

# Diseño de la Línea de Producción de Compotas de Banano

Cristian Navas Silva<sup>1</sup>; Ana María Costa V<sup>2</sup>.  
Ingeniero en Alimentos<sup>1</sup>; M.Ed., Ingeniera en Alimentos, Profesora<sup>2</sup>  
e-mail:cristhian\_navas2@hotmail.com<sup>1</sup>, acosta@espol.edu.ec<sup>2</sup>  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción  
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Campus "Gustavo Galindo"  
Km. 30.5 Vía Perimetral  
Telf.: 593.4.2269151  
Guayaquil-Ecuador

## Resumen

*El banano es uno de los principales cultivos a nivel nacional, sin embargo, este fruto no es muy industrializado y sus exportaciones en su mayoría son como fruto entero. Existen pocas empresas dedicadas a la industrialización del banano, la mayoría de estas convierten la fruta en puré que es exportado a diferentes países con el fin de usarlo como materia prima para la elaboración de diferentes productos, entre ellos las compotas.*

*El objetivo de este trabajo de investigación es de desarrollar una compota de banano para una empresa productora de puré con el fin de obtener una línea de producción para la elaboración de este producto.*

*Para el desarrollo de las compotas se utiliza como materia prima, el puré de banano natural sin semilla al que se revisa las características. Posteriormente empleando pruebas experimentales con diseño de experimentos se desarrolla la fórmula para compotas usando como patrón marcas importadas existentes en el mercado y utilizando como referencia la norma INEN 2009 1995-10. Mediante pruebas de estabilidad acelerada se determina el tiempo de vida útil.*

*Finalmente, se describen los equipos necesarios para implementar la línea de producción para la elaboración de compotas.*

**Palabras clave:** *Puré de banano sin semilla, Estabilidad acelerada, Diseño de experimentos.*

## Abstract

*Banana is one of the main crops nationwide. Despite this production, this fruit is not so industrialized and the great majority of their exportations are like whole fruit. There are not many companies dedicated to banana industrialization. The majority of them convert the fruit into purée. Then, it is exported to different countries in order to use it as raw material for elaboration of different kind of products (such as baby food).*

*The objective of this investigation is to develop banana baby food for a producing puree company so it can be obtained a production line for its process.*

*For the baby food development, it is used as raw material banana puree. It has to be without seed. In addition, its characteristics are revised. Then, it is developed the baby food formula using market existing imported brands as standard. The INEN 2009 1995-10 standard is also used as reference. By means of accelerated stability tests, the shelf life time is established.*

*Finally, the necessary equipment for implementing the production line for baby food elaboration is described.*

**Key words:** *Banana purée without seed, accelerated stability, experiment designs.*

## 1. 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).

Este 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 desarrollan 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 a análisis físico químico y evaluación sensorial se selecciona la fórmula más apropiada y se realizan 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.

## 2. Fundamentación teórica

### 2.1. 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.

**2.1.1. Características del Banano.** La madurez, grados brix, peso, diámetro, longitud y el color son factores muy importantes que nos 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.

Tabla 1. Parámetros de aceptación del banano

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

**2.1.2. 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 2. Información nutricional del banano por 100 gramos de parte comestible.

| 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   |

### 2.2. Compotas

Son especialmente elaboradas a partir de cualquier tipo de fruta y van dirigidas primordialmente a niños. A continuación, la definición, características, usos y un sondeo del mercado de las compotas.

**2.2.1. 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 [3].

**2.2.2 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. Deben 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 por los niños recién nacidos. En la Tabla 5 se citan las características de un a compota según la legislación ecuatoriana.

**Tabla 3.** 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    | -                |

### 3. Desarrollo y pruebas experimentales

#### 3.1 Caracterización del puré de banano

**Puré:** Es producido a partir de la pulpa de bananos, es libre de semillas el cual contiene ácido cítrico para ajustar el pH y el ácido ascórbico para estabilizar el color. Además este 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 4 como materia prima para la elaboración de las compotas.

