

**Desarrollo de un bocadillo a base de banano  
(*Musa paradisiaca*) y piña (*Ananas comosus*  
var. Azucarona) deshidratada cubierta con  
chocolate**

**Joaquin Ernesto Hernández Samayoa**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2008

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Desarrollo de un bocadillo a base de banano  
(*Musa paradisiaca*) y piña (*Ananas comosus*  
var. Azucarona) deshidratada cubierta con  
chocolate**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado  
Académico de Licenciatura.

Presentado por

**Joaquin Ernesto Hernández Samayoa**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2008

# **Desarrollo de un bocadillo a base de banano (*Musa paradisiaca*) y piña (*Ananas comosus* var. Azucarona) deshidratada cubierta con chocolate**

Presentado por:

Joaquin Ernesto Hernández Samayoa

Aprobado:

---

Julio R. López, M.Sc.  
Asesor Principal

---

Luis Fernando Osorio, Ph.D.  
Director  
Carrera Agroindustria Alimentaria

---

Dina Gisela Fernández, Ing.  
Asesora

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## RESUMEN

Hernández, J. 2008. Desarrollo de un bocadillo a base de banano (*Musa paradisiaca*) y piña (*Ananas comosus* var. Azucarona) deshidratada cubierta con chocolate. Proyecto especial del Programa de Ingeniería Agroindustrial. Zamorano, Honduras. 24 p.

Las frutas deshidratadas son consideradas como un alimento saludable y nutritivo lo que ha contribuido a un aumento en su consumo generalizado. El objetivo del estudio fue desarrollar un producto a base de fruta deshidratada (piña y banano) cubierta con dos tipos de chocolate (Chocomelher y Fin Carré). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA). Se realizó una prueba sensorial de aceptación para todos los tratamientos, evaluando los atributos de aroma, color, textura, sabor y aceptación general. Se realizaron análisis físicos (actividad de agua, textura y color) para todos los tratamientos. Para el tratamiento de mayor aceptación se realizó un análisis químico proximal y un análisis microbiológico de aerobios totales. Se efectuó un estudio de rendimientos de materias primas y un estudio de tiempos y movimientos a escala piloto. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias TUKEY ( $P < 0.05$ ). El panel sensorial no encontró diferencias significativas en los parámetros de aroma y color; pero sí para los parámetros de textura, sabor y aceptación general, teniendo mayor aceptación general el tratamiento 1 (piña + Fin Carré). El análisis de actividad de agua determinó valores iguales o menores a 0.70 para todos los tratamientos. No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos elaborados con el mismo tipo de chocolate para el valor  $L^*$ . Se realizó un análisis químico proximal para el tratamiento 1 (piña + Fin Carré). El análisis microbiológico de Aerobios totales fue de  $< 1$  UFC/g en todas las ocurrencias. El estudio de tiempos y movimientos determinó 11 horas, 47 minutos y 24 segundos para producir 182 g del tratamiento 1. El tratamiento 4 presentó el costo variable más bajo igual a L. 59.75 para 1 kilogramo de producto.

Palabras claves: Chocomelher, Fin carré, rendimiento, escala piloto

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Hoja de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>5</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>19</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>21</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Descripción de tratamientos.....	7
2. Peso de producto final obtenido por tratamiento.....	10
3. Evaluación sensorial de aceptación: aroma.....	10
4. Evaluación sensorial de aceptación: color.....	11
5. Evaluación sensorial de aceptación: textura.....	11
6. Evaluación sensorial de aceptación: sabor.....	11
7. Evaluación sensorial de aceptación: aceptación general.....	12
8. Análisis de color: valor L*.....	12
9. Análisis de color: valor a*.....	13
10. Análisis de color: valor b*.....	13
11. Análisis de actividad de agua (aw).....	13
12. Análisis de textura: fuerza de corte (kN).....	14
13. Análisis químico proximal de tratamiento 1.....	15
14. Cuadro de tiempos y movimientos del proceso.....	15
15. Cuadro de resumen de estudio de tiempos y movimientos del proceso.....	17
16. Análisis de costos variables elaboración de cada tratamiento.....	17
Figura	Página
1. Diagrama de flujo elaboración de fruta deshidratada cubierta con chocolate .....	6
Anexo	Página
1. Formato hoja de evaluación sensorial de aceptación.....	23

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevos productos o mejora de productos; es importante para la industria de alimentos. El otorgar valor agregado a las materias primas les permite ser más atractivas para los consumidores, buscando ser convenientes y estar dentro de las nuevas tendencias del mercado de alimentos. De acuerdo con Zaracsson (2001), la fruta deshidratada, cuyo contenido de humedad ha sido llevado a bajos porcentajes para fines de conservación y aumento de atributos sensoriales. La preferencia de este tipo de producto va en aumento por parte de los consumidores ya que lo consideran un alimento saludable, es también muy utilizado como insumo en la elaboración de otros productos alimenticios. El costo de deshidratar fruta, dependiendo también del tipo de método para deshidratar, lleva este producto a ser colocado en mercados de poder adquisitivo moderado y alto, considerándolo con un buen “plus” comercial. Por otro lado, Savage (2002), determinó el chocolate como el “preciado bocadillo”, “producto delirio” de muchos consumidores en el mercado y como “el imposible a decir NO”.

