

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“CONSERVACIÓN DE BABACO (*Carica pentágona*),
MANGO (*Magnifera índica*) Y PEPINO DULCE (*Solanum muricatum*)
MEDIANTE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA”**

AUTORES

Calderón Jiménez Marcos Daniel
Jurado Jiménez Edilma Yolanda

DIRECTORA

Dra. Lucía Yépez Vásquez

ASESORES

Ing. Marcelo Vacas.
Ing. Jheny Quiroz.
Dr. Bolívar Batallas.

Ibarra – Ecuador

2008

APELLIDOS: JURADO JIMÉNEZ

NOMBRES: EDILMA YOLANDA

C. CIUDADANIA: 040124958-6

TELÉFONO CONVENCIONAL: 062611872

TELÉFONO CELULAR: 088005326 - 097396413

E- mail: yolyjurado_26@hotmail.com

DIRECCIÓN:

Imbabura Ibarra El Sagrario Juan Montalvo y Salinas 1-12

FECHA DE DEFENSA DE TESIS: 25 de Junio del 2008

APELLIDOS: CALDERON JIMENEZ

NOMBRES: MARCOS DANIEL

C. CIUDADANIA: 100314528-9

TELÉFONO CONVENCIONAL: 062605182

TELÉFONO CELULAR: 093015256

E- mail: tegocal_2008@yahoo.es

DIRECCIÓN:

Imbabura Ibarra El Sagrario Panamericana Norte km 1

FECHA DE DEFENSA DE TESIS: 25 de Junio del 2008

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal, presentar una alternativa de procesamiento al sector primario del Valle del Chota en frutas como el babaco, mango y pepino dulce, mediante la aplicación de tecnologías, mismas que permitan aumentar el valor agregado de las mismas.

Las frutas conservadas por deshidratación osmótica directa, presentan una apariencia aceptable y agradable para los consumidores, e inclusive mejora el aporte nutritivo de la fruta debido a que el procesamiento es mínimo.

El presente ensayo consistió en someter a las frutas (babaco, mango y pepino dulce), a operaciones como; recepción, selección, lavado, pelado, desemillado, troceado, pesado, escaldado, escurrido, deshidratación osmótica, lavado, secado enfriamiento, empaque y almacenamiento. Las variables en estudio fueron: peso de la materia prima, pH del jarabe, sólidos solubles en el jarabe y volumen del jarabe, mismas que fueron evaluadas en la etapa media y final de la deshidratación osmótica directa; y en el producto terminado se evaluó: rendimiento, pH, sólidos solubles, humedad y en el análisis sensorial: color, olor, sabor y textura.

El análisis estadístico que se utilizó fue, un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial A x B x C; en el que **A** corresponde a las frutas, **B** a los sólidos solubles en el jarabe (° Brix) y **C** al tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe (horas), Las características del experimento fueron tres repeticiones, diez y ocho tratamientos y cincuenta y cuatro unidades experimentales conformadas por 1000 gramos de fruta cada una. Para el análisis sensorial se utilizó la prueba de Friedman.

Luego se determinó los tres mejores tratamientos, en los cuales se realizó el análisis físico-químico, análisis microbiológico y balance de materiales concluyendo como mejor tratamiento **T6** (Babaco, 70 °Brix, 20 Horas).

SUMMARY

The present investigation has as main objective, to present a prosecution alternative to the primary sector of the "Valle del Chota" in fruits like the babaco, mango and sweet cucumber, by means of the application of technologies, same that allow increasing the added value of the same ones.

The fruits conserved by direct osmotic dehydration, present an acceptable and pleasant appearance for the consumers and inclusive improve the nutritious contribution of the fruit because the prosecution is minimum.

The present rehearsal consisted on subjecting to the fruits (babaco, mango and sweet cucumber), to operations like; reception, selection, laundry, peeled, seed extraction, cut, heavy, scalded, drained, osmotic dehydration, laundry, dried cooling, packing and storage. The variables in study were: weigh of the prevail, pH of the syrup, soluble solids in the syrup and volume of the syrup, same that were evaluated in the half and final stage of the direct osmotic dehydration; and in the finished product it was evaluated: yield, pH, soluble solids, humidity and in the sensorial analysis: color, scent, flavor and texture.

The statistical analysis that was used was, a Design Totally at random with factorial arrangement A x B x C; in the one that A corresponds to the fruits, B to the soluble solids in the syrup (° Brix) and C at the time of immersion of the fruit in the syrup (hours), the characteristics of the experiment were three repetitions, eighteen treatments and fiftyfour experimental units conformed by 1000 grams of fruit each one. For the sensorial analysis the test of Friedman was used.

