

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. En base a las pruebas experimentales y tomando como patrón las muestras importadas de marcas existentes en el mercado logré desarrollar una fórmula de compota de banano, la misma que fue aceptada por su similitud a estas.
2. Durante la prueba de estabilidad acelerada determiné que hubo una pérdida de ácido ascórbico del 40 % aproximadamente, debido principalmente al factor temperatura de incubación que la mantuve a 45 °C.
3. La mezcla de Ácido Cítrico y Ácido Ascórbico se utiliza en proporción de 1 a 2,5 mililitros respectivamente, para evitar pardeamiento.

4. Las pruebas de estabilidad acelerada no fueron eficaces para determinar el tiempo de vida útil, por lo cual el método apropiado es estabilidad en tiempo real.
5. Mantuve el ácido ascórbico constante sin disminuir sus dosificaciones como sucedió en el ácido cítrico, debido a que es un antioxidante y proporciona un aspecto amarillo brillante en la compota.
6. La estimación de producción de las compotas se hizo considerando un 5% de la producción diaria del puré de banano, porque se espera explorar el mercado nacional en primer lugar, y según el volumen de ventas, incrementar o mantener la producción.
7. Diseñé la línea de proceso para compotas de banano continua a la de puré de banano de forma que el flujo de producción sea mantenga, de igual manera y así se disminuyen los tiempos improductivos y se evita levantar más infraestructura en la actual planta de puré de banano.
8. Envasé la compota de banano en frascos de vidrio de 325 gramos, cantidad mayor a las compotas que se encuentran en el mercado ya que se quiere destinar este producto no sólo a bebés, sino también a jóvenes y ancianos que consumen mayor cantidad de estos alimentos.

Recomendaciones:

1. Recomiendo realizar pruebas sensoriales con los niños por ser el principal grupo de consumidores para de esta forma evaluar el grado de aceptación del producto.
2. El análisis de costos de producción debe ser considerado y evaluado por la empresa para poder montar la línea de producción de este producto y considerar si puede ser un proyecto rentable para la organización.
3. No recomiendo realizar el experimento de manera inversa, manteniendo constante el ácido cítrico y disminuyendo las dosificaciones del ácido ascórbico, debido a que el ácido cítrico es un regulador del pH.
4. Recomiendo realizar pruebas de estabilidad a temperatura ambiente durante un año para determinar el tiempo de vida útil.
5. A pesar que la especificación del producto terminado del puré de banano natural sin semilla elaborado por la empresa tiene rangos establecidos de contenido de ácido ascórbico, la variabilidad de este

requerirá una etapa de estandarización en el proceso de elaboración de la compota y de igual forma una reformulación, porque dependerá del grado de madurez que tenga la fruta al momento de ser procesada, incluyendo todas sus características físico químicas.

6. Recomiendo la reformulación o evaluación de la fórmula utilizando el puré de banano que se encuentra en recirculación.

APÉNDICE A

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE BANANO

PAÍSES/AÑOS	SUPERFICIE EN HAS									
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
COLOMBIA	41.043	56.000	50.400	55.000	51.055	55.314	56.744	62.730	62.000	
COSTA RICA	51.102	49.000	50.000	50.000	44.432	42.182	41.796	45.700	45.700	
ECUADOR	127.624	131.751	193.601	193.601	228.985	205.595	218.683	216.510	209.027	
GUATEMALA	21.000	23.000	25.000	25.000	18.900	19.040	19.040	19.040	19.040	
HONDURAS	22.000	23.000	22.320	22.320	22.459	16.548	17.473	19.206	20.533	
PANAMA	19.000	19.000	19.000	20.000	13.796	11.708	11.728	11.728	12.000	
BRASIL	516.661	559.487	520.813	449.119	510.290	503.023	509.588	490.229	494.462	
CAMERUN	55.000	55.000	55.000	55.000	66.347	77.399	79.721	82.113	82.000	
COSTA DE MARFIL	13.000	17.000	16.500	16.500	16.500	16.500	15.000	15.300	15.300	
MARRUECOS	2.900	2.800	3.460	3.500	4.200	4.470	4.870	5.200	5.200	
FILIPINAS	332.564	350.000	337.100	337.100	386.503	398.000	409.800	415.427	430.000	
INDIA	419.200	419.200	445.000	445.000	470.000	680.000	680.000	680.000	680.000	
INDONESIA	240.000	198.217	269.778	269.778	277.000	269.000	277.991	314.708	315.000	
SANTA LUCIA	15.000	15.000	8.000	8.000	9.200	9.200	12.000	12.000	12.000	
CHINA	176.500	181.500	194.300	209.300	253.947	257.473	265.100	269.150	274.200	
TOTAL MUNDIAL	3.869.287	3.863.895	4.004.686	4.108.133	4.139.407	4.316.1074	4.404.7134	4.444.9264	4.56.485	

APÉNDICE B

TÉCNICAS MICROBIOLÓGICAS

Determinación de Aerobios y Mohos y Levaduras.

