

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

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

Tesis previa a la obtención del Título de
Ingeniero Agroindustrial

AUTORES

Calderón Jiménez Marcos Daniel
Jurado Jiménez Edilma Yolanda

DIRECTORA

Dra. Lucía Yépez Vásquez

Ibarra – Ecuador

2008

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

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

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

.....
Dra. Lucía Yépez.

DIRECTORA

.....
Ing. Marcelo Vacas.

ASESOR

.....
Ing. Jheny Quiroz.

ASESOR

.....
Dr. Bolívar Batallas.

ASESOR

**Ibarra – Ecuador
2008**

CESIÓN DE DERECHOS

Los autores: siempre que se cite la fuente, cede con fines académicos y de investigación los derechos de reproducción y duplicación de la investigación desarrollada en este trabajo a la Universidad ecuatoriana y a la sociedad en general.

Para fines distintos al investigativo y académico (producción de textos con fines comerciales, uso del método para procesamiento industrial, etc.); por favor póngase en contacto con los autores y la Universidad Técnica del Norte; copropietarios-solidarios de los derechos de los autores.

Edilma Yolanda Jurado
CC. 040124958-6
yolyjurado_26@hotmail.com

Marcos Daniel Calderón
CC. 100314528-9
tegocal_2008@yahoo.es

*Las ideas, conceptos, cuadros y figuras
que se presentan en este documento son responsabilidad y
propiedad exclusiva de los autores*

**Calderón Jiménez Marcos Daniel
Jurado Jiménez Edilma Yolanda**

DEDICATORIA

A Jesús que ha sabido guiarme por el sendero del bien y ha sido la luz que siempre guiará mi camino.

*A mi adorable y querida madre **Aura Eliza** que con su paciencia, su cariño, sus consejos, me apoyo y me inculco valores éticos y morales, que me ha enseñado a vencer todos los obstáculos que se presenten en la vida.*

*A mi abuelita **Rosa** y a mi tía **María** quienes me supieron guiar siempre por el camino del bien con su experiencia y sanos consejos.*

*A mis hermanos: **Milton** que supo ser como el padre que nunca tuve, por el cual siento gran admiración y respeto quien ha sido un ejemplo a seguir para mí; y **Carmen** que siempre me estuvo apoyando, siempre estuvo a mi lado en las buenas y en las malas brindándome todo su cariño y sabios consejos.*

*A mi sobrino **Ronny** quien es un ser muy especial en nuestra familia por el cual siento un gran afecto y sincero cariño.*

*Con mucho Amor a una persona muy especial **Verónica** quien es y será siempre mi inspiración, siempre está a mi lado brindándome todo su amor y cariño en los momentos duros y en los momentos más lindos que he pasado junto a ella.*

Marcos Daniel

DEDICATORIA

A mis padres, Lípicio y María Leonor, por ser fuente de amor, comprensión y cariño, fieles amigos y guías en mi diario bregar de estudiante.

A mi sobrino, Rafael Alejandro, por su amor, cariño y sonrisas, que son el valor para superar las adversidades.

A mi hermana Mariela, por su apoyo incondicional en lo moral y económico.

A mi hermano Carlitos, quién desde el cielo guió mi camino con sus bendiciones.

A Vinicio, Carmen, Mishelle, Andrea y Javier, por confiar en mí y brindarme su apoyo desinteresado.

A Dios, ser omnipotente por la benevolencia y sabiduría con la cual me guió, para culminar el presente trabajo fruto tangible del esfuerzo y estudio constante.

Edilma

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, a todos los profesores y personal administrativo.

*De manera especial a la **Doctora Lucía Yépez**, Director de Tesis, por su ayuda invaluable, apoyo incondicional y desinteresado con el que guió la ejecución de la presente investigación.*

*Agradecemos a la **Ing. Jheny Quiroz**, **Ing. Marcelo Vacas**, **Dr. Bolívar Batallas** e **Ing. Marco Cahueñas** quienes dirigieron y asesoraron de manera desinteresada y oportuna.*

Un particular Agradecimiento:

*Al **Ing. Edison Rodríguez** Jefe de las unidades productivas de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.*

*Al **Dr. Carlos Játiva**, Jefe de Laboratorio de Control de Calidad de EMAPA*

*Al **Sr. Juan Delgado** Presidente de la Junta Parroquial de San Rafael.*

*Al **Sr. Luis Humberto Aguirre** propietario de la Hacienda el Dorado*

A nuestros amigos y compañeros que de manera generosa colaboraron con la presente investigación

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 HIPÓTESIS.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. LAS FRUTAS.....	5
2.1.1 Deterioro de las frutas.	5
2.1.2 Babaco (<u>Carica pentágona</u>).....	6
2.1.2.1 Producción de babaco en Imbabura.....	8
2.1.3 Mango (<u>Magnifera indica</u>).....	8
2.1.3.1 Producción de mango en Imbabura.....	9

2.1.4 Pepino dulce (<u>Solanum muricatum</u>).....	10
2.1.4.1 Producción de pepino dulce en Imbabura.....	11
2.2 CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS.....	12
2.2.1 Métodos de conservación por períodos cortos.....	12
2.2.2 Métodos de conservación por acción química.....	12
2.2.3 Métodos de conservación por tratamientos físicos.....	13
2.2.4 Deshidratación osmótica.	13
2.2.4.1 Fundamentos de la Deshidratación osmótica directa.....	13
2.2.4.2 Empleo de la deshidratación osmótica en frutas.....	14
2.2.5 Definición de confite.....	15
2.2.6 Sacarosa.....	15
2.2.7 Azúcar invertido.....	16
2.2.8 Ácido cítrico.....	16
2.2.9 Características del jarabe para el azucaramiento.....	17
2.2.9.1 Cálculo de la cantidad de azúcar utilizar en la preparación de jarabes.....	17
2.2.10 El secado.....	18
2.2.11 Defectos, causas y soluciones.....	19
2.2.12 Importancia de la deshidratación osmótica en la industria.....	20
2.2.13 Usos.....	20

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales	21
3.1.1 Materia prima.....	21
3.1.2 Insumos.....	21
3.1.3 Equipos.....	22
3.2 Métodos	23
3.2.1 Caracterización del área de estudio.....	23
3.2.2 Factores en estudio.....	23
3.2.3 Tratamientos.....	24
3.2.4 Diseño experimental.....	25
3.2.5 Características del experimento.....	25
3.2.6 Unidad experimental.....	25
3.2.7 Análisis de variancia.....	25
3.2.8 Análisis funcional.....	26
3.2.9 Variables a evaluarse.....	26
3.2.9.1 Variables Cuantitativas.....	26
3.2.9.2 Variables Cualitativas.....	28
3.3 Manejo específico del experimento	29
3.3.1 Diagrama de bloques para la elaboración de confitado de babaco, mango y pepino dulce.....	30
3.3.2 Diagrama de flujo para la elaboración de confitado de babaco, mango y pepino dulce.....	31
3.3.3 Descripción del proceso.....	32

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Peso de la materia prima (babaco, mango y pepino dulce). En la etapa media de la deshidratación osmótica directa.....	40
4.2 Peso de la materia prima (babaco, mango y pepino dulce). En la etapa final de la deshidratación osmótica directa.....	44
4.3 pH del jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica directa.....	48
4.4 pH del jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica directa.....	54
4.5 Sólidos solubles en el jarabe, en la etapa media de la deshidratación osmótica directa.....	60
4.6 Sólidos solubles en el jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica directa.....	64
4.7 Volumen del jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica directa.....	69
4.8 Volumen del jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica directa.....	73
4.9 Análisis estadístico de la variable rendimiento en el producto terminado.....	77
4.10 Análisis estadístico de la variable pH en el producto terminado.....	83
4.11 Análisis estadístico de la variable sólidos solubles en el producto terminado....	87
4.12 Análisis estadístico de la variable humedad en el producto terminado.....	93
4.13 Análisis sensorial del producto terminado.....	99
4.13.1 Color.....	99
4.13.2 Olor.....	100
4.13.3 Sabor.....	101
4.13.4 Textura.....	102
4.14 Análisis físico químico y microbiológico para lo tres mejores tratamientos....	104
4.15 Balance de materiales para los tres mejores tratamientos.....	105
4.15.1 Balance de materiales tratamiento T2 (Babaco, 60 °Brix, 20 horas)....	105
4.15.2 Balance de materiales tratamiento T3 (Babaco, 65 °Brix, 17 horas)....	106
4.15.3 Balance de materiales tratamiento T6 (Babaco, 70 °Brix, 20 horas)....	107

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES.....	108
RECOMENDACIONES.....	110

CAPÍTULO VI

RESUMEN.....	111
SUMMARY.....	113

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA.....	115
--------------------------	------------

CAPÍTULO VIII

ANEXOS.....	117
--------------------	------------

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Composición nutricional del Babaco.....	7
Cuadro 2: Composición nutricional del Mango.....	9
Cuadro 3: Composición nutricional del Pepino Dulce.....	11
Cuadro 4: Tratamientos en estudio.....	24
Cuadro 5: Esquema del ADEVA.....	25
Cuadro 6: Disminución del peso en la materia prima durante la etapa media de la deshidratación osmótica directa.....	40
Cuadro 7: Análisis de varianza.	41
Cuadro 8: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.	42
Cuadro 9: Prueba DMS para el factor A (Frutas).	42
Cuadro 10: Disminución del peso de la materia prima en la etapa final de la deshidratación osmótica directa.	44
Cuadro 11: Análisis de varianza.	45
Cuadro 12: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.	46
Cuadro 13: Prueba DMS para el factor A (Frutas).	46
Cuadro 14: Disminución del pH en el jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica directa.....	48
Cuadro 15: Análisis de varianza.	49
Cuadro 16: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.	50
Cuadro 17: Prueba DMS para el factor A (Frutas).	50
Cuadro 18: Prueba DMS para el factor C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe).	51
Cuadro 19: Disminución del pH en el jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica directa.....	54
Cuadro 20: Análisis de varianza.	55
Cuadro 21: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.....	56
Cuadro 22: Prueba DMS para el factor A (Frutas).	56

Cuadro 23: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe).....	57
Cuadro 24: Prueba DMS para el factor C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe).	57
Cuadro 25: Disminución de sólidos solubles en la etapa media de la deshidratación osmótica.....	60
Cuadro 26: Análisis de varianza.....	61
Cuadro 27: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.....	62
Cuadro 28: Prueba DMS para el factor A (Frutas).....	62
Cuadro 29: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe).....	63
Cuadro 30: Disminución de sólidos solubles en la etapa final de la deshidratación osmótica.....	64
Cuadro 31: Análisis de varianza.....	65
Cuadro 32: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.....	66
Cuadro 33: Prueba DMS para el factor A (Frutas).....	66
Cuadro 34: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe).....	67
Cuadro 35: Aumento en el volumen del jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica directa.....	69
Cuadro 36: Análisis de varianza.....	70
Cuadro 37: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.....	71
Cuadro 38: Prueba DMS para el factor A (Frutas).....	71
Cuadro 39: Aumento en el volumen del jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica directa.....	73
Cuadro 40: Análisis de varianza.....	74
Cuadro 41: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.....	75
Cuadro 42: Prueba DMS para el factor A (Frutas).....	75
Cuadro 43: Rendimiento del producto terminado.....	77
Cuadro 44: Análisis de varianza.....	78
Cuadro 45: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.....	79
Cuadro 46: Prueba DMS para el factor A (Frutas).....	79

Cuadro 47: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe).....	80
Cuadro 48: Prueba DMS para el factor C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe).....	80
Cuadro 49: pH en el producto terminado.....	83
Cuadro 50: Análisis de varianza.....	84
Cuadro 51: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.....	85
Cuadro 52: Prueba DMS para el factor A (Frutas).....	85
Cuadro 53: Sólidos solubles (°Brix) en el producto terminado.....	87
Cuadro 54: Análisis de varianza.....	88
Cuadro 55: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.....	89
Cuadro 56: Prueba DMS para el factor A (Frutas).....	89
Cuadro 57: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe).....	90
Cuadro 58: Contenido de humedad en el producto terminado.....	93
Cuadro 59: Análisis de varianza.....	94
Cuadro 60: Prueba de Tukey al 5 % para tratamiento.....	95
Cuadro 61: Prueba DMS para el factor A (Frutas).....	95
Cuadro 62: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe).....	96
Cuadro 63: Análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial.....	103
Cuadro 64: Análisis Físico – Químico y microbiológico para T2, T3 y T6.....	104

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Disminución del peso en la materia prima durante la etapa media de la deshidratación osmótica directa.....	43
Gráfico 2: Disminución del peso en la materia prima durante la etapa final de la deshidratación osmótica directa.....	47
Gráfico 3: Interacción de los factores: A (Frutas) y B (Sólidos solubles en el jarabe) para la variable pH del jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica.....	51
Gráfico 4: Interacción de los factores B (Sólidos solubles en el jarabe) y C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe) en la variable pH del jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica.....	52
Gráfico 5: Disminución del pH en el jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica directa.....	53
Gráfico 6: Interacción de los factores A (Frutas) y B (Sólidos solubles en el jarabe) en la variable disminución de pH del jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica.....	58
Gráfico 7: Disminución del pH en el jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica directa.....	59
Gráfico 8: Disminución de sólidos solubles en la etapa media de la deshidratación osmótica.....	63
Gráfico 9: Interacción de los factores A (Frutas) y B (Sólidos solubles en el jarabe) en la variable sólidos solubles en el jarabe, en la etapa final de la deshidratación osmótica.....	67
Gráfico 10: Disminución de sólidos solubles en la etapa final de la deshidratación osmótica.....	68
Gráfico 11: Aumento en el volumen del jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica directa.....	72

Gráfico 12: Aumento en el volumen del jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica directa.....	76
Gráfico 13: Interacción de los factores A (Frutas) y B (Sólidos solubles en el jarabe) en la variable rendimiento del producto terminado.....	81
Gráfico 14: Representación gráfica del rendimiento del producto terminado.....	82
Gráfico 15: Representación gráfica de la variable pH en el producto terminado.....	86
Gráfico 16: Interacción de los factores A (Frutas) y B (Sólidos solubles en el jarabe) en la variable sólidos solubles del producto terminado.....	90
Gráfico 17: Interacción entre los factores A (Frutas) y C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe) en la variable sólidos solubles del producto terminado.	91
Gráfico 18: Representación gráfica de la variable sólidos solubles (°Brix) en el producto terminado.....	92
Gráfico 19: Interacción de los factores A (Frutas) y C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe) en la variable humedad del producto terminad.....	96
Gráfico 20: Interacción de los factores B (Sólidos solubles en el jarabe) y C (Tiempo de inmersión de la ruta en el jarabe) en la variable humedad del producto terminado.....	97
Gráfico 21: Representación gráfica de la variable humedad en el producto terminado.....	98
Gráfico 22: Caracterización del color en el producto terminado.....	99
Gráfico 23: Caracterización del olor en el producto terminado.....	100
Gráfico 24: Caracterización del sabor en el producto terminado.....	101
Gráfico 25: Caracterización de la textura en el producto terminado.....	102

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Babaco.....	6
Fotografía 2: Mango.....	8
Fotografía 3: Pepino dulce.....	10
Fotografía 4: Balanza electrónica.....	26
Fotografía 5: Potenciómetro.....	27
Fotografía 6: Refractómetro.....	27
Fotografía 7: Probeta.....	27
Fotografía 8: Selección del Babaco.....	32
Fotografía 9: Selección del Mango.....	32
Fotografía 10: Selección del Pepino Dulce.....	32
Fotografía 11: Pesado del Babaco.....	33
Fotografía 12: Pesado del Mango.....	33
Fotografía 13: Pesado del Pepino Dulce.....	33
Fotografía 14: Lavado del Babaco.....	33
Fotografía 15: Lavado del Mango.....	33
Fotografía 16: Lavado del Pepino Dulce.....	33
Fotografía 17: Pelado del Babaco	34
Fotografía 18: Pelado del Mango.....	34
Fotografía 19: Pelado del Pepino Dulce.....	34
Fotografía 20: Desemillado del Babaco.....	34
Fotografía 21: Desemillado del Mango.....	34
Fotografía 22: Desemillado del Pepino Dulce.....	34
Fotografía 23: Troceado del Babaco.....	35
Fotografía 24: Troceado del Mango.....	35
Fotografía 25: Troceado del Pepino Dulce.....	35
Fotografía 26: Deshidratación del Babaco.....	36
Fotografía 27: Deshidratación del Mango.....	36

Fotografía 28: Deshidratación del Pepino Dulce.....	36
Fotografía 29: Deshidratación del Babaco, Mango y Pepino Dulce.....	36
Fotografía 30: Escurrido del Babaco.....	37
Fotografía 31: Escurrido del Mango.....	37
Fotografía 32: Escurrido del Pepino Dulce.....	37
Fotografía 33: Secado de Babaco, Mango y Pepino Dulce.	37
Fotografía 34: Almacenamiento de Babaco, Mango y Pepino.....	38

ÍNDICE DE ANEXOS

A NEXO 1: Escala calorimétrica de los grados de madurez del Babaco.....	118
ANEXO 2: Descripción tabla de color de los grados de madurez del Babaco.....	119
ANEXO 3: Escala calorimétrica de los grados de madurez del Mango.....	120
ANEXO 4: Descripción tabla de color de los grados de madurez del Mango.....	121
ANEXO 5: Hojas de encuesta para la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente.....	122
ANEXO 6: Rangos de la variable color, determinados en la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente.....	124
ANEXO 7: Rangos de la variable olor, determinados en la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente.....	125
ANEXO 8: Rangos de la variable sabor, determinados en la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente.....	126
ANEXO 9: Rangos de la variable textura, determinados en la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente.....	127
ANEXO 10: Análisis físico químico y microbiológico para lo tres mejores tratamientos.....	128

ANEXO 11: Disminución de humedad de las frutas deshidratadas osmóticamente durante el tiempo de secado.....	133
ANEXO 12: Gráfica del tiempo de secado para el factor a nivel 1 babaco.....	134
ANEXO 13: Gráfica del tiempo de secado para el factor a nivel 2 mango.....	134
ANEXO 14: Gráfica del tiempo de secado para el factor a nivel 3 pepino dulce....	135

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El Ecuador, es un país que posee una diversidad de climas que van del tropical al frío de páramo, por lo que presenta una gran ventaja en cuanto a producción de frutas se trata, ya que tiene a su alcance un surtido increíble de estas, además de que se producen durante todo el año. 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.

En países como los Estados Unidos, en el que estudios del “*Centro de Prevención y Control de Enfermedades*”, mostraron que cerca del 70% de americanos no están consumiendo la fruta suficiente; las frutas en diversas presentaciones son una alternativa creciente de consumo. Por lo cual, la conservación de los alimentos, se ha convertido en la alternativa que permite estabilizar la producción primaria y su disponibilidad durante todo el año. Además, en el caso de las frutas, la

conservación, contribuye a disminuir pérdidas poscosecha, ya que al aplicar procesos agroindustriales, la oferta y demanda se equilibran.

El Ecuador, exporta productos deshidratados como: hortalizas, plantas medicinales, aromáticas y frutas entre las que se cuentan piña, banano, en sus presentaciones no edulcorado, entero, en trozos y recubierto con cocoa; pitajaya, mango edulcorado y no edulcorado y papaya; que representan el 24.60% del total de productos deshidratados exportados (*www.ecuadorexporta.org; 2003*); a pesar de ser frutas muy comunes, son productos que tienen un mercado asegurado, lo cual incentiva a buscar nuevas alternativas en frutas no tradicionales para: procesar, exportar y de esta manera ampliar el mercado.

El proceso de deshidratación osmótica directa es una tecnología que se utiliza para prolongar la vida útil de las frutas, evitando el deterioro e inclusive brindando una apariencia más aceptable y agradable para los consumidores. Las frutas deshidratadas por ósmosis, son un dulce natural que brindan salud y una adecuada nutrición, ya que son fuente de fibra, potasio, calcio y vitamina C.

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.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

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

1.2.2 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.

1.3 HIPÓTESIS

Hi: La utilización de la deshidratación osmótica directa con jarabes de sacarosa altamente concentrados influye en la conservación de babaco, mango y pepino dulce.

Ho: La utilización de la deshidratación osmótica directa con jarabes de sacarosa altamente concentrados no influye en la conservación de babaco, mango y pepino dulce.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 LAS FRUTAS

La enciclopedia Salvat, define a la fruta como:

Nombre genérico del fruto comestible que dan numerosos vegetales. Dic. Especialmente de los frutos más propios para el regalo y el gusto.

Las frutas son un alimento extraordinario, ricas en vitaminas, minerales esenciales, fibra dietaria, antioxidantes fenólicos, glucosinolatos y azúcares fuentes de energía. Contienen gran cantidad de agua, suelen ser libres de grasa y contienen muy pocas calorías.

2.1.1 Deterioro de las frutas

El bajo pH de las frutas (generalmente valores menores a 4,6) y la naturaleza del ácido orgánico permiten seleccionar el crecimiento de los microorganismos tolerantes al ácido, tales como hongos, levaduras y bacterias lácticas. A pesar

de que estos son considerados como agentes secundarios de deterioro porque no poseen los mecanismos necesarios para invadir los tejidos de la planta, pueden sobrevivir un tiempo para causar enfermedades. Además de la alteración microbiológica, los cambios físico-químicos durante el procesamiento y almacenamiento de las frutas pueden causar un deterioro en su calidad, afectando el color, la textura, el sabor, el olor y el valor nutritivo.

Las frutas contienen sustancias naturales que son responsables de su color característico. Estos componentes pueden ser agrupados como carotenos y carotenoides, antocianinas, clorofila, y compuestos fenólicos. Operaciones tales como el pelado y la reducción de tamaño permiten que las enzimas (clorofilasa, peroxidasa, polifenoloxidasa) y los sustratos entren en contacto, principalmente en la superficie de los productos, originando reacciones enzimáticas relacionadas al deterioro de color.

Los cambios de color más importantes son consecuencia del desarrollo enzimático como se explica en el párrafo anterior y no enzimático. El pardeamiento no enzimático es producto de reacciones complejas que ocurren durante el almacenamiento y el procesamiento de frutas (condensación de Maillard, caramelización de azúcares, reacción oxidativa de ácido ascórbico).

2.1.2 Babaco (*Carica pentágona*)



Fotografía 1: Babaco

Fruto originario de los valles andinos del Ecuador. Es de forma alargada de unos 20 cm. de largo por 5 o 6 cm. de ancho. Su piel es de color verde, tornándose amarillenta al madurar.

La textura es blanda cuando el fruto está maduro. La pulpa, carente de semillas es de color blanquecina-amarillenta cuando el fruto está verde y rosácea - anaranjada cuando está maduro.

El babaco tiene un alto contenido en vitamina C y su riqueza mineral, destaca la escasa cantidad de grasas y, como en el caso de su pariente la papaya, contiene papaína, una enzima que hace que sea muy digestivo.

Cuadro 1: Composición nutricional del Babaco

NUTRIENTES (por 100 g de pulpa)	
Proteína (g)	0.9
Carbohidratos (g)	6
Fibra (g)	0.7
Grasa (g)	0.2
Agua (g)	93
Sodio (mg)	1.3
Potasio (mg)	220
Calcio (mg)	12
Fósforo (mg)	17
Azufre (m g)	12
Riboflavina (mg)	0.03
Carotenos (mg)	0.09
Tiamina (mg)	0.02
Piridoxina (mg)	0.05
Ácido ascórbico (mg)	31
Calorías	8

Fuente: Tomado de: http://www.proexant.org.ec/HT_Babaco.html
17/Oct./2007

2.1.2.1 Producción de babaco en Imbabura.- *En la provincia de Imbabura existen 30 hectáreas de esta fruta, ubicadas a 2200 – 2500 m.s.n.m. especialmente en Ibarra parroquia San Antonio de Ibarra, Ajaví Chiquito, Tanguarín. La única variedad que existe es la de origen Nacional, procedente de Loja y Tungurahua, se han formado pequeños cultivares de 500 m². Se han observado cultivares hasta de 1000 m.s.n.m. en Antonio Ante, Urcuquí. Todos estos cultivos se encuentran bajo invernaderos, ya que hay poco conocimiento sobre el manejo del cultivo su rendimiento es bajo, obteniendo 3 frutos de 500 g aproximadamente cada 3 meses, las cosechas son periódicas, pero permanentes todo el año.*

Fuente: Ing. Ángel Maila, Funcionario del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) de la ciudad de Ibarra. Entrevista personal 11 de Octubre del 2007.

2.1.3 Mango (*Mangifera indica*)



Fotografía 2: Mango

Este fruto es el principal representante de la familia de las Anacardiáceas. El mango se desarrolla en árboles de crecimiento rápido, rectos y altos. Los mangos varían en color de verde claro a rojizo amarillento y la textura de la pulpa es similar a la del melocotón. Por lo general, el mango tiene forma oval o de riñón. Las innumerables variedades de mango proceden de las zonas tropicales y subtropicales, aunque ahora también crecen en áreas templadas.