Then it was determined the three better treatments, in which was realized the physical-chemical analysis, analysis microbiologic and balance of materials concluding as better treatment T6 (Babaco, 70 °Brix, 20 Hours).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Materia prima

- Babaco (Nacional)
- Mango (Tommy Akingson)
- Pepino dulce (Verde Puntón rayado)

Insumos

- Azúcar blanca refinada
- Agua
- Ácido Cítrico
- Ácido Ascórbico
- Metabisulfito de Sodio

NOTA: El ácido ascórbico y el metabisulfito de sodio fueron empleados únicamente en el procesamiento del pepino dulce, con la finalidad de disminuir el grado de oxidación en la fruta.

Equipos

- Balanza electrónica de capacidad 500 g
- Balanza electrónica de capacidad 1000 g
- Balanza de capacidad 15 kg
- Secador eléctrico
- Refractómetro (escala 58 a 90 ° Brix) Resolución 0.5 %
- Refractómetro (escala 32 a 58 ° Brix) Resolución 0.5 %
- Potenciómetro
- Selladora
- Termómetro (escala -10°- 150 ° C)
- Probeta (1000 ml)
- Recipientes de plástico de capacidad 3.5 litros con tapa hermética

Métodos

Caracterización del área de estudio

La presente investigación se realizó en los Laboratorio de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad

Técnica del Norte (Unidades productivas de la Escuela de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial).

Ubicación

Provincia: Imbabura
Cantón: Ibarra
Parroquia: El Sagrario
Lugar: Unidades Productivas de Agroindustrias – FICAYA - UTN
Temperatura: Promedio 18 ° C
Altitud: 2250 m.s.n.m.
HR. Promedio: 73%

Factores en estudio

FACTOR A: Frutas

A1: Babaco
A2: Mango
A3: Pepino dulce

FACTOR B: Sólidos solubles en el jarabe (° Brix)

B1: 60 ° Brix
B2: 65 ° Brix
B3: 70 ° Brix

FACTOR C: Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe (Horas)

C1: 17 Horas
C2: 20 Horas

Tratamientos

De la combinación de los Factores A, B y C (Frutas, sólidos solubles en el jarabe, tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe), se estructuraron 18 tratamientos los cuales se detallan en el siguiente cuadro.

Tratamientos en estudio

TRAT.	FRUTA	° BRIX	TIEMPO DE INMERSIÓN	COMBINACIONES	DESCRIPCIÓN
1	A1	B1	C1	A1B1C1	Babaco, 60 °Brix, 17 horas
2	A1	B1	C2	A1B1C2	Babaco, 60 °Brix, 20 horas
3	A1	B2	C1	A1B2C1	Babaco, 65 °Brix, 17 horas
4	A1	B2	C2	A1B2C2	Babaco, 65 °Brix, 20 horas
5	A1	B3	C1	A1B3C1	Babaco, 70 °Brix, 17 horas
6	A1	B3	C2	A1B3C2	Babaco, 70 °Brix, 20 horas
7	A2	B1	C1	A2B1C1	Mango, 60 °Brix, 17 horas
8	A2	B1	C2	A2B1C2	Mango, 60 °Brix, 20 horas
9	A2	B2	C1	A2B2C1	Mango, 65 °Brix, 17 horas
10	A2	B2	C2	A2B2C2	Mango, 65 °Brix, 20 horas
11	A2	B3	C1	A2B3C1	Mango, 70 °Brix, 17 horas
12	A2	B3	C2	A2B3C2	Mango, 70 °Brix, 20 horas
13	A3	B1	C1	A3B1C1	Pepino dulce, 60 °Brix, 17 horas
14	A3	B1	C2	A3B1C2	Pepino dulce, 60 °Brix, 20 horas
15	A3	B2	C1	A3B2C1	Pepino dulce, 65 °Brix, 17 horas
16	A3	B2	C2	A3B2C2	Pepino dulce, 65 °Brix, 20 horas
17	A3	B3	C1	A3B3C1	Pepino dulce, 70 °Brix, 17 horas
18	A3	B3	C2	A3B3C2	Pepino dulce, 70 °Brix, 20 horas

Diseño experimental

Se empleo un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial:
A x B x C.

Características del experimento

Número de repeticiones: Tres (3)
Número de tratamientos: Diez y ocho (18)
Número de unidades experimentales: Cincuenta y cuatro (54)

Unidad experimental

El tamaño de la unidad experimental que se utilizó para el proceso de deshidratación osmótica directa fue 1000 gramos de fruta.

Análisis de varianza

Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GL
TOTAL	53
Tratamientos	17
(F A) Fruta	2
(F B) ° BRIX	2
(F C) Tiempo de inmersión	1
A x B	4
A x C	2
B x C	2
A x B x C	4
Error experimental	36

Análisis funcional

- **Tratamientos:** Tukey al 5 %
- **Factores:** DMS (Diferencia mínima significativa)
- **Variables no paramétricas:** Friedman al 5 %

Variables a evaluarse

Variables Cuantitativas

1. En materia prima:

- **Peso.-** Para evaluar esta variable, se utilizó una balanza electrónica de capacidad 1000 g., con la finalidad de establecer la variación de peso de la materia prima durante el proceso de deshidratación osmótica directa.