Materiales y equipos:

- Lámpara de Luz Ultravioleta.
- Fiolas de 250 ml.
- Pipetas de 5 ml.
- Placas Petrifilm para aerobios
- Placas Petrifilm para Mohos y levaduras.
- Balanza gramera digital.
- Espátulas estériles.
- Beaker de vidrio de 1000 ml.
- Aplicador plástico para placas Petrifilm para Aerobios.
- Aplicador plástico para placas Petrifilm para Mohos y Levaduras.
- Fósforos.
- Agua de Peptona.
- Algodón.
- Macropipeteador
- Incubadora de 38 °C.
- Piceta con alcohol.
- Papel Toalla.
- Mechero de Alcohol.

Procedimiento:

1. Encender la lámpara de luz ultravioleta.
2. Desinfectar los mesones con alcohol.
3. Encender el mechero de alcohol.

4. Pesar 10 gramos de muestra en 90 ml de agua de peptona esterilizada en la fiola de 250 ml..
5. Agitar la mezcla con movimientos circulares.
6. Pipetear 2 ml de la muestra.
7. Dosificar 1 ml de muestra en cada petrifilm.
8. Luego presionar con cuidado el aplicador petrifilm, sobre cada una de las muestras dosificadas, esperar que estas solidifiquen.
10. Finalmente, incubar las placas Petrifilm, durante 2 días a 38 °C para aerobios. Y para mohos y levaduras incubar a 48 °C durante 4 días.
11. Observar los petrifilms y contar las unidades formadoras de colonia (ufc).