Cuadro 2: Composición nutricional del Mango

NUTRIENTES	
(por 100 g de pulpa)	
Calorías	57
Potasio (mg)	180
Vitamina C (mg)	37
Betacaroteno (mcg)	2000
Vitamina E (mg)	1
Fibra (mg)	3
Fibra soluble (g)	0.5
Fibra insoluble (g)	1.6
Hierro (mg)	1
Vitamina B3 (mg)	1

FUENTE: DE LA RUA Adelaida, *Todo sobre frutas, hierbas y vegetales para la salud, la belleza y la cocina Tomo 1*, Bogotá – Colombia, Intermedio Editores, 2003

2.1.3.1 Producción de mango en Imbabura.- *Fruta tropical que el Ecuador exporta, ha sido aclimatado en la provincia de Imbabura especialmente en los valles de Salinas, Chota y Ambuquí, pese a que la temperatura tanto de ambiente como del suelo constituyen el primer limitante para este cultivo según estimaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) se establece que existen 70 hectáreas en producción al año 2007. De estas 70 hectáreas, 30 están formadas por mango de variedad Tommy Akingson, variedad Americana y variedad Colombia Yullima; las 40 hectáreas restantes están conformadas por variedades nacionales Criolla que están principalmente en Mascarilla y Pambacienda en el cantón Mira Provincia del Carchi.*

El rendimiento es bajo pero existe interés por parte de los productores a la alternativa de la diversificación en los valles citados.

El rendimiento de las variedades se estima en un promedio de exportación de 70 frutos por árbol y en la variedad nacional de 1000 a 2000 frutos por árbol, deja mucho que desear en la exportación de las variedades Tommy Akingson y Colombia Yullima las cuales poseen un bajo contenido de azúcar y la variedad nacional un bajo contenido de jugo.

El gran problema que afronta el cultivo y que requiere una urgente solución, es por el ataque intenso de mosca en la fruta ocasionado por falta de manejo caso contrario el cultivo desaparecerá.

Fuente: Ing. Ángel Maila, Funcionario del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) de la ciudad de Ibarra. Entrevista personal 11 de Octubre del 2007.

2.1.4 Pepino dulce (*Solanum muricatum*)



Fotografía 3: Pepino dulce

Especie originaria de la Región Andina, donde se cultiva hace miles de años. El Pepino es bajo en calorías y tiene un alto contenido de vitamina C. Existen multitud de variedades lo que da lugar a frutos de diversos tamaños y colores.

Cuadro 3: Composición nutricional del Pepino Dulce

NUTRIENTES (por 100 g de pulpa)	
Calorías (g)	26
Agua (%)	92.3
Proteína (g)	0.3
Carbohidratos (g)	7
Fibra (g)	0.5
Cenizas (g)	0.4
Calcio (mg)	30
Fósforo (mg)	10
Hierro (mg)	0.3
Vitamina A	317 (UI)
Vitamina B1 (mg)	0,04
Vitamina C (mg)	29.7

Fuente: Tomado de: http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino_dulce.htm 17/Oct./2007

2.1.4.1 Producción de pepino dulce en Imbabura.- *Reviste gran importancia ya que se podría exportar, lamentablemente su cultivo ha ido desapareciendo por falta de conocimiento en el manejo.*

En Pimampiro, parroquia de San José es donde existía una variedad específica conocida como “Amarillo redondo de Pimampiro”, mismo que se ha perdido y procedente de Tungurahua ha llegado la variedad “verde puntón rayado”.

Existen cultivos de dos hectáreas de extensión en el cantón Antonio Ante, debido a la similitud con el cultivo de papas se ha podido manejar este cultivo, su densidad es de 45000 plantas / hectárea, cada planta produce 3 kilogramos de frutos.

Fuente: Ing. Ángel Maila, Funcionario del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) de la ciudad de Ibarra. Entrevista personal 11 de Octubre del 2007.

2.2 CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS

La conservación de alimentos consiste en, prolongar la vida útil de los mismos, previniendo o evitando el desarrollo de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos), para que el alimento no se deteriore durante el almacenaje. Al mismo tiempo, se deben controlar los cambios químicos y bioquímicos que provocan deterioro. Para de esta manera, obtener un alimento sin alteraciones en sus características organolépticas típicas (color, sabor y aroma) y poder ser consumido sin riesgo durante un cierto período (no inferior a un año).

En forma general, los métodos de conservación se pueden clasificar en tres tipos:

2.2.1 Métodos de conservación por períodos cortos

- Refrigeración
- Almacenaje refrigerado con atmósfera modificada
- Tratamientos químicos superficiales
- Condiciones especiales de almacenaje
- Sistemas de embalaje que involucran modificación de atmósfera

2.2.2 Métodos de conservación por acción química

- Preservación con azúcar

- Adición de anhídrido sulfuroso
- Conservación por fermentación y salado
- Tratamiento con ácidos (adición de vinagre)
- Uso de aditivos químicos para control microbiano

2.2.3 Métodos de conservación por tratamientos físicos

- Uso de altas temperaturas
- Uso de bajas temperaturas
- Uso de radiaciones ionizantes

2.2.4 Deshidratación osmótica

La deshidratación osmótica es un método de conservación que combina tratamientos químicos y físicos; y consiste en sumergir la fruta en trozos, en una solución de agua con azúcar (jarabe), la cual obliga a salir el agua de la fruta. Posteriormente el proceso se complementa con el secado con aire caliente. Utilizando este método es posible reducir hasta un 50% del peso inicial de las frutas, por cuanto se disminuye el tiempo necesario para el secado con aire lo que representa un ahorro energético.

Los productos deshidratados osmóticamente y luego secados con aire caliente hasta la humedad de conservación, en muchos casos poseen mejores características sensoriales, y en general mejor calidad que las frutas secadas únicamente con aire caliente.

2.2.4.1 Fundamentos de la Deshidratación osmótica directa

Con el objeto de definir la ósmosis, es preciso definir antes la difusión. Esta última es el acto por el cual, dos cuerpos en contacto, se van mezclando lentamente por si

mismos. Este fenómeno es debido a la energía cinética que tienen las moléculas, por la cual se hallan en continuo movimiento.

La OSMOSIS es el fenómeno de difusión de líquidos o gases, a través de una sustancia permeable para alguno de ellos.

A mayor concentración de solutos en un compartimiento, que puede ser una célula, mayor será la presión osmótica que posea, es decir mayor será su capacidad de absorber agua de la solución más diluida, de la cual esta separada por la membrana permeable al agua.

2.2.4.2 Empleo de la deshidratación osmótica en frutas

La aplicación del fenómeno de ósmosis en la deshidratación de frutas se puede lograr debido a que un buen número de frutas, como es el caso de la fresa, papaya, mango o melón entre otras, cuentan con los elementos necesarios para inducir la ósmosis.

Estos elementos corresponden a la pulpa, que en estas frutas consiste en una estructura celular más o menos rígida que actúa como membrana semipermeable. Detrás de estas membranas celulares se encuentran los jugos, que son soluciones diluidas, donde se hallan disueltos sólidos que oscilan entre el 5 a 18% de concentración. Si esta fruta entera o en trozos se sumerge en una solución o jarabe de azúcar de 70%, se tendría un sistema donde se presentaría el fenómeno de ósmosis.

Los jugos en el interior de las células de la fruta están compuestos por sustancias disueltas en agua, como ácidos, pigmentos, azúcares, minerales, vitaminas, etc. Algunas de estas sustancias o compuestos de pequeño volumen, como el agua o ciertos ácidos, pueden salir con cierta facilidad a través de orificios que presenta la membrana o pared celular, favorecidos por la presión osmótica que ejerce el jarabe de alta concentración donde se ha sumergido la fruta.

La presión osmótica presente será mayor en la medida que sea mayor la diferencia de concentraciones entre el jarabe y el interior de los trozos de la fruta. El efecto de esta diferencia se ve reflejado en la rapidez con que es extraída el agua de la fruta hacia el jarabe.

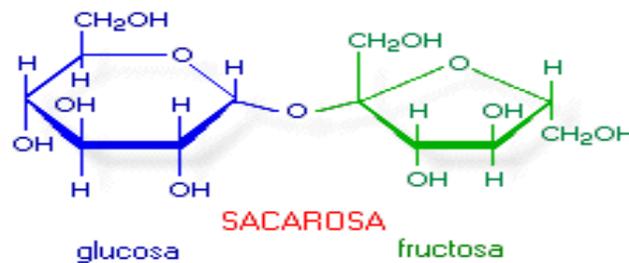
La posibilidad de que la sacarosa del jarabe entre en la fruta dependerá de la impermeabilidad de las membranas a este soluto. Por lo general los tejidos de las frutas no permiten el ingreso de sacarosa por el tamaño de esta molécula, aunque si pueden dejar salir de la fruta moléculas mas sencillas como ciertos ácidos o aromas.

En circunstancias como el aumento de temperatura por escaldado previo de las frutas, la baja agitación o calentamiento del sistema se puede producir ingreso de sólidos hasta un 6 a 10 % (Camacho, G.2002 s.p).

2.2.5 Definición de confite

Los confites son productos naturales muy ricos en calorías de consistencia sólida, transparente y brillante, los mismos que resultan de la impregnación de azúcar hasta niveles del 70% – 75 % de sólidos en frutas, raíces, tubérculos en trozos, con cocciones repetidas o sin ellas. (Ing. Diego Rodas e Ing. Walter Quezada, Seminario de Elaboración de Confites, año 2003).

2.2.6 Sacarosa



La enciclopedia Salvat, define a la sacarosa como:

Disacárido llamado también azúcar de caña o de remolacha, muy extendido en el reino vegetal. Está formada por glucosa y fructosa perdiendo una molécula de agua. Se hidroliza fácilmente dando azúcar invertida.

2.2.7 Azúcar invertido

El azúcar invertido es una mezcla de partes iguales de dextrosa y levulosa que es el resultado de la hidrólisis de la sacarosa (calentándolo en presencia de agua y ácido) o tratándolo con enzimas. El azúcar invertido tiene las propiedades de retener la humedad y prolongar la frescura para los productos de repostería. Se usa en forma de jarabes, en bebidas, preservadores, y glaseadores. (Nizel, AE. Nutrition in preventive dentistry. Science and practice, page 42. Second edition, 1981).

2.2.8 Ácido cítrico

El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarboxílico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Su fórmula química es **C6H8O7**.

Es un buen conservante y antioxidante natural, que se pueden emplear prácticamente en cualquier tipo de producto alimentario elaborado. Con el mismo fin se utiliza en los caramelos, en pastelería, helados, etc.

Es también un aditivo especialmente eficaz para evitar el oscurecimiento que se produce rápidamente en las superficies cortadas de algunas frutas y otros vegetales.

En el organismo humano el ácido cítrico ingerido se incorpora al metabolismo normal, degradándose totalmente y produciendo energía en una proporción comparable a los azúcares. Es perfectamente inocuo a cualquier dosis concebiblemente presente en un alimento.

Debido a sus propiedades nutritivas y al aporte de sustancias de acción antioxidante, su consumo es muy recomendable para los niños, los jóvenes, los adultos, los deportistas, las mujeres embarazadas o madres lactantes y las personas mayores.

2.2.9 Características del jarabe para el azucaramiento

El jarabe que se emplee en el proceso de confitado debe poseer las siguientes características:

- Debe permanecer líquido y transparente, es decir se debe descartar la presencia de cristales durante todo el proceso de confitado.
- Debe ser claro y no caramelizar para evitar un posterior pardeamiento de la fruta.

2.2.9.1 Cálculo de la cantidad de azúcar a utilizar en la preparación de jarabes

Se usa la siguiente fórmula:

$$x = \frac{(\text{°Bf} - \text{°Bi}) \cdot (V \cdot d_i)}{100 - \text{°Bf}}$$

Donde:

x = Cantidad de azúcar.

°Bf = Grados Brix al que se quiere llegar o final.

°Bi = Grados Brix actual o inicial.

V = Volumen del jarabe.

d_i = Densidad del jarabe.

Fuente: Vacas Palacios Santiago Marcelo, Enconfitado de la Corteza de los Cítricos, Tesis de Ingeniería Agroindustrial. UTN (1994).

2.2.10 El secado

El secado es un método de conservación de los alimentos que consiste en reducir a menos del 13% su contenido de agua. Cabe diferenciar entre secado, método tradicional próximo a la desecación natural (frutos secados al sol, por ejemplo) y deshidratación propiamente dicha, una técnica artificial basada en la exposición a una corriente de aire caliente.

Como se define anteriormente el secado elimina parte del agua disponible de un alimento. Para lo cual se debe considerar aspectos fundamentales como los siguientes:

- **Temperatura empleada:** dependerá del alimento y del procedimiento (las temperaturas no deben ser muy altas para no formar costra).
- **Humedad relativa de aire:** entre más seco sea el aire más humedad arrastrará.
- **Velocidad del aire:** a mayor velocidad, mayor humedad arrastrará.
- **Duración de secado:** dependerá de la temperatura empleada, del producto y del tipo de secado.

Ventajas:

- Reducir un número de microorganismos.
- Los microorganismos que quedan presentes no son patógenos.
- Se aumenta la vida útil.
- Reducir el peso y algunas veces de volumen.
- Se minimizan los costos relativos al transporte.

Desventajas:

- La coloración generalmente se afecta de manera negativa.

- El alimento tratado tiende a ganar humedad en ambientes con humedad relativa alta.

2.2.11 Defectos, causas y soluciones

a. Fermentación

Se produce por la insuficiencia de sólidos en el producto final. Algo que facilita el confitado es someter a la fruta a un proceso de escaldado previo a su procesamiento.

b. Endurecimiento

Se produce debido a la cristalización de la sacarosa en los canalículos de la pulpa de la fruta o corteza. Para evitar este defecto se debe emplear ácido cítrico, el cual ayuda a la inversión de azúcares. Con la finalidad de que el producto final tenga al menos un 40% de azúcares reductores.

c. Obscurecimiento

Se produce por la acción de bacterias y levaduras, para evitar este defecto se debe realizar una limpieza de jarabes y equipos.

d. Caramelización

Se produce al trabajar a altas temperaturas, contaminación con metales o el uso de agentes secuestrantes de metales pesados (EDTA o similares).

e. Arrugamiento

Puede presentarse por falta de escaldado de la fruta, por iniciar el confitado con jarabes muy concentrados o porque la fruta estuvo muy dura.

2.2.12 Importancia de la deshidratación osmótica en la industria

La tendencia de la industria de alimentos es lograr productos estables y lo más similar posible en sus características sensoriales y nutritivas al alimento fresco, productos mínimamente procesados. La aplicación de la deshidratación osmótica en el procesado de frutas, presenta ventajas con respecto a los tratamientos tradicionales de secado de alimentos; las frutas no se someten a temperaturas elevadas, lo que permite minimizar cambios en color, sabor, y pérdida de vitaminas; así como la reducción de la pérdida de aromas que se presenta durante el secado convencional; por otro lado, como la eliminación del agua se realiza sin cambio de estado la estructura de la fruta se conserva de mejor forma, lo que esta relacionado con la textura del producto; y también la incorporación con la solución osmótica de componentes que pueden controlar el crecimiento fúngico y bacteriano como sorbato y/o ácido cítrico. La deshidratación osmótica es proceso utilizado comúnmente en métodos combinados de conservación y/o en la preparación de alimentos funcionales, ya que permite la incorporación de componentes que incrementan el valor nutricional de frutas o alimentos en general. (Jorge Moreno, Congreso Nacional de Estudiantes de Ciencia y Tecnología de Alimentos ,2006).

2.2.13 Usos

Los usos de las frutas deshidratadas mediante ósmosis directa son múltiples así por ejemplo se las puede emplear en:

- Panadería
- Pastelería
- Yogurt
- Heladería
- Dulces
- Recetas culinarias

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Materia prima

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

3.1.2 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.

3.1.3 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

3.2 Métodos

3.2.1 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%

3.2.2 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

3.2.3 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.

Cuadro 4: 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

3.2.4 Diseño experimental

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

3.2.5 Características del experimento

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

3.2.6 Unidad experimental

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

3.2.7 Análisis de varianza

Cuadro 5: 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

3.2.8 Análisis funcional

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

3.2.9 Variables a evaluarse

3.2.9.1 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.



Fotografía 4:
Balanza electrónica

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.



Fotografía 5:
Potenciómetro

- **°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 %).



Fotografía 6:
Refractómetro

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



Fotografía 7:
Probeta

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**

NOTA: Los valores de las variables antes enunciadas, se determinó en el Laboratorio de usos múltiples de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales.

3.2.9.2 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

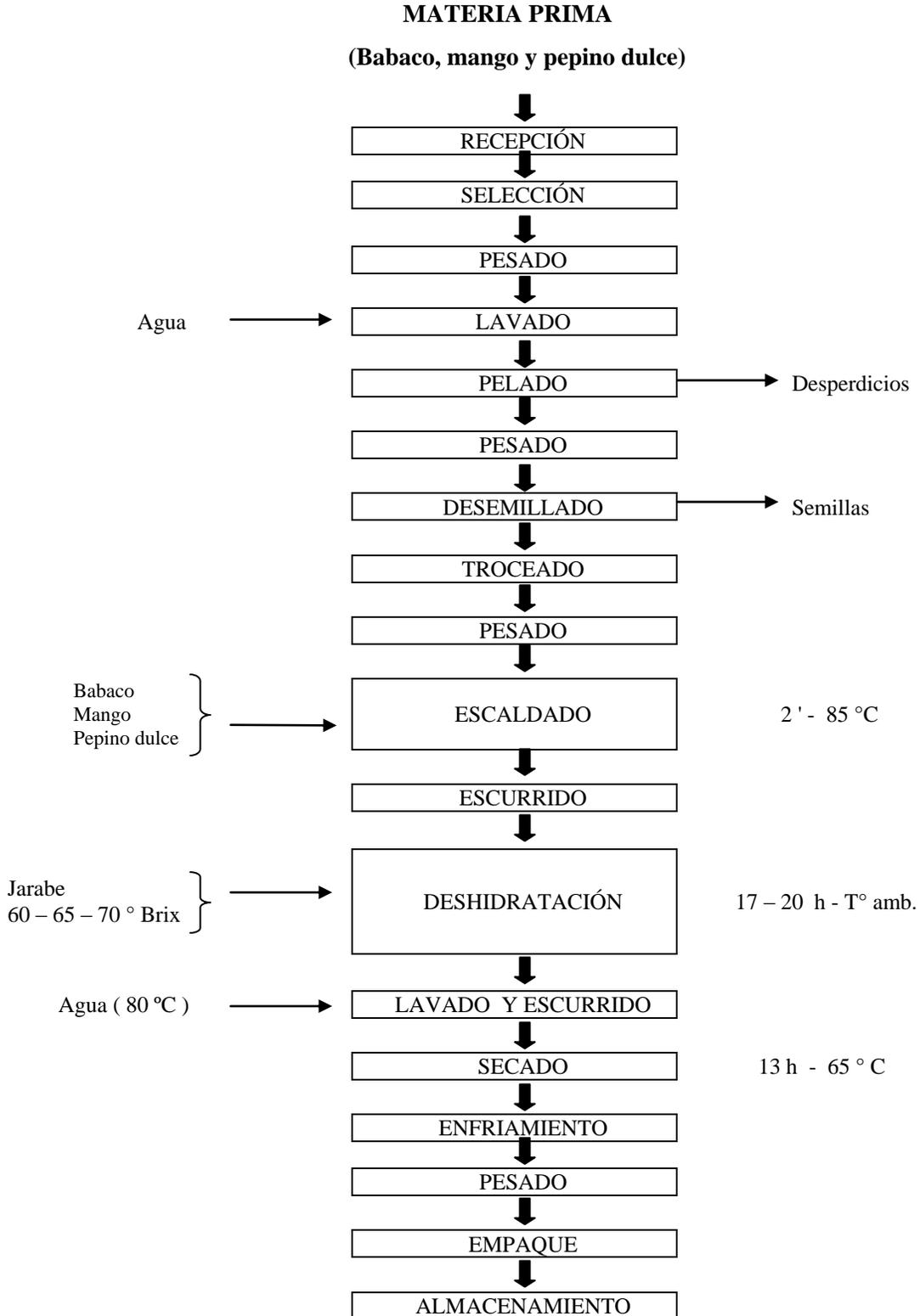
Luego de realizar el análisis sensorial se efectuó la tabulación de los datos obtenidos, mediante los cuales se determinó los tres mejores tratamientos; a los cuales se realizó los siguientes análisis físico-químicos y microbiológicos

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

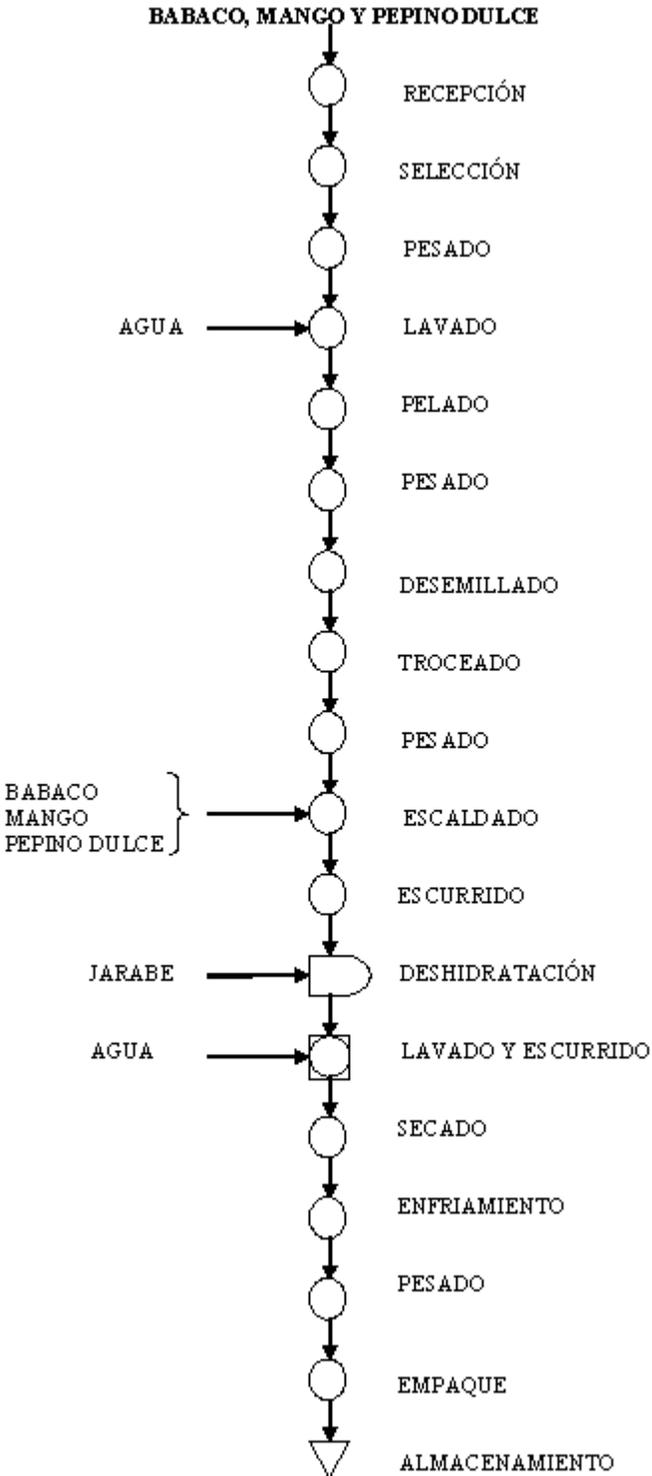
3.3 Manejo específico del experimento

Para la obtención del confitado de babaco, mango y pepino dulce mediante deshidratación osmótica directa, se aplicó los siguientes diagramas de proceso.

3.3.1 Diagrama de bloques para la elaboración de confitado de babaco, mango y pepino dulce



3.3.2 Diagrama de flujo para la elaboración de confitado de babaco, mango y pepino dulce



3.3.3 Descripción del proceso

Recepción.- La materia prima (babaco, mango y pepino dulce), se recibió de los proveedores del Valle del Chota, de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- **Babaco:** Madurez 3. (Ver anexo 1 y 2)
- **Mango:** Madurez 4 (Ver anexo 3 y 4)
- **Pepino dulce:** Madurez Intermedia (Verde amarillento)

Selección.- En esta etapa del proceso, se procedió a seleccionar la materia prima para proceso, se descartó la fruta con cualquier indicio de enfermedad o presencia de daños causados por transporte.



Fotografía 8:
Selección del Babaco



Fotografía 9:
Selección del Mango



Fotografía 10:
Selección del Pepino Dulce

Pesado.- Se pesó la fruta para determinar la cantidad de materia prima con la cual se inició el proceso, con la finalidad de establecer el rendimiento para el producto final.



Fotografía 11:
Pesado del Babaco



Fotografía 12:
Pesado del Mango



Fotografía 13:
Pesado del Pepino Dulce

Lavado.- Esta operación se realizó, utilizando abundante agua, con la finalidad de eliminar las impurezas de la materia prima antes del procesamiento, para evitar todo tipo de contaminación.



Fotografía 14:
Lavado del Babaco

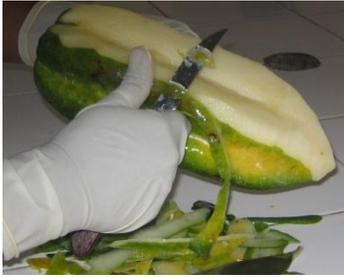


Fotografía 15:
Lavado del Mango



Fotografía 16:
Lavado del Pepino Dulce

Pelado.- El pelado de las frutas se realizó manualmente, utilizando cuchillos de acero inoxidable; con la finalidad de evitar la oxidación de la fruta se sumergió en agua. Debido a que el grado de pardeamiento del pepino dulce es muy alto, a este se sumergió en una solución de ácido ascórbico al 0.01 % (1 g/l de agua).