2. En jarabe:

- **pH.-** Se determinó empleando un potenciómetro, con una resolución de ± 0.01 , para evaluar la variación del pH en el jarabe durante el proceso de deshidratación osmótica directa.

- **°Brix.-** Con la finalidad de evaluar el porcentaje de sólidos solubles en el jarabe, se empleó refractómetros de escala 58° - 90 ° Brix (resolución 0.5 %) y de escala 32° - 58 ° Brix (resolución 0.5 %).

- **Volumen.-** El incremento del volumen en el jarabe, se determinó utilizando una probeta de 1000 ml.

NOTA: Estas tres variables se evaluarán en la fase inicial, intermedia y final del proceso de deshidratación osmótica directa.

3. En producto final:

- **Rendimiento.-** Se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento: } \frac{\text{Peso Final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

- pH
- Sólidos solubles (°Brix)
- Humedad

Variables Cualitativas

El color, olor, sabor y textura son características que permiten analizar y conocer el grado de aceptabilidad o rechazo que tiene un producto, además de constituirse en una de las medidas para determinar la calidad cualitativa de los alimentos. El análisis sensorial se realizó con un panel de 11 degustadores, conformado por catedráticos y estudiantes de la escuela de ingeniería agroindustrial; Las hojas de encuesta para la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente se detalla en el Anexo 7.

Para la evaluación de los datos registrados, se aplicó la prueba no paramétrica de FRIEDMAN:

$$X^2 = \frac{12}{r \times t (t + 1)} \sum R^2 - 3r (t + 1)$$

Donde:

r = Numero de degustadores

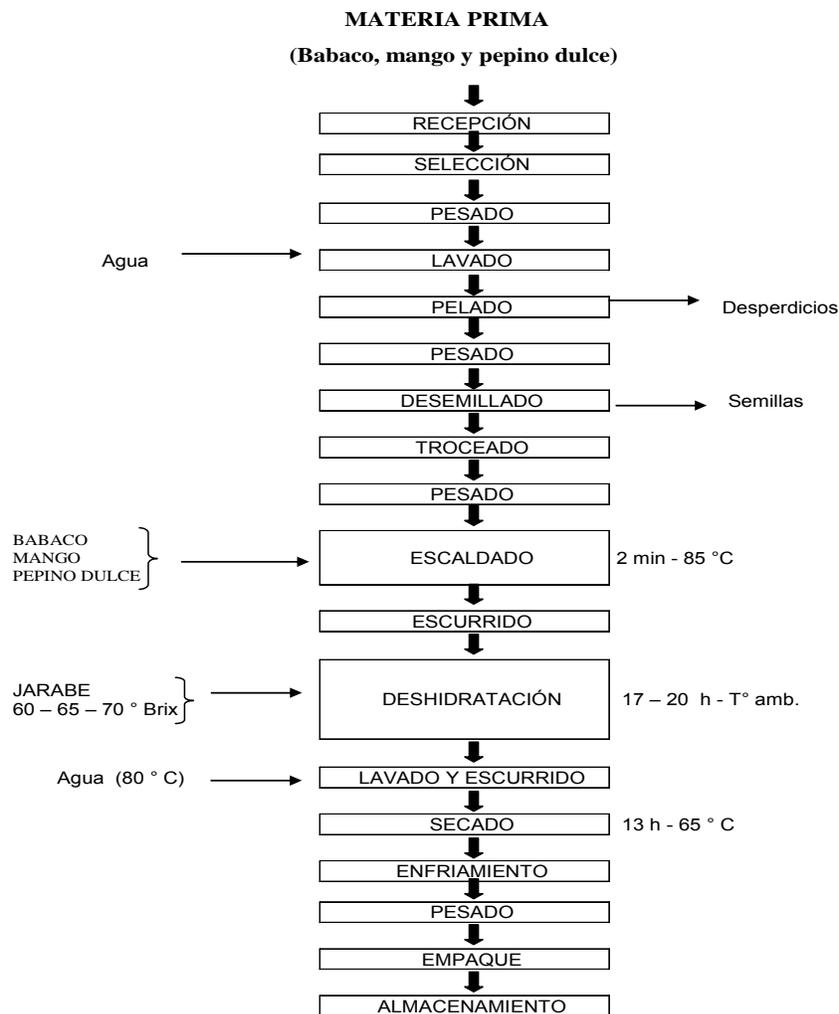
t = Tratamientos

$\sum R^2$ = Sumatoria de los rangos al cuadrado

Luego de realizar el análisis sensorial se efectuó la tabulación de los datos obtenidos, mediante los cuales se determinó los tres mejores tratamientos; a los cuales se realizó los siguientes análisis físico-químicos y microbiológicos