**Tabla 4.** Características del puré de banano natural sin semilla de una compota

| PARÁMETROS              | CARACTERÍSTICAS          |
|-------------------------|--------------------------|
| 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                 |

### 3.2 Diseño de experimento

El diseño de experimentos 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 basa específicamente en determinar las cantidades de ácidos adicionados en las fórmulas para llegar a ciertos los niveles de 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 5.** Diseño de las pruebas experimentales – Sección 1.

| Pruebas | % Puré | % Agua | % Almidón | % Azúcar | Ac. Cítrico al 14.28% (ml) | Ac. Ascórbico al 14.28% (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                            |

Estas pruebas se basarán específicamente en la determinación de la consistencia, por la cual no hay ninguna adición de ácidos.

A cada prueba se le realizó análisis físico-químicos en el que se incluye la consistencia, que es el parámetro principal en esta etapa del diseño de experimentos. Además se detallan los problemas que se presentaron en cada fórmula.

**Tabla 6.** Resultados físico-químicos - Sección 1.

| PARÁMETROS   | ANÁLISIS |         |         |
|--------------|----------|---------|---------|
|              | 1        | 2       | 3       |
| pH           | 4,98     | 4,62    | 4,7     |
| Brix         | 22       | 15      | 19,7    |
| Consistencia | 1,1      | 7,5     | 7       |
| Ascorbico    | 87,48    | 70,42   | 85,4    |
| Acidez       | 0,34     | 0,24    | 0,32    |
| Colorímetro  | L=68,28  | L=64,20 | L=68,1  |
|              | A=-1,00  | A=-0,59 | A=-1,00 |
|              | B=20,10  | B=20,00 | B=19,54 |

**Tabla 7.** Problemas y soluciones - Sección 1.

| PRUEBA | PROBLEMAS  | SOLUCIÓN   |
|--------|--|--|
| 1      | *Consistencia Espesa.<br>* Sabor Almidón.<br>*Color Amarillo Opaco.  | * Aumento del Pcentaje del Puré.<br>*Disminución del Porcentaje de Almidón.  |
| 2      | *Color Amarillo Opaco.<br>*Sabor muy Simple, ni a puré ni a compota. | *Aumento del Procentaje de Azúcar. *Disminución del porcentaje de Puré de Banano.<br>*Aumento del porcentaje de puré |
| 3      | *Color Amarillo Opaco. *No llega a pH deseado (4,15 - 4,20)          | *Adición de Ácidos (Cítrico y Ascórbico)   |

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

**Tabla 8.** Diseño de las pruebas experimentales - Sección 2.

| Pruebas | % Puré | % Agua | % Almidón | % Azúcar | Ac. Cítrico al 14.28% (ml) | Ac. Ascórbico al 14.28% (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                            |

**Tabla 9.** Resultados físico-químicos - Sección 2.

| PARÁMETROS   | ANÁLISIS |         |         |         |
|--------------|----------|---------|---------|---------|
|              | 4        | 5       | 6       | 7       |
| pH           | 4,1      | 4,1     | 4,12    | 4,06    |
| Brix         | 19,8     | 19,4    | 20      | 19,2    |
| Consistencia | 8        | 7       | 7       | 7,5     |
| Ascorbico    | 2298,7   | 2789,9  | 2854,3  | 2542,2  |
| Acidez       | 0,48     | 0,48    | 0,42    | 0,44    |
| Colorímetro  | L=63,33  | L=62,14 | L=63,16 | L=62,30 |
|              | A=-1,44  | A=-1,65 | A=-1,33 | A=-0,13 |
|              | B=19,16  | B=18,96 | B=19,41 | B=19,14 |
|              |          |         |         |         |

**Tabla 10.** Problemas y soluciones - Sección 2.

| PRUEBA | PROBLEMAS                              | SOLUCIÓN                        |
|--------|--|---------------------------------|
| 4      | *Produjo Acidez en los Catadores       | *Disminución del Ácido Cítrico. |
| 5      |  |                                 |
| 6      | *Produjo mayor Acidez en los catadores |                                 |
| 7      | Produjo mayor Acidez que la prueba 6   |                                 |

