

**UNIVERSIDAD GALILEO**  
**Escuela Ciencias de la Salud**



**“Elaboración de un concentrado para bebidas a base de pulpa de  
banano de rechazo con saborizantes artificiales”**

**Trabajo de investigación presentado por:  
OLGA SUSANA JUÁREZ ROSALES**

**Previo a optar al grado académico de:  
Licenciado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos**

Guatemala  
2012

**“Elaboración de un concentrado para bebidas a base de pulpa de  
banano de rechazo con saborizantes artificiales”**

## **ACTO QUE DEDICO**

A Dios, por darme la vida y enseñarme a vivirla para convertirme en lo que soy, por guiar mis pasos y ayudarme a superar cada obstáculo que se presenta a lo largo del camino y por darme fortaleza para llegar a realizarme como profesional.

Dedico este trabajo a la memoria de mis padres, quienes supieron formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores; lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

Al Licenciado José Gustavo Flórez.

A la Licenciada Juliana Mojica.

A mi familia: hermanos sobrinos y abuelas.

A todos ellos porque son un pilar fundamental en mi vida, por el genuino amor que puedo ver plasmado en toda la ayuda, dedicación, apoyo, motivación, confianza y respeto que tienen hacia mí.

## AGRADECIMIENTO

En el momento en el que alcanzamos las metas trazadas, es cuando nos detenemos a hacer un recuento de todas las ayudas recibidas; de las palabras de aliento, y de las expresiones de amor y comprensión. Por lo cual doy infinitamente gracias a Dios por darme la vida, la fuerza y el valor para culminar mi carrera, por poner en mi camino personas valiosas y por rodearme de amigos verdaderos que me ayudaron a lo largo de este recorrido; los cuales también contribuyeron en la realización de esta tesis. Juntos hemos alcanzado la meta.

Quiero agradecer profundamente al Licenciado José Gustavo Flórez, por toda la ayuda que me brindó a lo largo de esta carrera, dándome todo su apoyo y su motivación para superarme cada día; por sus palabras de aliento y la confianza que puso en mí; pues con todas estas valiosas aportaciones me ayudó a crecer como persona y como profesional.

Un agradecimiento especial a la Licenciada Juliana Mojica, quien me motivó para querer superarme y confió en mi capacidad ante cada reto que se me presentaba a lo largo de esta carrera, sin dudar ni un momento de ella. Y así hoy pude llegar a realizar uno de los logros más importantes en mi vida.

A mis hermanos y sobrinos, por ser mis amigos en el camino hasta aquí recorrido; siendo mi apoyo en todo momento. Que ésta sea una pequeña muestra para ellos de que lo que queremos alcanzar sólo se logra con valentía y perseverancia; y que nunca pierdan el deseo de superación, aún faltan muchos logros y metas que alcanzaremos juntos.

A mis abuelas por estar siempre a mi lado y por brindarme todo apoyo con tanta sabiduría y paciencia.

Agradezco a todos mis amigos y personal de AromatecA, S.A., por su comprensión y cariño, y por la calidad humana que me han demostrado con una actitud de respeto. Por brindarme siempre apoyo y ayuda durante estos doce años que llevamos juntos, por creer en mí, por sus palabras de aliento, por su atención y comunicación, y lo más importante, por su amistad.

Un especial agradecimiento a la Inga. Anabella Joachin, asesora de tesis, por su valiosa ayuda e información. Por orientarme y guiarme en esta investigación, y por su entrega y voluntad para realizar mi trabajo de tesis.

A mi director de tesis PhD José Rodolfo Solís, por su apoyo, dedicación y confianza. Por el tiempo dedicado a la asesoría de este trabajo y sus notables sugerencias en el desarrollo de la investigación; y por su cuidadosa lectura de los primeros borradores de ésta tesis.

Agradezco a la familia Mojica Osorio, quienes me brindaron apoyo, cariño, comprensión y confianza; quienes con sus sabias palabras siempre me alentaron a seguir adelante.

Un especial agradecimiento al Ing. Juan Carlos Barrillas, por haberme proporcionado su valiosa ayuda e información; quien me orientó en esta investigación para realizar ésta tesis.

A mis primas Gloria, Blenda y Heidi por estar conmigo a lo largo de éste camino.

A toda mi familia por brindarme siempre su apoyo, y en especial a todos mis amigos y aquellas personas que en los momentos difíciles siempre estuvieron ahí y me dieron la fuerza necesaria para seguir adelante; ya que de alguna manera contribuyeron y participaron en la realización de esta investigación y del logro de esta carrera... mi más sincero agradecimiento.

## SUMARIO

En el presente trabajo se realizó una investigación en la que se utilizó la pulpa de banano de rechazo con grado de madurez seis con 23% de sólidos solubles , al cual se le agregó saborizantes y aditivos con el fin de darle un sabor único para elaborar una bebida sabor artificial berries.

Se elaboró cuatro concentrados con apariencia semi-sólido agregando pulpa de banano de rechazo en los siguientes porcentajes: 50, 60, 70 y 77 identificados como A.B.C.D. A los concentrados se les midieron parámetros físico-químicos y reológicos, con el objeto de evaluar si había un cambio antes y después de la pasteurización a 90°C por 10 segundos. Los resultados mostraron que no hubo ningún cambio.

Adicionalmente se realizó un análisis sensorial de panel abierto con cuatro muestras y la participación de diez panelistas entrenados y no entrenados, utilizando el método de la Escala Hedónica.

Se realizó la validación de los resultados por análisis estadístico de varianza y el método rango de Duncan siendo la muestra D identificada como la mejor calidad y aceptación según el panel.

La parte experimental se realizó por el método de bloques al azar.

El estudio se realizó en el laboratorio de investigación y desarrollo de Aromateca S.A. empresa presente en la Industria Alimenticia y representante exclusivo de algunas de las casas fabricantes de sabores, colores e ingredientes para la industria alimenticia.

## INTRODUCCION

En Guatemala, después del café y el azúcar, el banano es uno de los principales cultivos y uno de los alimentos de mayor importancia en la producción y exportación agrícola. Los esquemas de comercialización de la fruta, así como las rigurosas normas de exportación, provocan la existencia de grandes volúmenes de banano que no cumplen con los requisitos establecidos; razón por la cual una parte de la producción bananera es rechazada y queda sin exportarse, gran cantidad de ella se pierde debido a que la demanda interna no es suficientemente alta para absorber tal rechazo. Éste rechazo se ha logrado incorporar en los alimentos para infantes, siendo este el producto más aceptado.

Además de dar a conocer ésta situación y sus beneficios locales, éste trabajo busca aprovechar la pulpa del banano de rechazo: estableciendo la importancia de su uso, resaltando su valor nutritivo –caracterizado por su alto contenido de carbohidratos y potasio- y haciendo énfasis en que éste alimento es una fuente alternativa en la elaboración de bebidas saludables a bajo costo.

Cabe resaltar que el uso de la pulpa de banano en bebidas, es una opción que ayuda a aprovechar el banano de rechazo que no llena con todos los requisitos de exportación. Además su beneficio se verá reflejado en costo de las empresas que producen este tipo de producto.

# OBJETIVOS

## A. Objetivos general

Utilizar la pulpa de banano de rechazo para obtener un concentrado con sabor artificial adicional; el cual será utilizado para la elaboración de bebidas.

## B. Objetivos específicos

1. Elaborar tres tipos de concentrados para bebida con diferentes porcentajes de pulpa de banano de rechazo (50, 60 y 70).
2. Evaluar en los concentrados de banano los siguientes parámetros físico-químicos y reológicos: pH, sólidos solubles, viscosidad y estabilidad química.
3. Evaluar los parámetros físicos: pH y sólidos solubles; en la bebida final (utilizando los tres tipos de concentrados anteriormente indicados).
4. Evitar el oscurecimiento enzimático y no enzimático de la pulpa, utilizando bisulfito de sodio.



## **HIPÓTESIS**

“Es factible utilizar la pulpa de banano de rechazo en un concentrado para bebida con saborizante artificial la cual sea nutritiva y agradable al consumidor”

## **HIPÓTESIS NULA**

“No es factible utilizar la pulpa de banano de rechazo en un concentrado para bebida con saborizante artificial la cual no es nutritiva ni agradable al consumidor”

Hipótesis nula = 0

## **DISEÑO EXPERIMENTAL**

El trabajo experimental se realizó con el sistema bloque al azar. Como materia prima se utilizó pulpa de banano de rechazo, a la cual se le determinó: sólidos solubles, pH y viscosidad.

Con la pulpa de banano de rechazo se elaboró un concentrado semi-sólido, al cual se le agregaron aditivos y saborizantes artificiales en diferentes porcentajes. Luego se realizó un análisis sensorial de panel abierto utilizando el método de la escala hedónica.

En cuanto a los resultados, se hizo un análisis estadístico empleando análisis de varianza y el método de Rango Múltiple de Duncan.

## REVISION DE LITERATURA

### Historia:

El banano (*Musa Paradisiaca*), es originario del Sureste de China e Indochina. De allí pasó a la India y se cree que fueron los ejércitos de Alejandro Magno quienes los trajeron al Mediterráneo, donde se estableció su cultivo sobre el siglo VII. A Canarias llegó en el siglo XV procedente de Guinea, y desde el archipiélago, los conquistadores españoles lo llevaron a Santo Domingo y Jamaica, para posteriormente extender su cultivo por el resto del Caribe, Centroamérica Sudamérica. (3)

Después retornó al continente africano y fue rebasando todas las fronteras hasta convertirse en el cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. Actualmente el banano es parte esencial de la dieta habitual de gran parte de la población de muchos países tropicales y subtropicales y representa un importante papel en la economía de muchos países. (4)

### Taxonomía del banano.

El banano pertenece a un grupo, probablemente de más de 30 especies conocidas bajo el nombre científico genérico de *Musa*. Las especies parentales del banano son *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*; los bananos comestibles aparecieron a través de mutaciones o hibridaciones naturales de una o ambas especies dando origen a grupos híbridos de los cuales se derivan los bananos y los plátanos. Posteriormente los agricultores ayudaron a mezclar y seleccionar las variedades. (2)

### Generalidades descripción botánica:

El banano es una fruta tropical procedente del árbol que recibe el mismo nombre, perteneciente a la familia de las Musáceas. Tiene forma alargada o ligeramente curvada, de 100 g de peso. La piel es gruesa, de color amarillo y fácil de pelar, y la pulpa es blanca o amarillenta y carnosa. (1).

El fruto en baya del platanero, es un arbusto que alcanza de 3 a 5 m de altura. Los bananos crecen en racimos que pueden pesar más de 50 Kg y contener hasta 300 unidades.

Los bananos y plátanos (*Musa*) son unos de los principales cultivos en el mundo A nivel mundial existen más de mil tipos de bananos y plátanos, que pueden subdividirse en 50 grupos de variedades, algunas de éstas, cuya pulpa es dulce, se conocen como bananos de postre, donde el subgrupo Cavendish representa el 47% de la producción global y es el más comercializado mundialmente. (2)

El banano es uno de los frutos más nutritivos y medicinales que existen debido a la gran cantidad de componentes que posee. Se caracteriza cuando está maduro por su color amarillo y su intenso aroma, por su sabor dulce y por la

blancura de su carne. La madurez del banano, implica la transformación del almidón en sacarosas. (2).

Su tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas; éstas se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. Los bananos son polimórficos, pudiendo contener de cinco a veinte manos cada una, siendo estos de color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los bananos son de partenocarpia vegetativa solo desarrollan una masa de pulpa comestible. (2)

### **Las principales variedades:**

**Cavendish:** Es el banano, con sus subvariedades, pequeña, gran enano, Cavendish, Williams y Valery, que debido a la similitud de características que presentan entre sí, comercialmente se denominan bajo el nombre del subgrupo al que pertenecen – cavendish-. Se caracteriza por su sabor muy dulce y aromático.