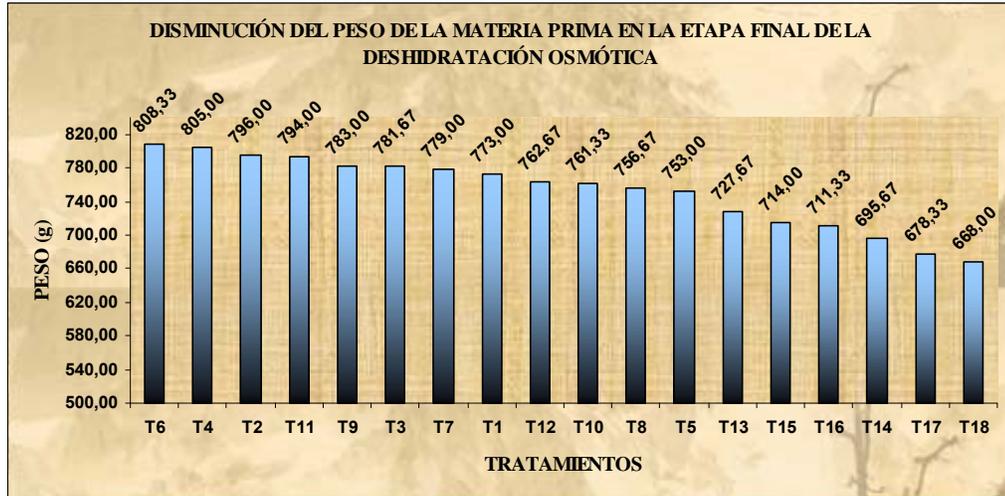
- Azúcares reductores
- Fibra total
- Vitamina C
- Potasio
- Calcio
- Mohos y levaduras
- Recuento estándar en placa

MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO



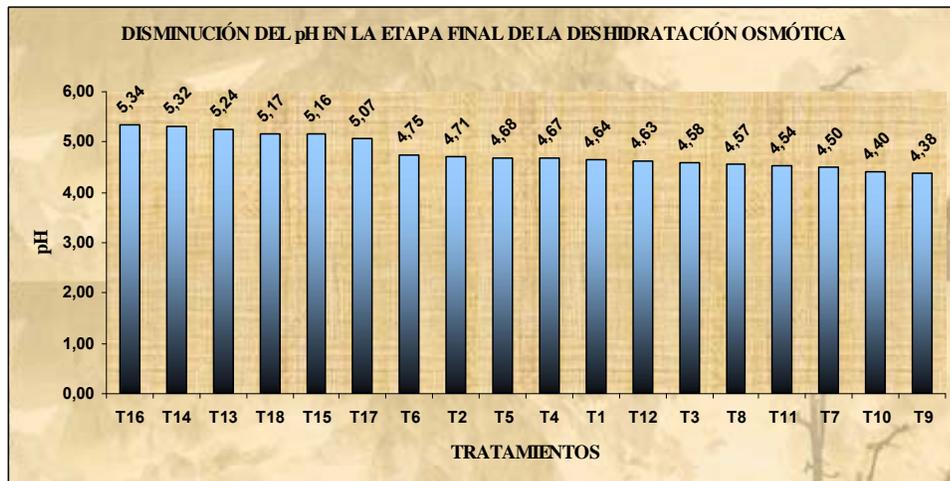
RESULTADOS Y DISCUSIONES

Disminución del peso en la materia prima durante la etapa final de la deshidratación osmótica directa



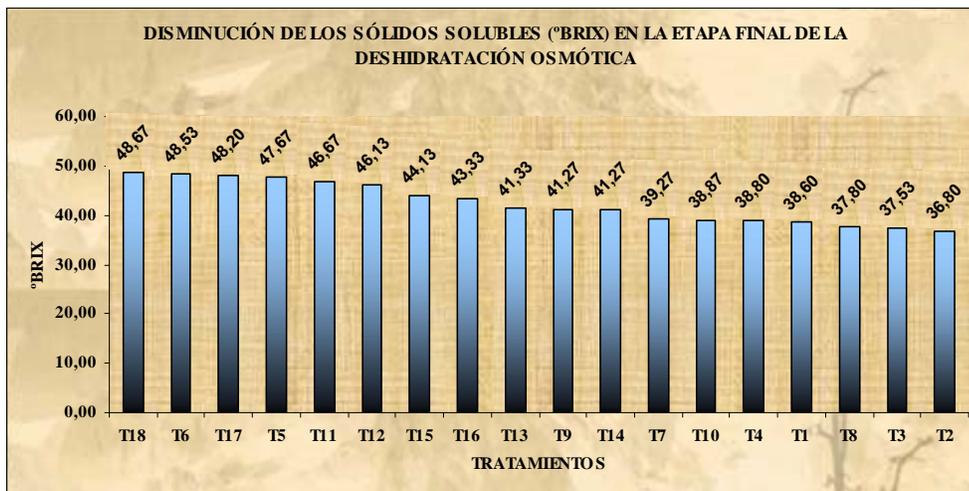
En el gráfico anterior se aprecia que **T6** (Babaco, 70 ° Brix y 20 horas) es el tratamiento que tiene menor pérdida de peso en la materia prima, en la etapa final del proceso de deshidratación osmótica directa; seguido de **T4** (Babaco, 65 ° Brix y 20 horas) y **T2** (Babaco, 60 ° Brix y 20 horas). Es decir que la composición del tipo de frutas evaluada, determina la cantidad de agua que esta intercambia por azúcar con el jarabe.