**Sección 3:** Se continúa con los porcentajes de la fórmula 3 elaborada en la sección 1. A estas 3 últimas pruebas se seguirá 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 11.** Diseño de las pruebas experimentales - Sección 3.

| Pruebas | % Puré | % Agua | % Almidón | % Azúcar | Ac. Cítrico al 14.28% (ml) | Ac. Ascórbico al 14.28% (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                            |

**Tabla 12.** Resultados físico-químicos - Sección 3.

| PARÁMETROS   | ANÁLISIS |         |         |
|--------------|----------|---------|---------|
|              | 8        | 9       | 10      |
| pH           | 4,09     | 4,15    | 4,14    |
| Brix         | 19,8     | 19,6    | 19,1    |
| Consistencia | 7        | 7       | 7       |
| Ascorbico    | 2000     | 2443,6  | 2288,7  |
| Acidez       | 0,42     | 0,36    | 0,39    |
| Colorímetro  | L=63,35  | L=64,62 | L=63,72 |
|              | A=-0,48  | A=-0,19 | A=-1,14 |
|              | B=19,48  | B=19,62 | B=18,55 |
|              |          |         |         |

**Tabla 13.** Problemas y soluciones - Sección 3.

| PRUEBA | PROBLEMAS   | SOLUCIÓN  |
|--------|---|---|
| 8      | *Produjo una mínima cantidad de Acidez en los catadores | *Disminución del Ácido Cítrico.   |
| 9      | *Ninguno  | *A pesar de que no produjo ningún tipo de Acidez y se encuentra dentro del límite de acidez, se decide disminuir una concentración más del ácido cítrico. |
| 10     | *Ninguno  | *Ninguna. (Producto con características similares al de la competencia)   |

### 3.3. 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, aunque ciertos parámetros como el vacío y el contenido calórico no se pudieron analizar.

El producto final es estable para almacenamiento a temperatura ambiente en tanto el recipiente no haya sido abierto. Tiene una textura fina uniforme, color amarillo característico al puré de banano y viscosidad que no requiere o incite a su masticación y no provoca acidez luego de su consumo.

En la tabla a continuación se detalla la caracterización físico – química y microbiológica de la compota de banano obtenida.

**Tabla 14.** 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        | 0,37 - 0,42      |
| Colorímetro   | L= 62,65 ; 64,24 |
|               | A= -2,21 ; 1,59  |
|               | B= 18,63 ; 19,06 |

**Tabla 15.** Caracterización microbiológica del producto final.

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

### 3.4. Pruebas de estabilidad

Las pruebas de estabilidad acelerada se realizaron 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.

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

**Tabla 16.** 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    | 0,51   | 7,5          | 47,9  | 7    | 18,9  |

Los resultados mostrados en la tabla 16 fueron obtenidos experimentalmente en el laboratorio de la empresa.

Analizando los resultados de estas pruebas no reflejan lo que realmente debería de pasar en cuanto el comportamiento del pH con la acidez.

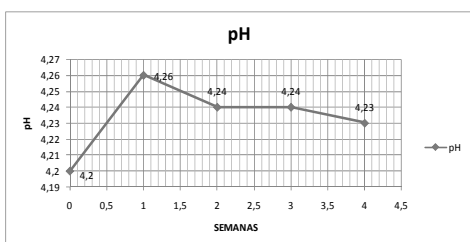
Por ejemplo como se puede observar en los resultados de la semana inicial con la semana 4:

Semana Inicial: pH → 4,20                      Acidez → 0,38  
 Semana 3: pH → 4,24                              Acidez → 0,37  
 Semana 4: pH → 4,23                              Acidez → 0,51

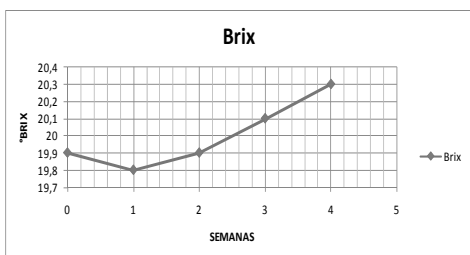
Los resultados del pH versus acidez de la semana inicial con relación a la semana 3 son directamente proporcional. Mientras los resultados de la semana inicial con la semana 4 son datos inversamente proporcional, es decir que al aumentar pH de la muestra la acidez debería disminuir, lo cual no sucede.