De las distintas presentaciones de chocolate, el chocolate de cobertura es muy utilizado como insumo para producción de otros productos, la característica de ser moldeable y su alto poder adherente puede también acompañar otros alimentos brindándoles un perfil más delicioso y en algunos casos “elegancia”. Existen dos tipos de chocolate de cobertura: el chocolate de cobertura que incluye manteca de cacao en su formulación y el chocolate de cobertura elaborado con grasas vegetales y otros aditivos.

Lo que se busca en esta investigación es determinar la aceptación de los consumidores al utilizar banano (*Musa paradisiaca*) y piña (*Ananas comosus* var. Azucarona) combinada con dos tipos de chocolate de cobertura; Fin Carré, con un contenido de 52% manteca de cacao, y Chocomelher elaborado con grasas vegetales y adición de cocoa para poseer el sabor a chocolate. Desarrollando un producto elaborado a base de fruta deshidratada cubierta con chocolate, se tiene la posibilidad de complacer dos mercados, tanto el de fruta deshidratada, como el de chocolate. Pero, conforme a Riversson (2007), este tipo de producto no podría cubrir y participar en ambos mercados, sino que más que todo al mercado de consumidores de chocolate, que en el momento de tener el deseo de consumirlo, no se les dificulta que tipo de chocolate consumir y no les importa la presencia de otro ingrediente en él

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

Desarrollar un producto a base de banano y piña deshidratada con chocolate de cobertura.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- 1) Realizar un estudio de rendimiento de materias primas para la elaboración de cada tratamiento.
- 2) Evaluar sensorialmente el grado de aceptación de dos tipos de fruta deshidratada y dos marcas de chocolate de cobertura.
- 3) Evaluar las características físicas de los cuatro tratamientos.
- 4) Realizar un análisis químico proximal al tratamiento con mayor aceptación general.
- 5) Realizar conteos de microorganismos aerobios totales en el tratamiento con mayor aceptación general.
- 6) Realizar estudio de tiempo y movimientos a escala piloto.
- 7) Evaluar el costo variable de producción de cada tratamiento.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS**

Según Holdsworth (1998), la conservación de alimentos puede definirse como todo método de tratamiento de los mismos que prolonga su duración, de forma que mantengan en grado aceptable su calidad, incluyendo color, textura y aroma.

El departamento de agricultura de los Estados Unidos define producto deshidratado el que no contiene más del 2.5% de agua (base seca), mientras que el alimento seco es todo aquel producto alimenticio que ha sido expuesto a un proceso de eliminación de agua y que contiene más del 2.5% de agua (base seca).

Se ha determinado que “el proceso de secado no solo afecta el contenido en agua del alimento, sino también otras características físicas y químicas. Entre las características utilizadas para describir los alimentos secos cabe citar la actividad de agua, isotermas de adsorción, deterioro microbiano, reacciones enzimáticas y no enzimáticas, fenómenos físicos y estructurales y destrucción de nutrientes, aroma y gusto” (Luke, 2000).

#### **2.1.1 Contenido de agua en los alimentos**

De acuerdo con Barbosa-Cánovas *et al.* (2000), el agua libre o no ligada se define como el agua del alimento que se comporta como agua pura. El agua no ligada se elimina durante el período de velocidad constante de secado cuando la naturaleza del alimento no tiene un gran efecto en el proceso de secado.

Okos (1992), definió el término agua ligada como el agua que posee una menor presión de vapor, menor movilidad y reduce el punto de congelación de modo más elevado que el agua pura. Las moléculas ligadas tienen propiedades cinéticas y termodinámicas diferentes a las moléculas ordinarias.

#### **2.1.2 Actividad de Agua**

Un aspecto fundamental en la conservación de alimentos es conocer cómo está ligada el agua en el alimento más que la cantidad de agua que realmente contiene. El término actividad de agua se utiliza para describir el estado del agua en los productos alimenticios. La actividad de agua es un factor primordial en el crecimiento microbiano, producción de toxinas, y reacciones enzimáticas y no enzimáticas. La mayoría de las bacterias no pueden crecer por debajo de una actividad de agua de 0.90, factor utilizado por la Administración

de Alimentos y Fármacos (FDA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos referente a los alimentos enlatados (Okos, 1992).

### **2.1.3 Secadores**

El calor requerido para el secado puede ser suministrado por convección, conducción y radiación. En el proceso de alimentos se puede utilizar tanto el secado directo como el indirecto. Los sistemas de secado indirecto son simples, no sólo en los conceptos utilizados, sino también en el equipo requerido (Cook *et al.*, 1991). En los secadores indirectos el calor es transmitido hacia el alimento mediante las partículas calientes y frías del alimento. Los secadores directos utilizan gas caliente, normalmente aire, el cual pasa a través del alimento. El calentamiento en los secadores directos se ve favorecido, y además es más uniforme que en los secadores indirectos.

Para Barbosa-Cánovas, *et al.* (2000), el método más simple de secado de un producto es extenderlo en forma de capa fina sobre una bandeja rectangular y hacer pasar aire. Los secadores de bandejas más simples consisten en un sistema simple de rejillas colocadas una sobre otra en una cabina. Estas se cargan y descargan a mano. El aire puede ser calentado eléctricamente o haciéndolo pasar por tubos finos calentados por vapor. De manera alternativa pueden emplearse equipos para la manipulación mecánica de las bandejas. Cualquiera que sea el diseño del sistema de bandejas, la eficacia de la operación depende de la uniformidad de la distribución de las partes del alimento sobre ellas.