Disminución del pH en el jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica directa



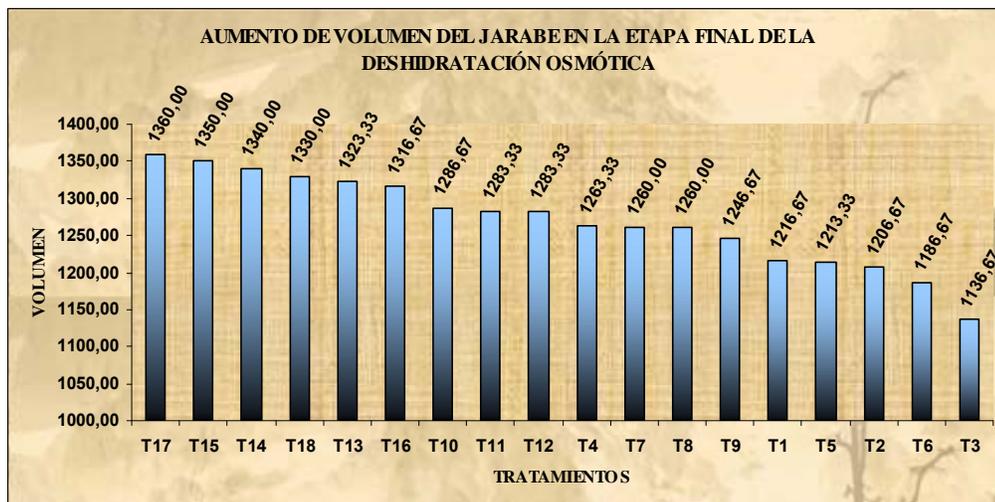
En el gráfico anterior se aprecia que **T9** (Mango, 65 ° Brix y 17 horas) es el tratamiento que tiene menor disminución en el valor del pH, en la fase final del proceso de deshidratación osmótica; seguido de **T10** (Mango, 65 ° Brix y 20 horas) y **T7** (Mango, 60 ° Brix y 17 horas); definiéndose así al Mango como el mejor nivel del factor **A**.

Disminución de sólidos solubles en la etapa final de la deshidratación osmótica



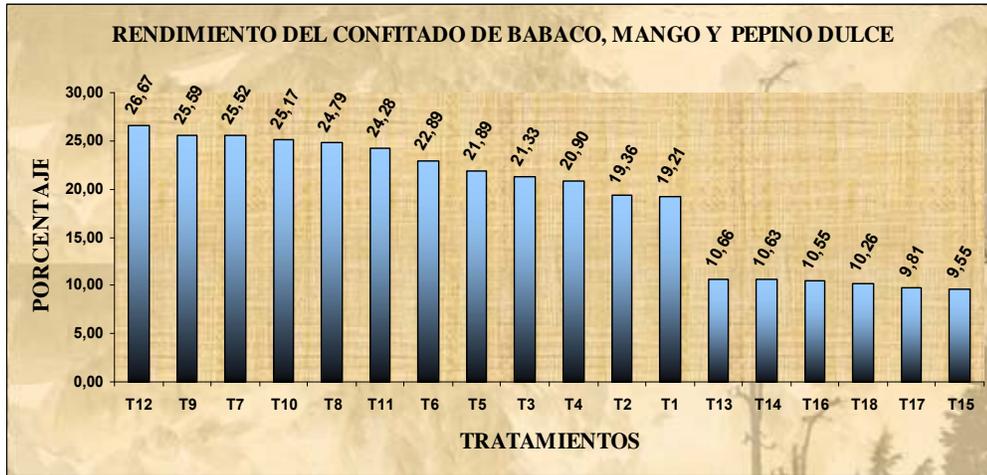
En el gráfico anterior se aprecia que **T18** (Pepino dulce, 70 ° Brix y 20 horas), es el tratamiento que mayor cantidad de sólidos solubles absorbió del jarabe.