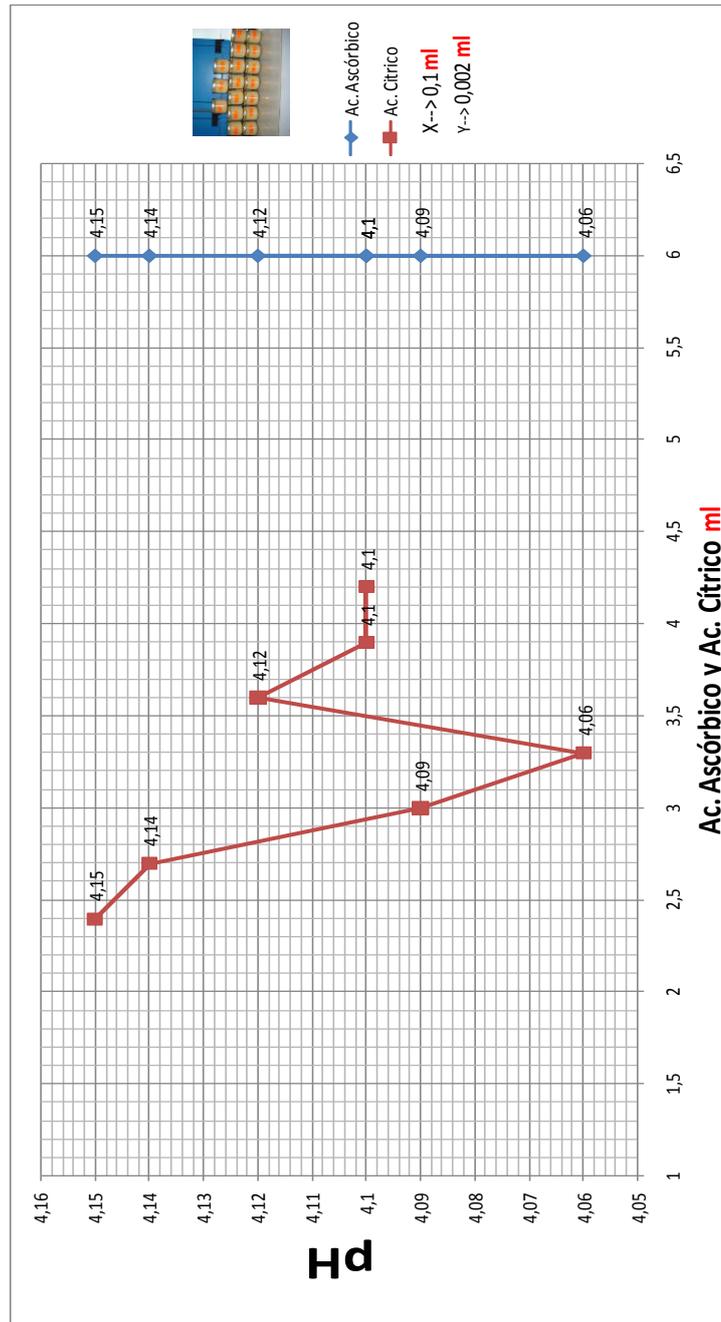
APÉNDICE C

TABLA DE RESULTADOS DE pH, ACIDEZ Y ÁCIDO ASCÓRBICO DE LAS PRUEBAS

TABLA DE RESULTADOS DE pH, ACIDEZ Y ÁCIDO ASCÓRBICO										
PRUEBA	PRODUCCIÓN g	Ac. Ascórbico ml	Ac. Citrico ml	pH	Δ pH	ACIDEZ	Δ Acidez	Ac. Ascórbico	Δ Ac. Ascórbico	
1	325	0	0	4,98	4,98	0,34	0,34	87,48	87,48	
2	325	0	0	4,62	-0,36	0,24	-0,1	70,42	-17,06	
3	325	0	0	4,7	0,08	0,32	0,32	85,4	85,4	
4	325	6	4,2	4,1	-0,6	0,48	0,16	2298,7	2213,3	
5	325	6	3,9	4,1	0	0,48	0,48	2789,9	2789,9	
6	325	6	3,6	4,12	0,02	0,42	-0,06	2854,3	64,4	
7	325	6	3,3	4,06	-0,06	0,44	0,44	2542,2	2542,2	
8	325	6	3	4,09	0,03	0,42	-0,02	2000	-542,2	
9	325	6	2,70	4,14	0,05	0,39	0,39	2288,7	2288,7	
10	325	6	2,40	4,15	0,01	0,36	-0,03	2443,6	154,9	