**Gros Michel:** de piel de color verde amarillo, destaca por su resistencia en cuanto al manejo y transporte, así como por su fácil conservación. (1)

**Lacatán** (*Musa caminata*): Es similar a la variedad Gros Michel, pero más resistente al mal de panamá.

Es muy cultivada en el Caribe y Sudamérica, son pertenecientes a la especie de *Musa cavendishii* (bananos comestibles cuando están crudos) y *Musa paradisiaca* (plátanos machos o para cocer).

**Otras variedades e híbridos:** *Poyo*, procedente de la isla Guadalupe; *Dominico*, de sabor muy dulce; *Grande Naine*, procedente de Martinica; *Laidier* originaria de Oceanía, *Currarré*, en dos subvariedades: rosada y enana; *Balangón*, variedad propia de Filipinas; *Zelig*, de Israel; *Brier* y *Gruesa*, entre otras. (5)

### **Clima para el cultivo del banano:**

Exige un clima cálido y una constante humedad en el aire. Necesita una temperatura media de 26-27 °C, con lluvias prolongadas y regularmente distribuidas. El crecimiento se detiene a temperaturas inferiores a 18°C. Se producen daños a temperaturas menores de 13°C y mayores de 45°C.

Las zonas aptas en Guatemala para dicho cultivo son: tropical húmeda, muy húmeda y tropical seca, con temperaturas entre 20 y 35°C, considerándose como temperatura media anual óptima la de 22 a 32°C. (7)

## **Propagación de los bananos**

Los mejores frutos se obtienen de los vástagos nacidos de su pie, que fructifican a los nueve meses de la plantación. La multiplicación se realiza casi exclusivamente por vástagos que la planta produce en abundancia cuando es adulta. Se utilizan vástagos bien desarrollados que tengan 1,50 m como mínimo de altura y recogidos en las plantas próximas a fructificar. (9)

Estos tallos son cortados por encima de ese brote se producen en torno otros nuevos que se destacan a medida que van adquiriendo la longitud de 3 a 4 m. De este modo podemos obtener de cada planta y en pocas semanas unas 15 ó 20 nuevas plantas.

En condiciones normales de cultivo se cortan los brotes a 1 m de altura, cortando también las hojas, y se plantan a 3 m de distancia por todos lados. En dos o tres semanas los tallos emiten raíces y empiezan a aparecer las nuevas hojas. (9)

## **Recolección de los bananos**

Los frutos se pueden recolectar todo el año y son más o menos abundantes según la estación. Se cortan cuando han alcanzado su completo desarrollo y cuando empiezan a amarillear y los respectivos ángulos longitudinales han adquirido cierta convexidad. Pero con frecuencia, y especialmente en invierno, se anticipa la recolección y se dejan madurar los frutos suspendiéndolos en un local cerrado, seco y cálido, conservado en la oscuridad. Apenas recogido el fruto, se corta la planta por el pie, dejando los vástagos en la base. Éstos, convenientemente aclarados, fructifican pasados cuatro meses. Dependiendo de la fertilidad del suelo. (9)

El grado de corte de la fruta de banano es determinado por las condiciones climáticas durante el crecimiento de la fruta. Durante la cosecha y posterior a ella, se debe de tener mucho cuidado con la fruta, primero prevenir que sea manchada con látex (que brota bastante en superficies que han sido cortadas o heridas) y minimizar daños por medio de fricciones durante el transporte de la fruta a la planta empacadora. Heridas hechas en la cosecha, pueden aparecer en la maduración. (9)

Durante el proceso de selección, la fruta que presenta deficiencias de madurez, defectos físicos (cicatrices, lesiones, golpes, raspaduras), problemas de patógenos, disminuye su valor comercial y es considerada como fruta de segunda calidad. El precio de ese producto es menor o simplemente se considera como rechazo y es eliminado en basureros o vendido en el mercado local. (10)

En Guatemala la fruta destinada a los mercados locales, puede ser dejada en la planta hasta que esté totalmente desarrollada. Mientras que la fruta destinada a mercados internacionales debe ser cortada verde y embarcada. (10)

## MADURACION

Existen diferentes factores que influyen en la maduración del banano tales como:

- Crecimiento
- Sabor
- Textura

También otros factores que influyen son el clima y el tipo de suelo.

En la maduración, se dan los mayores cambios hay una modificación del color, mayor concentración de azúcares, se modifica el peso y la textura del fruto. Las distintas variedades tienen distintas curvas de crecimiento, hay una maduración organoléptica y otra fisiológica que es cuando madura el fruto.

La maduración organoléptica llamada ripening (desarrollo de aroma, sabor) (11)

Modificaciones fisiológicas: el fruto crece y termina su desarrollo fuera de la planta luego pasa a ser comestible. La madurez está relacionada con la vida de almacenamiento (tiempo que el producto puede estar almacenado en cámaras de maduración). (13)

### **Determinación de la maduración del banano en la planta.**

Existen distintas medidas para conocer la madurez de un fruto:

Días desde la floración: cada fruto tiene un número de días desde la caída de los pétalos hasta la maduración pero puede variar con el clima, altura, entre otros.

La maduración se puede observar el color de la pulpa o de la piel. A parte de la vista para detectar ese cambio de color se pueden utilizar aparatos como el colorímetro Hunter. A medida que el fruto madura las sustancias pépticas se degradan, por lo que el producto se vuelve blando. (10)

En el banano se da una disminución de clorofila, pero aumentan los carotenos y xantofilas, el almidón y la hemicelulosa disminuyen, por el contrario aumenta el contenido en azúcares, a medida que aumenta la maduración, el banano transpira, por eso es importante la atmósfera en que se halle, ya sean modificadas o no. El O<sub>2</sub> disminuye y aumenta el CO<sub>2</sub>. (10)

La madurez puede ser estimada mediante el conteo del número de días desde el apareamiento del racimo floral. En las plantaciones comerciales, en el campo, se utiliza un sistema de cinta con colores los cuales indican la edad de la fruta y la semana en que deben de cosecharse. (12)

## MADURACION ARTIFICIAL

La presencia de etileno ayuda a iniciar la maduración de frutas climatéricas, es una herramienta útil para controlar la vida de anaquel de las mismas. Cuando se conocieron los efectos que el etileno tiene sobre la maduración, se comenzó a utilizarlo en tratamientos artificiales para anticipar la recolección de frutas.

Se cosecha con un mínimo grado de madurez y mediante la aplicación de este gas, se trata de provocar los mismos cambios que se producirían naturalmente como si permanecieran los frutos aún en la planta. (12)

El etileno aplicado artificialmente se utiliza comercialmente para la maduración de bananos y plátanos. Para realizar los tratamientos artificiales con etileno se requiere contar con una cámara o habitación que pueda mantenerse cerrada lo más herméticamente posible y en la cual pueda hacerse un control de la temperatura y humedad. Se necesita mantener una temperatura de 18-21°C y 90-95% de humedad relativa. (12)

El etileno puede ser aplicado utilizando generadores (en los que se libera el gas por calentamiento de un líquido) o como gas puro o en mezcla con oxígeno, a partir de cilindros. El tiempo de tratamiento puede ser de 24, 48 a 72 horas, dependiendo del tipo de fruta y de su grado de madurez de cosecha. También se debe contar con una adecuada circulación dentro de la cámara y realizar recambios de aire con una frecuencia regular para evitar la acumulación de dióxido de carbono. (12)

Durante el proceso de maduración artificial se busca transformar una fruta con pulpa almidonosa y dulce al paladar, en un producto suave, agradable, un dato a destacar en importancia, es el que el banano es la única fruta que adquiere su mejor sabor y color cuando es sometida previamente al proceso forzado de maduración artificial. (13)

### **Evaluación de los cambios que ocurren durante la maduración:**

Para evaluar los cambios que ocurren durante la maduración de los bananos se colocan en cámaras para su maduración artificialmente exponiéndolas al etileno por 24-48 horas, estos procesos se llevan a temperatura de 18°C y humedad relativa de 85-90 %.

Los siguientes cambios que ocurren durante la maduración de los bananos, se evalúa lo siguiente: Cambios del color en la cáscara, la pérdida del color verde en la cáscara y la intensificación correspondiente del color amarillo (aparición de carotenos) se debe a la degradación de la estructura de la clorofila. Los cambios externos en el color de la cáscara durante la maduración a menudo reflejan también cambios del color de la pulpa que produce ablandamiento y mejora en el sabor. (14)

### **Acciones del etileno en el proceso de maduración:**

El etileno C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> modifica la actividad respiratoria, síntesis de pigmentos, Degradación de clorofila y almidones, generación de aromas, permeabilidad de las membranas, inducción de más etileno, degradación de pared celular (14)

### **Mecanismo de Acción**

1. C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> Se une a una proteína (sitio de enlace)
2. Se estimula la liberación de un segundo mensajero al DNA
3. Para formar moléculas específicas de RNAm. Estas moléculas se traducen en proteínas por los ribosomas
4. Las proteínas así formadas son las enzimas que causan la respuesta al etileno en la maduración.

El etileno puede aplicarse de manera directa o como una mezcla diluida, pues es más seguro que usarlo puro ya que es explosivo e inflamable en concentraciones iguales o superiores al 3%. Las concentraciones de etileno requeridas para madurar organolépticamente frutas climatéricas son de 0.1 a 1 ppm, en la mayoría de los casos. Las condiciones óptimas para la maduración de frutas como el banano, mango y papaya con etileno exógeno incluyen temperaturas de 19 - 25°C, 90 -95 % de humedad relativa y 10- 100 ppm de etileno. (12)

La duración del tratamiento varía entre 24, 48 a 72 horas, dependiendo del tipo de fruta y de su grado de madurez de cosecha. Para desarrollar el color en algunas frutas no climatéricas como los cítricos el tratamiento que varía de 24 a 72 horas, incluye niveles de 1 - 10 ppm de etileno, 20 - 29°C y 90 - 95 % de humedad relativa. Durante el tratamiento se destruye la clorofila presente en las frutas y se



ponen de manifiesto los pigmentos carotenoides característicos de éstas. También se debe contar con una adecuada circulación dentro de la cámara y realizar recambios de aire con una frecuencia regular para evitar la acumulación de dióxido de carbono. (19)

**Atmósferas controladas:** La atmósfera controlada es una técnica de conservación en la que se interviene modificando la composición gaseosa de la atmósfera en una cámara en la que se realiza un control de regulación de las variables físicas del ambiente (temperatura, humedad y circulación del aire). Esta Consiste en el almacenando un producto en una atmósfera baja de oxígeno y alta de dióxido de carbono. (19)

El dióxido de carbono CO<sub>2</sub> es un gas altamente soluble en agua y con propiedades bacterioestáticas y fungiestáticas, lo que retarda el crecimiento de hongos y bacterias aeróbicas. El dióxido de carbono CO<sub>2</sub> actúa alargando la fase vegetativa del crecimiento microbiano.

El dióxido de carbono no es totalmente inerte y puede influir sobre el color, la consistencia y otros atributos de la calidad de las hortalizas Las concentraciones de co<sub>2</sub> han de estar comprendidas entre el 20% y 60%, siendo más efectiva su acción a bajas temperaturas reduciendo al máximo el contenido de oxígeno para disminuir el deterioro de los productos por oxidación. (19)

**Tabla No. 1 Clasificación de algunas frutas tropicales según su producción de etileno.**

| Clase    | Etileno (ml/kg/h a 20°C) | Producto             |
|----------|--------------------------|----------------------|
| Muy bajo | < 0.1                    | Cítricos             |
| Bajo     | 0.1 - 1.0                | Piña, melón, sandía  |
| Moderado | 1.0 - 10.0               | banano, melón, mango |
| Alto     | 10.0 - 100.0             | aguacate, papaya     |

Adaptado de: (Kader, A.A., 1992). (19)

### **Maduración y manejo**

Ingresada la fruta y estibada en la cámara se da comienzo al proceso, en el cual como primer paso se buscará llegar a la temperatura de pulpa cuyo rango

ideal es de 18 a 20 °C, (temperatura de inicio) elevando por calefacción o bajándola con ventilación y refrigeración, según sean las necesidades. (25)

Lograda esta, se procederá a la inyección del gas de maduración (Etileno), en la proporción de un cilindro cada 3000 pies cúbicos del recinto (cámara de climatización). En este momento se debe asegurar el cierre hermético de la cámara y verificar que los ventiladores estén apagados.