Aumento en el volumen del jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica directa



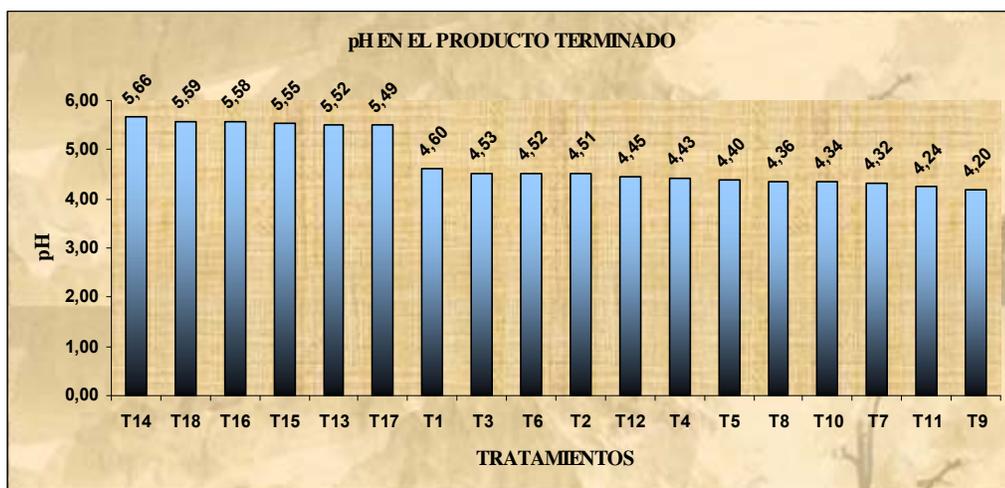
En el gráfico anterior se observa que **T17** (Pepino dulce, 70 ° Brix y 17 horas) es el tratamiento que más cantidad de humedad (agua) eliminó de la fruta al jarabe, en la etapa final del proceso de deshidratación osmótica directa.

Representación gráfica del rendimiento del producto terminado



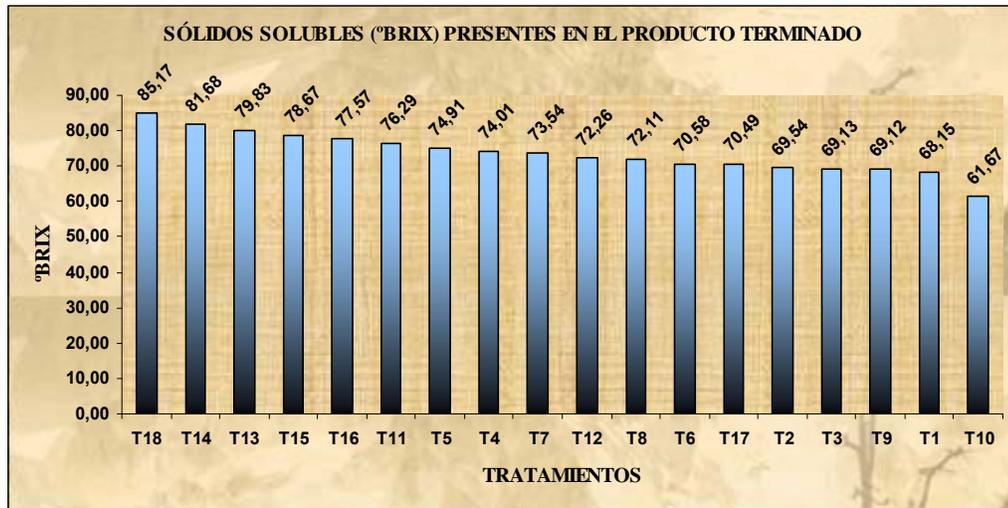
En el gráfico anterior, se aprecia que **T12** (Mango, 70 ° Brix y 20 horas) es el tratamiento que mayor rendimiento alcanzó, en el proceso de deshidratación osmótica directa.

Representación gráfica de la variable pH en el producto terminado



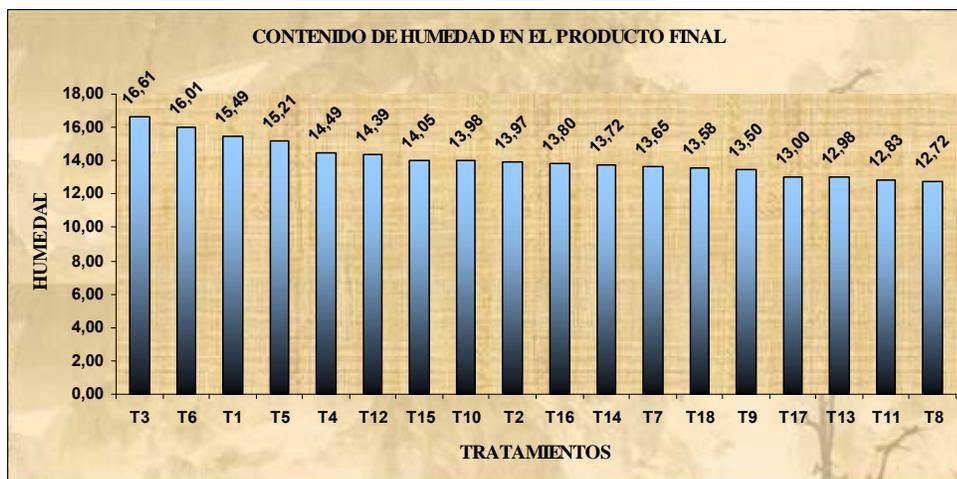
En el gráfico anterior, observa que **T9** (Mango, 65 ° Brix y 17 horas) es el tratamiento que menor disminución de pH, presentó en la composición del producto terminado; debido a que la composición de la fruta influyó a lo largo del proceso de deshidratación osmótica.