## **2.2 CHOCOLATE**

Beckett (2000) manifiesta que el chocolate es prácticamente un alimento único ya que se encuentra en estado sólido a temperatura ambiente pero funde rápidamente dentro de la boca. Esto se debe a que la grasa que contiene, la manteca de cacao, se encuentra en su mayor parte en estado sólido a temperaturas inferiores a 25° C lo que mantiene unidas al azúcar y a las partículas de cacao, ambos en estado sólido. Sin embargo, la grasa se encuentra casi al completo en estado líquido a la temperatura del cuerpo humano lo que permite que las partículas fluyan de modo que el chocolate pasa a ser un líquido suave cuando éste se calienta a la boca. El chocolate también tiene un sabor dulce que lo hace atractivo a la mayoría de la gente.

Existen diferentes tipos de presentación del chocolate, entre los que cabe mencionar tenemos: el chocolate negro o amargo (>60% pasta de cacao), considerado chocolate puro por su contenido de pasta de cacao y no posee leche ni vainilla en su formulación; el chocolate con leche (no >40% pasta de cacao) tiene como ingrediente principal leche, adicionando también vainilla; el chocolate blanco es considerado el “no chocolate” teniendo solamente un 30% de pasta de cacao y adquiere el sabor a chocolate por la adición de manteca de cacao; finalmente, tenemos el chocolate de cobertura que contiene >30% de manteca de cacao, lo cual le otorga facilidad para ser moldeado y manipulado a temperatura media-alta y apropiado para coberturas de otros alimentos principalmente frutas (Eroski, 2007).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

El estudio se realizó en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID), Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ), Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos y Laboratorio de Microbiología de Alimentos, todos de Zamorano, ubicados en el Valle del Yegüare, en el departamento de Francisco Morazán, a 30 Km de Tegucigalpa, Honduras.

#### **3.2 MATERIALES E INSUMOS**

- Chocolate de Cobertura CHOCOMELHER (MELHER S.A. de C.V.).
- Chocolate de Cobertura FIN CARRÉ COOKING CHOCOLATE (LIDL STIFTUNG & CO.).
- Piña var. Azucarona.
- Banano.

#### **3.3 EQUIPO**

- Deshidratador de bandejas EXCALIBUR FOOD DEHYDRATOR Modelo #3900.
- Balanza OHAUS-HAND, Modelo VEC10TW.
- Color Flex Hunter L\*a\*b\* ®.
- Medidor AQUALAB Modelo 3TE.
- INSTRON ® (Modelo 444), Instron Corp.

### 3.4 DIAGRAMA DE FLUJO ELABORACIÓN FRUTA DESHIDRATADA CUBIERTA CON CHOCOLATE

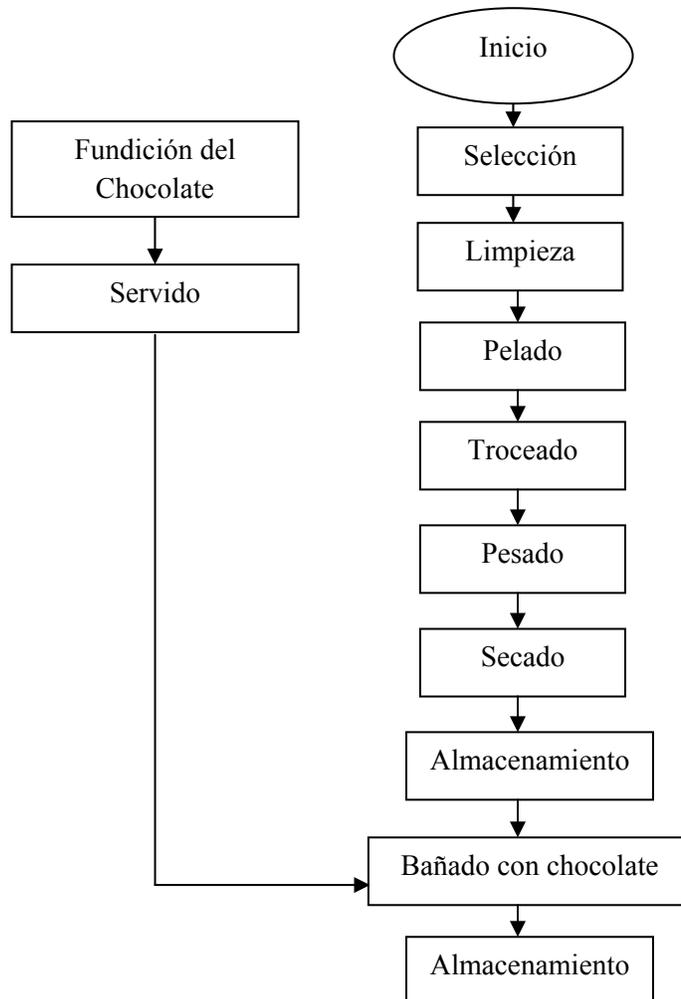


Figura 1. Diagrama de flujo elaboración de fruta deshidratada cubierta con chocolate.