Concluida la aplicación de etileno este se debe distribuir uniformemente en todo el recinto con la finalidad de hacer llegar al gas en toda la estiba, esto se realiza con la acción de los ventiladores, con la cámara siempre cerrada, por el término de 18 a 24 hs, concluida la etapa de distribución del gas, se lo debe extraer, para lo cual se ponen en marcha nuevamente los ventiladores y extractores.

El tiempo que debe permanecer el producto con temperatura es de 18 a 20 °C, dependerá del estado de desarrollo y del color que deseamos obtener este variará desde 72 hasta 108 horas. (13)

Durante el proceso de maduración la temperatura nunca debe superar los 20°C, pues se produce un daño conocido como “cocinado o cooked”, dando pulpas blandas. La humedad relativa ambiente, debe mantenerse en el orden de los 90-98%, por debajo de estas, las frutas tienen más sensibilidad al manchado, con simples roces, desmejorando la calidad y presentación del banano. (25)

### **Industrialización:**

El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. El banano es un alimento básico y un producto de exportación.

Como alimento básico, los bananos, incluidos los plátanos y otros tipos de bananos de cocción, contribuyen a la seguridad alimentaria de millones de personas en gran parte del mundo en desarrollo y, dada su comercialización en mercados locales, proporcionan ingresos y empleo a las poblaciones rurales. (16)

Como producto de exportación, el banano contribuye de forma decisiva a las economías de muchos países de bajos ingresos y con déficit de alimentos, entre los que figuran Ecuador, Honduras, Guatemala. Es la fruta fresca más exportada del mundo en cuanto a volumen y valor. La producción de banano para

la exportación se considera una actividad tecnológica y económica diferente a la producción del banano como alimento de primera necesidad.

La producción destinada a la exportación se sirve únicamente de unas cuantas variedades seleccionadas por su alto rendimiento, su durabilidad en el transporte de larga distancia, su calidad y su aspecto. Es la fruta fresca más exportada del mundo en cuanto a volumen y valor. (17)

### **Usos del banano:**

El banano es un alimento de gran valor nutritivo. En su composición Vale la pena destacar la presencia de vitaminas, hierro, fósforo y calcio en este producto. En banano posee un valor alto de almidón, pero a medida que madura, este almidón se va convirtiendo en azúcares sencillos como sacarosa, glucosa y fructosa. Además, los dos tipos de fibra vegetal, soluble e insoluble, se hallan presentes en el banano en una cantidad bastante importante. (18)

En cuanto a las vitaminas, el banano contiene cantidades apreciables de provitamina A y vitaminas del grupo B, como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina y piridoxina (B6); y es una buena fuente de ácido fólico y vitamina C . Es muy rico en potasio y magnesio y es una de las frutas con mayor contenido en estos minerales. Además, provee una cantidad de sodio muy baja. El banano es, por tanto, un alimento nutritivo y energético. (15)

Además, el banano no está contraindicado en diabéticos, a pesar de su contenido en hidratos de carbono, ya que los azúcares de los bananos se absorben lentamente (poseen un índice glucémico bajo), sin provocar una subida rápida de los niveles de glucosa en sangre. (5)

El banano ofrece un alto contenido de potasio, Muy rico en magnesio, muy bajo en sodio, contiene poca cantidad de hierro, beta caroteno, ácido fólico y vitamina C, contiene fibra y una baja cantidad de vitamina E. La presencia de las tres vitaminas antioxidantes (A, C y E) hace que figure como 'fruta-salud', Por todos esos motivos, constituye una fuente de energía natural. (3).

Existen diferentes variedades de usos como la elaboración de hojuelas de cereal a partir del vástago, la producción de tintas para telas, alimentación animal a partir del seudotallo, palmitos a partir del tallo floral, empaques y papel a partir de las hojas, harinas para alimentación humana y animal a partir de la cáscara y a partir de la pulpa vinagres, tortas, mermeladas, alcohol, licores, bebida y medicamentos. (15)

## COMPOCISION QUIMICA DEL BANANO

La composición química depende de su grado de maduración.

**Agua:** Debido a este alto porcentaje de agua y a los aromas de su composición, la fruta es muy refrescante.

**Glúcidos:** está formado por carbohidratos. El contenido puede variar desde un 20% en el banano El contenido en glúcidos puede variar según la especie y también según la época de recolección. Los carbohidratos son generalmente azúcares simples como fructosa, sacarosa y glucosa, azúcares de fácil digestión y rápida absorción. La presencia de almidón se verifica en frutas climatéricas aún verdes; con la maduración, se produce la hidrólisis del almidón en azúcares simples.

**Fibra:** Aproximadamente el 0.50 hasta el 1% del banano es fibra dietética. Los componentes de la fibra vegetal que se encuentran son principalmente pectinas y hemicelulosa. La fibra soluble o gelificante como las pectinas forman con el agua mezclas viscosas. El grado de viscosidad depende del grado de maduración.

**Vitaminas:** Como los carotenos, vitamina C, vitaminas del grupo B.

**Sales minerales:** el banano es rico en potasio, magnesio, hierro y calcio. Las sales minerales son siempre importantes pero sobre todo durante el crecimiento para la osificación. El mineral más importante es el **potasio**.

**Valor calórico:** El valor calórico vendrá determinado por su concentración en azúcares, oscilando entre 70-97Kcal/100g.

**Proteínas y grasas:** Los compuestos nitrogenados como las proteínas y los lípidos son escasos en el banano, el contenido de grasa puede oscilar entre 0,1 %, mientras que las proteínas puede estar entre 0,1 y 1,20%.

**Aromas y pigmentos:** El banano contiene ácidos y otras sustancias aromáticas que junto al contenido de agua hace que ésta sea refrescante. El sabor vendrá determinado por su contenido en ácidos, azúcares y otras sustancias aromáticas. Los colorantes, los aromas y los componentes fenólicos aunque se encuentran en muy bajas concentraciones, influyen de manera crucial en la aceptación organoléptica. (15)

**Tabla No. 2**

Composición química en 100g de pulpa de banano

| <b>Porcentaje (%)</b> | <b>Banano maduro</b> | <b>Banano verde</b> |
|-----------------------|----------------------|---------------------|
| <b>Agua</b>           | <b>74.80</b>         | <b>69.00</b>        |
| <b>Proteína</b>       | <b>1.20</b>          | <b>1.40</b>         |
| <b>Carbohidratos</b>  | <b>23.00</b>         | <b>14.50</b>        |
| <b>Fibra</b>          | <b>0.60</b>          | <b>---</b>          |
| <b>Potasio</b>        | <b>0.396</b>         | <b>---</b>          |
| <b>Minerales</b>      | <b>0.30</b>          | <b>---</b>          |
| <b>Grasa</b>          | <b>0.10</b>          | <b>0.20</b>         |
| <b>Hierro</b>         | <b>0.0004</b>        | <b>0.009</b>        |
| <b>Calcio</b>         | <b>0.0100</b>        | <b>0.008</b>        |
| <b>Fosforo</b>        | <b>0.0270</b>        | <b>0.035</b>        |
| <b>Vitamina C.</b>    | <b>0.0140</b>        | <b>0.031</b>        |

Tabla de composición de alimentos – INCAP. pág. 25.

**Tabla No. 3**

Variación en el contenido de taninos libres por efecto de la maduración del banano.

| <b>CLASE</b>               | <b>CONTENIDO DE TANINOS (%)</b> |
|----------------------------|---------------------------------|
| <b>Pulpa banano verde</b>  | <b>7.36</b>                     |
| <b>Pulpa banano maduro</b> | <b>1.99</b>                     |
| <b>Cáscara de banano</b>   | <b>40.5</b>                     |
| <b>Verde</b>               | <b>40.5</b>                     |
| <b>Maduro</b>              | <b>4.7</b>                      |

FUENTE: Von Loesecke (1950) citado por Figueroa V. (1996) (24).

El banano verde posee un alto contenido de almidones y un bajo contenido Proteico así como un alto contenido de taninos por lo que no es una fuente nutricional adecuada. Los taninos son compuestos producidos por las plantas son muy astringentes de gusto amargo y producen sequedad en las mucosas de la boca al comerlos la importancia de los taninos en el mundo vegetal es su capacidad de proteger las plantas contra las heridas o ataques exteriores que sufren estos resultan tóxicos para los depredadores porque no son digeribles para estos últimos por lo que son consideradas sustancias con efectos anti nutricionales. (15)

### **Transformación del almidón en azúcar**

El cambio químico más impresionante que ocurre durante la maduración de los bananos, es la hidrólisis del almidón y la acumulación de azúcar (sacarosa  $C_{12}H_{22}O_{11} + 12O_2 \rightarrow 12CO_2 + 11H_2O + Q$ , glucosa:  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + E$  y fructosa) que son los responsables por la intensificación del sabor dulce de la fruta a medida que está madura. (24)

En los bananos Cavendish la descomposición del almidón y la síntesis del azúcar usualmente se completan al alcanzar la maduración total (grado del color de la cáscara) 6-7. Distintos métodos y procedimientos para evaluar el contenido de almidón o azúcar durante la maduración de las frutas incluyendo bananos han sido descritos por varios investigadores sin embargo la mayoría de estos métodos son complejos, laboriosos y requieren de personal entrenado y tecnología costosa. (14), (24).

Por lo tanto, un método fácil, rápido y de bajo costo para estimar el contenido de almidón en el banano podría servir como un indicador útil de madurez.