Representación gráfica de la variable sólidos solubles (°Brix) en el producto terminado



En el gráfico anterior, se aprecia que **T18** (Pepino dulce, 70 ° Brix y 20 horas) es el tratamiento que mayor concentración de sólidos solubles presenta en la composición del producto terminado.

Representación gráfica de la variable humedad en el producto terminado



En el gráfico anterior, se observa que **T3** (Babaco, 65 °Brix, 17 horas) es el tratamiento que mayor porcentaje de humedad presenta en la composición del producto terminado.

CONCLUSIONES

- Se estableció, que la concentración óptima de sólidos solubles en el jarabe fue 70 °Brix, ya que a mayor concentración de azúcares en el jarabe, mayor es la concentración de sólidos solubles en el producto terminado.
- Se determinó, que el mejor tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe es 20 horas, es decir a mayor tiempo de inmersión, mayor es la cantidad de sólidos solubles presentes en el jarabe, absorbidos por la fruta
- Se determinó que las variables: aumento de volumen, disminución de sólidos solubles y disminución de pH en el jarabe; dependen del tipo de fruta es decir que a mayor contenido de agua y menor porcentaje de fibra, mayor es la cantidad de agua eliminada.
- Se determinó, que la fruta óptima para el proceso de confitado, mediante deshidratación osmótica directa es el babaco (**A1**), debido a que presentó menor pérdida de peso durante este proceso, alcanzando así un mayor rendimiento.
- Se determinó que los tres mejores tratamientos según el análisis de Friedman fueron **T2** (Babaco, 60 °Brix, 20 horas), **T3** (Babaco, 65 °Brix, 17 horas) y **T6** (Babaco, 70 °Brix, 20 horas), por ser los tratamientos que mayor aceptabilidad tuvieron por parte del panel degustador.
- Al evaluar las características físico-químicas de los tratamientos; **T2** (Babaco, 60 °Brix, 20 horas), **T3** (Babaco, 65 °Brix, 17 horas) y **T6** (Babaco, 70 °Brix, 20 horas) se determinó que cada uno de ellos presenta en su composición nutrientes indispensables para el funcionamiento del organismo.
- De acuerdo a la norma INEN 1529 los tratamientos: **T2** (Babaco, 60 °Brix, 20 horas), **T3** (Babaco, 65 °Brix, 17 horas) y **T6** (Babaco, 70

°Brix, 20 horas) cumplen con los requisitos establecidos en cuanto al recuento estándar en placa y recuento de mohos y levaduras.

- De lo antes descrito se concluye que **T6** (Babaco, 70 °Brix, 20 horas) es el mejor tratamiento con una concentración de 71.25 ° Brix, debido a que se encuentra en los niveles de sólidos solubles (70° – 75 ° Brix) que las frutas requieren para ser considerados como confites, además de presentar un mejor rendimiento en comparación a los tratamientos **T2** (Babaco, 60 °Brix, 20 horas) y **T3** (Babaco, 65 °Brix, 17 horas).
- Se acepta la hipótesis establecida al inicio de la investigación, es decir que “La utilización de la deshidratación osmótica directa con jarabes de sacarosa altamente concentrados influye en la conservación de babaco, mango y pepino dulce”.

RECOMENDACIONES

- La fruta preparada para el proceso de deshidratación osmótica directa, debe ser procesada inmediatamente, con la finalidad de evitar el pardeamiento y el crecimiento de microorganismos que pueden producir deterioro.
- La temperatura del escaldado debe ser 80 ° C, a menor temperatura no se logrará destruir los microorganismos e inactivar las enzimas causantes del pardeamiento olores desagradables y/o ablandamiento de tejidos.
- Todos los aditivos empleados en esta investigación son inocuos en las cantidades usadas por lo que se recomienda su uso. Además cada aditivo se agrega a la fruta con un propósito específico; el meta-bisulfito de sodio actúa como agente antipardeamiento, previniendo el deterioro de color, y como agente antioxidante; el ácido cítrico es necesario para controlar la acidez de la fruta y el ácido ascórbico, además de ser una vitamina, actúa como antioxidante y reduce el pardeamiento.
- Todos los materiales y equipos que se empleen durante el proceso de deshidratación osmótica directa, deben estar listos y previamente esterilizados con la finalidad de evitar una posible contaminación cruzada.

- Se recomienda utilizar menor porcentaje de metabisulfito de sodio para evitar el pardeamiento del pepino dulce, ya que el porcentaje empleado (0.01% 1g/litro de agua), hizo que la fruta adquiriera un sabor desagradable para los degustadores.