#### Elaboración de fruta deshidratada cubierta con chocolate

1. **Selección:** se selecciona la fruta a deshidratar, la cual debe estar madura.
2. **Limpieza:** se coloca la fruta en una solución de agua con 50 ppm de cloro durante 2 minutos.
3. **Pelado:** se retira la cáscara de la fruta dejando únicamente la parte comestible.
4. **Troceado:** se parte la fruta en forma cúbica, con dimensiones de 2 cm de largo, 2cm de ancho y 2cm de altura.

5. **Pesado:** se toma el pesado inicial de la fruta una vez troceada para conocer los datos de rendimiento.
6. **Secado:** se coloca la fruta troceada sobre las bandejas del deshidratador con 3 cm de distancia entre cada trozo. Se deja secar por 11 horas en el caso de la piña y durante 13 horas en el caso del banano, a una temperatura de 145° F (63° C).
7. **Almacenamiento:** una vez secada la fruta debe colocarse en bolsas resellables para evitar el contacto con la humedad del ambiente.
8. **Fundición del chocolate:** Se coloca el chocolate en una olla y se calienta en baño maría a 38° C por 10 minutos hasta que este se funda completamente y tenga una forma líquida.
9. **Servido del chocolate:** se coloca en un recipiente una vez fundido el chocolate.
10. **Bañado de la fruta:** la fruta se introduce en el chocolate líquido hasta que quede completamente cubierta.
11. **Almacenamiento:** se coloca la fruta deshidratada cubierta con chocolate en bolsas resellables y se mantiene a temperatura de refrigeración de 4° C.

### 3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el estudio, se trabajó con un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), donde se desarrolló el estudio con 4 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

**Cuadro 1. Descripción de tratamientos.**

	TRATAMIENTOS			
	Piña + Fin Carré	Banano + Fin Carré	Piña + Chocomelher	Banano + Chocomelher
1	TRT 1	TRT 2	TRT 3	TRT 4
2	TRT 1	TRT 2	TRT 3	TRT 4
3	TRT 1	TRT 2	TRT 3	TRT 4

### 3.6 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial de Aceptación se llevó a cabo con 3 repeticiones. Dicho análisis contó con la participación de 10 panelistas no entrenados, analizando los atributos aroma, color, sabor, textura y aceptación general; calificando cada atributo en una escala de 5 puntos, siendo 1= Me disgusta mucho y 5=Me gusta mucho. En el laboratorio de

evaluación sensorial se rotularon las muestras con números aleatorizados y se le entregó a cada panelista una muestra de cada tratamiento, así como agua y galletas de soda para limpiar el paladar entre cada muestra.

### **3.7 ANÁLISIS FÍSICO**

#### **3.7.1 Color**

Se midieron los valores  $L^*a^*b^*$  del producto usando el Color flex Hunterlab Lab ®, donde  $L^*$  denota la claridad y el brillo y nos indica cuan blanca o negra es la muestra; el valor  $a^*$  de verde a rojo y  $b^*$  de azul a amarillo. Se realizaron 3 repeticiones por tratamiento.

#### **3.7.2 Actividad de Agua**

Se midió la cantidad de agua disponible en el alimento con el medidor AQUALAB (AOAC 978.18), realizando 3 repeticiones por tratamiento.

#### **3.7.3 Textura**

Se midió la fuerza necesaria (Newton) para cortar el trozo de fruta deshidratada cubierta con chocolate utilizando el Instron® 4444 (AOAC 983.19) con acople de guillotina, igualmente evaluando 3 repeticiones por tratamiento.

### **3.8 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL**

Se realizó un Análisis Químico Proximal, evaluando el contenido de humedad, cenizas (minerales), proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo (lípidos) y extracto libre de nitrógeno (ELN, carbohidratos) del tratamiento con mayor aceptación general por el panel sensorial.

Cada uno de los parámetros se analizó con los métodos oficiales siguientes: humedad con el método AOAC 925.09, cenizas con el método AOAC 923.02, proteínas utilizando AOAC 960.52, fibra cruda a través del método AOAC 926.09, lípidos con el método AOAC 970.220.

### **3.9 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE AEROBIOS TOTALES.**

Para determinar la presencia o ausencia de microorganismos se utilizó el medio Plate Count Agar (PCA), medio no selectivo utilizado para el conteo total de bacterias aeróbicas.

El proceso consistió en mezclar 2.35 gramos de Agar en 100 ml de agua. El agua pectonada para la dilución de la muestra, se preparó mezclando 0.15 gramos de pectona

en 150 ml de agua. Las mezclas fueron colocadas en frascos Erlenmeyer y se sometieron a esterilización a 121°C y 15 psi por 15 minutos.

Se tomaron 5 gramos de la muestra y se colocaron junto al agua pectonada en el Stomacher por 90 segundos para su dilución.

De la dilución madre, se tomo 1 ml y se agrega al tubo de ensayo con 9 ml de agua pectonada, siendo esta la solución  $10^{-1}$ ; luego se toma un 1 ml de esa solución y se agrega a otro tubo de ensayo con 9 ml de agua pectonada, obteniendo la solución de  $10^{-2}$ .

Se colocó 1ml de la solución  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$  en platos petri por separado. Realizando 3 repeticiones de cada solución.

### **3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico del estudio se realizó utilizando el programa estadístico SAS® llevando a cabo un análisis de varianza (ANDEVA), separación de medias Tukey y un nivel de significancia  $P < 0.05$ .