La prueba del yodo de almidón es un método sencillo, rápido y de bajo costo para evaluar visualmente la conversión del almidón en azúcar durante la maduración de la fruta. (14), (25)

**Tabla No. 4**

**Cambios en el contenido de almidón, azúcar y carbohidratos totales del banano durante el proceso de maduración, expresado como porcentaje de la pulpa fresca con cámara de maduración y etileno.**

| <b>Variedad</b>         | <b>días de maduración</b> |              |              |              |              |
|-------------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                         | <b>0</b>                  | <b>3</b>     | <b>5</b>     | <b>6</b>     | <b>7</b>     |
| <b>Cavendish Valery</b> |                           |              |              |              |              |
| <b>Almidón</b>          | <b>20.65</b>              | <b>12.85</b> | <b>6.0</b>   | <b>2.93</b>  | <b>1.40</b>  |
| <b>Azucres totales</b>  | <b>0.86</b>               | <b>7.66</b>  | <b>13.76</b> | <b>16.85</b> | <b>19.90</b> |
| <b>Carbohidratos</b>    | <b>21.51</b>              | <b>20.49</b> | <b>19.72</b> | <b>19.78</b> | <b>23.00</b> |

Stratton, F.C. Y Von Loesecka, H.w. (1930) citado por Hervas (1976). (15)

## **BANANO DE RECHAZO**

La industria bananera nacional produce un significativo volumen de biomasa como desecho, generada a partir del banano que no cumple los requerimientos internacionales para su exportación; este banano es denominado de “rechazo”. (10)

La relativa abundancia de los bananos como “frutas de rechazo” también genera la interrogante de qué hacer con grandes volúmenes de fruta en un momento dado, que no tienen salida inmediata con ningún tipo de consumo, porque habría que tener en cuenta que el producto, aunque se cosecha en estadio inmaduro o verde, se hace rápidamente perecedero y su devolución a la naturaleza puede crear así una crisis ecológica por los daños de contaminación ambiental que este produciría. (7)

Por lo que es necesario buscar nuevas alternativas para la utilización de este tipo de desecho para evitar problemas medioambientales y sacarle provecho a recursos que pueden ser bien utilizados en otros sectores industriales. (24)

También debido a la cantidad de almidón que contiene en su estado verde, ha sido ensayado para su utilización en la elaboración de productos alimenticios, así como en la elaboración de películas biodegradables, otra utilización que se le puede dar a este banano de rechazo, rico en almidón, es como sustrato para procesos fermentativos que permitan el máximo aprovechamiento energético, a través de la generación de etanol y/o metano. (5)

La transformación de residuos en sustratos reutilizables resulta ser una apropiada alternativa para el manejo medioambiental de desechos, favoreciendo así la producción masiva de energía, el mejoramiento de suelos y el aprovechamiento final de estos residuos. (16)



## **PULPA DE BANANO DE RECHAZO**

El cultivo del banano produce entre un 10-20% de banano de rechazo por tonelada de fruta producida. La pulpa obtenida del banano de rechazo es un producto agroindustrial que representa un considerable valor económico en muchas partes del mundo. La pulpa de banano se obtiene a partir de selección de banano Cavendish madurado bajo condiciones controladas. (22)

En la elaboración de pulpa de banano se utilizarán sólo frutas frescas maduras sin inicios de fermentación. Después de su cosecha los bananos se seleccionan, lavan y se pelan a mano, se colocan directamente en una solución de ácido cítrico al 4% y de ácido ascórbico al 1% para evitar su oxidación. (24)

La pulpa es un producto viscoso, de color crema y textura homogénea cremosa, obtenido por la extracción mecánica de la parte comestible de bananos maduros, clasificado como no GMO (Organismo Genéticamente Modificado). Este producto no contiene aditivos, a excepción de ácido ascórbico o bisulfito de sodio para proteger el color de la oxidación y ácido cítrico o jugo de limón para control de pH. La pulpa de banano es utilizada como materia prima de uso industrial en la elaboración de néctares, mermeladas, jaleas, compotas, helados, entre otros. (25)

### **Oxidación en la pulpa de banano:**

El banano sufre cambios en su textura y color a través del proceso de maduración. Hay una serie de frutas, incluidos los bananos, que cambian de un color blanco cremoso a un desagradable color café o gris. Los golpes y daños a los tejidos, como por ejemplo el cortado, ocasionan problemas intracelulares, lo cual puede ocasionar cambio de color de una fruta cruda. Esta reacción se cataliza a que está presente en el tejido crudo un compuesto fenólico conocido como Polifenol oxidasa es una de las enzimas responsable de las reacciones de oscurecimiento enzimático en frutas y verduras y a la vez que modifica las propiedades sensoriales y nutricionales. (22)

Las reacciones de oxidación son reacciones de descomposición de los alimentos que se clasifican según las reacciones que ocurren en las fases iniciales. Pueden ser de naturaleza enzimática u oxidativa.

Las reacciones de oxidación: son de naturaleza producto de la oxidación enzimática de los fenoles que a su vez se polimerizan para formar pigmentos pardos o melaninas. Reacción oxidativa: también llamada oxígeno oxidorreductasa. Esta reacción se produce cuando hay suficiente daño vegetal en presencia de oxígeno; como cortar, exprimir o pelar la fruta. (13)

## **PROCESO PARA LA OBTENCION DE PULPA DE BANANO**

1. Recepción del banano: la fruta ingresa a la planta en camiones donde se realiza control de calidad, antes de ingresar a los cuartos de maduración.
2. Maduración del banano: la fruta se madura con etileno 100 ppm hasta llegar a 23 sólidos solubles.
3. Lavado: el banano es lavado en un tanque que contiene agua con cloro 200 ppm.
4. Pelado del banano: El banano pasa en una banda donde es pelado a mano.
5. Tanque triturador: el banano ya pelado es sometido a trituración para empezar a darle forma de puré, en esta fase se agrega ácido cítrico y ascórbico para evitar oscurecimiento en la pulpa.
6. Tratamiento enzimático: en este tanque se sube la temperatura para inactivar enzimas.
7. Tanque refinador: la pulpa es enviada al tanque refinador donde se elimina la semilla de la pulpa.
8. Tanque de balance: se transporta la pulpa a un tanque de balance y se corrige el pH con ácido cítrico.
9. Tanque homogeneizador: la pulpa se mezcla y homogeniza la textura.
10. Desaireador: la pulpa pasa por una centrifuga desaireador donde la extracción de aire ayuda a prevenir la decoloración por la oxidación.
11. Esterilización: La pulpa se pasa a través de una serie de intercambiadores de calor donde se esteriliza por vapor, se enfría parcialmente y finalmente presenta a temperatura de llenado.
12. Llenado: La pulpa se esteriliza y se empaca en bolsas asépticas. Y se almacena en la bodega a temperatura ambiente. (22)

# INGREDIENTES ALIMENTARIOS

Un ingrediente alimentario es toda sustancia que, sin constituir por sí misma un alimento ni poseer valor nutritivo, se agrega intencionadamente a los alimentos y bebidas en cantidades mínimas con objetivo de modificar sus caracteres organolépticos o facilitar o mejorar su proceso de elaboración o conservación (26)

El alimento debe ser atractivo para el consumidor ya que sino éste no comprará, si no añadiéramos colorantes a los alimentos esto no presentaría estos colores que los hacen tan apetecibles, sino que presentaría un color grisáceo debido a los tratamientos a los que se les somete. De igual forma los aditivos permiten realizar determinados tratamientos tecnológicos. (26)

## Características

Las principales funciones de los aditivos alimentarios son:

- Aumentar la conservación o la estabilidad del producto
- Hacer posible la disponibilidad de alimentos fuera de temporada
- Asegurar o mantener el valor nutritivo del alimento
- Potenciar la aceptación del consumidor
- Ayudar a la fabricación, transformación, preparación, transporte y almacenamiento del alimento
- Dar homogeneidad al producto. (26)

## Tipos de ingredientes

La clasificación general de los aditivos alimentarios puede ser: Sustancias modificadoras de los caracteres organolépticos. (26)

Algunas de las categorías de aditivos por su uso en la industria alimentaria, entre ellas:

- Saborizantes
- Colorantes
- preservantes
- Antioxidantes
- Acidulantes
- Edulcorantes

## **Saborizante**

Los Saborizantes son preparados de sustancias que contienen los principios sávido-aromáticos, extraídos de la naturaleza(vegetal) o sustancias artificiales, de uso permitido en términos legales, capaces de actuar sobre los sentidos del gusto y del olfato ya sea para reforzar o transmitir un sabor y/o aroma determinado. Suelen ser productos en estado líquido, en polvo o pasta, que pueden definirse, en otros términos a los ya mencionados, como concentrados de sustancias (26)

Existen tres tipos de saborizante los cuales se clasifican en: naturales, sintéticos y artificiales.

**Naturales:** Son obtenidos de fuentes naturales y por lo general son de uso exclusivamente alimenticio por métodos físicos tales como extracción, destilación y concentración.

**Sintéticos:** Elaborados químicamente que reproducen las características de los encontrados en la naturaleza.

**Artificiales:** Obtenidos mediante procesos químicos, que aún no se han identificado productos similares en la naturaleza. Son productos clasificados como inocuos para la salud. (26)

## **Ácidos**

Los ácidos cumplen un gran número de funciones cuando se añaden a los alimentos, entre los que destacan las siguientes: conservador pues evita el crecimiento microbiano, saborizante porque produce o intensifica las notas deseada. La selección de un ácido está determinada por varios factores, como la solubilidad y la compatibilidad con los otros constituyentes de los alimentos. El ácido cítrico es uno de los aditivos más utilizados por la industria alimentaria. Se obtiene por fermentación de distintas materia primas. (26)

## Edulcorantes

**El aspartame** es un edulcorante no calórico descubierto en 1965 y comercializado en los ochenta y se emplea en numerosos alimentos en todo el mundo, corresponde al código E951 en Europa Es polvo blanco cristalino sin olor, con muy buena solubilidad en agua y presenta baja higroscopicidad, no proporciona resabio en los productos.

Es un edulcorante compuesto por dos aminoácidos esenciales; la fenilalanina y el ácido aspártico con un poder edulcorante alrededor de 200 veces más dulce que el azúcar y es seguro para el consumo humano, metabolizándose como cualquier proteína, por lo que pueden consumirlo sin riesgo, personas diabéticas, niños y mujeres embarazadas.

No deben consumirlo personas fenilcetonúricas, aunque la incidencia de fenilcetonuria en nuestro país es baja.

El aspartame es utilizado en jugos, néctares, concentrados de bebidas, etc. La dosis pueden ser de 0.04% - 0.1% en función del producto al que se quiera aplicar, su proceso de transformación y sus características fisicoquímicas. Esta aprobado por la Organización mundial de salud (FAO). (32)

**El acesulfame K** un edulcorante, polvo blanco cristalino, inodoro que tiene un intenso sabor dulce, aproximadamente 200 veces más dulce que el azúcar , tiene un ligero sabor amargo “aftertaste”, cuando es usado en altas concentraciones.

Es sinérgico (con gran compatibilidad con otros endulzantes como la sacarosa, aspartame, etc.), estable a condiciones ácidas y de temperatura, hidrosoluble.

Potencialmente, puede usarse en todas las áreas en que actualmente se emplean endulzantes: bebidas refrescantes, néctares de fruta Concentrados de bebidas.

Como cualquier edulcorante, el acesulfame K tiene un límite de dulzor máximo, este límite se sitúa en 800 mg/L, aproximadamente, por lo que la adición de cantidades por encima de dicho límite carece de sentido. El acesulfame K es un edulcorante aprobado la FDA (Food and Drug Administration) Comité Conjunto de Expertos sobre Aditivos Alimentarios (FAO/OMS). (33)

## **Antioxidantes:**

Retardan la oxidación en las frutas, grasas, colorantes y saborizantes. La oxidación ocasiona rancidez, cambios de sabor y color. La mayoría de estos efectos provienen de la reacción del oxígeno del aire. (34)

**El ácido ascórbico** se conoce como vitamina C El ácido ascórbico y sus sales de sodio, potasio y calcio se utilizan de forma generalizada como antioxidantes y aditivos. Estos compuestos son solubles en agua, por lo que protegen a las frutas, verduras de la oxidación. (34)

La vitamina C, ácido ascórbico es un nutriente esencial. La presencia de esta vitamina es requerida para un cierto número de reacciones metabólicas en todos los animales y plantas. Es ampliamente usado como aditivo alimentario. (34)

## **Bisulfito de sodio:**

El bisulfito de sodio es un agente blanqueador Antioxidante empleado en la industria alimentaria como antioxidante y conservante. Es también conocido como metabisulfito de sodio. El bisulfito de sodio actúa como agente antipardeamiento, previniendo el deterioro de color, y como agente antioxidante, mejorando la retención de algunas vitaminas. Es el responsable de Impedir la decoloración en la pulpa de banano. (35)

## **Colorantes Artificiales**

La mayoría de los colorantes artificiales son químicos sintéticos que no surgen en la naturaleza. Aunque algunos son más seguros que otros, los nombres de los colorantes no aparecen usualmente en las etiquetas.