Fotografía 17:
Pelado del Babaco



Fotografía 18:
Pelado del Mango



Fotografía 19:
Pelado del Pepino Dulce

Pesado.- Se peso nuevamente la fruta y se estableció la cantidad de cáscara que fue eliminada.

Desemillado.- Las frutas se cortaron en dos, con la finalidad de facilitar la extracción de la semilla. Posteriormente la semilla fue pesada para luego emplear el dato en el balance de materiales.



Fotografía 20:
Desemillado del Babaco



Fotografía 21:
Desemillado del Mango



Fotografía 22:
Desemillado del Pepino Dulce

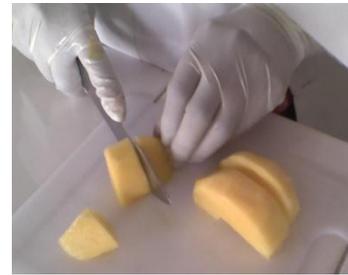
Troceado.- El troceado se realizó manualmente en cubos de 2.5 cm. x 2.5 cm. x 1 cm. aproximadamente; con el objeto de tener una mayor área de transferencia de los sólidos solubles desde el jarabe hacia la fruta durante el proceso de confitado. A medida que la fruta (babaco y mango) era cortada se sumergía nuevamente en agua. En el caso del pepino dulce este fue sumergido en una solución de ácido ascórbico al 0.01 % (1 g/l de agua) y pH 4.2, con la finalidad de evitar su oxidación. Posteriormente la fruta fue escurrida.



Fotografía 23:
Troceado del Babaco



Fotografía 24:
Troceado del Mango



Fotografía 25:
Troceado del Pepino Dulce

Pesado.- Se pesó nuevamente la fruta, para establecer la cantidad de 1000 gramos con los cuales se inició el proceso de deshidratación osmótica.

Escaldado.- El babaco y mango troceados, se sometieron a un escaldado con agua a una temperatura de 80 °C durante 2 minutos, al término de este tiempo se escurrió la fruta rápidamente y se sumergió nuevamente en agua fría (aproximadamente a 16 °C) lo que permitió que la fruta recupere la turgencia perdida durante la cocción. En el caso del pepino dulce, debido a que esta fruta tiene un alto grado de oxidación se escaldó en una solución de metabisulfito de sodio al 0.01%; y pH 5.97, además el tiempo de escaldado fue de 30 segundos para evitar que la textura de la pulpa sea muy blanda.

Escurrido.- Consistió en eliminar el exceso de agua que la fruta adquirió durante el escaldado.

Deshidratación.- Los cubos de fruta se sumergieron en una solución de azúcar a 60 °Brix (900 g de azúcar y 600 ml de agua para 1 litro de jarabe), 65 ° Brix (975 g de azúcar y 525 ml de agua para 1 litro de jarabe) y 70 ° Brix (1050 g de azúcar y 450 ml de agua para 1 litro de jarabe), a una temperatura ambiente y durante un tiempo de 17 y 20 horas respectivamente, en envases plásticos de tapa hermética. Al jarabe previamente preparado se le agregó ácido cítrico con una concentración de 0.005 % (0.5 g/l de jarabe) lo que contribuyó a aumentar el pH a 4.1, todo esto con la finalidad de conservar e inactivar las enzimas causantes del pardeamiento en las frutas.



Fotografía 26:
Deshidratación del Babaco

Fotografía 27:
Deshidratación del Mango

Fotografía 28:
Deshidratación del Pepino Dulce



Fotografía 29:
Deshidratación del Babaco, Mango y Pepino Dulce

Lavado y escurrido.- La fruta se sumergió en agua a una temperatura de 80 °C por un tiempo de 10 a 15 segundos, al término de este tiempo se escurrió la fruta rápidamente y se sumergió nuevamente en agua fría (aproximadamente a 16 °C), con la finalidad de eliminar el jarabe residual y así evitar una posterior cristalización del jarabe durante el secado. Inmediatamente se procedió a un drenado.



Fotografía 30:
Ecurrido del Babaco



Fotografía 31:
Ecurrido del Mango



Fotografía 32:
Ecurrido del Pepino Dulce

Secado.- La fruta confitada y escurrida fue colocada en bandejas previamente forradas con papel aluminio. El secado se realizó en un armario de deshidratación con flujo de aire a una temperatura constante de 65°C durante 13 horas.



Fotografía 33:
Secado de Babaco, Mango y Pepino Dulce.

Enfriamiento.- Luego del secado, las frutas se dejan reposar a temperatura ambiente (Aproximadamente 20 °C) durante 5 minutos; cubiertas con papel aluminio, con la finalidad de impedir que la fruta adquiera humedad y también evitar una posible contaminación del producto terminado.

Pesado.- El producto final fue pesado en una balanza electrónica con la finalidad de calcular el rendimiento del proceso.

Empaque.- El producto final fue empacado en fundas de celofán y posteriormente sellado.

Almacenamiento.- El producto terminado se guardó en un lugar fresco y seco, por el lapso de dos meses. Tiempo en el cual se realizó pruebas bioquímicas de pardeamiento y microbiológicas de mohos y levaduras cada 15 días en los tres mejores tratamientos, para analizar la conservación del producto final.



Fotografía 34:

Almacenamiento de Babaco, Mango y Pepino Dulce deshidratado osmóticamente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Con el propósito de comprobar los factores, variables e hipótesis planteada “La utilización de la deshidratación osmótica directa con jarabes de sacarosa altamente concentrados influye en la conservación de babaco, mango y pepino dulce”. Se efectuó el siguiente análisis estadístico.

VARIABLES EVALUADAS

4.1 PESO DE LA MATERIA PRIMA (BABACO, MANGO Y PEPINO DULCE). EN LA ETAPA MEDIA DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA

A continuación, se presentan los valores medidos en la variable, pérdida de peso en la materia prima durante la etapa media de la deshidratación osmótica directa, considerando que se inició con un peso de 1000 g.

Cuadro 6: Disminución del peso en la materia prima durante la etapa media de la deshidratación osmótica directa

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	874,00	888,00	836,00	2598,00	866,00
T2	A1B1C2	869,00	829,00	891,00	2589,00	863,00
T3	A1B2C1	889,00	851,00	899,00	2639,00	879,67
T4	A1B2C2	872,00	842,00	887,00	2601,00	867,00
T5	A1B3C1	864,00	893,00	822,00	2579,00	859,67
T6	A1B3C2	890,00	923,00	861,00	2674,00	891,33
T7	A2B1C1	840,00	812,00	872,00	2524,00	841,33
T8	A2B1C2	837,00	854,00	809,00	2500,00	833,33
T9	A2B2C1	842,00	812,00	879,00	2533,00	844,33
T10	A2B2C2	841,00	801,00	873,00	2515,00	838,33
T11	A2B3C1	815,00	781,00	838,00	2434,00	811,33
T12	A2B3C2	828,00	798,00	855,00	2481,00	827,00
T13	A3B1C1	828,00	789,00	856,00	2473,00	824,33
T14	A3B1C2	808,00	784,00	821,00	2413,00	804,33
T15	A3B2C1	836,00	802,00	859,00	2497,00	832,33
T16	A3B2C2	804,00	781,00	832,00	2417,00	805,67
T17	A3B3C1	842,00	815,00	878,00	2535,00	845,00
T18	A3B3C2	795,00	764,00	824,00	2383,00	794,33

Cuadro 7: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	68257,426					
Tratamiento	17	37348,759	2196,986	2,559	**	1,915	2,512
Factor A	2	27371,370	13685,685	15,940	**	3,260	5,250
Factor B	2	455,593	227,796	0,265	NS	3,260	5,250
A x B	4	1727,963	431,991	0,503	NS	2,630	3,890
Factor C	1	1057,796	1057,796	1,232	NS	4,110	7,890
A x C	2	3808,481	1904,241	2,218	NS	3,260	5,250
B x C	2	455,815	227,907	0,265	NS	3,260	5,250
A x B x C	4	2471,741	617,935	0,720	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	30908,667	858,574				

CV: 3,49%

NS: No significativo

* : Significativo

** : Altamente significativo

En el análisis de varianza, se observa que existe alta significación estadística para tratamientos y el factor **A** (Frutas). Es decir que en la etapa media del proceso, la variable peso de la materia prima depende del tipo de fruta evaluada.

Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos y DMS para el factor **A**.

Cuadro 8: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

Tratamientos		Medias	Rangos
T6	A1B3C2	891,33	a
T3	A1B2C1	879,67	a
T4	A1B2C2	867,00	a
T1	A1B1C1	866,00	a
T2	A1B1C2	863,00	a
T5	A1B3C1	859,67	a
T17	A3B3C1	845,00	a
T9	A2B2C1	844,33	a
T7	A2B1C1	841,33	a
T10	A2B2C2	838,33	a
T8	A2B1C2	833,33	a
T15	A3B2C1	832,33	a
T12	A2B3C2	827,00	a
T13	A3B1C1	824,33	a
T11	A2B3C1	811,33	a
T16	A3B2C2	805,67	a
T14	A3B1C2	804,33	a
T18	A3B3C2	794,33	b

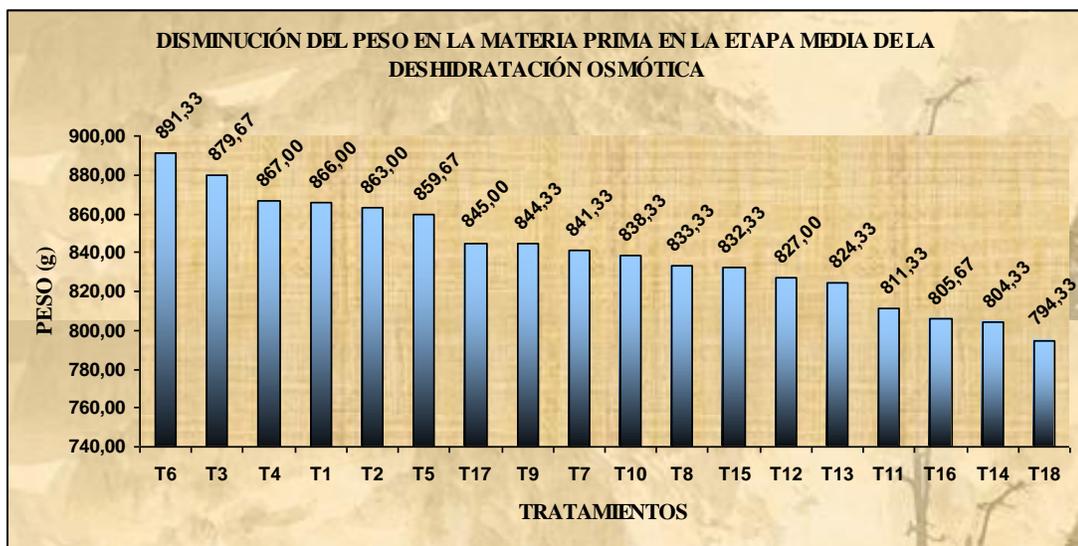
En el cuadro de Tukey al 5 % para tratamientos; se puede apreciar que únicamente **T18** (Pepino dulce, 70 °Brix y 20 horas) posee rango diferente; los demás tratamientos se encuentran dentro de un mismo rango, resultando **T6** (Babaco, 75 °Brix, 20 horas) como el mejor tratamiento únicamente por diferencia matemática en el valor de las medias calculadas para cada tratamiento.

Cuadro 9: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A1	871,11	a
A2	832,61	b
A3	817,67	b

Al realizar DMS para el factor **A**, se observa que el mejor nivel es **A1** (Babaco). **A2** (Mango) y **A3** (Pepino dulce) tienen un mismo rango **b**, existiendo únicamente diferencia matemática entre estos dos niveles. Concluyendo que la variable pérdida de peso depende directamente del tipo de fruta evaluada.

Gráfico 1: Disminución del peso en la materia prima durante la etapa media de la deshidratación osmótica directa



Al observar el gráfico, se aprecia que para esta variable **T6** (Babaco, 70 ° Brix y 20 horas) es el mejor tratamiento. Seguido de **T3** (Babaco, 65 °Brix, 17 horas) y **T4** (Babaco, 65 °Brix, 20 horas). Es decir que la composición del babaco, determina la cantidad de agua que esta intercambia por azúcar, con el jarabe.

4.2 PESO DE LA MATERIA PRIMA (BABACO, MANGO Y PEPINO DULCE). EN LA ETAPA FINAL DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA

A continuación, se representan los valores medidos en la variable perdida de peso en la materia prima durante la etapa final de la deshidratación osmótica directa, considerando que se inició con un peso de 1000 g.

Cuadro 10: Disminución del peso de la materia prima en la etapa final de la deshidratación osmótica directa

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	788,00	730,00	801,00	2319,00	773,00
T2	A1B1C2	798,00	765,00	825,00	2388,00	796,00
T3	A1B2C1	788,00	745,00	812,00	2345,00	781,67
T4	A1B2C2	805,00	781,00	829,00	2415,00	805,00
T5	A1B3C1	751,00	788,00	720,00	2259,00	753,00
T6	A1B3C2	809,00	786,00	830,00	2425,00	808,33
T7	A2B1C1	783,00	805,00	749,00	2337,00	779,00
T8	A2B1C2	759,00	791,00	720,00	2270,00	756,67
T9	A2B2C1	787,00	752,00	810,00	2349,00	783,00
T10	A2B2C2	760,00	789,00	735,00	2284,00	761,33
T11	A2B3C1	792,00	761,00	829,00	2382,00	794,00
T12	A2B3C2	766,00	791,00	731,00	2288,00	762,67
T13	A3B1C1	722,00	709,00	752,00	2183,00	727,67
T14	A3B1C2	698,00	719,00	670,00	2087,00	695,67
T15	A3B2C1	717,00	691,00	734,00	2142,00	714,00
T16	A3B2C2	700,00	681,00	753,00	2134,00	711,33
T17	A3B3C1	687,00	651,00	697,00	2035,00	678,33
T18	A3B3C2	675,00	640,00	689,00	2004,00	668,00

Cuadro 11: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	127941,259					
Tratamiento	17	96763,259	5691,956	6,572	**	1,915	2,512
Factor A	2	79001,148	39500,574	45,610	**	3,260	5,250
Factor B	2	5384,481	2692,241	3,109	NS	3,260	5,250
A x B	4	1542,963	385,741	0,445	NS	2,630	3,890
Factor C	1	864,000	864,000	0,998	NS	4,110	7,890
A x C	2	4154,111	2077,056	2,398	NS	3,260	5,250
B x C	2	94,111	47,056	0,054	NS	3,260	5,250
A x B x C	4	5722,444	1430,611	1,652	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	31178,000	866,056				

CV: 3,91%

Al observar el análisis de varianza; se aprecia que existe alta significación estadística para tratamientos y el factor **A** (Frutas). Es decir que la variable disminución de peso de la materia prima durante la etapa final de este proceso, depende del tipo de fruta evaluada.

Al existir diferencia significativa, se realizó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y DMS para el factor **A**.

Cuadro 12: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

Tratamientos		Medias	Rangos
T6	A1B3C2	808,33	a
T4	A1B2C2	805,00	a
T2	A1B1C2	796,00	a
T11	A2B3C1	794,00	a
T9	A2B2C1	783,00	a
T3	A1B2C1	781,67	a
T7	A2B1C1	779,00	a
T1	A1B1C1	773,00	a
T12	A2B3C2	762,67	a
T10	A2B2C2	761,33	a
T8	A2B1C2	756,67	a
T5	A1B3C1	753,00	a
T13	A3B1C1	727,67	a
T15	A3B2C1	714,00	b
T16	A3B2C2	711,33	b
T14	A3B1C2	695,67	b
T17	A3B3C1	678,33	b
T18	A3B3C2	668,00	b

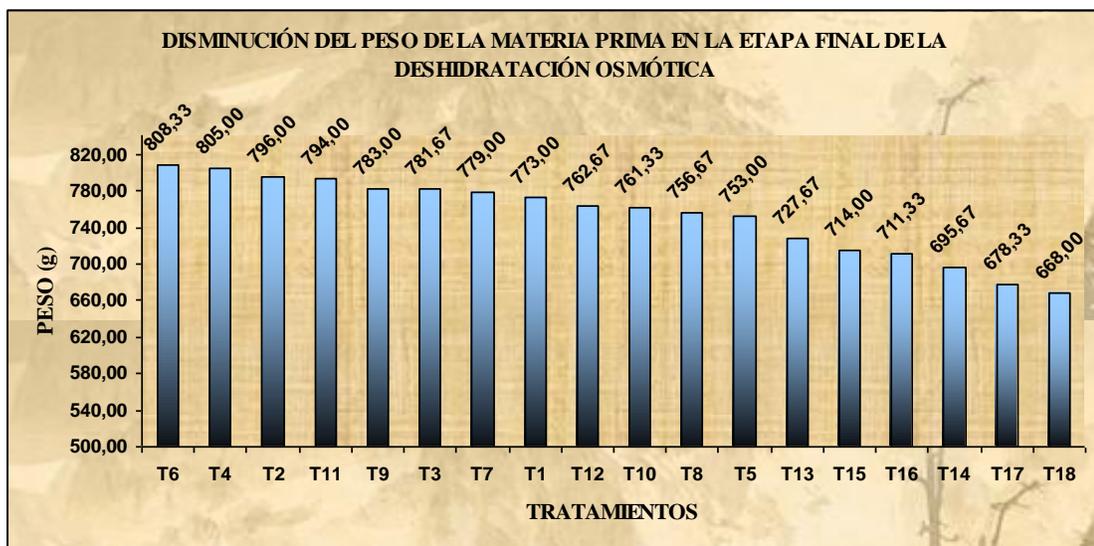
En el cuadro de Tukey al 5 % para tratamientos; se puede apreciar que: **T6, T4, T2, T11, T9, T3, T7, T1, T12, T10, T8, T5 y T13** se encuentran dentro del rango **a**; concluyendo como mejor tratamiento **T6** (Babaco, 70 °Brix, 20 horas) únicamente por diferencia matemática en el valor de las medias calculadas. Es decir, los tratamientos que se encuentran dentro de este rango, tienen un mismo comportamiento en la disminución de peso de la materia prima, independientemente de la fruta, tiempo de inmersión y concentración de sólidos solubles en el jarabe.

Cuadro 13: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A1	786,17	a
A2	772,78	a
A3	699,17	b

Al realizar DMS para el factor **A** (Frutas), se observa que los niveles **A1** (Babaco) y **A2** (Mango) poseen rango **a**; concluyendo como mejor nivel **A1** (Babaco) por diferencia matemática en el valor de las medias. Es decir que la variable pérdida de peso depende del tipo de fruta evaluada.

Gráfico 2: 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.

4.3 pH DEL JARABE EN LA ETAPA MEDIA DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA

En el siguiente cuadro se representan los valores de disminución de pH en el jarabe, para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones

Cuadro 14: Disminución del pH en el jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica directa

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	4,38	4,42	4,33	13,13	4,38
T2	A1B1C2	4,52	4,48	4,40	13,40	4,47
T3	A1B2C1	4,52	4,47	4,41	13,40	4,47
T4	A1B2C2	4,56	4,44	4,51	13,51	4,50
T5	A1B3C1	4,57	4,48	4,53	13,58	4,53
T6	A1B3C2	4,66	4,56	4,60	13,82	4,61
T7	A2B1C1	4,28	4,20	4,31	12,79	4,26
T8	A2B1C2	4,46	4,37	4,44	13,27	4,42
T9	A2B2C1	4,36	4,28	4,32	12,96	4,32
T10	A2B2C2	4,32	4,36	4,38	13,06	4,35
T11	A2B3C1	4,51	4,49	4,38	13,38	4,46
T12	A2B3C2	4,44	4,36	4,42	13,22	4,41
T13	A3B1C1	5,03	5,08	4,92	15,03	5,01
T14	A3B1C2	5,06	5,02	5,09	15,17	5,06
T15	A3B2C1	5,02	5,11	5,08	15,21	5,07
T16	A3B2C2	5,01	4,90	5,03	14,94	4,98
T17	A3B3C1	4,90	4,86	4,92	14,68	4,89
T18	A3B3C2	4,93	4,85	4,91	14,69	4,90

Cuadro 15: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	4,156					
Tratamiento	17	4,058	0,239	87,269	**	1,915	2,512
Factor A	2	3,804	1,902	695,334	**	3,260	5,250
Factor B	2	0,009	0,005	1,708	NS	3,260	5,250
A x B	4	0,161	0,040	14,739	**	2,630	3,890
Factor C	1	0,016	0,016	5,731	*	4,110	7,890
A x C	2	0,016	0,008	2,976	NS	3,260	5,250
B x C	2	0,029	0,014	5,298	**	3,260	5,250
A x B x C	4	0,023	0,006	2,065	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	0,098	0,0027				

CV: 1,13%

En el análisis de varianza, se observa alta significación estadística para tratamientos, factor **A** (Frutas), e interacciones (**A x B**) y (**B x C**); y para el factor **C** (tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe) significación estadística al 5 %; es decir que la variable pH depende del tipo de fruta y el tiempo de inmersión evaluados; mientras mayor sea el tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe, mayor será la cantidad de agua eliminada de la misma y por ende el pH del jarabe disminuye gradualmente.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores **A** y **C**.

Cuadro 16: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

Tratamientos		Medias	Rangos
T7	A2B1C1	4,26	a
T9	A2B2C1	4,32	b
T10	A2B2C2	4,35	b
T1	A1B1C1	4,38	b
T12	A2B3C2	4,41	b
T8	A2B1C2	4,42	b
T11	A2B3C1	4,46	c
T3	A1B2C1	4,47	c
T2	A1B1C2	4,47	c
T4	A1B2C2	4,50	c
T5	A1B3C1	4,53	c
T6	A1B3C2	4,61	d
T17	A3B3C1	4,89	e
T18	A3B3C2	4,90	e
T16	A3B2C2	4,98	f
T13	A3B1C1	5,01	f
T14	A3B1C2	5,06	f
T15	A3B2C1	5,07	f

En el cuadro de Tukey al 5 % para tratamientos; se puede apreciar que **T7** (Mango, 60 °Brix, 17 horas), es el tratamiento que mejor comportamiento tiene en esta etapa de la investigación.

Cuadro 17: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A2	4,37	a
A1	4,49	b
A3	4,98	c

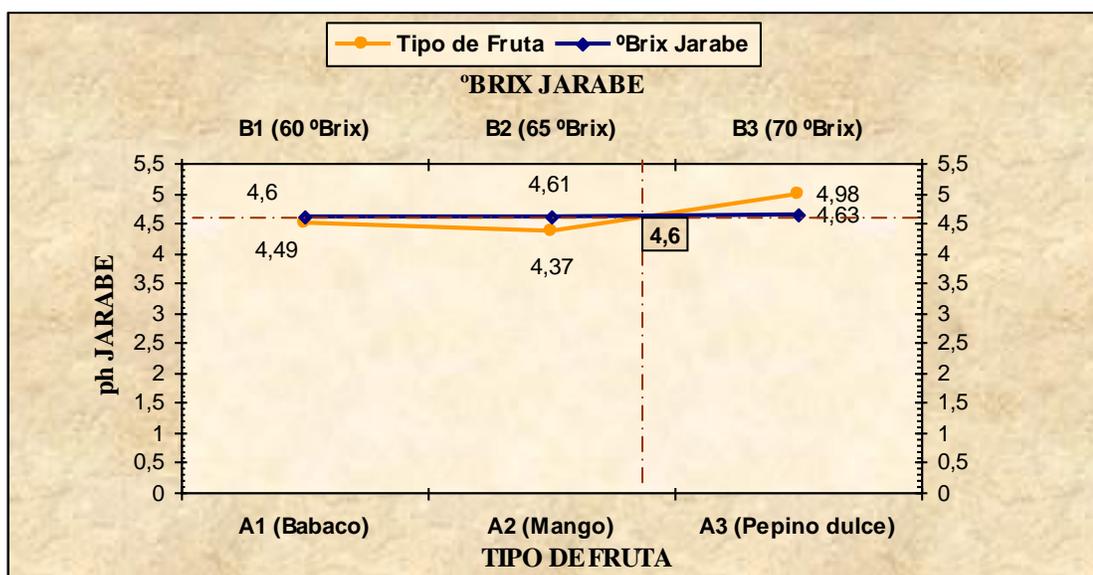
Al realizar DMS para el factor A, se observa que todos los niveles son diferentes; concluyendo como mejor nivel A2 (Mango). Es decir que la variable pH del jarabe, en esta etapa de la investigación depende directamente del tipo de fruta evaluada.