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

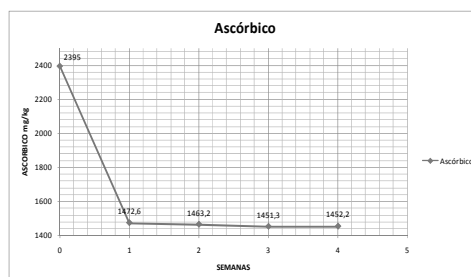
A continuación se muestran gráficas de los parámetros físico-químicos durante las 4 semanas de pruebas de estabilidad.



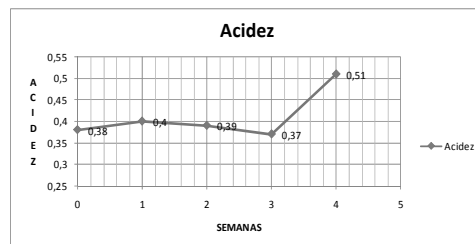
**Figura 1.** Gráfica de Estabilidad - pH



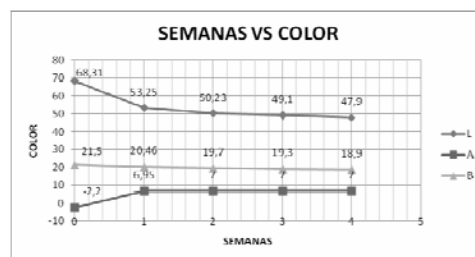
**Figura 2.** Gráfica de Estabilidad - Brix



**Figura 3.** Gráfica de Estabilidad - Ascórbico



**Figura 4.** Gráfica de Estabilidad - Acidez



**Figura 5.** Gráfica de Estabilidad - Color

## 4. Diseño del proceso y línea de producción.

Empleando la línea de proceso existente para elaboración de puré de banano se propondrá una línea adicional para la elaboración de las compotas de banano.

### 4.1. Descripción del Proceso de las Compotas.

**Recepción de Materia Prima:** Se reciben todos los insumos en la bodega. Excepto el puré de banano.

**Tanque de Mezcla:** En esta etapa es en donde se dosifican los ácidos, el almidón y azúcar previamente pesados. Aquí se mezclan estos ingredientes con el agua contenida en el tanque.

**Cocción:** Una vez producida la mezcla en la segunda etapa del proceso, se continúa 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 volatilización en el ácido ascórbico.

**Llenado:** Toda la mezcla pasa a la máquina de llenado, graduada para dosificar de manera rápida el volumen requerido por el envase. Los envases para las compotas serán frascos de vidrio.

**Sellado:** Inmediatamente, los envases con puré pasan a través de una banda transportadora a la maquina 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 se realiza 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 maquina etiquetadora.

**Empacado:** Se empacan las compotas de manera manual en cajas de cartón corrugado. Que a su vez, se colocan sobre pallets de madera para dirigirse a la bodega de producto terminado.