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RENDIMIENTO DEL PRODUCTO

#### 4.1.1 Rendimiento fruta deshidratada

Partiendo de 1932 gramos de piña sin cáscara, al final del tiempo de deshidratado, los trozos presentaron un peso final de 164 gramos, lo que equivale a un rendimiento de 8.48%. El peso del banano sin cáscara fue 1838 gramos, una vez troceado y deshidratado se presentó un peso final de 240 gramos, lo que equivale a un rendimiento de 13.05%.

#### 4.1.2 Producto final de los tratamientos.

El peso de producto final, una vez la fruta fue cubierta de las marcas de chocolate utilizadas para el estudio, se expresa en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Peso de producto final obtenido por tratamiento.**

Tratamiento	Peso producto final (g)
TRT 1 (Piña + Fin Carré)	180
TRT 2 (Banano + Fin Carré)	290
TRT 3 (Piña + Chocomelher)	142
TRT 4 (Banano + Chocomelher)	248

### 4.2 ANÁLISIS SENSORIAL

#### 4.2.1 Aroma

El cuadro 3 indica que no se detectaron diferencias significativas en el aroma de los tratamientos 1, 2 y 4; el tratamiento 3 presentó diferencias ( $P < 0.05$ ) en aroma respecto a los tratamientos 1 y 2.

**Cuadro 3. Evaluación sensorial de aceptación: aroma**

Tratamientos	Descripción	Media $\pm$ D.E.
TRT 1	Piña + Fin Carré	4.20 $\pm$ 0.7625 <sup>a</sup>
TRT 2	Banano + Fin Carré	4.20 $\pm$ 0.7630 <sup>a</sup>
TRT 4	Banano + Chocomelher	3.80 $\pm$ 0.9924 <sup>ab</sup>
TRT 3	Piña + Chocomelher	3.40 $\pm$ 1.1376 <sup>b</sup>

\*Medias con letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

#### 4.2.2 Color

Estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los tratamientos 1, 2 y 4 en cuanto al color, el tratamiento 3 fue estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ) al tratamiento 1 y 2.

#### Cuadro 4. Evaluación sensorial de aceptación: color

Tratamientos	Descripción	Media $\pm$ D.E.
TRT 2	Banano + Fin Carré	4.20 $\pm$ 1.0933 <sup>a</sup>
TRT 1	Piña + Fin Carré	4.10 $\pm$ 0.8404 <sup>a</sup>
TRT 4	Banano + Chocomelher	3.60 $\pm$ 1.3071 <sup>ab</sup>
TRT 3	Piña + Chocomelher	3.40 $\pm$ 1.4526 <sup>b</sup>

\*Medias con letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

#### 4.2.3 Textura

Los panelistas encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo el tratamiento 1 estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. Los tratamientos 2 y 3 fueron estadísticamente iguales; y el tratamiento 4 fue estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ) a los tratamientos 1 y 2.

#### Cuadro 5. Evaluación sensorial de aceptación: textura

Tratamientos	Descripción	Media $\pm$ D.E.
TRT 1	Piña + Fin Carré	4.40 $\pm$ 0.6776 <sup>a</sup>
TRT 2	Banano + Fin Carré	3.80 $\pm$ 0.7624 <sup>b</sup>
TRT 3	Banano + Chocomelher	3.50 $\pm$ 1.1312 <sup>bc</sup>
TRT 4	Piña + Chocomelher	3.10 $\pm$ 1.2459 <sup>c</sup>

\*Medias con letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

#### 4.2.4 Sabor

El tratamiento 1 fue estadísticamente diferente ( $P < 0.05$ ) al resto de los tratamientos, siendo éste el mejor aceptado en cuanto a sabor. Los tratamientos 3 y 2 fueron iguales estadísticamente ( $P > 0.05$ ), y el tratamiento 4 presentó diferencia estadística a los tratamientos 1 y 2.

#### Cuadro 6. Evaluación sensorial de aceptación: sabor

Tratamientos	Descripción	Media $\pm$ D.E.
TRT 1	Piña + Fin Carré	4.40 $\pm$ 0.9101 <sup>a</sup>
TRT 3	Piña + Chocomelher	3.80 $\pm$ 0.8879 <sup>b</sup>
TRT 2	Banano + Fin Carré	3.70 $\pm$ 0.9343 <sup>bc</sup>
TRT 4	Piña + Chocomelher	3.30 $\pm$ 1.2467 <sup>c</sup>

\*Medias con letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

#### 4.2.5 Aceptación general

El cuadro 7 indica que se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para el tratamiento 1, indicando que la combinación de chocolate FIN CARRÉ y piña deshidratada fue el tratamiento de mayor aceptación general. El tratamiento 2 y 4 fueron estadísticamente iguales ( $P > 0.05$ ), y el tratamiento 3 fue diferente ( $P < 0.05$ ) a los tratamientos 1 y 2.

**Cuadro 7. Evaluación sensorial de aceptación: aceptación general**

Tratamientos	Descripción	Media $\pm$ D.E.
TRT 1	Piña + Fin Carré	4.30 $\pm$ 0.9188 <sup>a</sup>
TRT 2	Banano + Fin Carré	3.80 $\pm$ 0.9956 <sup>b</sup>
TRT 4	Banano + Chocomelher	3.60 $\pm$ 0.8105 <sup>bc</sup>
TRT 3	Piña + Chocomelher	3.20 $\pm$ 0.8821 <sup>c</sup>

\*Medias con letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

### 4.3 ANÁLISIS FÍSICO

#### 4.3.1 Color

##### 4.3.1.1 Valor L\* (Claridad)

De acuerdo con el cuadro 8 en el valor L\* (claridad) no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos 4 y 3, sabiendo que los tratamientos 4 y 3 están elaborados con el mismo tipo de chocolate de cobertura (chocolate CHOCOMELHER); de igual forma, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos 1 y 2, donde ambos fueron elaborados con el mismo tipo de chocolate de cobertura (FIN CARRÉ).