Cuadro 18: Prueba DMS para el factor C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe)

Factor	Medias	Rango
C1	4,60	a
C2	4,63	b

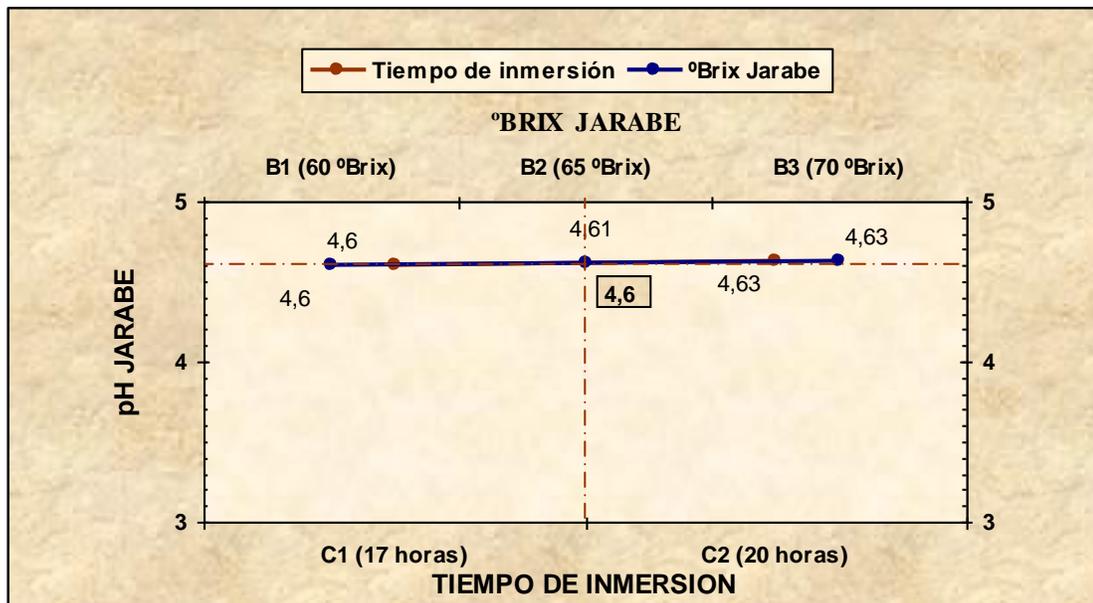
Al realizar DMS para el factor C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe), se aprecia que los niveles, son diferentes; concluyendo como mejor nivel C1 (17 horas). Es decir que mientras mayor es el tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe, el pH tiende a disminuir.

Gráfico 3: Interacción de los factores: A (Frutas) y B (Sólidos solubles en el jarabe) para la variable pH del jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica



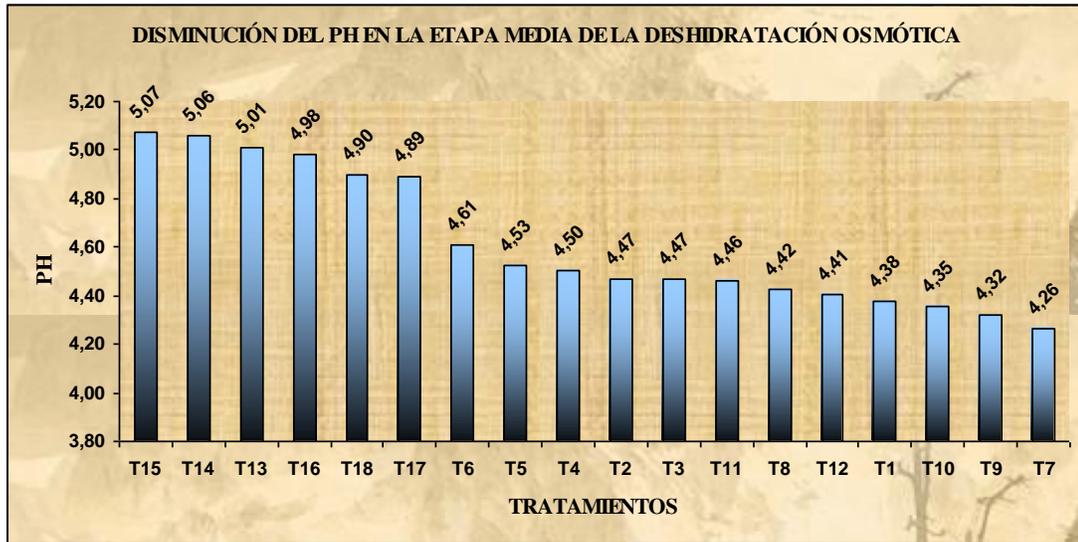
En el gráfico anterior, se observa que el punto crítico de la interacción entre los factores **A** (Frutas) y **B** (Sólidos solubles en el jarabe) para la variable pH del jarabe es de 4.6, es decir que este valor interactúa directamente entre el nivel **A2** (mango) y la concentración de 65 ° Brix.

Gráfico 4: Interacción de los factores B (Sólidos solubles en el jarabe) y C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe) en la variable pH del jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica



En el gráfico anterior, se observa que la interacción entre los factores **B** (Sólidos solubles en el jarabe) y **C** (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe) para la variable pH del jarabe está en el valor 4.6, es decir que el punto crítico de interacción se encuentra a una concentración de 65 °Brix y un tiempo de 20 horas de inmersión de la fruta en el jarabe.

Gráfico 5: Disminución del pH en el jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica directa



Al observar el gráfico, se puede apreciar que **T7** (Mango, 60 °Brix, 17 horas) es el tratamiento que menor disminución presenta en el valor del pH, durante la etapa media del proceso de deshidratación osmótica directa.

4.4 pH DEL JARABE EN LA ETAPA FINAL DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA

A continuación se representan los valores de disminución de pH en el jarabe, para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 19: Disminución del pH en el jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica directa

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	4,70	4,64	4,59	13,93	4,64
T2	A1B1C2	4,75	4,65	4,73	14,13	4,71
T3	A1B2C1	4,62	4,51	4,60	13,73	4,58
T4	A1B2C2	4,62	4,66	4,73	14,01	4,67
T5	A1B3C1	4,68	4,73	4,63	14,04	4,68
T6	A1B3C2	4,80	4,74	4,70	14,24	4,75
T7	A2B1C1	4,48	4,49	4,53	13,50	4,50
T8	A2B1C2	4,58	4,54	4,58	13,70	4,57
T9	A2B2C1	4,44	4,38	4,33	13,15	4,38
T10	A2B2C2	4,46	4,39	4,35	13,20	4,40
T11	A2B3C1	4,58	4,49	4,55	13,62	4,54
T12	A2B3C2	4,65	4,56	4,68	13,89	4,63
T13	A3B1C1	5,26	5,26	5,21	15,73	5,24
T14	A3B1C2	5,30	5,26	5,39	15,95	5,32
T15	A3B2C1	5,09	5,22	5,17	15,48	5,16
T16	A3B2C2	5,32	5,37	5,33	16,02	5,34
T17	A3B3C1	5,08	5,11	5,01	15,20	5,07
T18	A3B3C2	5,23	5,11	5,18	15,52	5,17

Cuadro 20: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	5,453					
Tratamiento	17	5,359	0,315	119,957	**	1,915	2,512
Factor A	2	5,008	2,504	952,848	**	3,260	5,250
Factor B	2	0,053	0,026	10,056	**	3,260	5,250
A x B	4	0,179	0,045	17,007	**	2,630	3,890
Factor C	1	0,096	0,096	36,634	**	4,110	7,890
A x C	2	0,009	0,005	1,759	NS	3,260	5,250
B x C	2	0,002	0,001	0,345	NS	3,260	5,250
A x B x C	4	0,012	0,003	1,146	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	0,095	0,003				

CV: 1,07 %

En el análisis de varianza se determinó que existe alta significación estadística para tratamientos, factores **A**, **B** y **C**, y las interacciones (**A x B**) y (**A x C**); esto significa que la variable disminución del pH al final del proceso depende de la concentración de sólidos solubles en el jarabe y el tiempo de inmersión.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores **A**, **B** y **C**.

Cuadro 21: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

Tratamientos		Medias	Rangos
T9	A2B2C1	4,38	a
T10	A2B2C2	4,40	b
T7	A2B1C1	4,50	b
T11	A2B3C1	4,54	b
T8	A2B1C2	4,57	c
T3	A1B2C1	4,58	c
T12	A2B3C2	4,63	c
T1	A1B1C1	4,64	c
T4	A1B2C2	4,67	c
T5	A1B3C1	4,68	c
T2	A1B1C2	4,71	d
T6	A1B3C2	4,75	d
T17	A3B3C1	5,07	e
T15	A3B2C1	5,16	e
T18	A3B3C2	5,17	e
T13	A3B1C1	5,24	f
T14	A3B1C2	5,32	f
T16	A3B2C2	5,34	f

En el cuadro anterior; se aprecia que **T9** (Mango, 65 °Brix, 17 horas), es el tratamiento que mejor comportamiento tiene en esta etapa de la investigación.

Cuadro 22: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A2	4.50	a
A1	4,67	b
A3	5.22	c

Al realizar DMS para el factor **A**, se observa, que todos sus niveles son diferentes; concluyendo como mejor nivel **A2** (Mango). Es decir que la variable disminución del pH en el jarabe depende del tipo de fruta evaluada.

Cuadro 23: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe)

Factor	Medias	Rango
B2	4,75	a
B3	4,81	a
B1	4,83	b

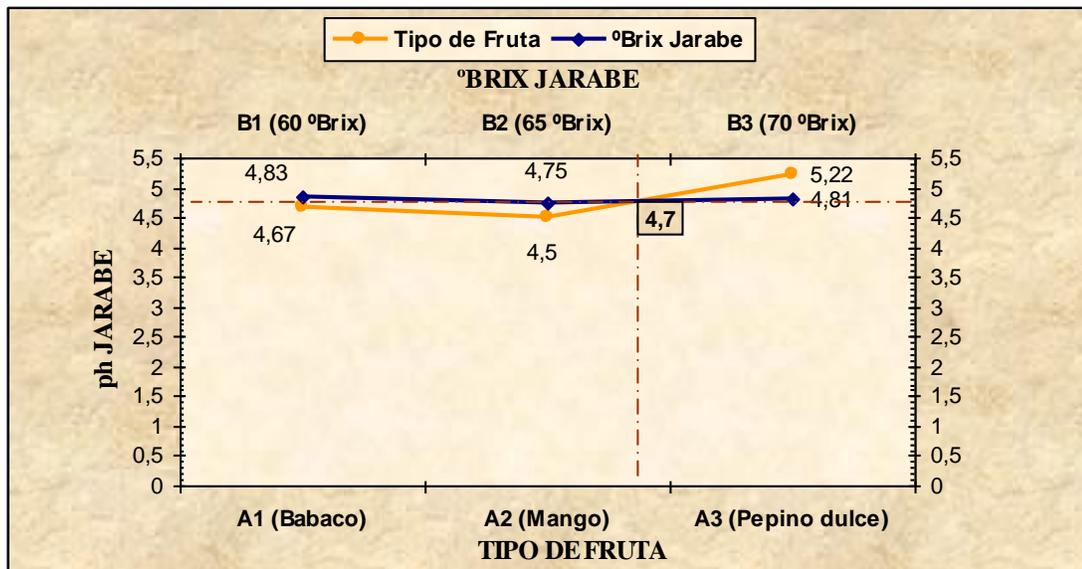
Al realizar DMS para el factor **B**, se aprecia dos rangos; en los cuales **B2** y **B3** se encuentran dentro de un mismo rango; concluyendo como mejor nivel **B2** por diferencia matemática en sus medias tabuladas. Lo que significa, que la variable disminución del pH en el jarabe depende de la concentración de los sólidos solubles presentes en el mismo.

Cuadro 24: Prueba DMS para el factor C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe)

Factor	Medias	Rango
C1	4,75	a
C2	4,84	b

Al realizar DMS para el factor **C**, se aprecia que sus niveles son diferentes; concluyendo como mejor nivel **C1** (17 horas). Lo cual indica, que la disminución del pH en el jarabe depende directamente del tiempo de inmersión de la fruta en el mismo.

Gráfico 6: Interacción de los factores A (Frutas) y B (Sólidos solubles en el jarabe) en la variable disminución de pH del jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica



En el gráfico anterior, se observa que el punto crítico de la interacción entre los factores A (Frutas) y B (Sólidos solubles en el jarabe) para la variable disminución de pH del jarabe es de 4.7, es decir que este valor interactúa directamente entre el nivel A2 (mango) y la concentración de 65 ° Brix.

Gráfico 7: 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**.

4.5 SÓLIDOS SOLUBLES EN EL JARABE, EN LA ETAPA MEDIA DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA

En el siguiente cuadro se representan los valores de disminución de los sólidos solubles (°Brix) en el jarabe, para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 25: Disminución de sólidos solubles en la etapa media de la deshidratación osmótica

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	41,00	41,00	43,60	125,60	41,87
T2	A1B1C2	43,00	40,00	42,00	125,00	41,67
T3	A1B2C1	40,00	42,80	43,00	125,80	41,93
T4	A1B2C2	44,20	42,80	43,80	130,80	43,60
T5	A1B3C1	50,00	53,00	52,80	155,80	51,93
T6	A1B3C2	51,00	50,00	52,00	153,00	51,00
T7	A2B1C1	44,00	41,00	43,80	128,80	42,93
T8	A2B1C2	42,00	40,00	41,20	123,20	41,07
T9	A2B2C1	43,00	43,00	45,40	131,40	43,80
T10	A2B2C2	42,80	41,40	42,80	127,00	42,33
T11	A2B3C1	49,80	50,00	52,00	151,80	50,60
T12	A2B3C2	49,60	48,00	51,80	149,40	49,80
T13	A3B1C1	43,00	45,00	45,40	133,40	44,47
T14	A3B1C2	45,00	45,00	45,60	135,60	45,20
T15	A3B2C1	47,00	46,20	47,00	140,20	46,73
T16	A3B2C2	46,20	44,00	45,00	135,20	45,07
T17	A3B3C1	52,00	52,60	50,20	154,80	51,60
T18	A3B3C2	53,60	52,00	52,00	157,60	52,53

Cuadro 26: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	911,037					
Tratamiento	17	853,304	50,194	31,299	**	1,915	2,512
Factor A	2	69,019	34,510	21,519	**	3,260	5,250
Factor B	2	750,335	375,167	233,938	**	3,260	5,250
A x B	4	12,723	3,181	1,983	NS	2,630	3,890
Factor C	1	2,160	2,160	1,347	NS	4,110	7,890
A x C	2	6,524	3,262	2,034	NS	3,260	5,250
B x C	2	0,124	0,062	0,039	NS	3,260	5,250
A x B x C	4	12,418	3,104	1,936	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	57,733	1,604				

CV: 2,75 %

Como se aprecia en el análisis de varianza, existe alta significación estadística para tratamientos, factor **A** y **B**; es decir que la disminución de los sólidos solubles en el jarabe dependen del tipo de fruta y la concentración de sólidos solubles presentes en el mismo.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores **A** y **B**.

Cuadro 27: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos	
T18	A3B3C2	52,53	a
T5	A1B3C1	51,93	a
T17	A3B3C1	51,60	a
T6	A1B3C2	51,00	a
T11	A2B3C1	50,60	a
T12	A2B3C2	49,80	a
T15	A3B2C1	46,73	b
T14	A3B1C2	45,20	b
T16	A3B2C2	45,07	b
T13	A3B1C1	44,47	c
T9	A2B2C1	43,80	c
T4	A1B2C2	43,60	c
T7	A2B1C1	42,93	c
T10	A2B2C2	42,33	c
T3	A1B2C1	41,93	c
T1	A1B1C1	41,87	c
T2	A1B1C2	41,67	c
T8	A2B1C2	41,07	c

En el cuadro anterior; se observa que los tratamientos **T18, T5, T17, T6, T11, y T12** poseen rango **a**; notándose únicamente diferencia matemática en el valor de las medias calculadas para cada tratamiento dentro de un mismo rango.

Cuadro 28: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A3	47,60	a
A1	45,33	b
A2	45,09	b

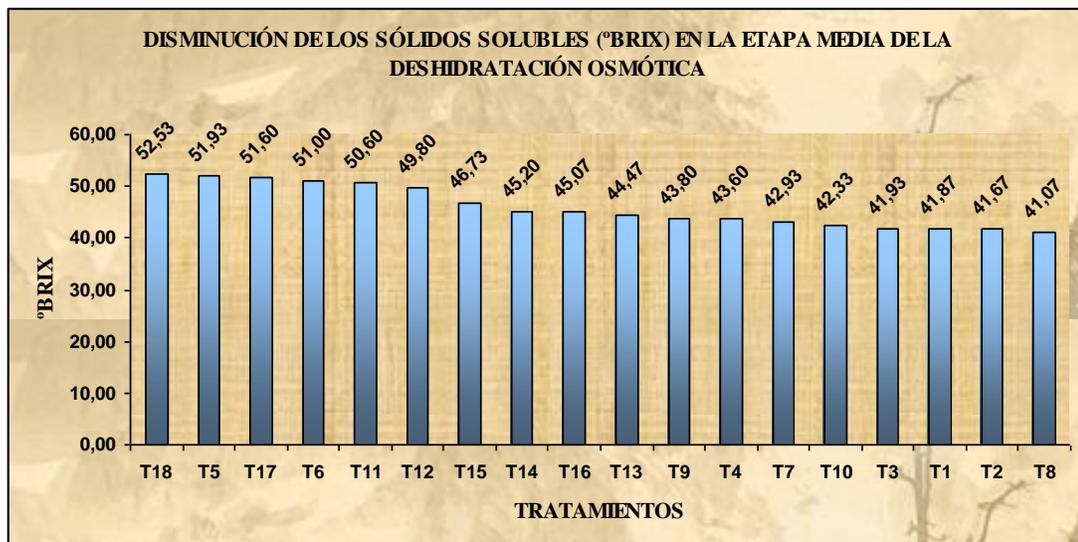
Al realizar DMS para el factor **A**, se aprecia que el mejor nivel es **A3** (Pepino dulce). Es decir, que la disminución de sólidos solubles en el jarabe depende del tipo de fruta evaluada.

Cuadro 29: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe)

Factor	Medias	Rango
B3	51,24	a
B2	43,91	b
B1	42,87	c

Al realizar DMS para el factor **B**, se observa que todos sus niveles son diferentes; concluyendo como mejor nivel **B3** (70 °Brix). Es decir, que la disminución de los sólidos solubles dentro del proceso de deshidratación osmótica, dependen de la concentración de los mismos en el jarabe.

Gráfico 8: Disminución de sólidos solubles en la etapa media de la deshidratación osmótica



En el gráfico anterior se observa que **T18** (Pepino dulce, 70 ° Brix y 20 horas) es el tratamiento que más sólidos solubles absorbió del jarabe, en la etapa media del proceso de deshidratación osmótica directa.

4.6 SÓLIDOS SOLUBLES EN EL JARABE EN LA ETAPA FINAL DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA

Los datos medidos en esta variable se detallan a continuación:

Cuadro 30: Disminución de sólidos solubles en la etapa final de la deshidratación osmótica

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	38,80	38,00	39,00	115,80	38,60
T2	A1B1C2	38,00	35,40	37,00	110,40	36,80
T3	A1B2C1	38,20	37,00	37,40	112,60	37,53
T4	A1B2C2	40,60	37,20	38,60	116,40	38,80
T5	A1B3C1	48,00	47,60	47,40	143,00	47,67
T6	A1B3C2	49,00	48,00	48,60	145,60	48,53
T7	A2B1C1	39,20	38,80	39,80	117,80	39,27
T8	A2B1C2	38,80	36,40	38,20	113,40	37,80
T9	A2B2C1	42,00	40,60	41,20	123,80	41,27
T10	A2B2C2	40,00	38,00	38,60	116,60	38,87
T11	A2B3C1	46,60	45,40	48,00	140,00	46,67
T12	A2B3C2	47,20	45,00	46,20	138,40	46,13
T13	A3B1C1	41,00	42,20	40,80	124,00	41,33
T14	A3B1C2	42,40	41,20	40,20	123,80	41,27
T15	A3B2C1	46,00	43,60	42,80	132,40	44,13
T16	A3B2C2	45,00	42,00	43,00	130,00	43,33
T17	A3B3C1	48,20	49,00	47,40	144,60	48,20
T18	A3B3C2	51,80	47,00	47,20	146,00	48,67

Cuadro 31: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	964,857					
Tratamiento	17	911,230	53,602	35,983	**	1,915	2,512
Factor A	2	108,668	54,334	36,475	**	3,260	5,250
Factor B	2	736,277	368,139	247,134	**	3,260	5,250
A x B	4	44,305	11,076	7,436	**	2,630	3,890
Factor C	1	3,325	3,325	2,232	NS	4,110	7,890
A x C	2	6,490	3,245	2,179	NS	3,260	5,250
B x C	2	4,419	2,210	1,483	NS	3,260	5,250
A x B x C	4	7,745	1,936	1,300	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	53,627	1,490				

CV: 2,87 %

En el análisis de varianza; se aprecia alta significación estadística para tratamientos, factor **A** y **B**, e interacción (**A x B**); es decir que la disminución de los sólidos solubles en el jarabe dependen de las frutas y de la concentración de °Brix.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores **A** y **B**.

Cuadro 32: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos	
T18	A3B3C2	48,67	a
T6	A1B3C2	48,53	a
T17	A3B3C1	48,20	a
T5	A1B3C1	47,67	a
T11	A2B3C1	46,67	a
T12	A2B3C2	46,13	a
T15	A3B2C1	44,13	b
T16	A3B2C2	43,33	b
T13	A3B1C1	41,33	b
T9	A2B2C1	41,27	b
T14	A3B1C2	41,27	b
T7	A2B1C1	39,27	c
T10	A2B2C2	38,87	c
T4	A1B2C2	38,80	c
T1	A1B1C1	38,60	c
T8	A2B1C2	37,80	c
T3	A1B2C1	37,53	c
T2	A1B1C2	36,80	d

En el cuadro anterior; se observa que los tratamientos: **T18, T6, T17, T5, T11, y T12** poseen rango **a**; concluyendo como mejor tratamiento a **T18** (Pepino dulce, 70 °Brix, 20 horas) únicamente por diferencia matemática en el valor de las medias calculadas.

Cuadro 33: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A3	44,49	a
A2	41,67	b
A1	41,32	b

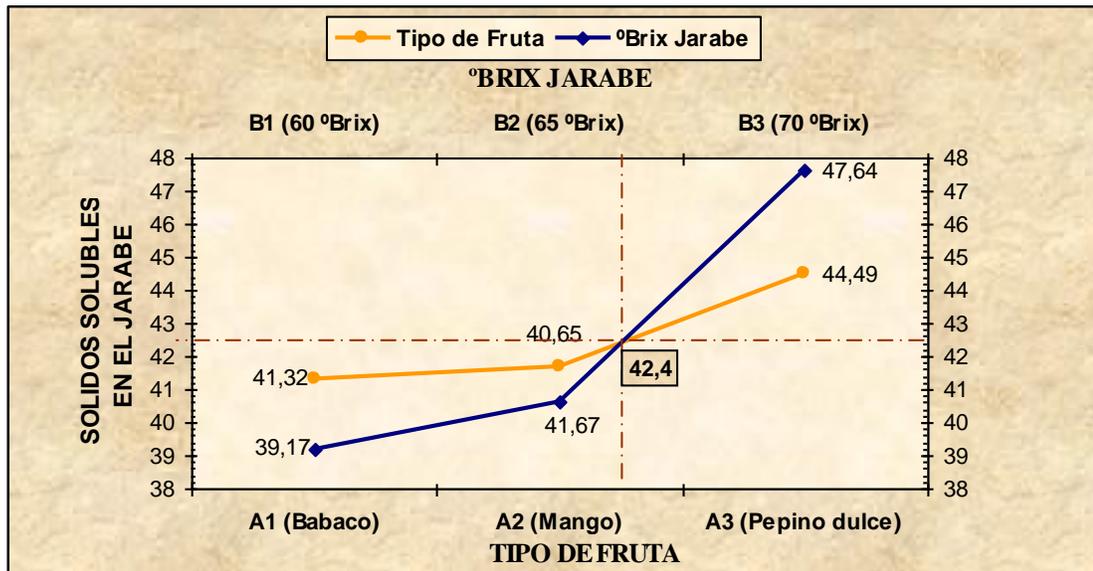
Al realizar DMS para el factor **A**, se aprecia dos rangos; concluyendo como mejor nivel **A3** (Pepino dulce). De lo cual se concluye que la disminución de sólidos solubles en el jarabe depende del tipo de fruta evaluada.

Cuadro 34: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe)

Factor	Medias	Rango
B3	47,64	a
B2	40,65	b
B1	39,17	c

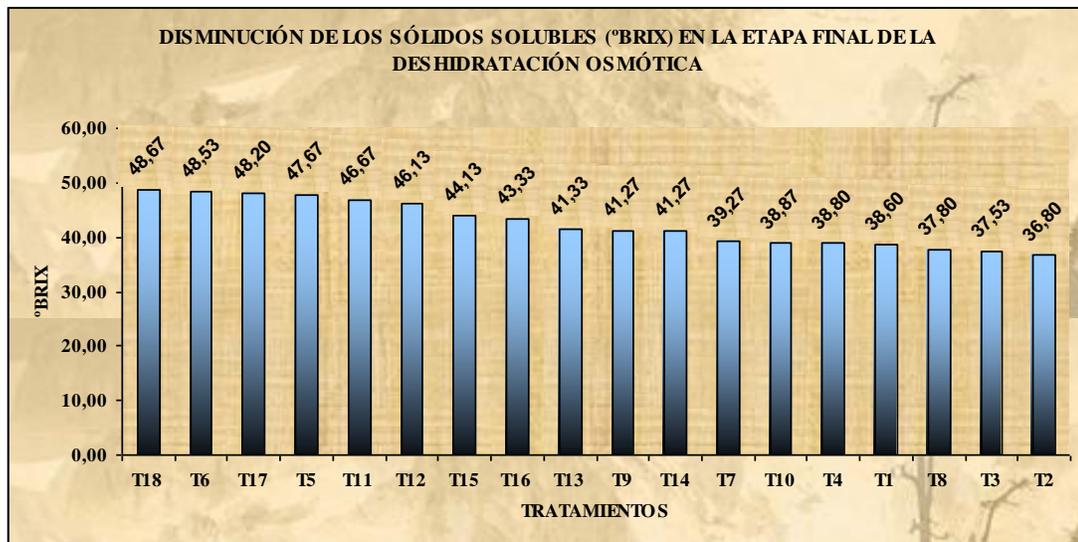
Al realizar DMS para el factor **B**, se observa que todos sus niveles son diferentes; concluyendo como mejor nivel **B3** (70 °Brix). Es decir, que la disminución de los sólidos solubles en el jarabe dependen de la concentración de °Brix en el mismo; a mayor concentración de sólidos solubles mayor cantidad de agua es extraída de la pulpa.