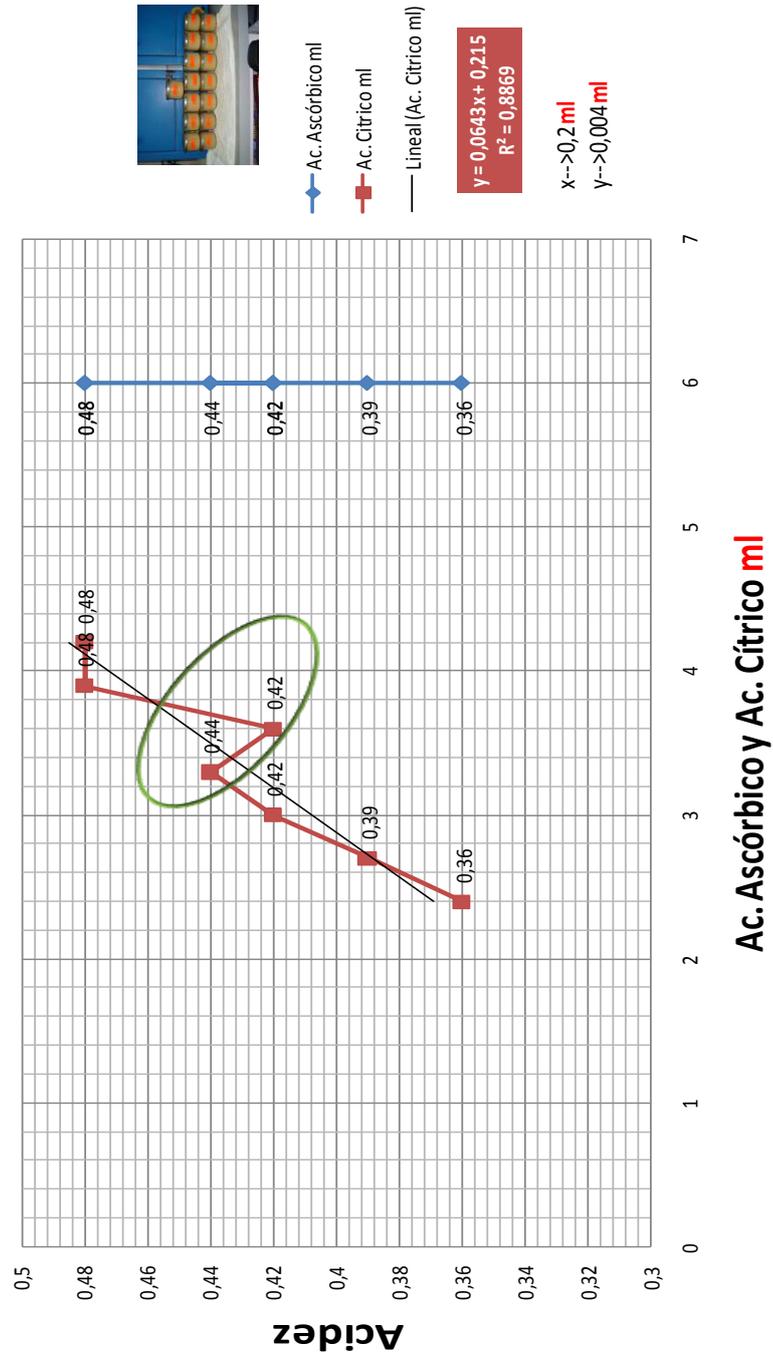
APÉNDICE D

ÁCIDO ASCÓRBICO Y ÁCIDO CÍTRICO vs. pH



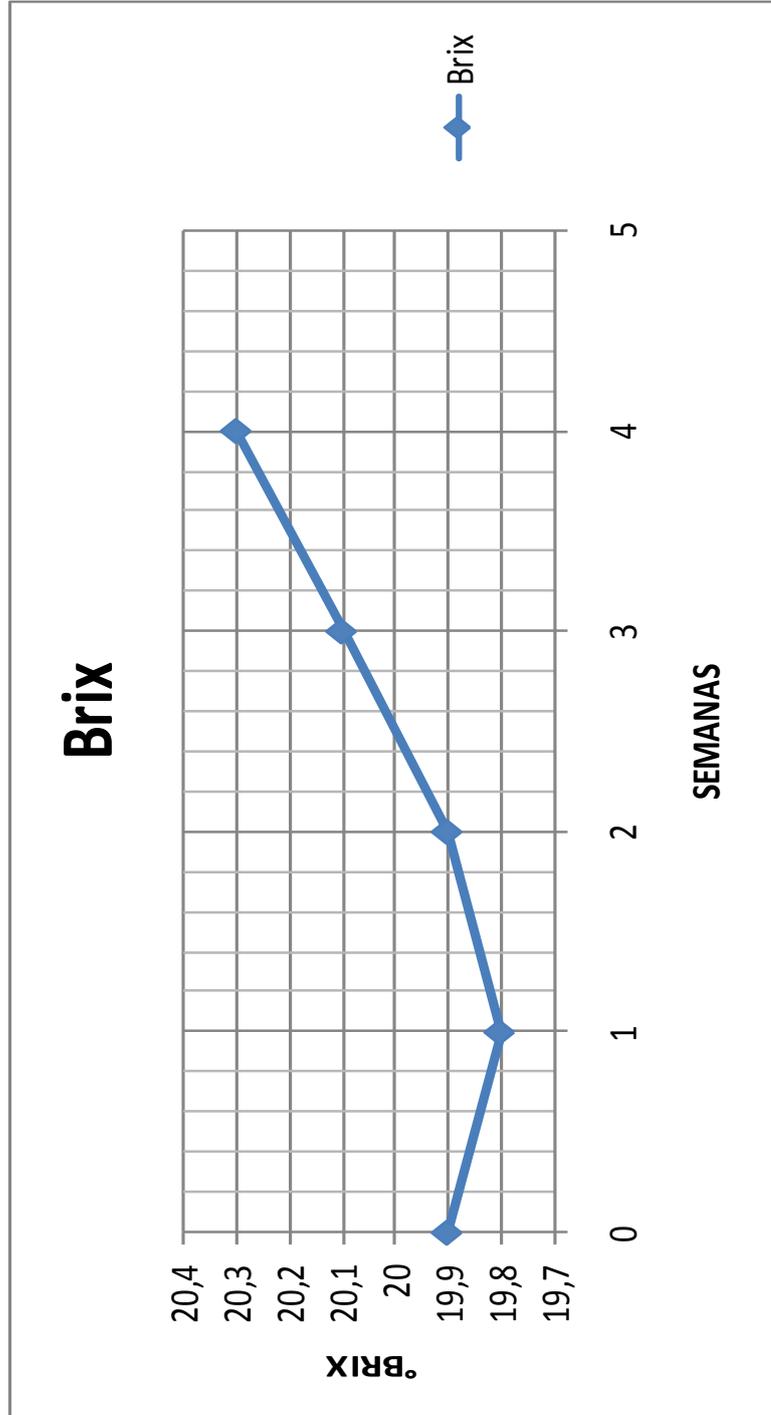
APÉNDICE E

ÁCIDO ASCÓRBICO Y ÁCIDO CÍTRICO vs. ACIDEZ



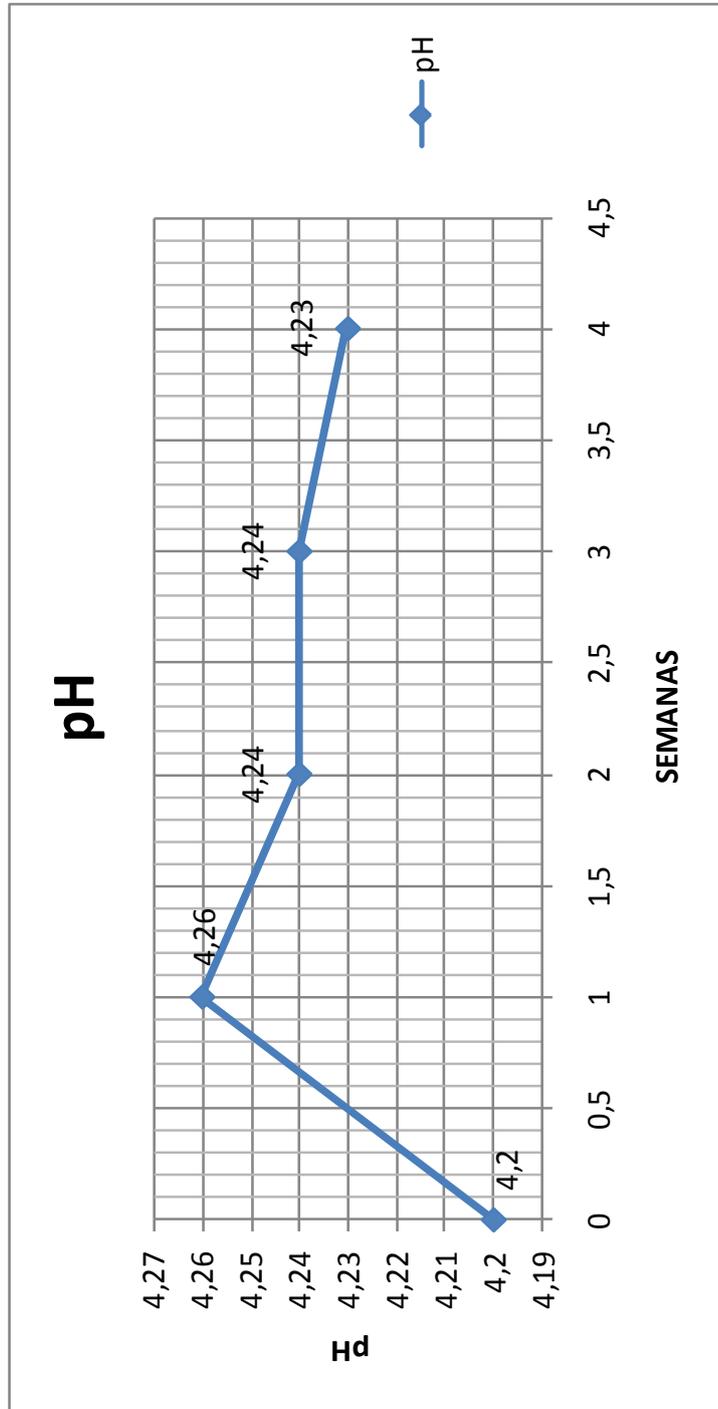
APÉNDICE F

GRÁFICA DE ESTABILIDAD - GRADOS BRIX



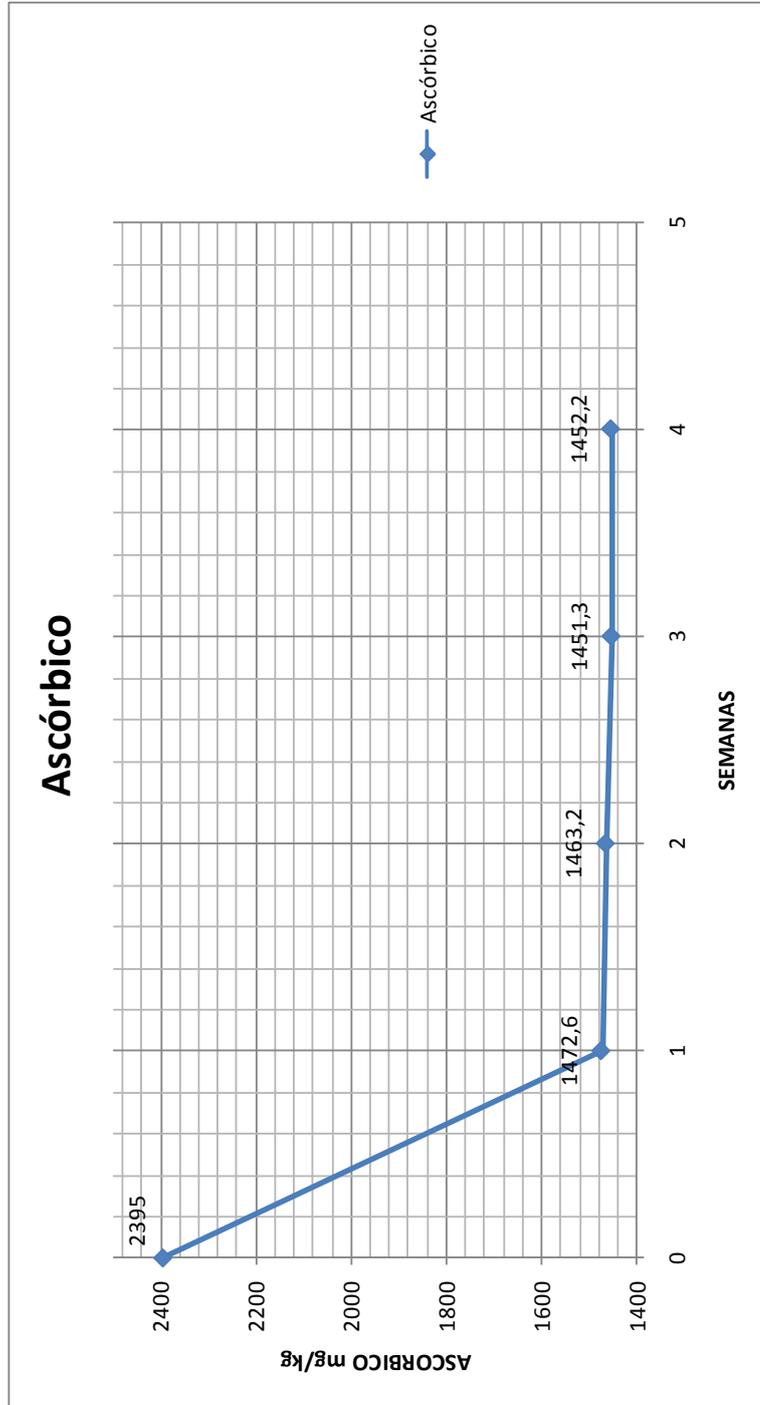
APÉNDICE G

GRÁFICA DE ESTABILIDAD - pH



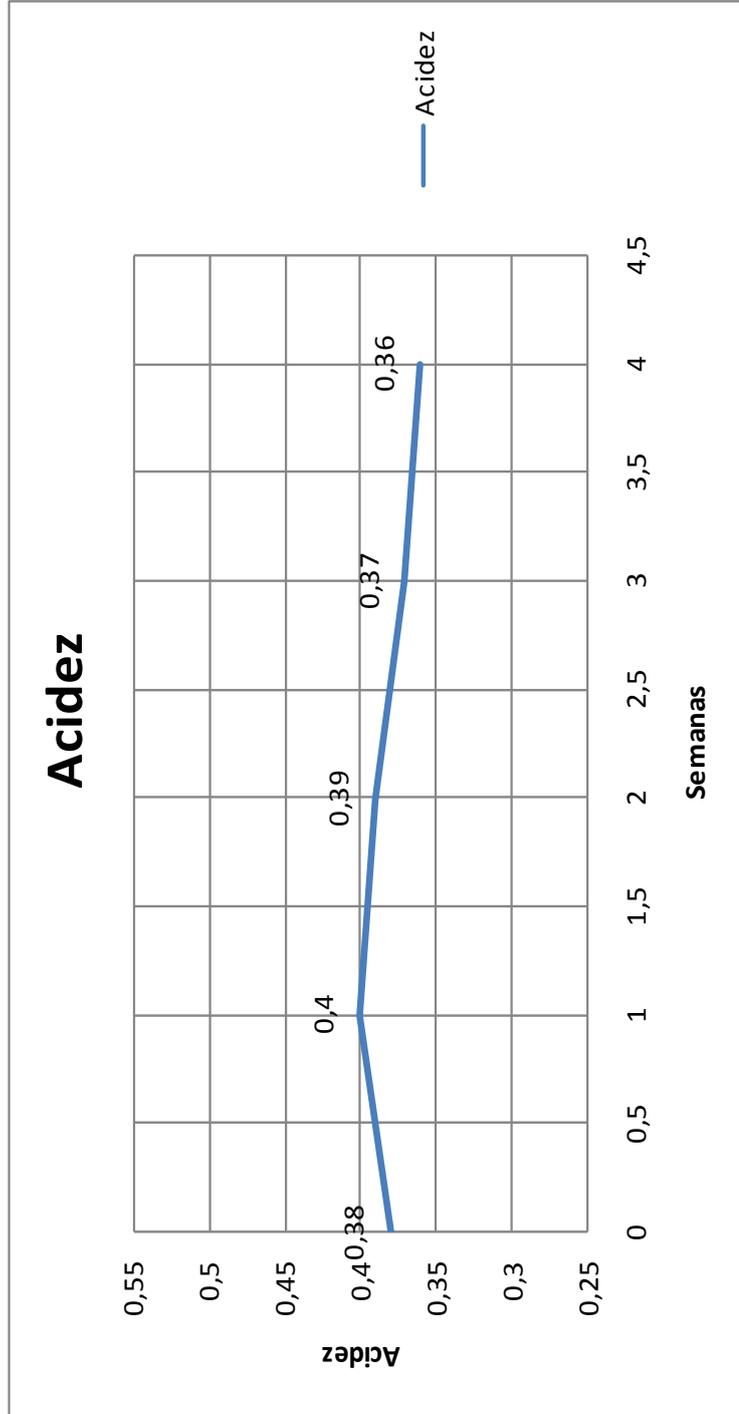
APÉNDICE H

GRÁFICA DE ESTABILIDAD – ÁCIDO ASCÓRBICO



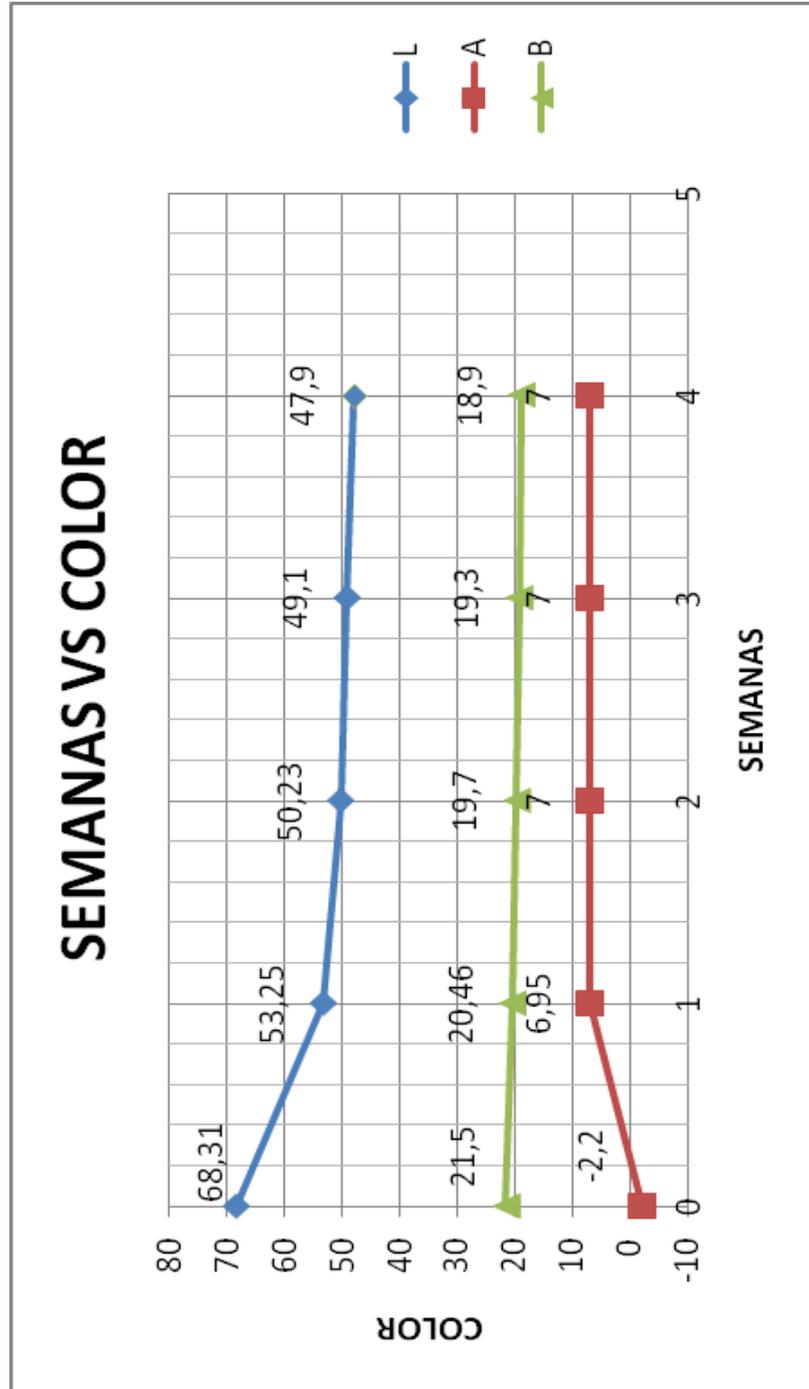
APÉNDICE I

GRÁFICA DE ESTABILIDAD – ACIDEZ



APÉNDICE J

GRÁFICA DE ESTABILIDAD - COLOR