**Cuadro 8. Análisis de color: valor L\***

Tratamientos	Descripción	Medias $\pm$ D.E.
TRT 4	Banano + Chocomelher	26.94 $\pm$ 0.8468 <sup>a</sup>
TRT 3	Piña + Chocomelher	26.91 $\pm$ 0.7144 <sup>a</sup>
TRT 2	Banano + Fin Carré	23.15 $\pm$ 0.6239 <sup>b</sup>
TRT 1	Piña + Fin Carré	23.08 $\pm$ 0.6551 <sup>b</sup>

\*Medias con letras diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

##### 4.3.1.2 Valor a\*

En cuanto al valor a\* (valores positivos = rojo; valores negativos = verde), el cuadro 9 indica que los cuatro tratamientos se encuentran en el rango del color rojo.

**Cuadro 9. Análisis de color: valor a\***

Tratamientos	Descripción	Medias ± D.E.
TRT 2	Banano + Fin Carré	4.62 ± 0.0761 <sup>a</sup>
TRT 1	Piña + Fin Carré	4.59 ± 0.0531 <sup>a</sup>
TRT 3	Piña + Chocomelher	4.58 ± 0.0395 <sup>a</sup>
TRT 4	Banano + Chocomelher	4.55 ± 0.0422 <sup>a</sup>

\*Medias con letras iguales en la misma columna no representan diferencias significativas (P>0.05).

**4.3.1.3 Valor b\***

Según los resultados del cuadro 10, en el valor b\* (valores positivos = amarillos; valores negativos = azul), los cuatro tratamientos se encuentran en el rango del color amarillo.

**Cuadro 10. Análisis de color: valor b\***

Tratamientos	Descripción	Medias ± D.E.
TRT 1	Piña + Fin Carré	4.83 ± 0.8489 <sup>a</sup>
TRT 4	Banano + Chocomelher	4.82 ± 0.7126 <sup>a</sup>
TRT 3	Piña + Chocomelher	4.81 ± 0.6249 <sup>a</sup>
TRT 2	Banano + Fin Carré	4.80 ± 0.6564 <sup>a</sup>

\*Medias con letras iguales en la misma columna no representan diferencias significativas (P>0.05).

**4.3.2 Actividad de agua**

Los resultados en el cuadro 11 indican el análisis de actividad de agua entre los tratamientos. De acuerdo con Ramaswamy *et al* (2006), la mayoría de alimentos deshidratados presentan una actividad de agua igual o menor a 0.70, cuyo valor se encuentra debajo del nivel mínimo para crecimiento de microorganismos patógenos.

**Cuadro 11. Análisis de actividad de agua (aw)**

Tratamientos	Descripción	Medias ± D.E.
TRT 3	Piña + Chocomelher	0.702 ± 0.0617 <sup>a</sup>
TRT 1	Piña + Fin Carré	0.698 ± 0.0553 <sup>a</sup>
TRT 2	Banano + Fin Carré	0.687 ± 0.0624 <sup>a</sup>
TRT 4	Banano + Fin Carré	0.684 ± 0.0704 <sup>a</sup>

\*Medias con letras iguales en la misma columna no representan diferencias significativas (P>0.05).

**4.3.3 Textura**

El cuadro 12 indica la medida mediante el Instron ® 4444 de la fuerza en kilonewton que se requiere para que el producto de cada tratamiento sea cortado por el acople de guillotina.

**Cuadro 12. Análisis de textura: fuerza de corte (kN)**

Tratamientos	Descripción	Medias $\pm$ D.E.
TRT 2	Banano + Fin Carré	0.089 $\pm$ 0.0013 <sup>a</sup>
TRT 1	Piña + Fin Carré	0.084 $\pm$ 0.0015 <sup>a</sup>
TRT 4	Banano + Chocomelher	0.082 $\pm$ 0.0012 <sup>a</sup>
TRT 3	Piña + Chocomelher	0.081 $\pm$ 0.0013 <sup>a</sup>

\*Medias con letras iguales en la misma columna no representan diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

#### 4.4 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

El análisis químico proximal se realizó en el tratamiento con mayor aceptación general (tratamiento 1), que lo constituye la combinación de piña deshidratada con el chocolate de cobertura FIN CARRÉ. Los porcentajes de cada componente químico del producto, expresados en el cuadro 15 se basaron en una ración de 50 gramos.

El contenido de carbohidratos fue de 52.90%, siendo el componente con mayor porcentaje, debido al aumento en proporción de carbohidratos en la fruta por el deshidratado y el alto contenido de los mismo en el chocolate.

El porcentaje de humedad del producto es de 18.57%. De acuerdo con Barbosa-Cánovas (2000), los alimentos deshidratados, incluyendo frutas, pueden tener porcentajes de humedad entre 2-15%, estando una vez deshidratados.