Gráfico 9: Interacción de los factores A (Frutas) y B (Sólidos solubles en el jarabe) en la variable sólidos solubles en el jarabe, en la etapa final de la deshidratación osmótica



En el gráfico anterior, se observa que el punto crítico de la interacción entre los factores **A** (Frutas) y **B** (Sólidos solubles en el jarabe) para la variable sólidos solubles en el jarabe es de 42.4, es decir que este valor interactúa directamente entre el nivel **A2** (mango) y la concentración de 65 ° Brix.

Gráfico 10: 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.

4.7 VOLUMEN DEL JARABE EN LA ETAPA MEDIA DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA

Los datos de esta variable se presentan a continuación:

Cuadro 35: Aumento en el volumen del jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica directa

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	1130,00	1170,00	1150,00	3450,00	1150,00
T2	A1B1C2	1090,00	1110,00	1100,00	3300,00	1100,00
T3	A1B2C1	1070,00	1100,00	1050,00	3220,00	1073,33
T4	A1B2C2	1140,00	1200,00	1100,00	3440,00	1146,67
T5	A1B3C1	1160,00	1110,00	1110,00	3380,00	1126,67
T6	A1B3C2	1020,00	1180,00	1080,00	3280,00	1093,33
T7	A2B1C1	1190,00	1150,00	1130,00	3470,00	1156,67
T8	A2B1C2	1220,00	1220,00	1180,00	3620,00	1206,67
T9	A2B2C1	1230,00	1180,00	1200,00	3610,00	1203,33
T10	A2B2C2	1210,00	1200,00	1190,00	3600,00	1200,00
T11	A2B3C1	1200,00	1220,00	1200,00	3620,00	1206,67
T12	A2B3C2	1210,00	1230,00	1200,00	3640,00	1213,33
T13	A3B1C1	1230,00	1210,00	1210,00	3650,00	1216,67
T14	A3B1C2	1260,00	1230,00	1200,00	3690,00	1230,00
T15	A3B2C1	1270,00	1260,00	1210,00	3740,00	1246,67
T16	A3B2C2	1250,00	1260,00	1220,00	3730,00	1243,33
T17	A3B3C1	1260,00	1290,00	1240,00	3790,00	1263,33
T18	A3B3C2	1250,00	1260,00	1250,00	3760,00	1253,33

Cuadro 36: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	208550,000					
Tratamiento	17	175016,667	10295,098	11,052	**	1,915	2,512
Factor A	2	150077,778	75038,889	80,559	**	3,260	5,250
Factor B	2	2344,444	1172,222	1,258	NS	3,260	5,250
A x B	4	4844,444	1211,111	1,300	NS	2,630	3,890
Factor C	1	312,963	312,963	0,336	NS	4,110	7,890
A x C	2	1159,259	579,630	0,622	NS	3,260	5,250
B x C	2	2670,370	1335,185	1,433	NS	3,260	5,250
A x B x C	4	13607,407	3401,852	3,652	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	33533,333	931,481				

CV: 2,58 %

En el análisis de varianza, se observa alta significación estadística para tratamientos y factor A. Es decir, que el aumento de volumen en el jarabe depende del tipo de fruta en estudio, mientras mayor sea la cantidad de agua que la fruta posea en su composición, mayor será el incremento de volumen en el jarabe.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y DMS para el factor A.

Cuadro 37: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

Tratamientos		Medias	Rangos
T17	A3B3C1	1263,33	a
T18	A3B3C2	1253,33	a
T15	A3B2C1	1246,67	a
T16	A3B2C2	1243,33	a
T14	A3B1C2	1230,00	a
T13	A3B1C1	1216,67	a
T12	A2B3C2	1213,33	a
T8	A2B1C2	1206,67	a
T11	A2B3C1	1206,67	a
T9	A2B2C1	1203,33	a
T10	A2B2C2	1200,00	a
T7	A2B1C1	1156,67	b
T1	A1B1C1	1150,00	b
T4	A1B2C2	1146,67	b
T5	A1B3C1	1126,67	b
T2	A1B1C2	1100,00	b
T6	A1B3C2	1093,33	b
T3	A1B2C1	1073,33	c

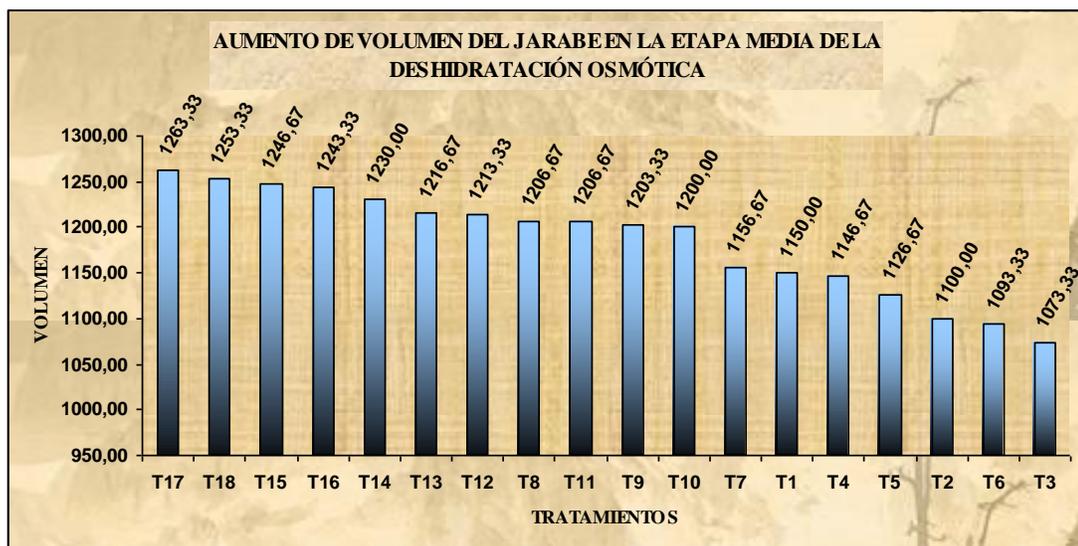
En el cuadro anterior; se observa que **T17, T18, T15, T16, T14, T13, T12, T8, T11, T9** y **T10** son tratamientos que poseen rango **a**; concluyendo a **T17** como el mejor tratamiento únicamente por diferencia matemática en el valor de las medias calculadas para cada tratamiento dentro del rango.

Cuadro 38: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A3	1242,22	a
A2	1197,78	b
A1	1115,00	c

Al realizar DMS para el factor A, se observa que todos los niveles son diferentes; concluyendo como mejor nivel **A3** (Pepino dulce). Es decir, que el aumento de volumen en el jarabe depende del tipo de fruta evaluada.

Gráfico 11: Aumento en el volumen del jarabe en la etapa media de la deshidratación osmótica directa



Al observar el gráfico, se aprecia 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 media del proceso de deshidratación osmótica directa.

4.8 VOLUMEN DEL JARABE EN LA ETAPA FINAL DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA

A continuación se representan los valores de aumento en el volumen del jarabe, para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Cuadro 39: Aumento en el volumen del jarabe en la etapa final de la deshidratación osmótica directa

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	1200,00	1240,00	1210,00	3650,00	1216,67
T2	A1B1C2	1200,00	1230,00	1190,00	3620,00	1206,67
T3	A1B2C1	1140,00	1210,00	1060,00	3410,00	1136,67
T4	A1B2C2	1260,00	1280,00	1250,00	3790,00	1263,33
T5	A1B3C1	1220,00	1220,00	1200,00	3640,00	1213,33
T6	A1B3C2	1180,00	1210,00	1170,00	3560,00	1186,67
T7	A2B1C1	1260,00	1300,00	1220,00	3780,00	1260,00
T8	A2B1C2	1280,00	1250,00	1250,00	3780,00	1260,00
T9	A2B2C1	1280,00	1210,00	1250,00	3740,00	1246,67
T10	A2B2C2	1380,00	1210,00	1270,00	3860,00	1286,67
T11	A2B3C1	1280,00	1290,00	1280,00	3850,00	1283,33
T12	A2B3C2	1280,00	1290,00	1280,00	3850,00	1283,33
T13	A3B1C1	1310,00	1350,00	1310,00	3970,00	1323,33
T14	A3B1C2	1370,00	1330,00	1320,00	4020,00	1340,00
T15	A3B2C1	1380,00	1340,00	1330,00	4050,00	1350,00
T16	A3B2C2	1300,00	1340,00	1310,00	3950,00	1316,67
T17	A3B3C1	1360,00	1380,00	1340,00	4080,00	1360,00
T18	A3B3C2	1310,00	1340,00	1340,00	3990,00	1330,00

Cuadro 40: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	234698,148					
Tratamiento	17	192698,148	11335,185	9,716	**	1,915	2,512
Factor A	2	158670,370	79335,185	68,002	**	3,260	5,250
Factor B	2	959,259	479,630	0,411	NS	3,260	5,250
A x B	4	1951,852	487,963	0,418	NS	2,630	3,890
Factor C	1	1157,407	1157,407	0,992	NS	4,110	7,890
A x C	2	4781,481	2390,741	2,049	NS	3,260	5,250
B x C	2	9359,259	4679,630	4,011	NS	3,260	5,250
A x B x C	4	15818,519	3954,630	3,390	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	42000,000	1166,667				

CV: 2,69 %

En el análisis de varianza se observa alta significación estadística para tratamientos y factor A. Es decir, que el aumento de volumen en el jarabe depende del tipo de fruta evaluada, independientemente del tiempo de inmersión y la concentración de sólidos solubles en el jarabe.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y DMS para el factor A.

Cuadro 41: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

Tratamientos	Medias	Rangos	
T17	A3B3C1	1360,00	a
T15	A3B2C1	1350,00	a
T14	A3B1C2	1340,00	a
T18	A3B3C2	1330,00	a
T13	A3B1C1	1323,33	a
T16	A3B2C2	1316,67	a
T10	A2B2C2	1286,67	a
T11	A2B3C1	1283,33	a
T12	A2B3C2	1283,33	a
T4	A1B2C2	1263,33	a
T7	A2B1C1	1260,00	a
T8	A2B1C2	1260,00	a
T9	A2B2C1	1246,67	b
T1	A1B1C1	1216,67	b
T5	A1B3C1	1213,33	b
T2	A1B1C2	1206,67	b
T6	A1B3C2	1186,67	b
T3	A1B2C1	1136,67	c

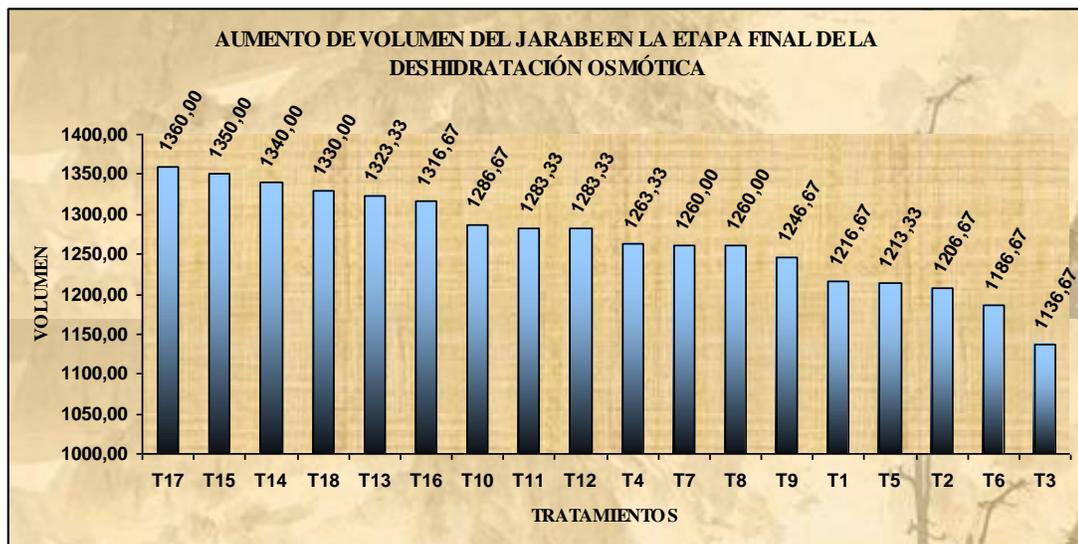
En el cuadro anterior; se observa que: **T17, T15, T14, T18, T13, T16, T10, T11, T12, T4, T7 y T8** poseen rango **a**; es decir el comportamiento durante la investigación es similar, únicamente existe diferencia matemática en el valor de las medias calculadas para cada tratamiento dentro del rango.

Cuadro 42: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A3	1336,67	a
A2	1270,00	b
A1	1203,89	c

Al realizar DMS para el factor **A**, se aprecia que todos los niveles son diferentes; concluyendo como mejor nivel **A3** (Pepino dulce). Es decir, que el aumento de volumen en el jarabe depende del tipo de fruta evaluada en esta investigación.

Gráfico 12: 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.

4.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE RENDIMIENTO EN EL PRODUCTO TERMINADO

En el siguiente cuadro, se muestran los valores medidos para el rendimiento del producto terminado.

Cuadro 43: Rendimiento del producto terminado

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	19,62	18,51	18,50	56,63	18,88
T2	A1B1C2	19,01	19,98	19,09	58,08	19,36
T3	A1B2C1	21,21	21,22	20,56	62,99	21,00
T4	A1B2C2	19,96	20,11	22,63	62,70	20,90
T5	A1B3C1	21,86	21,43	22,39	65,68	21,89
T6	A1B3C2	23,01	22,95	22,71	68,67	22,89
T7	A2B1C1	25,42	26,60	24,54	76,56	25,52
T8	A2B1C2	25,29	25,04	24,04	74,37	24,79
T9	A2B2C1	26,86	25,89	24,01	76,76	25,59
T10	A2B2C2	25,65	25,68	24,17	75,50	25,17
T11	A2B3C1	23,88	24,01	24,96	72,85	24,28
T12	A2B3C2	25,05	26,99	26,97	79,01	26,34
T13	A3B1C1	10,42	10,57	11,00	31,99	10,66
T14	A3B1C2	10,58	11,16	10,15	31,89	10,63
T15	A3B2C1	8,67	9,04	9,94	27,65	9,22
T16	A3B2C2	10,90	10,57	11,18	32,65	10,88
T17	A3B3C1	9,76	9,86	10,02	29,64	9,88
T18	A3B3C2	10,33	10,44	10,26	31,03	10,34

Cuadro 44: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	2207,073					
Tratamiento	17	2186,699	128,629	227,281	**	1,915	2,513
Factor A	2	2139,225	1069,612	1889,948	**	3,260	5,250
Factor B	2	8,371	4,186	7,396	**	3,260	5,250
A x B	4	25,369	6,342	11,207	**	2,630	3,890
Factor C	1	3,202	3,202	5,658	*	4,110	7,890
A x C	2	0,361	0,180	0,319	NS	3,260	5,250
B x C	2	3,670	1,835	3,242	NS	3,260	5,250
A x B x C	4	6,500	1,625	2,871	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	20,374	0,566				

CV: 4,004 %

Al realizar el análisis de varianza se observa alta significación estadística para tratamientos, factor **A** y **B**, e interacción (**A x B**) y para el factor **C** significación estadística al 5 %. Es decir, que el rendimiento del producto terminado depende del tipo de fruta, las concentraciones de sólidos solubles y el tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe; mientras menor sea la cantidad de agua que la fruta posea en su composición, mayor será el rendimiento.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos y DMS para los factores **A**, **B** y **C**.

Cuadro 45: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

Tratamientos		Medias	Rangos
T12	A2B3C2	26,34	a
T9	A2B2C1	25,59	a
T7	A2B1C1	25,52	a
T10	A2B2C2	25,17	a
T8	A2B1C2	24,79	a
T11	A2B3C1	24,28	a
T6	A1B3C2	22,89	b
T5	A1B3C1	21,89	b
T3	A1B2C1	21,00	c
T4	A1B2C2	20,90	c
T2	A1B1C2	19,36	d
T1	A1B1C1	18,88	d
T16	A3B2C2	10,88	d
T13	A3B1C1	10,66	e
T14	A3B1C2	10,63	e
T18	A3B3C2	10,34	e
T17	A3B3C1	9,88	f
T15	A3B2C1	9,22	f

En el cuadro anterior; se aprecia que: **T12, T9, T7, T10, T8 y T11** poseen rango **a**; notándose únicamente diferencia matemática en el valor de las medias calculadas para cada tratamiento dentro del mismo rango.

Cuadro 46: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A2	25,28	a
A1	20,82	b
A3	10,27	c

Al realizar DMS para el factor **A**, se observa que todos los niveles son diferentes; concluyendo como mejores nivel **A2** (Mango). Esto se presenta debido a que cada fruta en estudio posee porcentaje de agua y fibra distinto.

Cuadro 47: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe)

Factor	Medias	Rango
B3	19,27	a
B2	18,79	a
B1	18,31	b

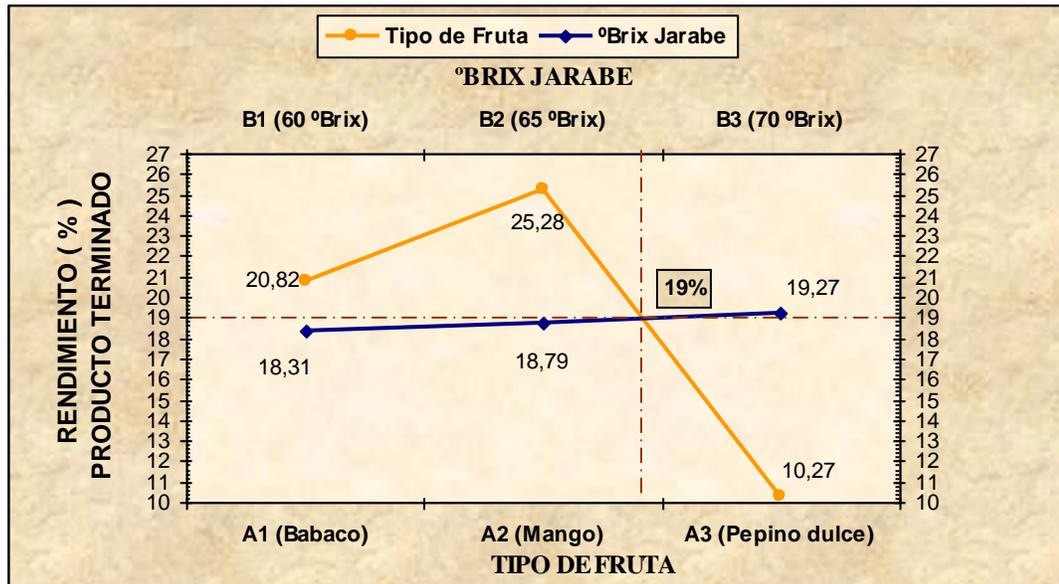
Al realizar DMS para el factor **B**, se concluye como mejor nivel **B3** por diferencia estadística en sus medias tabuladas. Esto significa que a mayor concentración de sólidos solubles y dependiendo de la fruta el rendimiento del producto es mayor.

Cuadro 48: Prueba DMS para el factor C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe)

Factor	Medias	Rango
C2	19.03	a
C1	18.55	a

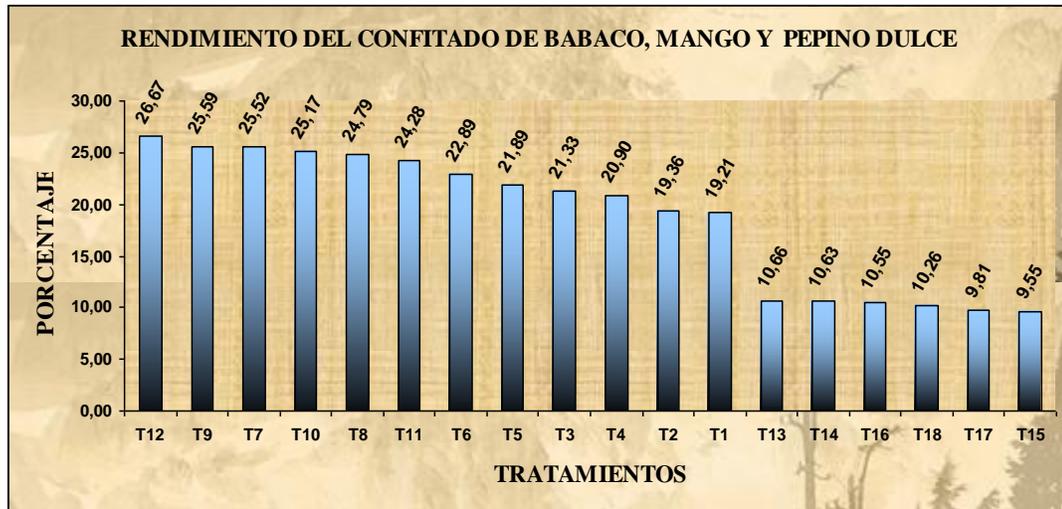
Al realizar DMS para el factor **C**, se concluye que los niveles **C1** y **C2** poseen un mismo rango, únicamente se observa significación estadística entre el valor de sus medias. Es decir, que el rendimiento del producto terminado no depende del tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe.

Gráfico 13: Interacción de los factores A (Frutas) y B (Sólidos solubles en el jarabe) en la variable rendimiento del producto terminado



Al observar el gráfico anterior, se observa que el punto crítico de la interacción entre los factores **A** (Frutas) y **B** (Sólidos solubles en el jarabe) en la variable rendimiento del producto terminado es del 19%, es decir que este valor interactúa directamente entre el nivel **A2** (mango) y la concentración de 65 ° Brix.

Gráfico 14: 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.

4.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE pH EN EL PRODUCTO TERMINADO

A continuación, se muestran los datos de pH medidos al final de la investigación en el producto terminado.

Cuadro 49: pH en el producto terminado

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	4,68	4,60	4,53	13,81	4,60
T2	A1B1C2	4,31	4,68	4,55	13,54	4,51
T3	A1B2C1	4,51	4,62	4,45	13,58	4,53
T4	A1B2C2	4,43	4,59	4,27	13,29	4,43
T5	A1B3C1	4,25	4,52	4,42	13,19	4,40
T6	A1B3C2	4,17	5,01	4,37	13,55	4,52
T7	A2B1C1	4,35	4,13	4,49	12,97	4,32
T8	A2B1C2	4,28	4,38	4,42	13,08	4,36
T9	A2B2C1	3,96	4,13	4,51	12,60	4,20
T10	A2B2C2	4,38	4,04	4,60	13,02	4,34
T11	A2B3C1	4,18	4,19	4,36	12,73	4,24
T12	A2B3C2	4,64	4,31	4,40	13,35	4,45
T13	A3B1C1	5,61	5,52	5,42	16,55	5,52
T14	A3B1C2	5,70	5,71	5,58	16,99	5,66
T15	A3B2C1	5,54	5,54	5,57	16,65	5,55
T16	A3B2C2	5,60	5,75	5,40	16,75	5,58
T17	A3B3C1	5,52	5,54	5,41	16,47	5,49
T18	A3B3C2	5,62	5,63	5,51	16,76	5,59

Cuadro 50: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	17,741					
Tratamiento	17	16,589	0,976	30,485	**	1,915	2,512
Factor A	2	16,333	8,167	255,130	**	3,260	5,250
Factor B	2	0,036	0,018	0,555	NS	3,260	5,250
A x B	4	0,029	0,007	0,226	NS	2,630	3,890
Factor C	1	0,059	0,059	1,833	NS	4,110	7,890
A x C	2	0,055	0,028	0,864	NS	3,260	5,250
B x C	2	0,038	0,019	0,597	NS	3,260	5,250
A x B x C	4	0,039	0,010	0,305	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	1,152	0,032				

CV: 3,73 %

El análisis del ADEVA determina, que los tratamientos y el factor **A**, son altamente significativos. Es decir, que el valor del pH del producto terminado depende de los niveles de frutas evaluados.

Al existir significación estadística se realizó las pruebas de, Tukey al 5 % para tratamientos y DMS para el factor **A**.