Debido a que los colorantes son utilizados casi únicamente en alimentos de bajo valor nutritivo (refrescos, néctares, concentrados para bebidas, entre otros. (36)

El Rojo No. 40 Allura Red AC es un colorante sintético en polvo permitido en alimentos; en solución es de color rojo, es libre de materia extraña. Estable en la mayoría de los medios ácidos como cítrico, acético, málico y tartárico. Dosis Sugerida: 0.001 – .01% de acuerdo a la tonalidad requerida. (36)

## **Sacarosa**

La sacarosa, el azúcar de mesa, se encuentra en forma natural en las frutas, la caña de azúcar y la remolacha de azúcar. El azúcar es un endulzante de origen natural, sólido, cristalizado, constituido esencialmente por cristales sueltos obtenidos a partir de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) mediante procesos industriales apropiados.

El jugo obtenido de la molienda de la caña se concentra y cristaliza al evaporarse el agua por calentamiento. Los cristales formados son el azúcar crudo o, de ser lavados, azúcar estándar industrial. (31)

La caña de azúcar contiene entre 9 y 13% de sacarosa la sacarosa es un carbohidrato de origen natural compuesto por carbono, oxígeno e hidrógeno (carb- o-hidrato).

La sacarosa de la caña de azúcar es un disacárido natural formado por el enlace bioquímico de los monosacáridos glucosa (azúcar de uvas o dextrosa) y fructosa (azúcar de frutas o levulosa). Los azúcares estándar industrial son alimentos muy puros con más del 99% de sacarosa. El Azúcar Estándar Industrial es utilizado como ingredientes en la elaboración de diversos alimentos de consumo humano. (31)

## **Preservantes**

Un preservante, es una sustancia que inhibe la propagación de microorganismos tales como bacterias y hongos. Estos productos son utilizados para prolongar la vida útil de los productos. (30)

### **Benzoato de sodio**

Es un preservante que actúa principalmente como bactericida, es una sal que se obtiene del ácido benzoico. Por sus propiedades antisépticas se utiliza para conservar los alimentos, matando eficientemente a la mayoría de levaduras, bacterias y hongos. El benzoato de sodio es efectivo en condiciones ácidas ( $\text{pH} < 3,6$ ). El sabor del benzoato de sodio no puede ser detectado por alrededor de un 25% de la población. (28)

El Comité Mixto FAO / OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) ha evaluado el ácido benzoico y sus sales varias veces y encontraron que son aceptables para su uso en los alimentos. La última revisión se llevó a cabo en 1997. El Codex Alimentarius permite el uso de benzoato de sodio en los niveles de 1.000 ppm o mayores. Estos países incluyen los Estados Unidos, Canadá y México. (28)

### **El sorbato de potasio**

El sorbato de potasio es el conservante y antiséptico de alta eficiencia y seguridad recomendado por la FAO, inhibe la actividad de moho y bacterias aerobias, también puede prevenir el crecimiento y reproducción de microbios nocivos tales como botulínica, estafilococo y salmonella, etc., por lo que puede alargar el tiempo de conservación y mantener el sabor original de alimentos. (29)



## MATERIALES Y METODOS

### **Materia prima:**

Se utilizó pulpa de banano de rechazo Cavendish con 23 por ciento de solidos solubles, sabores artificiales e ingredientes como materia prima para la elaboración del concentrado.

### **Ingredientes:**

- Azúcar refinada
- Ácido cítrico
- Sabor artificial berries
- Aspartame
- Acesulfame K
- Color rojo 40
- Benzoato de sodio
- Sorbato de potasio
- Bisulfito de sodio

### **Parte Experimental**

1. Elaboración del concentrado, así como evaluación de tres propiedades fisicoquímicas en el concentrado, estas fueron: la determinación de pH, solidos solubles y consistencia.
2. Aplicación de pulpa de banano en el concentrado en cuatro diferentes porcentajes (50, 60, 70, 77).
3. Aplicación de bisulfito de sodio en la pulpa de banano en tres diferentes porcentajes para determinación de oxidación (0.02, 0.03, 0.04).
4. Aplicación de saborizante y aditivos al concentrado de pulpa de banano.
5. Pasteurización del concentrado de pulpa de banano a nivel de laboratorio.
6. Evaluación sensorial del concentrado aplicado en bebida final.

## METODOS

### **Sólidos solubles:**

Se evaluaron los sólidos solubles de la pulpa de banano utilizando un refractómetro MAC 50\_1. El índice refractivo o el contenido de sólidos solubles totales se realizó de la siguiente manera: se tomó 25 g de pulpa en 75 ml de agua destilada, Se mezcló completamente luego se colocó una gota de la mezcla en el prisma del refractómetro dirigiéndolo hacia una fuente de luz, se lee el porcentaje de sólidos solubles totales.

El valor registrado se multiplica por cuatro debido a que la muestra inicial de la pulpa ha sido diluida cuatro veces con agua destilada. Método de referencia ISO 2173-2003

### **pH y la acidez titulable:**

El valor de pH experimental de las muestras de pulpa se determinó utilizando un pH metro HANNA.

La acidez titular de las muestras de pulpa se determina mediante un análisis volumétrico con hidróxido de sodio de la muestra hasta el punto final de fenolftaleína y luego se calcula el ácido presente como ácido cítrico. Método de referencia ISO 1842-1991

### **Preparación de reactivos:**

Preparación del indicador de fenolftaleína: Disolver 1.0 g de fenolftaleína en 50 ml de etanol y diluir con 100 ml de agua destilada.

Preparación de la solución de hidróxido de sodio 0.1 N: Pesar 4 g de NaOH y disolverlo en 1 litro de agua destilada. Método de referencia ISO 750-1998

### **Consistencia:**

Se evaluó la consistencia de las muestras experimentales utilizando un viscosímetro Bostwick, colocar la muestra tratando de llenar por completo el viscosímetro, Programar el cronometro a 30 segundos y activarlo, Levantar la compuerta dejando que fluya la muestra instantáneamente por la pista Leer el número correspondiente en centímetros transcurridos los 30 segundos  
Método de referencia NTC 440.

**Pasteurización:**

La pasteurización se realizó de la siguiente manera: Se colocó cada una de las muestras en ollas de acero inoxidable y se pusieron en una estufa de Plato SPEED HE AT 2600 llevándolas a una temperatura de 90°C por 30 segundos. Una vez transcurrido el tiempo, la operación se completa con el enfriamiento rápido del producto a fin de producir un choque térmico que inhibe el crecimiento de los microorganismos que pudieran haber sobrevivido al calor.

**Envasado:**

Las muestras se colocaron en recipientes debidamente cerrados y etiquetados, para crear vacío en los recipientes.

**Estabilidad:**

Cada una de las muestras sometió a pruebas de estabilidad las cuales se realizaron con el fin de determinar el tiempo de vida útil del producto a temperatura ambiente durante un período de 16 semanas. Se hicieron pruebas tomando como referencia los principales parámetros de calidad: pH, sólidos solubles, consistencia, cambio de color.

Para realizar la prueba, se colocó una muestra del concentrado en una habitación con suficiente luz, a temperatura ambiente, cada una de las muestras fueron sometidas a parámetros de calidad trascurridas cuatro semanas.

**Análisis sensorial:**

El análisis sensorial se realizó utilizando el método de Prueba hedónica. Se escogió este método ya que el panelista expresa su reacción subjetiva ante el producto, otorgando una calificación a cada una de las muestras. La evaluación se realizó de la siguiente manera:

Se escogió un panel con la participación de diez panelistas entrenados y no entrenados.

Los análisis se realizaron en horarios de 10:30 am dada que esta es una de las mejores horas para realizar dichas pruebas.

A cada uno de los panelistas se les entrego cuatro muestras de bebidas realizadas a partir de los concentrados, a las que se etiquetaron con las letras A, B, C, D para diferenciarlas.

## EQUIPO UTILIZADO

Tabla No.5  
Equipo utilizado durante la investigación

| <b>Aparato</b>       | <b>Marca</b>      | <b>Modelos</b>      | <b>Especificaciones</b>                     |
|----------------------|-------------------|---------------------|---|
| Balanza analítica    | METTLER           | AE-200              | 61g *0.0001 g                               |
| Refractómetro        | RADWAG            | MAC 50_1            | -----                                       |
| Balanza de 2 dígitos | OHAUS             | SCOUTH              | 200 g * 0.01 g                              |
| Estufa de Plato      | WHIRPOOL          | SPEED HE AT<br>2600 | Plato                                       |
| Mini Procesador      | BLACK &<br>DECKER | —                   | MFP 200 120w                                |
| pH metro             | HANNA             | HI98128             | Set/Hold                                    |
| Mezcladora           | Kitchen Aid       | Professional HD     | 120w  |
| Viscosímetro         | -----             | Bostwick            | Dimensiones:<br>14"L x 3 1/2"W x<br>5 1/2"H |

## Parte Experimental

### Descripción de las etapas

#### Elaboración del concentrado de pulpa de banano:

Primero se procedió a la preparación del concentrado, para ello se utilizó la siguiente formulación.

**Tabla No.6**

Formulación del concentrado de pulpa de banano que se utilizó para la elaboración de la bebida.

| No.             | Materia prima            | Función              | %             |
|-----------------|--------------------------|----------------------|---------------|
| 1               | Pulpa de banano          | Pulpa                | 70.00         |
| 2               | Azúcar refinada          | Potenciador de sabor | 27.65         |
| 3               | Ácido cítrico            | Acidulante           | 1.00          |
| 4               | Sabor artificial berries | Saborizante          | 0.800         |
| 5               | Aspartame                | Edulcorante          | 0.175         |
| 6               | Acesulfame K             | Edulcorante          | 0.075         |
| 7               | Color rojo 40            | Colorante            | 0.200         |
| 8               | Benzoato de sodio        | Preservante          | 0.030         |
| 9               | Sorbato de potasio       | Preservante          | 0.050         |
| 10              | Bisulfito de sodio       | Antioxidante         | 0.020         |
| <b>Totales:</b> |                          |                      | <b>100.00</b> |

Luego se procedió a realizar los siguientes análisis físico-químicos: consistencia, sólidos solubles, pH y análisis organoléptico.

#### Aplicación de la pulpa de banano en cuatro diferentes porcentajes (50, 60, 70, 77) por formulación:

En esta fase realizo la aplicación del concentrado de pulpa de banano en las siguientes proporciones de las muestras.

**Tabla No.7**

Formulación del concentrado con diferentes porcentajes de pulpa de banano:

| <b>Componente</b> | <b>A</b> | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| Pulpa de banano   | 77       | 70.00    | 60.00    | 50.00    |
| * Ingredientes    | 1.53     | 1.53     | 1.53     | 1.53     |
| Azúcar            | 20.00    | 28.47    | 38.47    | 48.47    |
|                   | 100%     | 100%     | 100%     | 100%     |

\*sin bisulfito de sodio, ni saborizante.

**Aplicación de bisulfito de sodio en tres diferentes porcentajes (0.02, 0.03, 0.04) a la pulpa de banano.**

En esta fase realizo la aplicación del concentrado de pulpa de banano en las siguientes proporciones de las muestras.

**Tabla No.8**

Formulación del concentrado de pulpa de banano con bisulfito de sodio.

| <b>Componente</b>         | <b>A</b> | <b>B</b>    | <b>C</b>    | <b>D</b>    |
|---------------------------|----------|-------------|-------------|-------------|
| Pulpa de banano           | 78.47    | 70.00       | 60.00       | 50.00       |
| Ingredientes              | 1.53     | 1.53        | 1.53        | 1.53        |
| Azúcar                    | 20.00    | 28.45       | 38.44       | 48.43       |
| <b>Bisulfito de sodio</b> | -----    | <b>0.02</b> | <b>0.03</b> | <b>0.04</b> |
|                           | 100%     | 100%        | 100%        | 100%        |

**Aplicación de saborizante artificial en tres diferentes porcentajes (0.60, 0.70, 0.80) al concentrado de pulpa de banano.** En esta fase realizo la aplicación del sabor artificial berries al concentrado de pulpa de banano en las siguientes proporciones de las muestras.