El producto presentó un porcentaje de grasa de 17.21%, dicho porcentaje es aportado en su mayoría por el chocolate de cobertura que es una combinación de diferentes ácidos grasos. Solamente una ración del chocolate de cobertura de 100 gramos presenta un porcentaje 27-35% de grasa en su composición química (Beckett, 2000).

El porcentaje de proteínas fue de 5.57%, dicho valor se encuentra en un bajo nivel pero cabe mencionar la poca presencia de este componente en las frutas aunque se les haya aplicado un proceso de deshidrata. Por su parte, el chocolate tampoco es un producto que contenga un porcentaje alto de proteínas, este valor oscila entre el 3-4% (Beckett, 2000).

El contenido de fibra cruda del producto fue de 3.79%. Luke (2000), expresa que la piña deshidratada posee porcentajes de hasta 2.1% de fibra cruda en su composición química. Beckett (2000), expresa que el chocolate es pobre en fibra y que su porcentaje se encuentra en niveles bajos alrededor del 0.1%.

El porcentaje de cenizas en el producto fue de 1.96%, por lo general las cenizas están constituidas por minerales. Beckett (2002), afirma que la mayor proporción de minerales del chocolate lo representa el calcio, hierro y magnesio y representa porcentajes alrededor del 0.004%.

**Cuadro 13. Análisis químico proximal de tratamiento 1**

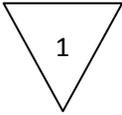
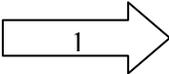
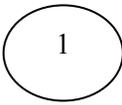
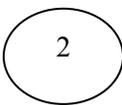
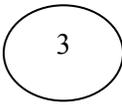
<b>Componente</b>	<b>Porcentaje <math>\pm</math> D.E.</b>
Carbohidratos	52.90 $\pm$ 0.17
Humedad	18.57 $\pm$ 0.08
Grasa	17.21 $\pm$ 0.15
Proteína	5.57 $\pm$ 0.09
Fibra Cruda	3.79 $\pm$ 0.13
Cenizas	1.96 $\pm$ 0.11

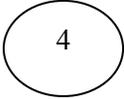
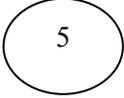
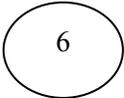
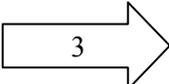
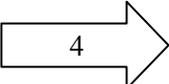
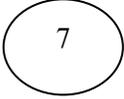
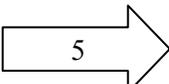
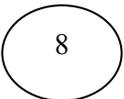
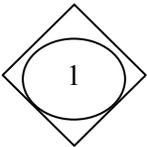
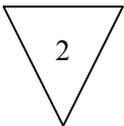
#### 4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AEROBIOS TOTALES

Para el análisis microbiológico del producto, se tomó el tratamiento con mayor aceptación general. Se observó que el producto no presentó microorganismos mesófilos aerobios totales (<1 UFC/ml) en las 3 repeticiones de dos diluciones realizadas. Ya que el producto consta de piña deshidratada, teniendo valores de actividad de agua por debajo del nivel mínimo de crecimiento de microorganismos por lo que no permite su proliferación.

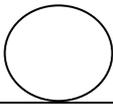
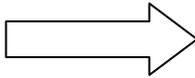
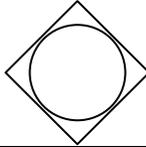
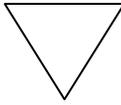
#### 4.6 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS A ESCALA PILOTO

**Cuadro 14. Cuadro de tiempos y movimientos del proceso**

<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Distancia (m)</b>
Almacén de Materias Primas			
A mesa de trabajo		14	7
Limpieza de fruta		120	
Pelado de fruta		240	
Pesado de fruta		5	

Troceado de fruta		600	
Pesado de fruta		5	
Hacia deshidratador		15	7
Deshidratado de fruta		39600	
A mesa de trabajo		15	7
Hacia estufa		7	5
Fundición de chocolate		600	
A mesa de trabajo		7	5
Bañado de fruta		1200	
Empacado de fruta		15	
Almacén Producto Terminado			4

**Cuadro 15. Cuadro de resumen de estudio de tiempos y movimientos del proceso**

<b>Cuadro Resumen</b>			
Símbolo	Total	Tiempo	Distancia (m)
	8	42370	
	5	58	35
	1	15	
	2		
Total		11 horas, 47 minutos y 24 segundos	35 metros

#### 4.7 ANÁLISIS DE COSTOS VARIABLES

Para el análisis de costos variables de los tratamientos se tomó como base la producción de 100 kg. de producto final para cada uno.

**Cuadro 16. Análisis de costos variables elaboración de cada tratamiento**

<b>TRT 1</b>	<b>Insumo</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Costo (L)</b>
	Piña	5.365	64.42
	Chocolate Fin Carré	0.544	136.00
	<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>200.42</b>
<b>TRT 2</b>	<b>Insumo</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Costo (L)</b>
	Banano	3.157	11.16
	Chocolate Fin Carré	0.586	146.50
	<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>157.66</b>
<b>TRT 3</b>	<b>Insumo</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Costo (L)</b>
	Piña	6.804	81.70
	Chocolate Chocomelher	0.422	38.16
	<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>119.86</b>
<b>TRT 4</b>	<b>Insumo</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Costo (L)</b>
	Banano	3.701	13.08
	Chocolate Chocomelher	0.156	46.67
	<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>59.75</b>

Para producir 100 kg de cada tratamiento, el tratamiento 1 tiene un costo variable de L. 200.42, siendo este el tratamiento con mayor costo variable de producción. El tratamiento 2 tiene un costo variable de L.157.66; el tratamiento 3, un costo variable de L.119.86; y el tratamiento 4 presenta un costo de L.59. 75, siendo el tratamiento con el menor costo variable de producción.