BIBLIOGRAFÍA

1. ASOCIACIÓN NATURLAND, Banano, 2001, formato pdf, Disponible en Internet:
<http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Publication/Espanol/banano.pdf>
2. AURIOL, Marmitas, 2008, formato html, Disponible en Internet:
<http://www.auriol-sa.fr/es/fiche.php?ref=mc-ind-gaz&gamme=marmites-et-cuiseurs&famille=industrie>
3. CITALSA, Dosificadoras, 2006, formato html, Disponible en Internet:
<http://www.citalsa.com/ingles/productos2.php?categoria=EMPAQUES&subgrupo=DOSIFICADOR>
4. CODEX ALIMENTARIUS, CODEX STAN 79-1981 Norma para del Codex para Compotas (Conservas de Frutas) y Jaleas, 1981, formato pdf. Disponible en Internet:
www.codexalimentarius.net/download/standards/247/CXS_079s.pdf
5. FAO, Elaboración de banano deshidratado, 2006, formato htm, Disponible en internet

<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU20.HTM>

6. FINAMAC, Equipos industriales, 2008, formato html, Disponible en Internet:

<http://www.finamac.com.br/es/page.php?menuid=559>

7. FTM, Etiquetadoras Industriales, 1998, formato html, Disponible en Internet:

<http://www.colombiapack.com/ftm/fte.htm#ETIQUETADORAS>

8. KRONES, Pasteurizador de túnel, 2008, formato pdf, Disponible en Internet:

http://www.krones.com/downloads/Shield_s.pdf

9. NUÑEZ REMIGIO, Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Cultivo del Banano, 1989, formato pdf. Disponible en Internet:

http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos/banano.pdf

10. PETRYK NOBERTO, Alimentación sana, Plátano / Banano, 2008, formato htm. Disponible en Internet:

<http://www.ministeriodesalud.go.cr/Web%20Direccion%20Investigacion/nutricion/banano.htm>

11. PETRYK NOBERTO, Alimentación sana, Plátano / Banano, 2008, formato htm. Disponible en Internet:

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/Chef/banana.htm>

12. PLASTICOS Y DERIVADOS DAGO, Envasadoras automáticas de frascos / tapadora lineal continua, 2008, formato html, Disponible en Internet:

http://www.pydago.com/tapadora_linea_continua_27.htm?sessionid=6173204794319138

13. SICA, Banano 2006, formato html. Disponible en Internet:

<http://www.sica.gov.ec/cadenas/banano/index.html>

14. III CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE ENVASES Y EMBALAJES PARA ALIMENTOS, “Vida Útil en Alimentos Envasados”, Valencia-Venezuela, 1995