**Tabla No.9**

Formulación del concentrado de pulpa de banano con saborizante artificial berries en tres diferentes porcentajes de sabor.

| <b>Componente</b>        | <b>A</b> | <b>B</b>    | <b>C</b>    | <b>D</b>    |
|--------------------------|----------|-------------|-------------|-------------|
| Pulpa de banano          | 77       | 70          | 60          | 50          |
| * Ingredientes           | 1.53     | 1.57        | 1.56        | 1.55        |
| Azúcar                   | 21.47    | 27.63       | 37.7        | 47.05       |
| Sabor artificial berries | ---      | <b>0.80</b> | <b>0.70</b> | <b>0.60</b> |
|                          | 100%     | 100%        | 100%        | 100%        |

\*con bisulfito de sodio.

#### **Pasteurización del concentrado de pulpa de banano con saborizante artificial berries:**

En esta fase se realizó la pasteurización de cada uno de los ensayos de la tabla No. 8 del concentrado con ingredientes y sabor berries, cada uno se llevó a una temperatura de 90°C por 30 segundos.

#### **Análisis sensorial del concentrado de pulpa de banano aplicado en la bebida final.**

Se realizó una evaluación sensorial utilizando el método Escala Hedónica. Para realizar el análisis participaron diez panelistas entrenados y no entrenados, a cada uno se les dio a degustar cuatro bebidas según las formulaciones de la tabla No. 8

## RESULTADOS

**Tabla No. 10**

Análisis físico-químicos de las cuatro muestras del concentrado de pulpa de banano con saborizantes.

| <b>Parámetros</b> | <b>A</b>               | <b>B</b>               | <b>C</b>                 | <b>D</b>               |
|-------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| TSS (° Brix)      | 24.5                   | 23                     | 22.5                     | 22.50                  |
| Consistencia      | 7 cm (30 Seg.<br>20°C) | 6 cm (30 Seg.<br>20°C) | 5.5 cm (30 Seg.<br>20°C) | 5 cm (30 Seg.<br>20°C) |
| pH                | 3.45                   | 3.50                   | 3.60                     | 3.60                   |

**Tabla No. 11**

Determinación de porcentaje de bisulfito de sodio.

|           | <b>Porcentaje de bisulfito de sodio en los ensayos</b> |
|-----------|--|
| Muestra A | 0.00   |
| Muestra B | 0.04   |
| Muestra C | 0.03   |
| Muestra D | 0.02   |

**Tabla No. 12**

Porcentaje de la pulpa de banano en el concentrado para la elaboración de una bebida final

|           | <b>Porcentaje de pulpa en la bebida final</b> |
|-----------|---|
| Muestra A | 77  |
| Muestra B | 70  |
| Muestra C | 60  |
| Muestra D | 50  |



**Tabla No. 13**

Análisis microbiológicos de las cuatro muestras del concentrado con sabor berries

| Características Microbiológicas | Muestras A ,B, C, D. | Parámetros Límite máximo | Método de referencia |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Rto. <b>Mohos</b> ufc/g         | < 10                 | < 200                    | ISO 7954-1987        |
| Rto. <b>Levaduras</b> ufc/g     | < 10                 | < 10                     | ISO 7954-1987        |
| Rto. <b>E.Coli</b> ufc /g       | < 10                 | < 10                     | ISO 4832-1997        |

**Tabla No. 14**

Análisis físicos de las cuatro muestras aplicadas en bebida final.

| Parámetros   | A     | B     | C     | D    |
|--------------|-------|-------|-------|------|
| TSS (° Brix) | 16    | 16    | 16.50 | 17   |
| Densidad     | 1.035 | 1.038 | 1.04  | 1.06 |
| pH           | 2.95  | 2.95  | 2.96  | 2.96 |

**Tabla No. 15**

Respuesta de los panelistas al momento de realizar la evaluación sensorial

| <b>Calificación</b> | <b>Panelistas</b> | <b>A</b>  | <b>B</b>  | <b>C</b>  | <b>D</b>  |
|---------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>1. Excelente</b> |                   |           |           |           |           |
| <b>2. muy bueno</b> | 1                 | 3         | 2         | 1         | 2         |
| <b>3. Bueno</b>     | 2                 | 3         | 2         | 1         | 2         |
| <b>4. Regular</b>   | 3                 | 3         | 2         | 2         | 4         |
| <b>5. Malo</b>      | 4                 | 2         | 2         | 3         | 3         |
|                     | 5                 | 1         | 3         | 1         | 1         |
|                     | 6                 | 1         | 1         | 1         | 1         |
|                     | 7                 | 3         | 1         | 1         | 1         |
|                     | 8                 | 2         | 1         | 1         | 2         |
|                     | 9                 | 3         | 1         | 2         | 3         |
|                     | 10                | 1         | 2         | 2         | 1         |
| <b>Total</b>        |                   | <b>22</b> | <b>17</b> | <b>15</b> | <b>20</b> |

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **Elaboración de concentrado de pulpa de banano con aditivos y evaluación de tres propiedades fisicoquímicas y reológicas en el concentrado:**

Se determinó lo siguiente: Sólidos solubles, pH, viscosidad y evaluación de análisis organoléptico para la determinación del porcentaje de pulpa de banano. El objetivo de esta fase fue realizar un concentrado semi- solido con la formulación de la tabla No. 5 y determinar estas propiedades para que al momento de producirlo se mantenga la calidad del producto.

Como se puede notar en las tablas No. 12 respectivamente. Los sólidos solubles experimentales en las cuatro muestras de concentrados fueron de 24.5, 23, 22.5 Y 22.5.

Esto indica que este concentrado de pulpa de banano con sabor artificial de berries puede llegar a tener una vida útil de aproximadamente tres a cuatro meses bajo condiciones indicadas, ya que debido a su alto contenido en sacarosa y su bajo contenido de agua indica que no es susceptible los microorganismos. Según las pruebas de estabilidad.

### **Determinación de pH:**

Como se puede notar en la Tabla No. 12 el pH experimental fue de 3.5. lo cual garantiza que este concentrado tiene una vida útil de 3 meses; cabe mencionar que por su contenido de acidez el concentrado de pulpa de banano no será tan susceptible a los microorganismos ya que se encuentra en un rango de acidez bajo.

### **Viscosidad:**

Para este parámetro el resultado obtenido fue de 7cm, 6cm, 5cm, 5.50 cm 30 segundos a 20°C. Lo cual indica de acuerdo a resultados que si se encuentra dentro del rango de los concentrados de pulpa de banano que llenan las características de exportación (rango 2-7 Projugos S.A.)

### **Determinación de bisulfito de sodio en los tres ensayos:**

Como se puede notar en la tabla No. 13 para cada ensayo se agregó el bisulfito en tres diferentes porcentajes y se notó que a medida que se agregaba mayor porcentaje de bisulfito no había diferencia significativa en cuanto a la oxidación del concentrado.

Por lo que se estableció que el contenido de bisulfito debe ser de 0.02 por ciento en el concentrado, ya que no se notó cambio en el color y el sabor. Durante el análisis sensorial los ensayos más aceptados son dos y tres según los panelistas.

### **Determinación de porcentajes de la pulpa de banano en el concentrado:**

En la Tabla No. 14 se determinó los porcentajes de pulpa en la bebida final, dando como resultado que a mayor porcentaje de pulpa se incrementa resultados favorables en cuanto a la sensación de textura en el paladar. Durante el análisis sensorial los ensayos más aceptados son dos y tres según los panelistas.

### **Evaluación de vida útil en las cuatro muestras del concentrado de banano con sabor berries cada uno mediante el proceso de pasteurización y prueba de estabilidad:**

Luego de analizar los parámetros físico-químicos pH, sólidos solubles, viscosidad de las muestras en las semanas 4, 8, 12 y 16 se determinó que no hubo diferencia significativa por lo que se procedió a realizar pruebas microbiológicas de las mismas.

Los resultados de las pruebas microbiológicas revelaron que no hubo crecimiento microbiano en ninguna de las muestras analizadas, por lo que se asegura que el producto no es susceptible a contaminación microbiológica.

Los resultados experimentales en laboratorio de color de la semana inicial con relación a la semana 4 y 8 se determinó que no existe diferencia significativa entre la muestras.

Las muestras sobrepasan el tiempo estimado para la conservación del concentrado que son de tres meses en empaque debidamente cerrado y almacenado a temperaturas no superiores a 30°C, por lo que se consideran como resultados favorables.

### **Análisis físicos de las cuatro muestras aplicadas en bebida final:**

Como se puede notar en la Tabla No. 15 el porcentaje de sólidos solubles experimental fue de 17, 16.50 y 16 para las muestras en la bebida final, teóricamente las bebidas de alto consumo en Guatemala contienen de 13 a 16 de sólidos solubles, lo que indica que existe una similitud favorable en cuanto a los resultados obtenidos.

El pH experimental del concentrado en la bebida fue de 2.96 teóricamente las bebidas con pulpa de fruta contienen 2.8 a 3 de pH esto indica que existe una similitud favorable en cuanto a los resultados obtenidos.

Los parámetros de densidad para el concentrado de pulpa de banano con aditivos en la bebida final fueron de 1.04. Estos parámetros indican resultados favorables para la calidad del concentrado en la bebida final.

### **Evaluación sensorial de las tres muestras del concentrado de banano con sabor berries cada uno aplicado en bebidas mediante un análisis sensorial por el método de Escala Hedónica:**

Para evaluar los tres ensayos se utilizó el método de la escala hedónica y la participación de diez panelistas entrenados y no entrenados, la ficha utilizada se puede observar en el apéndice A. En la Tabla No. 21.

se evaluaron los ensayos A, B, C, D, del concentrado de pulpa de banano con sabor berries en una bebida final mediante un análisis sensorial por el método de Escala Hedónica teniendo como resultado el ensayo dos y tres son los más aceptados por el panel según el análisis de varianza.

### **Análisis de varianza y métodos rango de Duncan:**

Al realizar el análisis de varianza y el método rango de Duncan se determinó de acuerdo a los resultados que existe diferencia significativa entre las muestras A, B, C, D.

## ANALISIS DE VARIANZA METODOS ESTADISTICOS

| MUESTRAS        | A     | B     | C     | D     |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| Pulpa de banano | 77.62 | 50    | 60    | 70    |
| Aditivos        | 0     | 2.37  | 2.36  | 2.35  |
| Azúcar          | 22.38 | 47.63 | 37.64 | 27.65 |

| Calificación | Panelistas | A  | B  | C  | D  | Total | Del Total |
|--------------|------------|----|----|----|----|-------|-----------|
| 1. Excelente | 1          |    |    |    |    |       |           |
| 2. muy bueno | 1          | 3  | 2  | 1  | 2  | 8     | 64        |
| 3. Bueno     | 2          | 3  | 2  | 1  | 2  | 8     | 64        |
| 4. Regular   | 3          | 3  | 2  | 2  | 4  | 11    | 121       |
| 5. Malo      | 4          | 2  | 2  | 3  | 3  | 10    | 100       |
|              | 5          | 1  | 3  | 1  | 1  | 6     | 36        |
|              | 6          | 1  | 1  | 1  | 1  | 4     | 16        |
|              | 7          | 3  | 1  | 1  | 1  | 6     | 36        |
|              | 8          | 2  | 1  | 1  | 2  | 6     | 36        |
|              | 9          | 3  | 1  | 2  | 3  | 9     | 81        |
|              | 10         | 1  | 2  | 2  | 1  | 6     | 36        |
|              |            | 22 | 17 | 15 | 20 | 74    | 590       |

$$74 \times 74 = 5476/40$$

Fac. Corrc. **136.9**

| ss muestras | A   | B   | C   | D   | Total   | Del Total |
|-------------|-----|-----|-----|-----|---------|-----------|
|             | 484 | 289 | 225 | 400 | 139.8 - | 2.9       |