BIBLIOGRAFÍA

- **BARGET, J.** “Conservas vegetales: Frutas y Hortalizas”, Segunda Edición, Salvat Editores, Barcelona – España, 1963.
- **CAMACHO, G** Revista científica. Procesamiento y conservación de frutas por deshidratación osmótica directa. Página Web en línea, disponible en www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomo_bak/2006228/teoría/obfrudes/pl.htm (Consulta 16 - 10 – 2007)
- **ENCICLOPEDIA MICROSOFT® STUDENT**, Encarta® Premium 2008. Reservados todos los derechos.
- **ENCICLOPEDIA SALVAT**, “La Enciclopedia “, Salvat Editores S.A., Tomo 1, España, 2004.
- **DE LA RUA, ADELAIDA**, “ Todo sobre FRUTAS, HIERBAS Y VEGETALES “, Tomo1, Editorial Printer Latinoamericana Ltda., Bogotá – Colombia, 2003.
- **JHON T. NICKERSON, ANTHONY J. SINSKEY**, “Microbiología de los alimentos y sus procesos de elaboración”, Editorial Acribia, Zaragoza – España, 1978.
- **Utilización integral del babaco**, Escuela politécnica nacional departamento de ciencia de alimentos y biotecnología DECAB, Quito – Ecuador, Alianza estratégica proyecto PROMSA AQ-CV-010.
- **MEYER, M. Y PATRINERI, G.** “Elaboración de frutas y hortalizas “, Editorial de Trillas S.A. de C.V., Primera Edición, México, 1987.
- **RODAS, D. Y QUEZADA, W.** “Elaboración de confites de frutas de productos explotados y subexplotados “. Seminario. 2003,

- **VACAS PALACIOS SANTIAGO MARCELO**, “Enconfitado de la Corteza de los Cítricos”, Tesis de Ingeniería Agroindustrial. UTN (1994).
- www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU20.HTM (Consulta 13 - 09 – 2007)
- www.unl.edu.ec/documentos/interes/agroindustria_micro.pdf+Frutas+deshidratadas&hl=es&ct=clnk&cd=18&gl=ec (Consulta 28 – 08 –2007)
- www.editorialbitacora.com/recetas/100/dulces01.htm (Consulta 25 - 09 – 2007)
- www.agronegocios.gob.sv. (Consulta 18 - 10 – 2007)
- www.proexant.org.ec/HT_Babaco.html (Consulta 17 - 10 – 2007)

RESUMEN EJECUTIVO

PROBLEMA

Las frutas son productos altamente perecederos; comúnmente, hasta un 23 % se pierden, FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) 1995, debido a deterioros microbiológicos y/o fisiológicos, pérdida de peso por deshidratación, daño mecánico durante la cosecha, envasado y transporte.

JUSTIFICACIÓN

La presente investigación plantea dar un valor agregado a frutas no tradicionales como: babaco, mango y pepino dulce que se producen en el Valle del Chota, Provincia de Imbabura, utilizando la deshidratación osmótica directa como tecnología de obtención de nuevos productos para el mercado.

OBJETIVO GENERAL

- Conservar babaco (*Carica pentágona*), mango (*Magnifera índica*) y pepino dulce (*Solanum muricatum*) mediante deshidratación osmótica directa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración óptima de azúcares en el jarabe.
- Determinar el tiempo óptimo de inmersión de la fruta en el jarabe.
- Evaluar las características físico – químicas (Azúcares reductores, humedad, fibra total, Vitamina C, Potasio y Calcio) en los tres mejores tratamientos.
- Evaluar la calidad microbiológica (Mohos, levaduras y recuento total de aerobios) en los tres mejores tratamientos.
- Evaluar la calidad organoléptica (color, olor, sabor y textura).
- Determinar el rendimiento en el producto terminado para los tres mejores tratamientos.

MÉTODOS

Esta investigación asume tres factores en estudio:

Factor A (Tipo de fruta) con tres niveles

Factor B (Sólidos solubles en el jarabe) con tres niveles

Factor C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe) con dos niveles

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial: A x B x C, con tres repeticiones

RESULTADOS

La fruta óptima para el proceso de confitado, mediante deshidratación osmótica directa es el babaco (**A1**), debido a que presentó menor pérdida de peso durante este proceso, alcanzando así un mayor rendimiento.

CONCLUSIONES

Se aceptó la hipótesis establecida al inicio de la investigación, es decir que “La utilización de la deshidratación osmótica directa con jarabes de sacarosa altamente concentrados influye en la conservación de babaco, mango y pepino dulce”.

RECOMENDACIONES

La temperatura del escaldado debe ser 80 ° C, a menor temperatura no se logrará destruir los microorganismos e inactivar las enzimas causantes del pardeamiento olores desagradables y/o ablandamiento de tejidos.

Se recomienda utilizar menor porcentaje de metabisulfito de sodio para evitar el pardeamiento del pepino dulce, ya que el porcentaje empleado (0.01% 1g/litro de agua), hizo que la fruta adquiriera un sabor desagradable para los degustadores.