## 5. CONCLUSIONES

- El porcentaje de rendimiento a escala piloto para piña y banano deshidratado fue de 8.48% y 13.05%, respectivamente.
- El tratamiento 1 (piña deshidratada + Fin Carré) presentó la mayor media de aceptación general.
- Todos los tratamientos presentaron una actividad de agua igual o menor a 0.70.
- No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos elaborados con la misma marca de chocolate para el valor  $L^*$ .
- El tratamiento 1 (Piña + Fin Carré) contiene 52.90% de carbohidratos, 18.57% de humedad, 17.21% de grasa, 5.57% proteína, 3.79% de fibra cruda y 1.96% de cenizas
- La presencia de microorganismos aerobios totales en el tratamiento 1 fue  $\leq 1\text{UFC/g}$  en ambas diluciones, con un límite permitido de  $\leq 10\text{UFC/g}$  en este tipo de producto.
- A escala piloto, se necesitan 11 horas 47 minutos y 24 segundos para elaborar 180 g del tratamiento 1 (Piña + Fin Carré).
- El tratamiento 4 (banano + Chocomelher) fue el de menor costo variable con un total de L.59.75 para 1 kg. de producto.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio de vida útil del producto en almacenamiento.
- Realizar un estudio para determinar el tipo de empaque apropiado para el producto.
- Realizar un estudio de mercado completo para este producto.
- Evaluar otras frutas y chocolates de cobertura como extensiones de línea para este producto.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Barbosa-Cánovas, R.; Sevilla P.; Valeriano, I. 2000. Deshidratación de Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 297 pg.
- Beckett, S. T. 2000. La ciencia del chocolate. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 201 pg.
- Cook, L; Fergie, K.; Ninoska, M.; Wrench, C. 1991. Chocolate-based products. (en línea). Consultado 17 de septiembre de 2008. Disponible en: <http://www.fiedrickcook.com/chocolate/fr223.htm>
- Eroski, 2007. Chocolate, fruta y ciencia. (en línea). Consultado 20 de Septiembre de 2008. Disponible en: [http://www.consumer.es/alimentacion/index\\_8733/info\\_chocolate\\_fruta\\_ciencia/667etre/22997ig.htm](http://www.consumer.es/alimentacion/index_8733/info_chocolate_fruta_ciencia/667etre/22997ig.htm)
- Holdsworth, S. D. 1998. Conservación de frutas y hortalizas. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 186 pg.
- Luke. K. 2000. Piña deshidratada y su consumo. (en línea). Consultado 22 de septiembre de 2008. Disponible en: [http://www.consumer.es/alimentacion/index\\_3221/info\\_pina\\_deshidratada\\_y\\_su\\_consumo/322defbn/2239ig.htm](http://www.consumer.es/alimentacion/index_3221/info_pina_deshidratada_y_su_consumo/322defbn/2239ig.htm)
- Okos. F. 1992. Agua en los alimentos. (en línea). Consultado 17 de septiembre de 2008. Disponible en: <http://www.ctam.com.mx/34ing/index/aa32/234art/FGDSWED223.pdf>
- Ramaswamy, K.; Colson, S.; Mighty A.; Hoffer, V. 2006. Food Processing. Principles and Applications. Ed. Taylor & Francis. New York, US. 420 pg.
- Riversson, A. 2007. The mystery of the chocolate. (en línea). Consultado 12 de Septiembre de 2008. Disponible en: [http://www.advundurry.net/donlyres/WER234\\_762323BNS2/09DR.pdf](http://www.advundurry.net/donlyres/WER234_762323BNS2/09DR.pdf)
- Savage, M. 2002. Dehydrated Products. (en línea). Consultado 16 de Septiembre de 2008. Disponible en: [http://www.crampyfood.com/index/group/fruit\\_2302.htm](http://www.crampyfood.com/index/group/fruit_2302.htm)

- Zaracsson, J. 2001. Food on market. (en línea). Consultado 16 de Septiembre de 2008. Disponible en:  
[http://www.foodonmarket.org/wef/info234/dehydrated +food/fynli.htm](http://www.foodonmarket.org/wef/info234/dehydrated+food/fynli.htm)

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1. Formato hoja de evaluación sensorial de aceptación.****Fruta Deshidratada Cubierta con Chocolate**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_ **# de muestra** \_\_\_\_\_

**Indicaciones:** Indique cuanto le gustan o le disgustan los atributos en la siguiente muestra colocando una "X" en los cuadros. Asegúrese de tomar un sorbo de agua y una mordida de galleta soda antes de comenzar y entre cada una de las muestras.

**Aroma:**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	me gusta mucho

Comentarios: \_\_\_\_\_

**Color:**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	me gusta mucho

Comentarios: \_\_\_\_\_

**Textura:**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	me gusta mucho

Comentarios: \_\_\_\_\_

**Sabor:**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	me gusta mucho

Comentarios: \_\_\_\_\_

**Aceptación general:**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta poco	me gusta mucho

Comentarios: \_\_\_\_\_