**Almacenamiento:** Las compotas son almacenadas en la bodega de producto terminado a temperatura ambiente.

## 4.2. Diagrama de Flujo de las Compotas de Banano

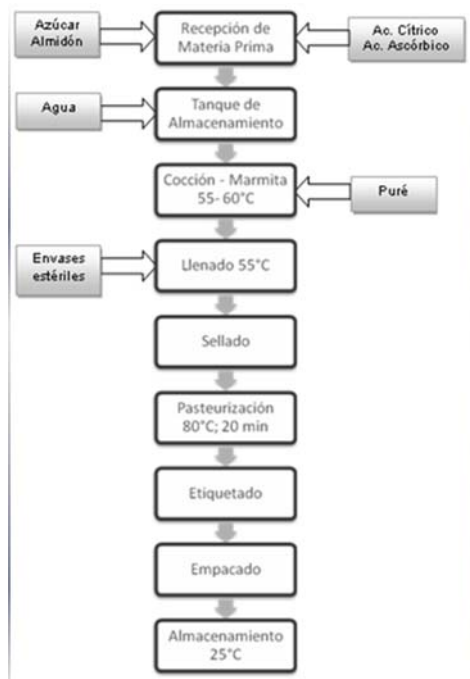


Figura 6. Diagrama de flujo de la compotas de banano

## 4.3. Descripción de Equipos

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

Las capacidades de los equipos serán estimadas considerando una producción diaria de 55.000 kilogramos de puré de banano y para esto solo se el 5% de esta producción para la elaboración de compotas.

Tabla 17. 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   |

**Tanque de Mezcla:** Tanque para mezclar los ingredientes por medio de agitación y calentamiento. Descripción: Elaborado en acero inoxidable. Tanque interno de esquinas redondeadas y acabado interno sanitario pulido. Posee 2 agitadores de alta rotación. Termómetro digital para monitorear la temperatura de calentamiento [4].

**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: Elaborado con acero inoxidable. Con doble camisa y fluido portador de calor.

Regulación de la temperatura del baño María [1].

**Llenadora:** La dosificadora para pulpas y viscosos se encarga de dosificar o llenar automáticamente líquidos viscosos en recipientes. Máquina de Acero Inoxidable [2].

**Selladora:** La tapadora lineal continua se encarga de colocar y asegurar las tapas en los frascos de vidrio. Material Acero Inoxidable [9].

**Túnel Pasteurizador:** Consiste en un canal con diferentes secciones de calentamiento al que se le esparce agua sobre los envases que recorren el túnel.

Los envases pasan sobre cintas 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, pasando a través de un intercambiador de calor, termina nuevamente en el canal principal [6].

**Etiquetadora:** Equipo para etiquetado automático autoadhesivo de todo tipo de envases. Etiquetadora lineal, con alta velocidad y precisión [5].

#### 4.4. Estimación de Producción Diaria

Como se indicó 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 = 2750 kg (5%)

Tomando como referencia la fórmula (Tabla # 11), 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.

La tabla que se muestra a continuación se detalla las capacidades y tiempos que se necesitan en cada etapa del proceso hasta obtener el producto final.

**Tabla 18.** 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                | 7200 envases/hora | 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                  |

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

En la cocción se emplean 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 permiten 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 se necesitan llenar 4882 envases de 325 gramos tomándose un tiempo estimado de 41 minutos.

$$\frac{60 \times 7200}{4882} = 4 \times 58$$

Para la etapa de sellado se utilizará 1 selladora 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.

$$\frac{60 \times 55000}{4882} = 58 \times 58$$

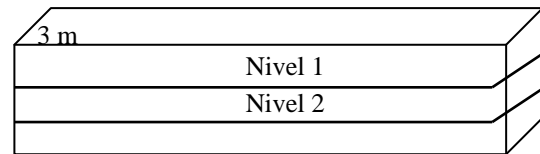
El túnel de pasteurización está fabricado en acero inoxidable en 2 niveles con un área de 13,5 m<sup>2</sup> cada nivel y, puede pasteurizar 5400 envases por hora. El producto debe mantenerse a una temperatura de 80°C durante 30 minutos.