Cuadro 51: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

Tratamientos		Medias	Rangos
T9	A2B2C1	4,20	a
T11	A2B3C1	4,24	a
T7	A2B1C1	4,32	a
T10	A2B2C2	4,34	a
T8	A2B1C2	4,36	a
T5	A1B3C1	4,40	a
T4	A1B2C2	4,43	a
T12	A2B3C2	4,45	a
T2	A1B1C2	4,51	a
T6	A1B3C2	4,52	a
T3	A1B2C1	4,53	a
T1	A1B1C1	4,60	b
T17	A3B3C1	5,49	c
T13	A3B1C1	5,52	c
T15	A3B2C1	5,55	c
T16	A3B2C2	5,58	c
T18	A3B3C2	5,59	c
T14	A3B1C2	5,66	c

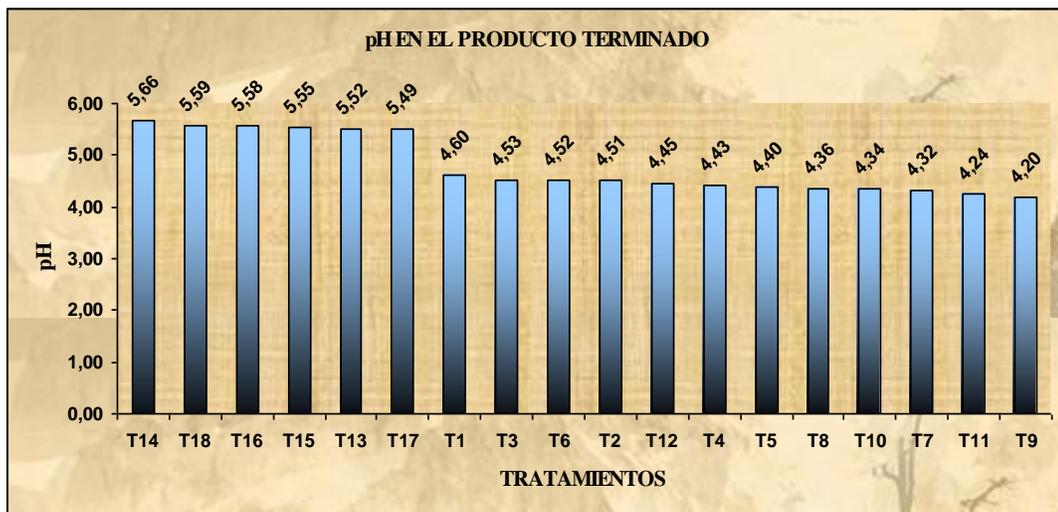
En el cuadro de Tukey al 5% para tratamientos se aprecia que **T9, T11, T7, T10, T8, T5, T4, T12, T2, T6 y T3**, poseen rango **a**. Concluyendo como mejor tratamiento **T9** (Mango, 65 °Brix, 17 horas) únicamente por diferencia matemática en el valor de las medias calculadas.

Cuadro 52: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A2	4,32	a
A1	4,50	b
A3	5,57	c

Al realizar DMS para el factor **A** se aprecia que todos sus niveles son diferentes; es decir, que la disminución de pH en el producto terminado depende del tipo de fruta evaluada en esta investigación. Concluyendo como mejor nivel **A2** (Mango).

Gráfico 15: 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.

4.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES EN EL PRODUCTO TERMINADO

En el siguiente cuadro se representan los valores medidos en la variable sólidos solubles en el producto terminado.

Cuadro 53: Sólidos solubles (°Brix) en el producto terminado

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	65,07	68,34	65,03	198,44	66,15
T2	A1B1C2	65,22	72,32	62,69	200,23	66,74
T3	A1B2C1	70,02	68,25	69,12	207,39	69,13
T4	A1B2C2	73,10	73,75	71,18	218,03	72,68
T5	A1B3C1	73,04	72,70	76,00	221,74	73,91
T6	A1B3C2	72,64	71,05	70,06	213,75	71,25
T7	A2B1C1	72,81	74,50	74,32	221,63	73,88
T8	A2B1C2	71,04	73,20	72,08	216,32	72,11
T9	A2B2C1	68,08	69,15	69,12	206,35	68,78
T10	A2B2C2	60,36	62,25	63,40	186,01	62,00
T11	A2B3C1	75,36	77,40	76,12	228,88	76,29
T12	A2B3C2	73,96	69,75	70,07	213,78	71,26
T13	A3B1C1	75,04	78,75	78,69	232,48	77,49
T14	A3B1C2	78,25	87,80	76,00	242,05	80,68
T15	A3B2C1	76,04	76,52	76,44	229,00	76,33
T16	A3B2C2	76,00	76,50	75,20	227,70	75,90
T17	A3B3C1	70,92	71,50	70,06	212,48	70,83
T18	A3B3C2	74,09	74,25	74,24	222,58	74,19

Cuadro 54: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	1242,293					
Tratamiento	17	1057,899	62,229	12,149	**	1,915	2,512
Factor A	2	375,462	187,731	36,651	**	3,260	5,250
Factor B	2	52,758	26,379	5,150	*	3,260	5,250
A x B	4	455,435	113,859	22,229	**	2,630	3,890
Factor C	1	5,960	5,960	1,164	NS	4,110	7,890
A x C	2	106,136	53,068	10,361	**	3,260	5,250
B x C	2	12,170	6,085	1,188	NS	3,260	5,250
A x B x C	4	49,977	12,494	2,439	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	184,395	5,122				

CV: 3,13%

Al realizar el ADEVA se aprecia alta significación estadística para tratamientos y factor **A**, e interacciones (**A x B**), (**A x C**) y para el factor **B** significación estadística al 5%. Es decir, que la concentración de sólidos solubles del producto terminado depende de los niveles de fruta y la concentración de sólidos solubles en el jarabe.

Al existir significación estadística se realizó las pruebas de, Tukey al 5 % para tratamientos y DMS para el factor **A** y **B**.

Cuadro 55: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos

Tratamientos		Medias	Rangos
T14	A3B3C2	80,68	a
T13	A3B1C2	77,49	a
T15	A3B1C1	76,33	a
T11	A3B2C1	76,29	a
T16	A3B2C2	75,90	a
T18	A2B3C1	74,19	a
T5	A1B3C1	73,91	a
T7	A1B2C2	73,88	a
T4	A2B1C1	72,68	b
T8	A2B3C2	72,11	b
T12	A2B1C2	71,26	b
T6	A1B3C2	71,25	b
T17	A3B3C1	70,83	b
T3	A1B1C2	69,13	b
T9	A1B2C1	68,78	b
T2	A2B2C1	66,74	c
T1	A1B1C1	66,15	c
T10	A2B2C2	62,00	c

En el cuadro de Tukey al 5% para tratamientos se observa que **T14, T13, T15, T11, T16, T18, T5 y T7**, poseen rango **a**. Es decir que entre los tratamientos de este rango únicamente existe diferencia matemática en las medias calculadas.

Cuadro 56: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A3	75.91	a
A2	70.72	b
A1	69.98	c

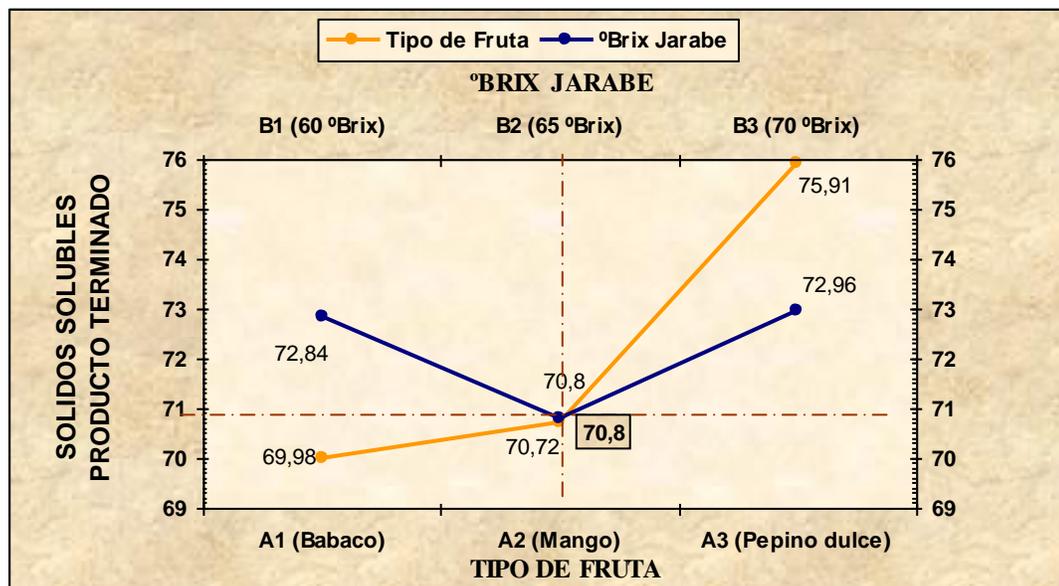
Al realizar DMS para el factor **A**, se concluye que **A3** es el mejor nivel. Es decir, que la concentración de sólidos solubles del producto terminado depende del tipo de fruta evaluada.

Cuadro 57: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe)

Factor	Medias	Rango
B3	72.96	a
B1	72.84	a
B2	70.80	b

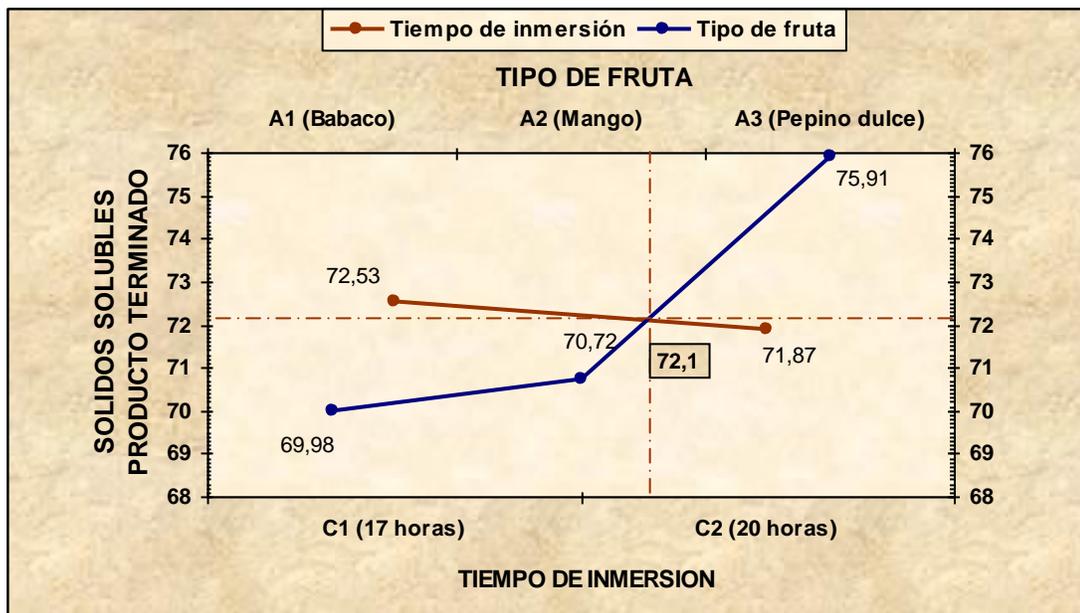
Al realizar DMS para el factor **B**, se observa que **B3** es el mejor nivel. Es decir, que la concentración de sólidos solubles del producto terminado depende de la concentración de sólidos solubles en el jarabe.

Gráfico 16: Interacción de los factores A (Frutas) y B (Sólidos solubles en el jarabe) en la variable sólidos solubles del producto terminado



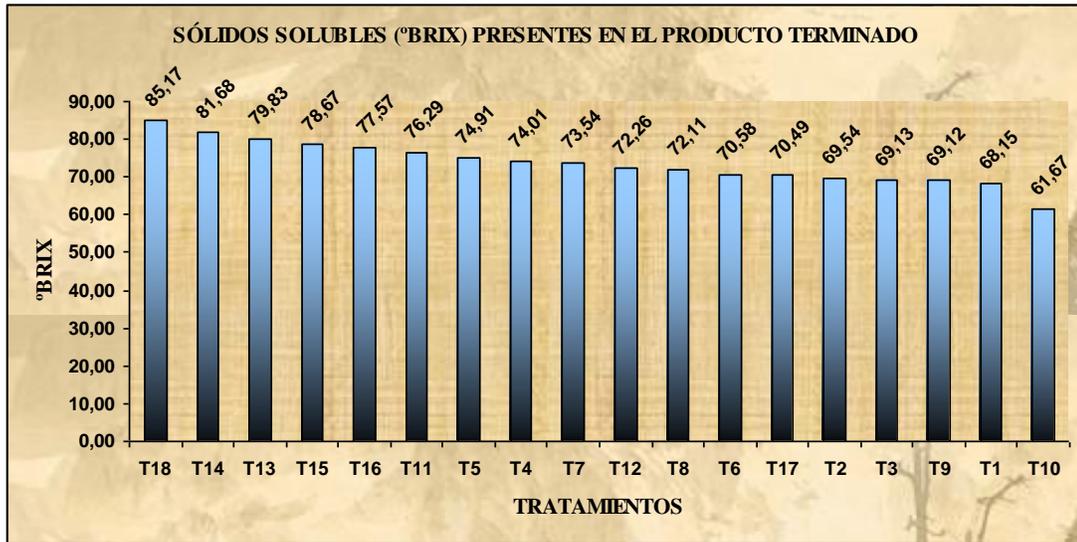
En el gráfico anterior, se observa que el punto crítico de la interacción entre los factores **A** (Frutas) y **B** (Sólidos solubles en el jarabe) en la variable sólidos solubles del producto terminado es 70.8 °Brix. Es decir, que este valor interactúa directamente entre el nivel **A2** (mango) y la concentración de 65 ° Brix.

Gráfico 17: Interacción entre los factores A (Frutas) y C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe) en la variable sólidos solubles del producto terminado



En el gráfico anterior se observa que, el punto crítico de la interacción entre los factores **C** (Tiempo de inmersión) y **A** (Tipo de fruta) en la variable sólidos solubles del producto terminado es 72.1 °Brix. Es decir, que este valor interactúa directamente entre el nivel **A2** (mango) y el tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe de 20 horas.

Gráfico 18: 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.

4.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA VARIABLE HUMEDAD EN EL PRODUCTO TERMINADO

En el siguiente cuadro, se representan los valores medidos, de la variable humedad en el producto terminado.

Cuadro 58: Contenido de humedad en el producto terminado

TRAT.	TRAT.	REPETICIONES			Σ TRAT	X
		1	2	3		
T1	A1B1C1	16,30	14,29	15,87	46,46	15,49
T2	A1B1C2	14,75	14,05	13,12	41,92	13,97
T3	A1B2C1	17,40	16,31	16,13	49,84	16,61
T4	A1B2C2	15,39	13,99	14,08	43,46	14,49
T5	A1B3C1	16,33	14,73	14,56	45,62	15,21
T6	A1B3C2	16,13	15,94	15,97	48,04	16,01
T7	A2B1C1	13,90	12,15	14,90	40,95	13,65
T8	A2B1C2	12,74	12,07	13,35	38,16	12,72
T9	A2B2C1	14,08	13,18	13,23	40,49	13,50
T10	A2B2C2	14,21	13,42	14,32	41,95	13,98
T11	A2B3C1	13,45	12,45	12,58	38,48	12,83
T12	A2B3C2	13,29	15,41	14,47	43,17	14,39
T13	A3B1C1	13,59	12,75	12,61	38,95	12,98
T14	A3B1C2	13,58	12,62	14,95	41,15	13,72
T15	A3B2C1	13,52	14,48	14,15	42,15	14,05
T16	A3B2C2	13,78	14,22	13,39	41,39	13,80
T17	A3B3C1	12,84	13,34	12,83	39,01	13,00
T18	A3B3C2	13,43	13,16	14,15	40,74	13,58

Cuadro 59: Análisis de varianza

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	S	5%	1%
Total	53	82,355					
Tratamiento	17	61,322	3,607	6,174	**	1,915	2,512
Factor A	2	38,034	19,017	32,548	**	3,260	5,250
Factor B	2	3,894	1,947	3,332	*	3,260	5,250
A x B	4	1,478	0,370	0,633	NS	2,630	3,890
Factor C	1	0,072	0,072	0,123	NS	4,110	7,890
A x C	2	5,127	2,564	4,388	*	3,260	5,250
B x C	2	7,524	3,762	6,439	**	3,260	5,250
A x B x C	4	5,192	1,298	2,222	NS	2,630	3,890
E. exp.	36	21,034	0,584				

CV: 5,42 %

Luego de realizar el análisis de varianza se aprecia que: tratamientos, Factor **A** e interacción (**B x C**) son altamente significativos. El factor **B** y la interacción (**A x C**) presentan significación estadística al 5%. Es decir, que la humedad del producto terminado depende del tipo de fruta evaluada y la concentración de sólidos solubles en el jarabe.

Al existir significación estadística se realizó las pruebas de, Tukey al 5 % para tratamientos y DMS para el factor **A** y **B**.

Cuadro 60: Prueba de Tukey al 5 % para tratamiento

Tratamientos		Medias	Rangos
T3	A1B2C1	16,61	a
T6	A1B3C2	16,01	a
T1	A1B1C1	15,49	a
T5	A1B3C1	15,21	a
T4	A1B2C2	14,49	a
T12	A2B3C2	14,39	a
T15	A3B2C1	14,05	b
T10	A2B2C2	13,98	b
T2	A1B1C2	13,97	b
T16	A3B2C2	13,80	b
T14	A3B1C2	13,72	b
T7	A2B1C1	13,65	b
T18	A3B3C2	13,58	b
T9	A2B2C1	13,50	b
T17	A3B3C1	13,00	b
T13	A3B1C1	12,98	b
T11	A2B3C1	12,83	b
T8	A2B1C2	12,72	b

Como se puede observar en el cuadro anterior los tratamientos que mayor humedad presentan en el producto terminado se encuentran en el rango **a** y son **T3**, **T6**, **T1**, **T5**, **T4**, y **T12**.

Cuadro 61: Prueba DMS para el factor A (Frutas)

Factor	Medias	Rango
A1	15,30	a
A3	13,52	b
A2	13,51	b

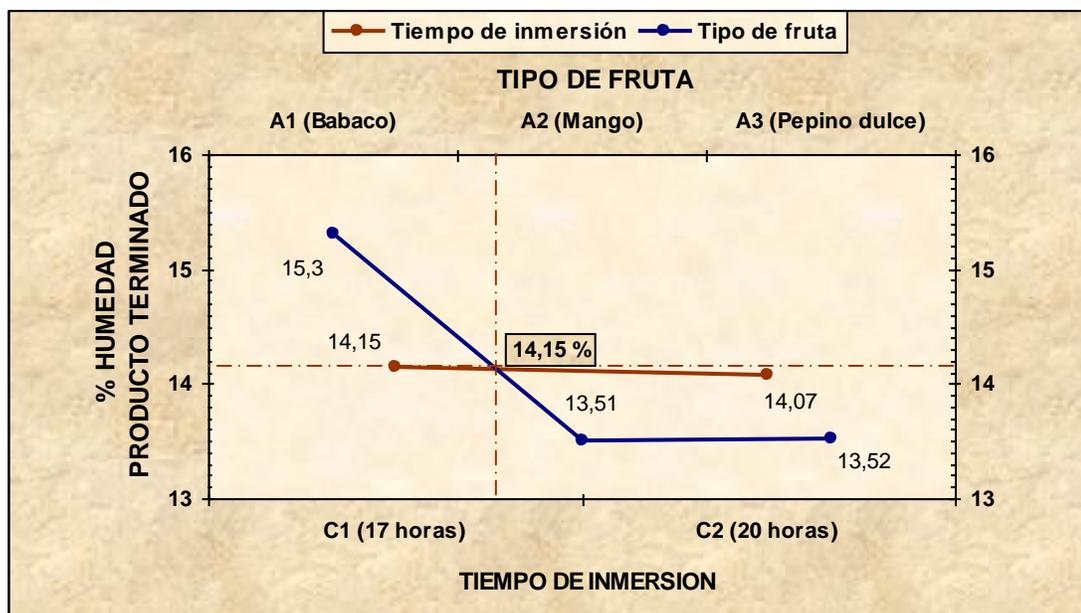
Al realizar DMS para el factor **A**, se concluye que **A1** es el mejor nivel. Es decir, que el porcentaje de humedad del producto terminado depende directamente del tipo de fruta evaluada.

Cuadro 62: Prueba DMS para el factor B (Sólidos solubles en el jarabe)

Factor	Medias	Rango
B2	14,40	a
B3	14,17	a
B1	13,76	b

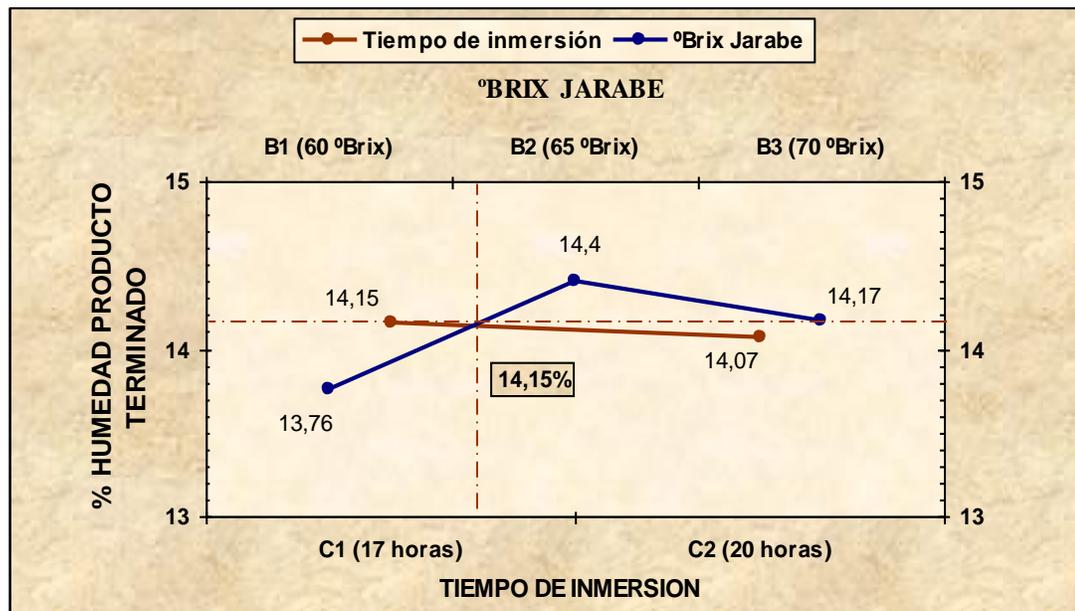
Al realizar DMS para el factor **B**, se aprecia que **B2** es el mejor nivel de este factor. Es decir, que el porcentaje de humedad del producto terminado depende de la concentración de sólidos solubles en el jarabe.

Gráfico 19: Interacción de los factores A (Frutas) y C Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe) en la variable humedad del producto terminado



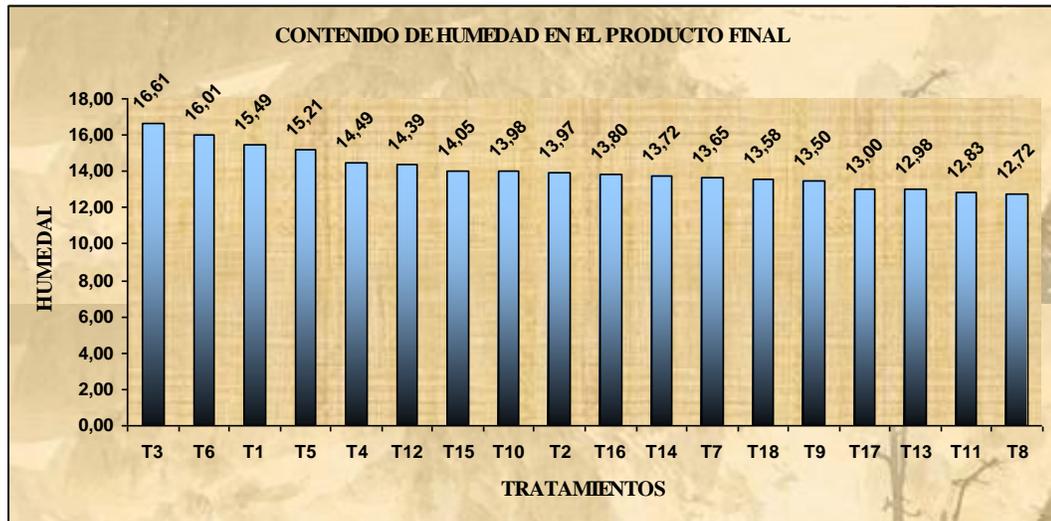
En el gráfico anterior se observa que, el punto crítico de la interacción entre los factores **C** (Tiempo de inmersión) y **A** (Tipo de fruta) en la variable humedad del producto terminado es 14.15%. Es decir, que este valor interactúa entre el nivel **A2** (mango) y el tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe de 17 horas.

Gráfico 20: Interacción de los factores B (Sólidos solubles en el jarabe) y C (Tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe) en la variable humedad del producto terminado



En el gráfico anterior se observa que, el punto crítico de la interacción entre los factores **B** (Sólidos solubles en el jarabe) y **C** (Tiempo de inmersión) en la variable humedad del producto terminado es 14.15%. Es decir, que este valor interactúa entre la concentración de 65 ° Brix y el tiempo de inmersión de la fruta en el jarabe de 17 horas.

Gráfico 21: 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.