**2.9**

| ss panelistas | A  | B  | C   | D   | Total |
|---------------|----|----|-----|-----|-------|
|               | 64 | 64 | 121 | 100 | 36    |
|               | 16 | 36 | 36  | 81  | 36    |

$$590/4 \quad 147.5 - 136.90$$

**10.6**

| Total ss | A  | B  | C  | D  | Total      | Del Total   |
|----------|----|----|----|----|------------|-------------|
|          | 56 | 33 | 27 | 50 | 166 -136.9 | <b>29.1</b> |

## ANÁLISIS DE VARIANZA METODOS ESTADISTICOS

| Análisis<br>Varianza<br>Variables | df        | ss           | MS   | F                |                         |             |
|-----------------------------------|-----------|--------------|------|------------------|-------------------------|-------------|
| Muestras                          | 3         | 2.90         | 0.96 | <b>F* = 1.68</b> | <b>F tabla<br/>5% =</b> | <b>2.96</b> |
| Panelistas                        | 9         | 10.60        | 1.17 | <b>F**= 2.05</b> |                         |             |
| Error                             | 27        | 15.60        | 0.57 |                  |                         |             |
| <b>Total</b>                      | <b>39</b> | <b>29.10</b> |      |                  |                         |             |

### Rango Múltiple de Duncan

| Media<br>Muestras | A   | D | B   | C   | Total |
|-------------------|-----|---|-----|-----|-------|
|                   | 2.2 | 2 | 1.7 | 1.5 | 7.4   |

SE = raíz cuadrada de  $0.92/10$  = raíz cuadrada 0.092

| Error estándar | Raíz cuadrada: | SE=   | 0.3    |                |
|----------------|----------------|-------|--------|----------------|
| P              |                | 2     | 3      | 4              |
| rp 5%          |                | 2.9   | 3.04   | 3.13           |
| Rp             |                | 0.87  | 0.91   | 0.94           |
|                |                | A-D = | 0.70 < | <b>0.94 R4</b> |
|                |                | A-C = | 0.50 < | <b>0.91 R3</b> |
|                |                | A-B = | 0.20 < | <b>0.87 R2</b> |

**A= R1**

## CONCLUSIONES

1. La pulpa de banano de rechazo es una fuente alternativa que puede aprovecharse en Guatemala, para la elaboración de bebidas.
2. Las muestras que tuvieron mejor aceptación fueron los que tenían 70 y 77 por ciento (A y B) de la pulpa de banano de rechazo según el análisis estadístico hubo diferencia significativa entre cada una de las muestras, según la prueba de Duncan (R4,R3,R2,R1).
3. Agregar bisulfito de sodio arriba de 0.02 por ciento no tiene ningún efecto significativo en el producto.
4. En el análisis microbiológico se pudo comprobar que a las doce semanas hubo crecimiento bacteriano en las muestras.



## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar estudios para determinar si es necesaria la utilización de Preservantes en el concentrado de pulpa de banano.
2. Realizar estudio nutricional del concentrado para la aplicación en bebida.
3. Es necesario buscar nuevas alternativas para la utilización de este tipo de Banano de rechazo, para evitar problemas medioambientales y sacarle provecho a recursos que pueden ser bien utilizados en otros sectores industriales.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Universidad de San Carlos de Guatemala. Taxonomía y Origen del Banano.  
[www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_3173.pdf](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3173.pdf)
- (2) Rodríguez L. El banano y su desarrollo 2001 Universidad del Magdalena  
Origen y Taxonomía del Banano.
- (3) La historia del banano.  
[www.guatelinda.com/noticias/.../historia-del-banano-en-guatemala](http://www.guatelinda.com/noticias/.../historia-del-banano-en-guatemala).
- (4) Historia del banano.  
[digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio\\_files/.../INF-1997-046.pdf](http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio_files/.../INF-1997-046.pdf)
- (5) Universidad de San Carlos de Guatemala. Descripción botánica Taxonomía y generalidades: [www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_3173.pdf](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3173.pdf)
- (6) Manual Operativo sobre Control de Calidad de Alimentos Guatemala, INCAP p. 29 p. 21. [www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2337.pdf](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2337.pdf)
- (7) Banano-Botánica.  
[www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/.../banano](http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/.../banano)
- (8) Los usos de los bananos en la industria alimenticia.  
[www.sian.inia.gob.ve](http://www.sian.inia.gob.ve) › FONAIAP DIVULGA › Colección › Número 62
- (9) Exportación de banano tipo Cavendish Valery, producción y distribución.  
[www.finagro.com.co/html/i\\_portals/index.php](http://www.finagro.com.co/html/i_portals/index.php).
- (10) Las guías de cultivo de banano “Cavendish “Gros Michel”,  
[www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/.../banano.pdf](http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/.../banano.pdf) Similares
- (11) Cultivo del banano, Agricultura. El cultivo del plátano. 1ª parte.  
[www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tropicales/platanos.asp](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platanos.asp)
- (12) Barillas J. Gerente General Planta procesadora y exportadora de pulpas de frutas proceso aséptico, Agropecuaria Eslovaquia S.A Climatización del banano.

- (13) Maduración de banano, cultivo de banano.  
[www.cultivodeplatano.com/tag/maduracion-de-banano](http://www.cultivodeplatano.com/tag/maduracion-de-banano)
- (14) J.E. Orchard, B. K. Dadzie Evaluación de cambios durante la maduración de los bananos. [www. books.google.com.gt/books?id=hkQQW5kLMPUC](http://www.books.google.com.gt/books?id=hkQQW5kLMPUC)
- (15) Generalidades del banano, composición química  
[www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/.../14729/1/CAPITULO%201.doc](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/.../14729/1/CAPITULO%201.doc)
- (16) Exportación de banano.  
[digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio\\_files/.../INF-1997-046.pdf](http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio_files/.../INF-1997-046.pdf)
- (17) Producción bananera en Guatemala  
[digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio\\_files/.../INF-1997-046.pdf](http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio_files/.../INF-1997-046.pdf)
- (18) Países exportadores- FAO.  
[www.fao.org/docrep/007/y5102s/y5102s05.htm](http://www.fao.org/docrep/007/y5102s/y5102s05.htm)
- (19) Barillas J. Gerente General Planta procesadora y exportadora de pulpas de frutas proceso aséptico, Agropecuaria Eslovaquia S.A. Maduración artificial.
- (20) Barillas J. Gerente General Planta procesadora y exportadora de pulpas de frutas proceso aséptico, Agropecuaria Eslovaquia S.A
- (21) Barillas J. Gerente General Planta procesadora y exportadora de pulpas de frutas proceso aséptico, Agropecuaria Eslovaquia S.A Proceso de maduración y evolución:
- (22) Barillas J. Gerente General Planta procesadora y exportadora de pulpas de frutas proceso aséptico, Agropecuaria Eslovaquia S.A Utilización del banano de rechazo
- (23) Barillas J. Gerente General Planta procesadora y exportadora de pulpas de frutas proceso aséptico, Agropecuaria Eslovaquia S.A Maduración natural y artificial de banano. Climatización Banano.

- (24)** Badui S. Química de los alimentos 1981 México. Alambra mexicana 648  
(aditivo alimentario pag.456
26. Badui S. Química de los alimentos 1981 México. Alambra mexicana 648.  
Acidos.Pag.479
- 26 Badui S. Química de los alimentos 1981 México. Alambra mexicana 648.  
Saborizante. Pag.409
- (25)** Menchu T. y Méndez H. Tabla composición de alimentos de  
Centroamérica (INCAP -1996) Tabla No. 2 Composición química en 100g de  
pulpa de banano.
- (26)** Solís R. presentación ingredientes funcionales. Benzoato de sodio.
- (27)** Solís R. presentación ingredientes funcionales. Sorbato de potasio.
- (28)** Solís R. presentación ingredientes funcionales. Preservantes de alimentos.
- (29)** Solís R. presentación ingredientes funcionales. Azúcar-sacarosa.
- (30)** Solís R. presentación ingredientes funcionales. Edulcorantes.
- (31)** Solís R. presentación ingredientes funcionales. Acesulfame K.
- (32)** Solís R. presentación ingredientes funcionales. Ácido ascórbico
- (33)** Solís R. presentación ingredientes funcionales. Bisulfito de Sodio.
- (34)** Solís R. presentación ingredientes funcionales. Color artificial rojo 40.

## **APENDICE A**

**BOLETA DE LA ESCALA HEDÓNICA UTILIZADA PARA LA EVALUACION  
SENSORIAL DEL CONCENTRADO DE PULPA DE BANANO EN TRES  
DIFERENTES PORCENTAJES PULPA Y ADITIVO.**

**TIPO:** Preferencia  
**METODO:** Escala Hedónica  
**PRODUCTO:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**EDAD:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Sírvase degustar las muestras que se presentan a continuación. Para cada muestra responda marcando con una X en las siguientes escalas:

| <b>MUESTRA A:</b> |          | <b>Calificación</b> |
|-------------------|----------|---------------------|
| 1. Excelente      | <u>1</u> | _____               |
| 2. Muy bueno      | <u>2</u> | _____               |
| 3. Bueno          | <u>3</u> | _____               |
| 4. Regular        | <u>4</u> | _____               |
| 5. Malo           | <u>5</u> | _____               |

| <b>MUESTRA B:</b> |          | <b>Calificación</b> |
|-------------------|----------|---------------------|
| 1. Excelente      | <u>1</u> | _____               |
| 2. Muy bueno      | <u>2</u> | _____               |
| 3. Bueno          | <u>3</u> | _____               |
| 4. Regular        | <u>4</u> | _____               |
| 5. Malo           | <u>5</u> | _____               |

| <b>MUESTRA C:</b> |          | <b>Calificación</b> |
|-------------------|----------|---------------------|
| 1. Excelente      | <u>1</u> | _____               |
| 2. Muy bueno      | <u>2</u> | _____               |
| 3. Bueno          | <u>3</u> | _____               |
| 4. Regular        | <u>4</u> | _____               |
| 5. Malo           | <u>5</u> | _____               |

| <b>MUESTRA D:</b> |          | <b>Calificación</b> |
|-------------------|----------|---------------------|
| 1. Excelente      | <u>1</u> | _____               |
| 2. Muy bueno      | <u>2</u> | _____               |
| 3. Bueno          | <u>3</u> | _____               |
| 4. Regular        | <u>4</u> | _____               |
| 5. Malo           | <u>5</u> | _____               |

Comentarios:

---

---

---

## **APENDICE B**

**TABLA DE MADURACION E INDICE DE COLOR PARA ALCANZAR GRADO DE MADUREZ DESEADO.**

**Tabla No.**

16 Índice de color para alcanzar grado de madurez

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 |    | <b>DIA 1: COMPLETAMENTE VERDE</b><br>Color normal al arribo<br>Temperatura 14°C - 16°C  |
| 2 |    | <b>DIA 2: VERDE CLARO / TRAZAS AMARILLAS</b><br>Primer cambio de color. Indica que el proceso de maduración ya se inició.   |
| 3 |   | <b>DIA 3: VERDE CLARO CON AMARILLO</b><br>Cambio pronunciado de color. La maduración se encuentra en pleno proceso. Temperatura máxima 14°C.  |
| 4 |  | <b>DIA 4: AMARILLO CON VERDE</b><br>Temperatura 14°C.   |
| 5 |  | <b>DIA 5: AMARILLO CON PUNTAS VERDES</b><br>Color ideal, apto para consumo, este grado la fruta debe mantenerse de 18 a 20 °C. A mayor temperatura la fruta madura más rápidamente. |
| 6 |  | <b>DIA 6: TOTALMENTE AMARILLO</b><br>Apto para consumo. La fruta tiene firmeza con buen sabor.  |
| 7 |  | <b>DIA 7: AMARILLO CON PUNTOS CAFÉ</b><br>Completamente Maduro, con mayor porcentaje de grados brix y valor nutritivo.  |