Dimensiones de túnel = 4,5 m x 3 m

Área por nivel = 13,5 m<sup>2</sup>

Niveles en túnel = 2

4,5 m



Frascos por m<sup>2</sup> = 10 x 10 = 100 unidades

Frascos por nivel = 13,5 m<sup>2</sup> x 100 unidades = 1350 unidades

Frascos 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 se logra etiquetar 4882 frascos con las etiquetas autoadhesivas en un lapso de tiempo de 59 minutos.

$$\frac{60 \times 5000}{4882} = 59 \times 59$$

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

**Tabla 19.** Tiempos productivos por día

| 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                     |     |     |     |        |
| * Mantenimiento                | 0   | 0   | 0   | 0      |
| Total de tiempo por parada     | 105 | 100 | 100 | 305    |
| TOTAL (hora)                   |     |     |     | 5.0833 |

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

\* Mantenimiento se lo 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 se necesita 4759,615 kg gramos de compota de banano, sin embargo al considerar el 10% de desperdicio, realmente se requeriría 5288,461 kg de compota de banano para poder llenar 4882 envases/hora.

## 5. Conclusiones

En base a las pruebas experimentales y tomando como patrón las muestras importadas de marcas existentes en el mercado se logró desarrollar una fórmula de compota de banano la misma que fue aceptada por su similitud a estas.

Durante la prueba de estabilidad se determinó que hubo una pérdida de ácido ascórbico del 40 % aproximadamente, debido a 2 factores: la temperatura de incubación que se la realizó a 45 °C y el contenido de azúcares que posee el producto. Factor que es importante considerar en la formulación del producto.

A pesar que la especificación de 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 de la fórmula desarrollada.

Se mantuvo el ácido ascórbico constante sin disminuir sus dosificaciones como el ácido cítrico, por tal motivo de mantener un porcentaje elevado de ascórbico, debido a que es un antioxidante y proporciona un aspecto amarillo brillante en la compota.

La estimación de producción de las compotas se hizo considerando un 5% de la producción diaria de puré de banano, debido a que se desea explorar el mercado nacional en primer lugar, para luego de acuerdo al volumen de ventas, incrementar o mantener la producción.

Se diseñó la línea de proceso para compotas de banano continua a la de puré de banano de forma que el flujo de producción sea continuo, de esta manera se disminuyen los tiempos productivos y se evita levantar más infraestructura en la actual planta de puré de banano.

La compota de banano se envasó en frascos de vidrio de 325 g, 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 ancianos

los mismos que consumen mayor cantidad de estos alimentos.

## 6. Recomendaciones

Se recomienda realizar pruebas sensoriales con los niños por ser el principal grupo de consumidores para de esta forma evaluar el grado de aceptación del producto.

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.

No se recomienda 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.

Se recomienda realizar pruebas de estabilidad a temperatura ambiente durante un año.

Para estimar si la compota desarrollada puede ser competitiva, se recomienda realizar un estudio de costos, considerando que el precio de venta al público será mayor que el de la competencia por tener mayor cantidad de producto con respecto a las compotas existentes en el mercado.

## 7. Agradecimientos

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

## 8. Referencias

- [1] 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>
- [2] CITALSA, Dosificadoras, 2006, formato html, Disponible en Internet: <http://www.citalsa.com/ingles/productos2.php?categoria=EMPAQUES&subgrupo=DOSIFICADOR>
- [3] 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](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/247/CXS_079s.pdf)
- [4] FINAMAC, Equipos industriales, 2008, formato html, Disponible en Internet: <http://www.finamac.com.br/es/page.php?menuid=559>
- [5] FTM, Etiquetadoras Industriales, 1998, formato html, Disponible en Internet: <http://www.colombiapack.com/ftm/fte.htm#ETIQUETADORAS>



- [6] KRONES, Pasteurizador de túnel, 2008, formato pdf, Disponible en Internet:  
[http://www.krones.com/downloads/Shield\\_s.pdf](http://www.krones.com/downloads/Shield_s.pdf)
- [7] PETRYK NOBERTO, Alimentación sana, Plátano / Banano, 2008, formato htm. Disponle en Internet:  
<http://www.ministeriodesalud.go.cr/Web%20Direccion%20Investigacion/nutricion/banano.htm>
- [8] PETRYK NOBERTO, Alimentación sana, Plátano / Banano, 2008, formato htm. Disponle en Internet:  
<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/Chef/banana.htm>
- [9] 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](http://www.pydago.com/tapadora_linea_continua_27.htm?sessionid=6173204794319138)