4.13 ANÁLISIS SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

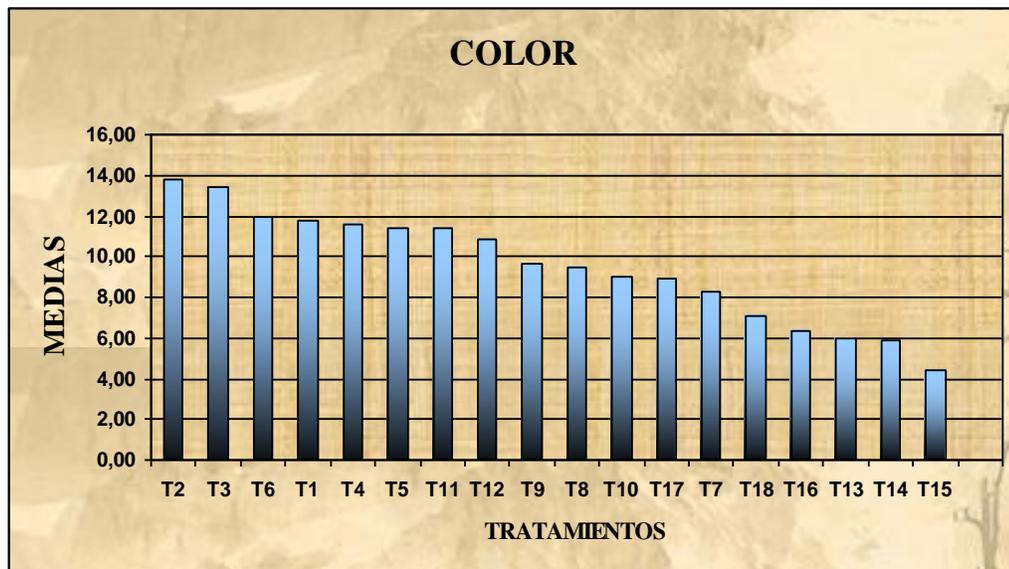
El análisis sensorial del producto terminado, se realizó con la finalidad de evaluar las características organolépticas como: color, olor, sabor y textura, y así determinar los tres mejores tratamientos según la aceptabilidad del panel degustador; el mismo que estuvo conformado por once personas.

Las hojas de encuesta para la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente se detallan en el Anexo 5.

4.13.1 Color

Los rangos tabulados luego de la evaluación sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 6.

Gráfico 22: Caracterización del color en el producto terminado

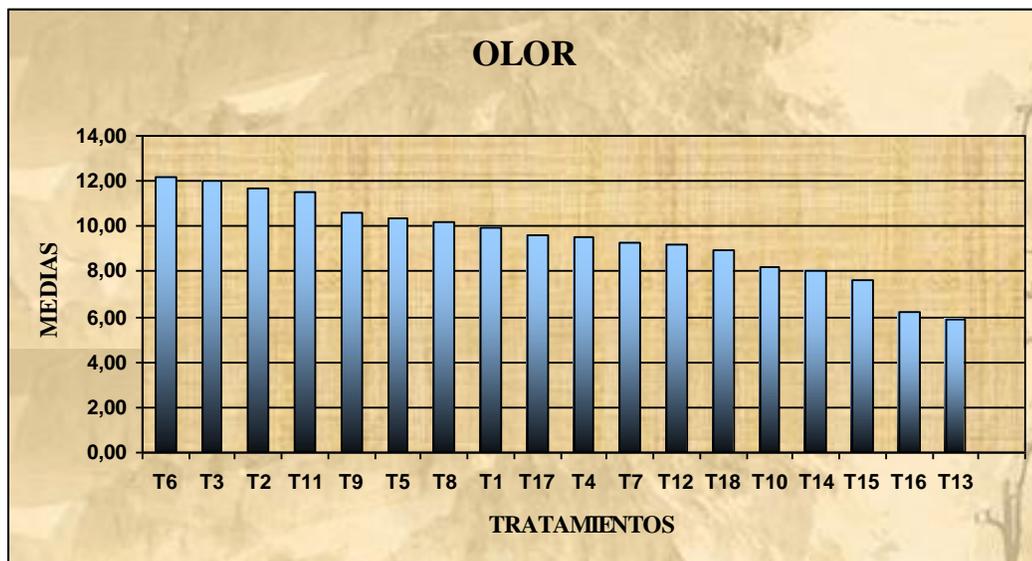


Al observar el gráfico anterior, se aprecia que **T2** (Babaco, 60 ° Brix y 20 horas), es el tratamiento que más aceptabilidad en color tuvo por parte del panel degustador; seguido de **T3** (Babaco, 65 °Brix y 17 horas) y **T6** (Babaco, 70 ° Brix y 20 horas); definiéndose así los tres mejores tratamientos de esta variable evaluada.

4.13.2 Olor

Los rangos tabulados luego de la evaluación sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 7.

Gráfico 23: Caracterización del olor en el producto terminado



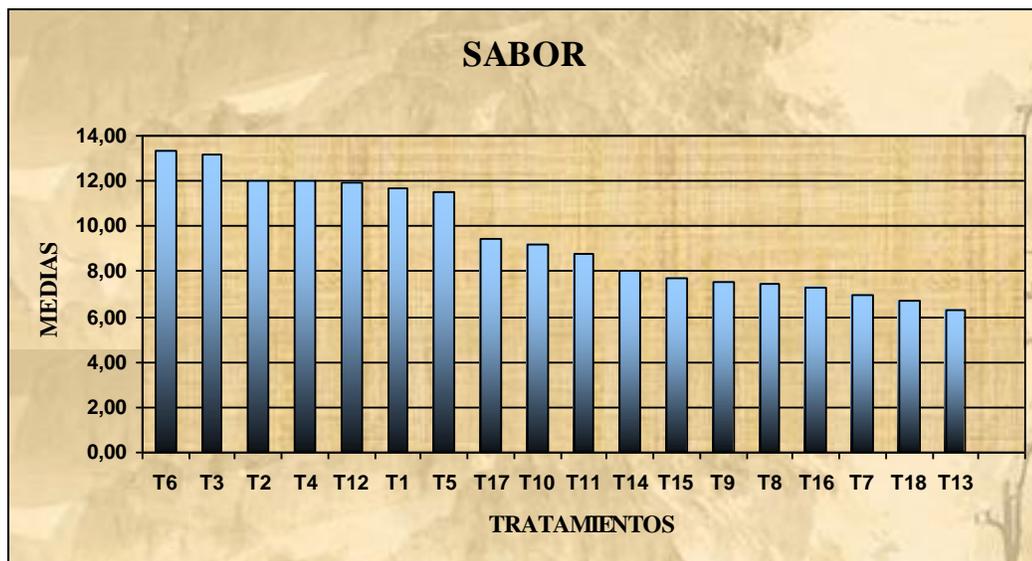
En el gráfico anterior, se observa que **T6** A1B3C2 (Babaco, 70 ° Brix y 20 horas), es el tratamiento que más aceptabilidad en olor tuvo por parte del panel degustador; seguido de **T3** A1B2C1 (Babaco, 65 °Brix y 17 horas) y **T2** A1B1C2 (Babaco, 60

° Brix y 20 horas); definiéndose así los tres mejores tratamientos en esta variable evaluada.

4.13.3 Sabor

Los rangos tabulados luego de la evaluación sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 8.

Gráfico 24: Caracterización del sabor en el producto terminado

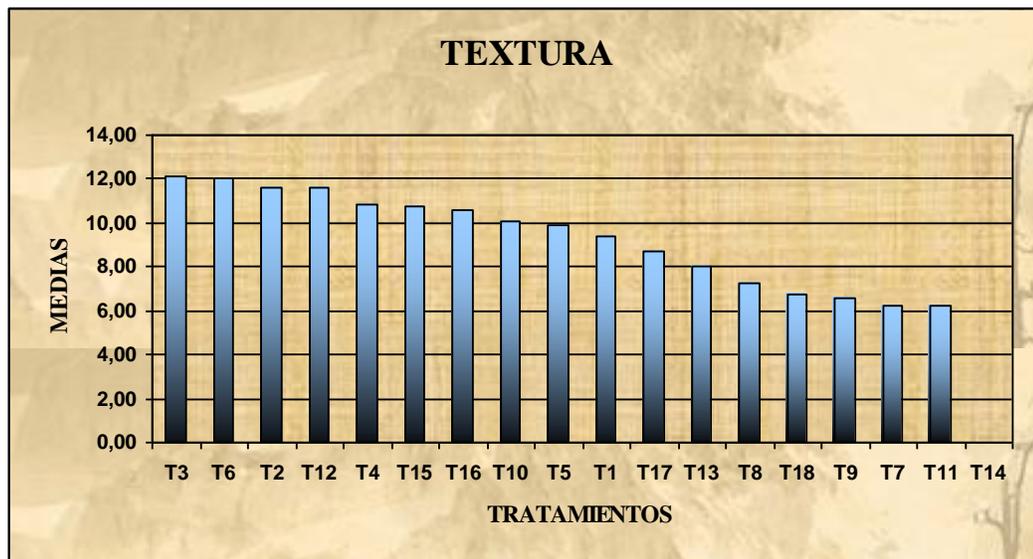


Al observar el gráfico anterior, se aprecia que **T6** A1B3C2 (Babaco, 70 ° Brix y 20 horas), es el tratamiento que más aceptabilidad en sabor tuvo por parte del panel degustador; seguido de **T3** A1B2C1 (Babaco, 65 °Brix y 17 horas) y **T2** A1B1C2 (Babaco, 60 ° Brix y 20 horas); definiéndose así los tres mejores tratamientos en esta variable evaluada.

4.13.4 Textura

Los rangos tabulados luego de la evaluación sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 9.

Gráfico 25: Caracterización de la textura en el producto terminado



En el gráfico anterior, se aprecia que **T3** (Babaco, 65 °Brix y 17 horas), es el tratamiento que más aceptabilidad en textura tuvo por parte del panel degustador; seguido de **T6** (Babaco, 70 ° Brix y 20 horas) y **T2** (Babaco, 60 ° Brix y 20 horas); definiéndose así los tres mejores tratamientos en esta variable evaluada.

Para determinar si existe o no significación estadística en las variables de la evaluación sensorial anteriormente descritas, se realizó el análisis de Friedman al 5 %. Los valores obtenidos se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 63: Análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial

VARIABLE	VALOR CALCULADO X²	VALOR TABULAR X² (5%)	SIGN.
COLOR	49,02	27,6	*
OLOR	21,59	27,6	NS
SABOR	38,18	27,6	*
TEXTURA	30,64	27,6	*

Como se puede apreciar en el análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial; el color, sabor y textura tuvieron significación estadística; es decir que para el panel degustador las tres variables fueron distintas. El olor fue no significativo, lo que significa que no existe diferencia en esta variable.

4.14 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO PARA LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS

Cuadro 64: Análisis Físico – Químico y microbiológico para T2, T3 y T6

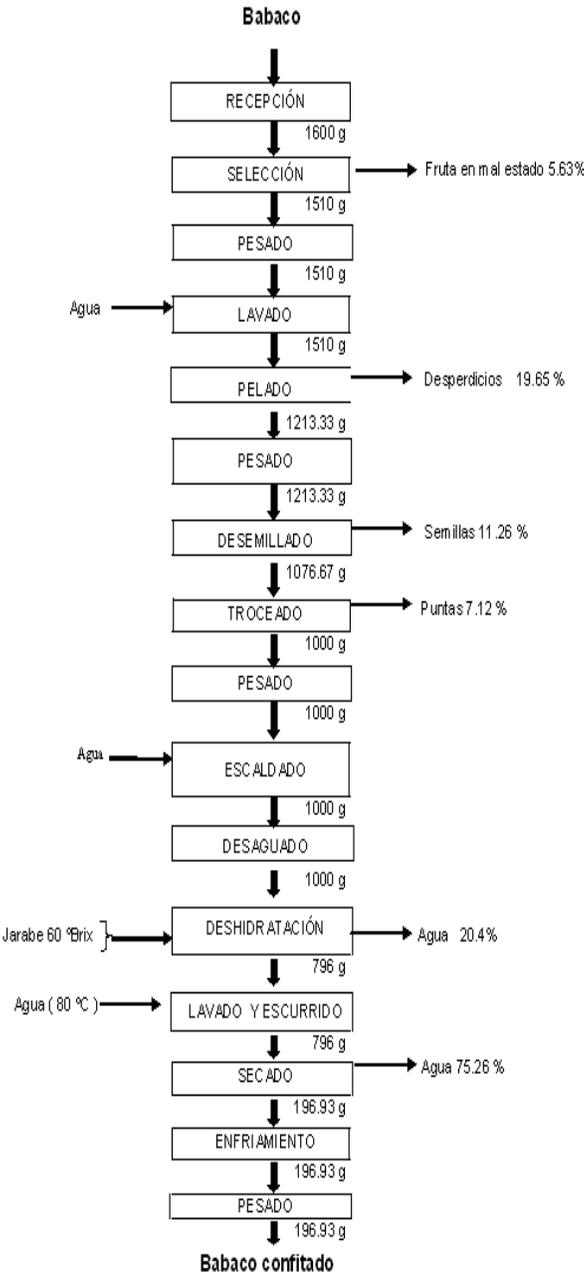
A continuación se presenta la composición físico - química para los tres mejores tratamientos.

PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS		
		T2	T3	T6
Azúcares Reductores libres	%	14.87	14.02	14.53
Fibra Total	%	27.37	26.20	21.00
Calcio	mg/100 g	8.22	5.312	8.6
Potasio	mg/100 g	11.5	9.27	10.01
Vitamina C	mg/100 g	293	296	181
Recuento Estándar en placa	UFC / g	0	0	0
Recuento de Mohos	UPM / g	0	0	0
Recuento de levaduras	UPL / g	0	0	0

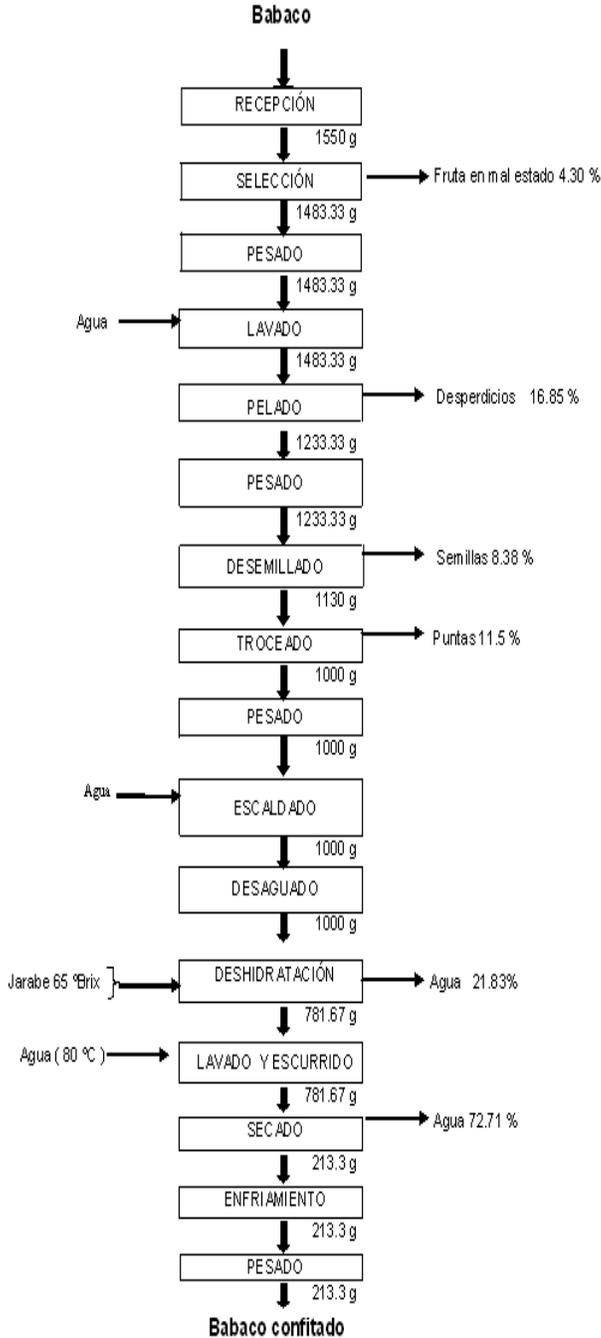
Los análisis microbiológicos se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma INEN 1529. Los resultados que se obtuvieron durante los dos meses de control para el producto terminado se muestran en el ANEXO 10.

4.15 BALANCE DE MATERIALES PARA LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS

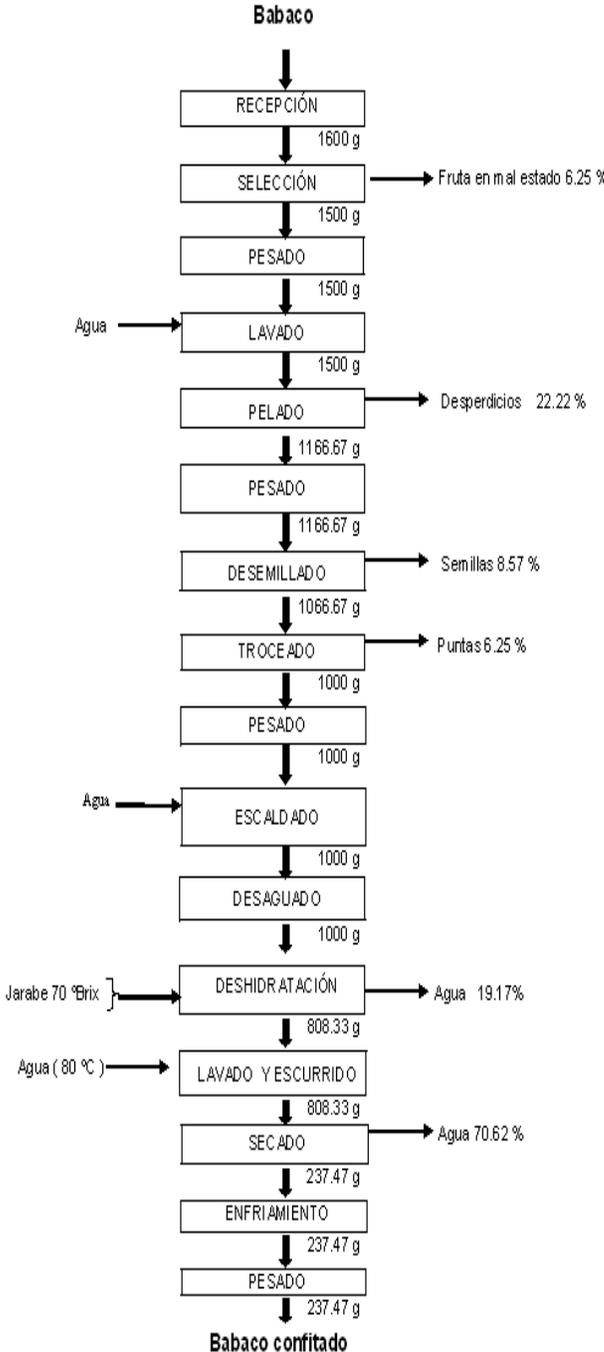
4.15.1 Balance de materiales tratamiento T2 (Babaco, 60 °Brix, 20 horas)



4.15.2 Balance de materiales tratamiento T3 (Babaco, 65 °Brix, 17 horas)



4.15.3 Balance de materiales tratamiento T6 (Babaco, 70 °Brix, 20 horas)



CAPÍTULO V

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.

CAPÍTULO VI

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).

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

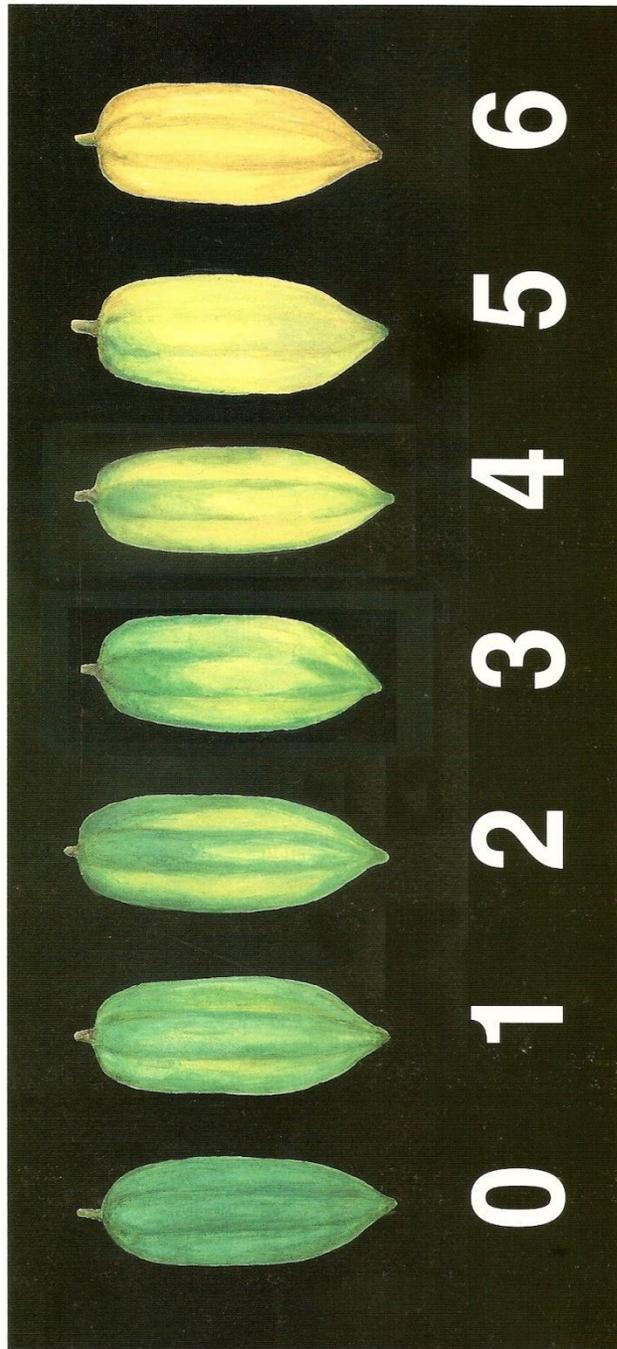
- **BARGET, J.** “Conservas vegetales: Frutas y Hortalizas”, Segunda Edición, Salvat Editores, Barcelona – España, 1963.
- **CAMACHO, G** Revista científica. Procesamiento y conservación de frutas por deshidratación osmótica directa. Página Web en línea, disponible en www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomo_bak/2006228/teoría/obfrudes/pl.htm (Consulta 16 - 10 – 2007)
- **ENCICLOPEDIA MICROSOFT® STUDENT**, Encarta® Premium 2008. Reservados todos los derechos.
- **ENCICLPOEDIA SALVAT**, “La Enciclopedia “, Salvat Editores S.A., Tomo 1, España, 2004.
- **DE LA RUA, A.** “ Todo sobre FRUTAS, HIERBAS Y VEGETALES “, Tomo 1, 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.
- **LOPEZ, V.** “Conservación de frutas y hortalizas, procedimiento a pequeña escala”, Editorial Acribia, Segunda Edición, Zaragoza – España, 1967.
- **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.cep.edu.uy/InformacionInstitucional/InspecDivDptos/Deptosyservicios/Tecnologia/Conserva_alimentos/Mod_8/M8_70.pdf (Consulta 25 - 09 -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)

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

ANEXO 1: Escala calorimétrica de los grados de madurez del Babaco



Escuela Politécnica Nacional
Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología
(DECAB)



Proyecto PROMSA AQ-CV-010
Proyecto "Utilización Integral del babaco"
(*Carica pentagona H.*)

ANEXO 2: Descripción tabla de color de los grados de madurez del Babaco

DESCRIPCIÓN DE LA TABLA DE COLOR	
COLOR 0	TODO EL FRUTO ES DE COLOR VERDE OSCURO.
COLOR 1	EL COLOR VERDE PIERDE INTENSIDAD Y APARECEN LEVES TONALIDADES AMARILLAS EN LA ZONA CENTRAL DE LAS CARAS.
COLOR 2	LA TONALIDAD AMARILLA SE HACE MÁS INTENSA EN LA ZONA CENTRAL DE LAS CARAS Y SE EXTIENDE HACIA LOS EXTREMOS DE LA FRUTA, APARECEN LEVES TONALIDADES AMARILLAS EN LAS ARISTAS, MANTENIÉNDOSE VERDE EL PEDÚNCULO Y EL APICE.
COLOR 3	AUMENTA EL ÁREA DE COLOR AMARILLO EN LAS CARAS Y EN LAS ARISTAS, EL PEDÚNCULO Y EL APICE SE MANTIENEN VERDES.
COLOR 4	PREDOMINA EL COLOR AMARILLO QUE SE HACE MÁS INTENSO EN LA ZONA CENTRAL DE LAS CARAS. DISMINUYE EL VERDE EN LAS ARISTAS, MANTENIÉNDOSE VERDES LAS ZONAS CERCANAS AL PEDÚNCULO Y AL APICE.
COLOR 5	EL COLOR AMARILLO OCUPA CASI TODA LA SUPERFICIE DEL FRUTO, EXCEPTO PEQUEÑAS ÁREAS CERCANAS AL PEDÚNCULO Y AL APICE EN DONDE SE CONSERVA EL COLOR VERDE.
COLOR 6	FRUTO TOTALMENTE AMARILLO.

ANEXO 3: Escala calorimétrica de los grados de madurez del Mango



ANEXO 4: Descripción tabla de color de los grados de madurez del Mango

DESCRIPCIÓN DE LA TABLA DE COLOR
COLOR 1
UN HEMISFERIO DEL FRUTO ES DE COLOR VERDE CON TONALIDADES ROJIZAS Y EL OTRO HEMISFERIO COLOR VERDE OSCURO
COLOR 2
EL PEDÚNCULO TOMA UNA COLORACIÓN LEVEMENTE ROJIZA Y EL APÉNDICE ES VERDE HASTA LA MITAD DEL FRUTO.
COLOR 3
EL PEDÚNCULO SE VUELVE DE COLOR ROJO MÁS ACENTUADO QUE EN LA MADUREZ 2, EN LA PUNTA APARECEN PARTES VERDES Y PARTES ROJAS, Y EN LA PARTE CENTRAL DEL FRUTO SE ACENTÚA EL COLOR ROJO
COLOR 4
EL COLOR ROJO DEL PEDÚNCULO SE ACENTÚA MÁS, LA PUNTA SE VUELVE LEVEMENTE ROJISA, EN LA PARTE CENTRAL DEL FRUTO EL VERDE TIENDE A DESAPARECER Y SE VUELVE ROJO AMARILLENTO
COLOR 5
EL COLOR ROJO SE ACENTÚA EN LA MAYOR PARTE DEL FRUTO, ÚNICAMENTE EN LA PUNTA SE OBSERVAN LEVES RASGOS DE COLOR VERDE.
COLOR 6
EL FRUTO TOMA UNA COLORACIÓN ROJA AMARILLENTO CASI EN SU TOTALIDAD Y EN LA PUNTA LOS RASGOS DE COLOR VERDE TIENDEN A DESAPARECER TONANDO TONALIDADES AMARILLAS.