## **APENDICE C**

**CONCENTRACION DE ETILENO, TEMPERATURA DE APLICACIÓN Y  
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO.**

**Tabla No. 17**

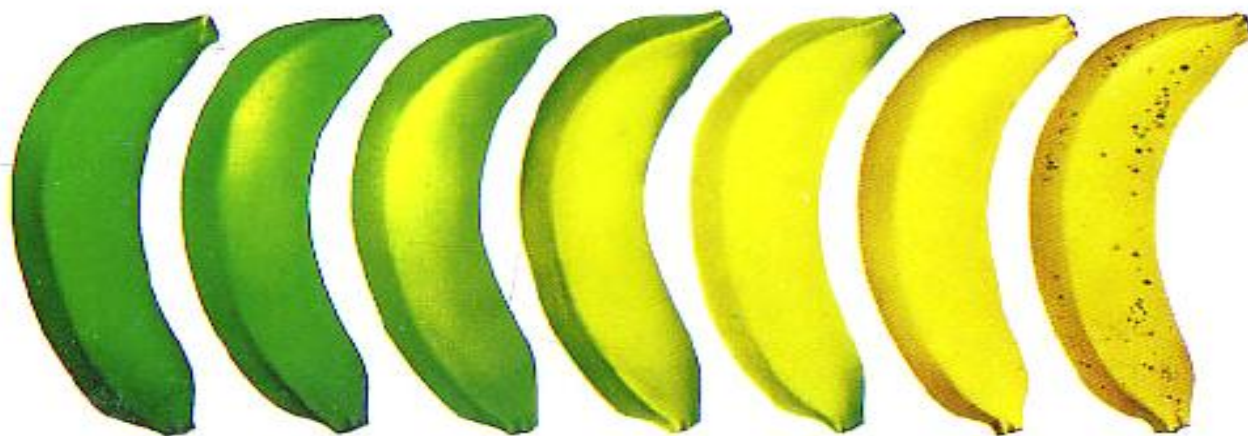
Maduración con etileno

**Concentración de etileno 1 ppm – 100 ppm**

**Temperatura de aplicación del etileno y Temperatura de almacenamiento**

|                       |          | Pulp Temperatures °F |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------|----------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>4</b> Day Schedule | ETHYLENE | 64°                  | 64° | 62° | 60° |     |     |     |     |
| <b>5</b> Day Schedule | ETHYLENE | 62°                  | 62° | 62° | 62° | 60° |     |     |     |
| <b>6</b> Day Schedule | ETHYLENE | 62°                  | 62° | 60° | 60° | 60° | 58° |     |     |
| <b>7</b> Day Schedule | ETHYLENE | 60°                  | 60° | 60° | 60° | 60° | 58° | 58° |     |
| <b>8</b> Day Schedule | ETHYLENE | 58°                  | 58° | 58° | 58° | 58° | 58° | 58° | 58° |
|                       | Day      | 1                    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |

Temperatura  
 64 °F=17,8 °C  
 62 °F=16,7 °C  
 60 °F=15,6 °C  
 58 °F=14,4 °C



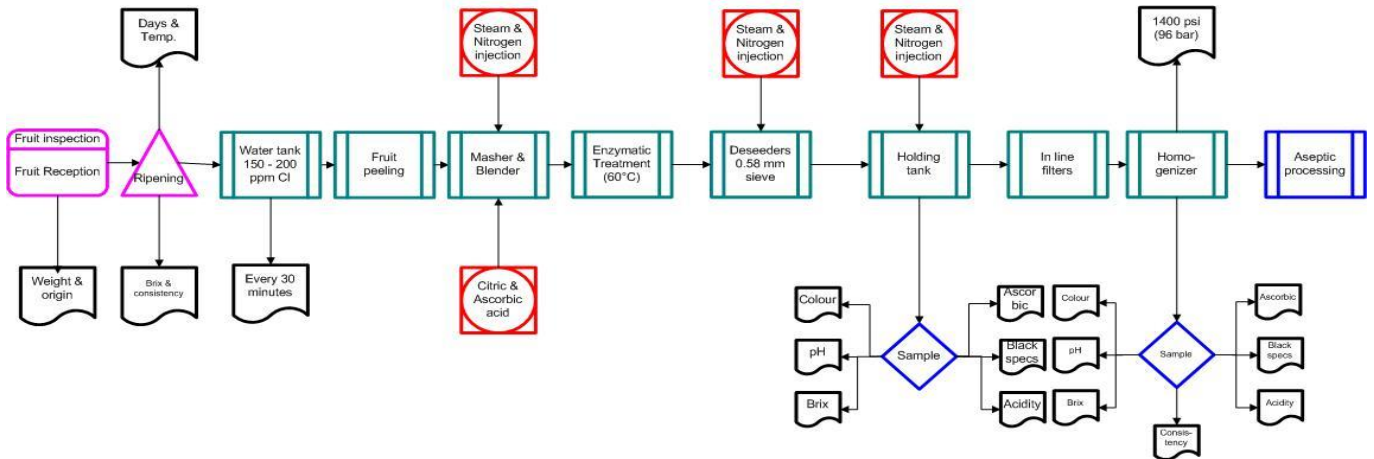
|                 |       |                         |                        |                        |           |            |                             |
|-----------------|-------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------|------------|-----------------------------|
| Color Index No. | 1     | 2                       | 3                      | 4                      | 5         | 6          | 7                           |
| Peel Color      | Green | Green – trace of yellow | More green than yellow | More yellow than green | Green tip | All yellow | Yellow – flecked with brown |

## **APENDICE D**

### **DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION DE PULPA DE BANANO**

## Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de banano.

### Process flow for Banana Puree HACCP



**APENDICE E**  
**ILUSTRACIONES**

**Banano de rechazo verde**



**Banano de rechazo madurado**



**Panel de control de HR y T°C**



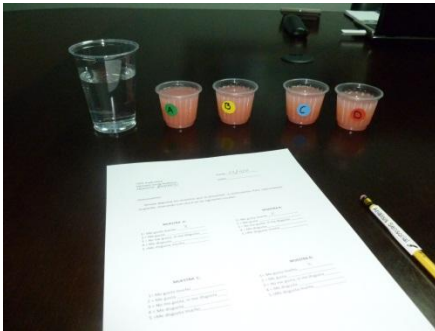
**Cuartos de maduración**



## Bebida con concentrado de pulpa de banano



## Panel sensorial







## INDICE

|                              | Página |
|------------------------------|--------|
| I. SUMARIO.....              | 1.     |
| II. INTRODUCCION.....        | 2.     |
| III. OBJETIVOS.....          | 3.     |
| IV. HIPOTESIS.....           | 4.     |
| V. HIPOTESIS NULA.....       | 4.     |
| VI. DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 5.     |

### Capítulos

|  |   |
|--|---|
| I. REVISION DE LITERATURA.....             | 6 |
| a. Historia.....                           | 6 |
| b. Taxonomía del banano.....               | 6 |
| c. Generalidades descripción botánica..... | 6 |
| d. Principales variedades.....             | 7 |
| e. Clima para el cultivo del banano.....   | 7 |
| f. Propagación de los bananos.....         | 7 |
| g. Recolección de los bananos.....         | 8 |
| h. Maduración.....                         | 9 |
| i. Maduración del banano en la planta..... | 9 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>j. Maduración Artificial.....</b>                        | <b>10</b>  |
| <b>k. Industrialización.....</b>                            | <b>13</b>  |
| <b>l. Usos.....</b>   | <b>14</b>  |
| <b>m. Composición química del banano.....</b>               | <b>15</b>  |
| <b>n. Transformación del almidón en azúcar.....</b>         | <b>17</b>  |
| <b>o. Banano de rechazo</b><br><b>.....</b>                 | <b>18</b>  |
| <b>p. Pulpa de banano de rechazo.....</b>                   | <b>19.</b> |
| <b>q. Oxidación en la pulpa de</b><br><b>banano.....</b>    | <b>19</b>  |
| <b>r. Proceso para la obtención de pulpa de banano.....</b> | <b>20</b>  |
| <b>s. Ingredientes Alimentarios.....</b>                    | <b>21</b>  |
| <b>t. Características.....</b>                              | <b>21</b>  |
| <b>u. Tipos de</b><br><b>aditivos.....</b>                  | <b>21</b>  |
| <b>v. Saborizante.....</b>                                  | <b>22</b>  |
| <b>w. Ácidos.....</b>                                       | <b>22</b>  |
| <b>x. Edulcorantes.....</b>                                 | <b>23</b>  |
| <b>y. Antioxidantes.....</b>                                | <b>24</b>  |
| <b>z. Colorantes.....</b>                                   | <b>24</b>  |
| <b>aa. Azúcar.....</b>                                      | <b>25</b>  |
| <b>dd. Preservantes.....</b>                                | <b>26</b>  |

|       |                              |    |
|-------|------------------------------|----|
| II.   | MATERIALES Y METODOS.....    | 27 |
| III.  | METODOS.....                 | 28 |
| IV.   | EQUIPO UTILIZADO.....        | 30 |
| V.    | PARTE EXPERIMENTAL.....      | 31 |
| VI.   | RESULTADOS .....             | 34 |
| VII.  | DISCUSION DE RESULTADOS..... | 37 |
| VIII. | ANALISIS ESTADISTICO.....    | 40 |
| IX.   | CONCLUSIONES.....            | 43 |
| X.    | RECOMENDACIONES.....         | 44 |
| XI.   | BIBLIOGRAFIA.....            | 45 |
| XII.  | APENDICE A.....              | 48 |
| XIII. | APENDICE B.....              | 50 |
| XIV.  | APENDICE C.....              | 51 |
| XV.   | APENDICE D.....              | 53 |
| XVI.  | APENDICE D.....              | 55 |
| XVII. | LISTA DE TABLAS.....         | 63 |

## LISTA DE TABLAS

| <b>TABLA</b>  | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| 1. Clasificación de algunas frutas tropicales según su producción de etileno.....   | 12            |
| 2. Composición química en 100g de pulpa de banano.....  | 16            |
| 3. Variación en el contenido de taninos libres por efecto de la maduración del banano.....  | 16            |
| 4. Cambios en el contenido de almidón, azúcar y carbohidratos totales del banano durante el proceso de maduración, expresado como porcentaje de la pulpa fresca con cámara de maduración y etileno..... | 17            |
| .   |               |
| 5. Equipo utilizado durante la investigación.....   | 30            |
| 6. Formulación del concentrado de pulpa de banano que se utilizó para la elaboración de la bebida.....  | 31            |
| 7. Formulación del concentrado con diferentes porcentajes de pulpa de banano.....   | 32            |
| 8. Formulación del concentrado de pulpa de banano con bisulfito de sodio.....   | 32            |
| 9. Formulación del concentrado de pulpa de banano con saborizante artificial berries en tres diferentes porcentajes de sabor.....   | 33            |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>10. Análisis físico-químicos de las cuatro muestras del concentrado de pulpa de banano con saborizantes.....</b> | <b>34</b> |
| <b>11. Determinación de porcentaje de bisulfito de sodio.....</b>   | <b>34</b> |
| <b>12. Porcentaje de la pulpa de banano en el concentrado para la elaboración de una bebida final.....</b>          | <b>34</b> |
| <b>13. Análisis microbiológicos de las cuatro muestras del concentrado con sabor berries.....</b>                   | <b>35</b> |
| <b>14. Análisis físicos de las cuatro muestras aplicadas en bebida final.....</b>                                   | <b>35</b> |
| <b>15. Respuesta de los panelistas al momento de realizar la evaluación sensorial.....</b>                          | <b>36</b> |
| <b>16. Índice de color para alcanzar grado de madurez.....</b>  | <b>51</b> |
| <b>17. Maduración con etileno.....</b>  | <b>53</b> |