ANEXO 5: Hojas de encuesta para la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente

HOJAS DE ENCUESTA EVALUACIÓN SENSORIAL DE BABACO, MANGO Y PEPINO DULCE DESHIDRATADO OSMOTICAMENTE

INTRODUCCIÓN

El presente instructivo esta orientado a evaluar las características organolépticas del producto final.

INSTRUCCIONES PARA EL CATADOR

Señor degustador para la catación del producto, tómesese el tiempo necesario y analice detenidamente cada una de las características que se detallan a continuación. Marque con una X los atributos que crea correctos.

CARACTERISTICAS A EVALUARSE

Color.- Debe ser característico para cada fruta, sin manchas oscuras o cualquier color extraño que pueda considerarse como defectuoso.

- Babaco: color blanco crema
- Mango: anaranjado
- Pepino dulce: amarillo con tendencia a café claro

Olor.- El olor debe ser característico a cada fruta, considerando defecto el olor a fermentado.

Sabor.- El producto deshidratado osmóticamente debe ser dulce con sabor característico a cada fruta.

- Tratamiento 1 - 6: Babaco
- Tratamiento 7 - 12: Mango
- Tratamiento 13- 18: Pepino dulce

Textura.- Debe ser característico para cada fruta considerando el porcentaje de fibra y humedad de la misma. Además debe permitir una suave masticabilidad, estar exento de jarabe residual y no presentar caramelización.

- Babaco: normal (ni muy suave ni muy duro)
- Mango: normal y de dura masticabilidad debido al contenido de fibra.
- Pepino dulce: normal (ni muy suave ni muy duro)

HOJA PARA LA EVALUACION SENSORIAL
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
PRUEBA SENSORIAL DE BABACO, MANGO Y PEPINO DULCE DESHIDRATADO OSMOTICAMENTE

FECHA:

N° DE CATADOR:

CARACTERISTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS																	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
COLOR	MUY BUENO																		
	BUENO																		
	REGULAR																		
	MALO																		
OLOR	MUY AGRADABLE																		
	AGRADABLE																		
	POCO AGRADABLE																		
	DESAGRADABLE																		
SABOR	MUY AGRADABLE																		
	AGRADABLE																		
	POCO AGRADABLE																		
	DESAGRADABLE																		
TEXTURA	MUY DURO																		
	DURO																		
	NORMAL																		
	SUAVE																		
OBSERVACIONES																		

ANEXO 6: Rangos de la variable color, determinados en la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente

Catadores	Tratamientos																		Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	
C1	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	171,00
C2	11,50	17,00	17,00	11,50	4,00	11,50	11,50	11,50	4,00	17,00	11,50	11,50	4,00	4,00	4,00	4,00	11,50	4,00	171,00
C3	15,00	6,50	15,00	6,50	15,00	15,00	1,00	6,50	15,00	6,50	15,00	15,00	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	171,00
C4	11,00	11,00	11,00	17,00	3,50	17,00	11,00	3,50	3,50	3,50	11,00	17,00	11,00	11,00	3,50	3,50	11,00	11,00	171,00
C5	15,00	15,00	15,00	8,50	15,00	2,50	15,00	8,50	8,50	18,00	8,50	8,50	8,50	2,50	2,50	8,50	2,50	8,50	171,00
C6	3,00	17,00	10,50	10,50	10,50	10,50	3,00	10,50	10,50	3,00	17,00	10,50	10,50	3,00	3,00	10,50	10,50	17,00	171,00
C7	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	18,00	7,00	13,00	3,00	7,00	13,00	13,00	3,00	7,00	3,00	3,00	3,00	13,00	171,00
C8	6,50	14,00	14,00	2,00	14,00	2,00	6,50	14,00	14,00	6,50	14,00	14,00	6,50	6,50	6,50	14,00	14,00	2,00	171,00
C9	12,50	16,00	10,00	16,00	16,00	12,50	16,00	10,00	10,00	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	16,00	4,50	171,00
C10	13,50	13,50	13,50	13,50	6,00	13,50	6,00	13,50	18,00	13,50	6,00	6,00	1,50	6,00	6,00	6,00	13,50	1,50	171,00
C11	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	7,00	7,00	13,00	13,00	18,00	13,00	3,00	7,00	3,00	3,00	3,00	3,00	171,00
ΣX	129,50	151,50	147,50	127,00	125,50	131,00	90,50	104,50	106,00	99,00	125,00	119,50	65,50	64,50	49,00	70,00	98,00	77,50	1881,00
$(\Sigma X)^2$	16770,25	22952,25	21756,25	16129,00	15750,25	17161,00	8190,25	10920,25	11236,00	9801,00	15625,00	14280,25	4290,25	4160,25	2401,00	4900,00	9604,00	6006,25	211933,50
X	11,77	11,91	13,41	11,55	11,41	13,77	8,23	9,50	9,64	9,00	11,36	10,86	5,95	5,86	4,45	6,36	8,91	7,05	

ANEXO 7: Rangos de la variable olor, determinados en la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente

Catadores	Tratamientos																			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	Σ	
C1	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	171,00
C2	13,00	13,00	13,00	4,00	13,00	13,00	4,00	4,00	13,00	13,00	13,00	13,00	4,00	13,00	4,00	4,00	13,00	4,00	171,00	
C3	12,50	12,50	12,50	3,50	3,50	3,50	12,50	12,50	12,50	3,50	12,50	3,50	12,50	12,50	12,50	3,50	12,50	12,50	171,00	
C4	11,00	11,00	2,50	2,50	11,00	11,00	11,00	11,00	18,00	2,50	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	2,50	11,00	11,00	171,00	
C5	4,00	10,00	4,00	4,00	10,00	16,00	16,00	16,00	4,00	10,00	16,00	4,00	1,00	10,00	10,00	10,00	16,00	10,00	171,00	
C6	2,50	10,50	17,50	10,50	2,50	10,50	2,50	10,50	10,50	10,50	17,50	10,50	2,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	171,00	
C7	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	17,50	17,50	4,00	12,00	4,00	12,00	12,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	12,00	171,00	
C8	14,00	5,50	14,00	14,00	14,00	14,00	5,50	14,00	14,00	14,00	5,50	14,00	5,50	5,50	5,50	1,00	5,50	5,50	171,00	
C9	13,50	17,50	13,50	17,50	13,50	13,50	6,00	13,50	6,00	6,00	13,50	6,00	6,00	1,00	6,00	6,00	6,00	6,00	171,00	
C10	9,50	9,50	18,00	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	1,00	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	171,00	
C11	8,00	15,50	15,50	18,00	15,50	15,50	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	1,50	1,50	8,00	8,00	8,00	171,00	
ΣX	109,50	126,50	132,00	105,00	114,00	133,50	102,00	112,50	117,00	90,50	128,00	101,00	65,00	88,00	84,00	68,50	105,50	98,50	1881,00	
$(\Sigma X)^2$	11990,25	16002,25	17424,00	11025,00	12996,00	17822,25	10404,00	12656,25	13689,00	8190,25	16384,00	10201,00	4225,00	7744,00	7056,00	4692,25	11130,25	9702,25	203334,0	
X	9,95	11,50	12,00	9,55	10,36	12,14	9,27	10,23	10,64	8,23	11,64	9,18	5,91	8,00	7,64	6,23	9,59	8,95		

ANEXO 8: Rangos de la variable sabor, determinados en la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente

Catadores	Tratamientos																			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	Σ	
C1	11,00	2,00	11,00	11,00	11,00	11,00	2,00	11,00	2,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	171,00
C2	17,00	10,50	17,00	10,50	10,50	10,50	3,00	3,00	3,00	10,50	10,50	17,00	10,50	10,50	10,50	3,00	10,50	3,00	10,50	171,00
C3	11,00	4,00	4,00	17,00	4,00	17,00	11,00	17,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	1,00	4,00	11,00	4,00	11,00	171,00
C4	12,00	17,50	12,00	12,00	12,00	4,00	12,00	4,00	12,00	12,00	12,00	17,50	4,00	4,00	4,00	4,00	12,00	4,00	12,00	171,00
C5	10,50	17,00	10,50	10,50	10,50	17,00	10,50	1,00	3,50	3,50	10,50	3,50	3,50	10,50	17,00	10,50	10,50	10,50	10,50	171,00
C6	4,50	12,00	17,50	4,50	12,00	12,00	4,50	12,00	4,50	12,00	12,00	17,50	1,00	4,50	12,00	4,50	12,00	12,00	12,00	171,00
C7	16,50	5,00	12,50	12,50	12,50	18,00	12,50	5,00	5,00	5,00	16,50	5,00	12,50	12,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	171,00
C8	17,50	3,00	13,50	13,50	13,50	17,50	8,00	8,00	13,50	8,00	13,50	13,50	8,00	8,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	171,00
C9	13,50	6,50	17,50	13,50	13,50	17,50	6,50	6,50	6,50	6,50	13,50	13,50	1,50	1,50	6,50	13,50	6,50	6,50	6,50	171,00
C10	10,00	2,00	17,50	10,00	10,00	10,00	2,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	2,00	10,00	10,00	17,50	10,00	10,00	10,00	171,00
C11	4,50	17,00	12,00	17,00	17,00	12,00	4,50	4,50	12,00	12,00	12,00	12,00	4,50	4,50	4,50	4,50	12,00	4,50	12,00	171,00
ΣX	128,00	96,50	145,00	132,00	126,50	146,50	76,50	82,00	83,00	101,50	132,50	131,50	69,50	88,00	84,50	80,50	103,50	73,50	1881,00	
(ΣX) ²	16384,00	9312,25	21025,00	17424,00	16002,25	21462,25	5852,25	6724,00	6889,00	10302,25	17556,25	17292,25	4830,25	7744,00	7140,25	6480,25	10712,25	5402,25	208535,00	
X	11,64	8,77	13,18	12,00	11,50	13,32	6,95	7,45	7,55	9,23	12,05	11,95	6,32	8,00	7,68	7,32	9,41	6,68		

ANEXO 9: Rangos de la variable textura, determinados en la evaluación sensorial de babaco, mango y pepino dulce deshidratado osmóticamente

Catadores	Tratamientos																		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	Σ
C1	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	171,00
C2	6,00	16,00	1,00	12,00	16,00	16,00	6,00	6,00	6,00	16,00	16,00	12,00	6,00	6,00	6,00	6,00	12,00	6,00	171,00
C3	16,50	16,50	13,50	8,50	2,50	16,50	8,50	8,50	2,50	8,50	2,50	16,50	8,50	2,50	8,50	8,50	13,50	8,50	171,00
C4	3,00	8,00	14,50	14,50	8,00	3,00	3,00	14,50	14,50	14,50	8,00	3,00	14,50	14,50	14,50	8,00	8,00	3,00	171,00
C5	15,00	15,00	15,00	15,00	9,50	9,50	6,50	15,00	3,00	15,00	3,00	9,50	15,00	6,50	9,50	3,00	3,00	3,00	171,00
C6	3,50	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	1,00	12,00	3,50	12,00	3,50	12,00	12,00	3,50	12,00	12,00	12,00	12,00	171,00
C7	7,00	2,50	15,50	15,50	7,00	15,50	7,00	2,50	7,00	15,50	2,50	15,50	11,00	11,00	7,00	15,50	2,50	11,00	171,00
C8	14,50	14,50	14,50	5,00	14,50	5,00	5,00	5,00	14,50	10,00	5,00	14,50	5,00	5,00	14,50	14,50	5,00	5,00	171,00
C9	12,00	17,00	17,00	6,00	2,00	17,00	12,00	2,00	6,00	2,00	12,00	6,00	6,00	6,00	12,00	12,00	12,00	12,00	171,00
C10	8,00	8,00	8,00	16,00	16,00	16,00	8,00	8,00	2,50	8,00	2,50	16,00	2,50	2,50	12,50	16,00	12,50	8,00	171,00
C11	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	5,00	5,00	5,00	5,00	13,00	13,00	5,00	1,50	13,00	13,00	13,00	1,50	171,00
ΣX	108,50	132,50	133,50	127,50	110,50	134,00	72,00	88,50	74,50	116,50	69,00	128,00	95,50	69,00	119,50	118,50	103,50	80,00	1881,00
$(\Sigma X)^2$	11772,25	17556,25	17822,25	16256,25	12210,25	17956,00	5184,00	7832,25	5550,25	13572,25	4761,00	16384,00	9120,25	4761,00	14280,25	14042,25	10712,25	6400,00	206173,00
X	9,86	12,05	12,14	11,59	10,05	12,18	6,55	8,05	6,77	10,59	6,27	11,64	8,68	6,27	10,86	10,77	9,41	7,27	

**ANEXO 10: Análisis físico químico y microbiológico para lo tres mejores
tratamientos**



Página 1 de 2

Universidad Técnica del Norte

Laboratorio de Uso Múltiple – F.I.C.A.YA.

F.I.C.A.YA.

LABORATORIO DE USO MULTIPLE

Análisis N° 181 – 2008

Análisis Solicitado por: EDILMA JURADO
Número de Muestras: TRES
Tipo de Muestra (s): TROZOS DE FRUTAS DESECADAS
Recepción y Características de la (s) Muestra (s): Se receptaron en fundas plásticas. Peso aproximado: 100 g.
Codificación de la (s) Muestra (s): T2, T3 y T6
Fecha de Recepción: 12 de marzo del 2008
Fecha de Entrega: 28 de marzo del 2008

ANÁLISIS SOLICITADOS:

DESCRIPCION	METODO
Azúcares Reductores Libres	NTE INEN 266
Vitamina C	AOAC 967.21
Fibra Total	ISO 5498
Calcio	Volumétrico –EDTA
Potasio	Fotométrico – TETRAFENILBORATO
Recuento estándar en placa	NTE INEN 1529
Recuento de Mohos	
Recuento de Levaduras	





Universidad Técnica del Norte

Página 2 de 2

Laboratorio de Uso Múltiple – F.I.C.A.YA.

RESULTADO DE LOS ANALISIS

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS		
		T2	T3	T6
Azúcares Reductores Libres	%	14.87	14.02	14.53
Fibra Total	%	27.37	26.20	21.00
Calcio	mg/100 g	8.22	5.312	8.60
Potasio	mg/100 g	11.5	9.27	10.01
Vitamina C	mg/100 g	293	296	181
Recuento Estándar en placa	UFC / g	0	0	0
Recuento de Mohos	UPM / g	0	0	0
Recuento de Levaduras	UPL / g	0	0	0

Nota: Los resultados obtenidos, corresponden solo para las muestras analizadas.

Dr. José Luis Moreno C.
Analista





Universidad Técnica del Norte

Página 1 de 1

Laboratorio de Uso Múltiple – F.I.C.A.YA.

F.I.C.A.YA.

LABORATORIO DE USO MULTIPLE

Análisis N° 185 – 2008

Análisis Solicitado por: EDILMA JURADO
Número de Muestras: TRES
Tipo de Muestra (s) : TROZOS DE FRUTAS DESECADAS
Recepción y Características de la (s) Muestra (s) : Se receptaron en fundas plásticas. Peso aproximado: 100 g.
Codificación de la (s) Muestra (s): T2, T3 y T6
Fecha de Recepción : 25 de marzo del 2008
Fecha de Entrega: 09 de abril del 2008

ANÁLISIS SOLICITADOS:

DESCRIPCION	METODO
Recuento estándar en placa	NTE INEN 1529
Recuento de Mohos	
Recuento de Levaduras	

RESULTADO DE LOS ANALISIS

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS		
		T2	T3	T6
Recuento Estándar en placa	UFC / g	0	0	0
Recuento de Mohos	UPM / g	0	0	0
Recuento de Levaduras	UPL / g	0	0	0

Nota: Los resultados obtenidos, corresponden a las muestras analizadas.

Dr. José Luis Moreno C.
Analista





Universidad Técnica del Norte

Página 1 de 1

Laboratorio de Uso Múltiple – F.I.C.A.YA.

F.I.C.A.YA.

LABORATORIO DE USO MULTIPLE

Análisis N° 186 – 2008

Análisis Solicitado por: EDILMA JURADO
Número de Muestras: TRES
Tipo de Muestra (s): TROZOS DE FRUTAS DESECADAS
Recepción y Características de la (s) Muestra (s): Se aceptaron en fundas plásticas. Peso aproximado: 100 g.
Codificación de la (s) Muestra (s): T2, T3 y T6
Fecha de Recepción: 09 de abril del 2008
Fecha de Entrega: 22 de abril del 2008

ANÁLISIS SOLICITADOS:

DESCRIPCION	METODO
Recuento estándar en placa	NTE INEN 1529
Recuento de Mohos	
Recuento de Levaduras	

RESULTADO DE LOS ANALISIS

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS		
		T2	T3	T6
Recuento Estándar en placa	UFC / g	0	0	0
Recuento de Mohos	UPM / g	0	0	0
Recuento de Levaduras	UPL / g	0	0	0

Nota: Los resultados obtenidos, corresponden solo para las muestras analizadas.


Dr. José Luis Moreno C.
Analista





Universidad Técnica del Norte

Laboratorio de Uso Múltiple – F.I.C.A.YA.

F.I.C.A.YA.

LABORATORIO DE USO MULTIPLE

Análisis N° 193 – 2008

Análisis Solicitado por: EDILMA JURADO
Número de Muestras: TRES
Tipo de Muestra (s) : TROZOS DE FRUTAS DESECADAS
Recepción y Características de la (s) Muestra (s) : Se receptaron en fundas plásticas. Peso aproximado: 100 g.
Codificación de la (s) Muestra (s): T2, T3 y T6
Fecha de Recepción : 29 de abril del 2008
Fecha de Entrega: 16 de mayo del 2008

ANÁLISIS SOLICITADOS:

DESCRIPCION	METODO
Recuento estándar en placa	NTE INEN 1529
Recuento de Mohos	
Recuento de Levaduras	

RESULTADO DE LOS ANALISIS

PARAMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS		
		T2	T3	T6
Recuento Estándar en placa	UFC / g	0	0	0
Recuento de Mohos	UPM / g	0	0	0
Recuento de Levaduras	UPL / g	0	0	0

Nota: Los resultados obtenidos, corresponden solo para las muestras analizadas.

Dr. José Luis Moreno C.

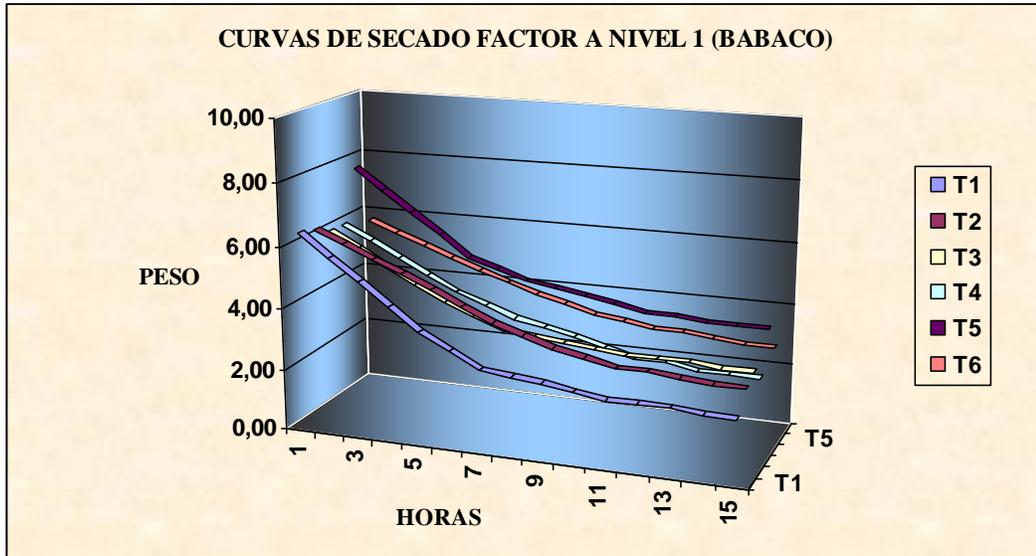
Analista



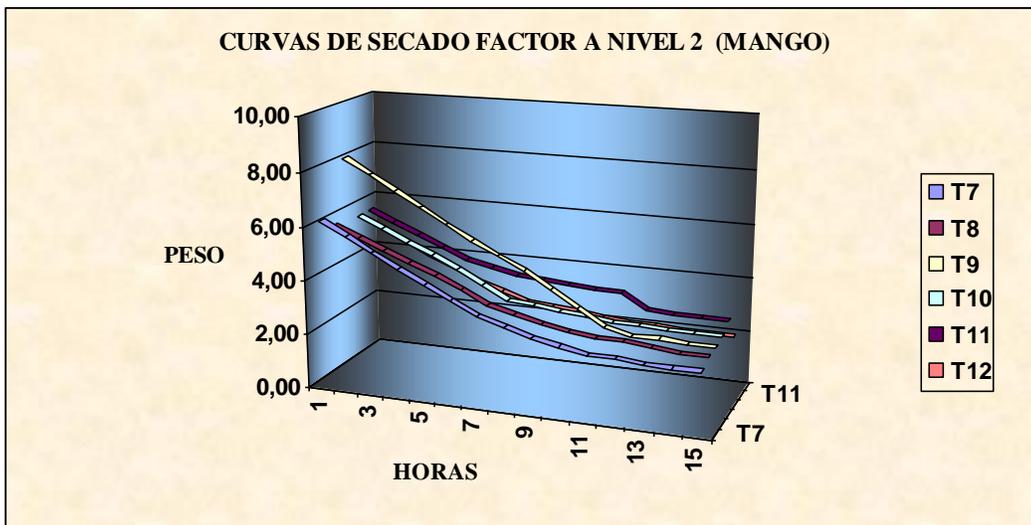
**ANEXO 11: Disminución de humedad de las frutas deshidratadas osmóticamente
durante el tiempo de secado**

HORAS	0	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	11ª	12ª	13ª	14ª
T1	6,40	5,70	5,00	4,30	3,60	3,10	2,60	2,50	2,40	2,25	2,10	2,10	2,10	2,00	2,00
T2	6,30	5,90	5,50	5,10	4,70	4,25	3,80	3,50	3,20	3,00	2,80	2,80	2,70	2,60	2,60
T3	6,00	5,50	5,00	4,50	4,00	3,65	3,30	3,20	3,10	3,00	2,90	2,90	2,90	2,80	2,80
T4	6,00	5,53	5,05	4,58	4,10	3,75	3,40	3,20	3,00	2,75	2,50	2,50	2,30	2,30	2,30
T5	7,70	7,03	6,35	5,68	5,00	4,70	4,40	4,25	4,10	3,90	3,70	3,70	3,60	3,60	3,60
T6	5,70	5,35	5,00	4,65	4,30	4,00	3,70	3,45	3,20	3,05	2,90	2,90	2,80	2,70	2,70
T7	6,20	5,70	5,20	4,70	4,20	3,75	3,30	3,00	2,70	2,50	2,30	2,30	2,20	2,20	2,20
T8	5,80	5,43	5,05	4,68	4,30	3,85	3,40	3,15	2,90	2,75	2,60	2,60	2,50	2,40	2,40
T9	8,10	7,56	7,02	6,48	5,94	5,40	4,95	4,50	3,90	3,30	2,70	2,50	2,50	2,40	2,40
T10	5,70	5,28	4,85	4,43	4,00	3,50	3,00	2,90	2,80	2,70	2,60	2,60	2,50	2,50	2,50
T11	5,70	5,30	4,90	4,50	4,10	3,90	3,70	3,60	3,50	3,45	3,40	2,90	2,80	2,80	2,80
T12	4,70	4,28	3,85	3,43	3,00	2,70	2,40	2,30	2,20	2,10	2,00	2,00	1,90	1,90	1,90
T13	9,30	8,83	8,32	7,81	7,30	6,45	5,60	5,00	4,40	4,10	3,80	3,70	3,70	3,60	3,60
T14	9,00	8,48	7,95	7,43	6,90	6,25	5,60	5,00	4,40	3,90	3,40	3,10	3,10	3,00	3,00
T15	9,80	9,20	8,60	8,00	7,40	6,45	5,50	4,70	3,90	3,20	2,50	2,40	2,30	2,30	2,30
T16	9,30	8,85	8,40	7,95	7,50	6,00	4,90	4,00	3,80	3,50	3,20	3,20	3,00	3,00	3,00
T17	7,50	6,88	6,25	5,63	5,00	4,45	3,90	3,60	3,30	2,90	2,80	2,60	2,50	2,50	2,50
T18	9,40	8,95	8,50	8,05	7,60	6,40	5,20	4,60	4,00	3,45	2,90	2,70	2,70	2,60	2,60

ANEXO 12: Gráfica del tiempo de secado para el factor A nivel 1 (babaco)



ANEXO 13: Gráfica del tiempo de secado para el factor A nivel 2 (mango)



ANEXO 14: Gráfica del tiempo de secado para el factor A nivel 3 (pepino dulce)

