

UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



19 3 MAY 2013
01 eD



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EFECTO DE LOS AGENTES EDULCORANTES, TEMPERATURA
Y TIEMPO EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE
PAPAYITA DE MONTE (*Vasconcellea pubescens*)**

AUTOR: Bach. LEIDY JAKELIN SALÓN OROSCO

ASESOR: M.Sc. ELENA VICTORIA TORRES MAMANI

AMAZONAS – PERÚ

2013

DEDICATORIA

A mis queridos padres: Hugo Antonio y Rosa
Cristina por su amor, comprensión y apoyo
incondicional para cumplir mis metas.

A mis hermanos: Lennin, Jeiner, Yerson,
por sus consejos y ser mi fortaleza y en
especial a mi hermana Yraida, por su
confianza y estar siempre conmigo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fuerza espiritual para seguir adelante y lograr la ejecución de este trabajo de investigación.

A mis queridos padres, por su apoyo desinteresado y mis hermanos por su confianza y sus consejos oportunos.

A la Ing. M.Sc. Elena Victoria Torres Mamani, por su tiempo, paciencia, dedicación y conocimientos para el desarrollo del trabajo de investigación.

Al personal técnico de laboratorios por brindarme las indicaciones durante el periodo de ejecución del proyecto.

A todos mis amigos por su ayuda, colaboración desinteresada y por sus aportaciones y sugerencias.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D.,Dr.Hab. VICENTE MARINO CASTAÑEDA CHÁVEZ
RECTOR

Dr. ROBERTO JOSÉ NERVI CHACÓN
VICERRECTOR ACADÉMICO (e)

Dr. EVER SALOMÉ LÁZARO BAZÁN
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO (e)

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
DECANO DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

VISTO BUENO

La Docente de la UNTRM-A que suscribe hace constar que ha asesorado la ejecución del Proyecto de Tesis titulado **“EFECTO DE LOS AGENTES EDULCORANTES, TEMPERATURA Y TIEMPO EN LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE PAPAYITA DE MONTE (*Vasconcellea pubescens*)”**, presentado por la Bachiller Leidy Jakelin Salón Orosco, egresada de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

La Docente de la UNTRM-A que suscribe, da el Visto Bueno al informe final de la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones para su posterior ejecución.



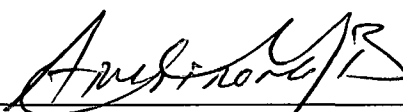
M.Sc. ELENA VICTORIA TORRES MAMANI

JURADO DE TESIS



Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

PRESIDENTE



Ms.C. ARMSTRONG BARNARD FERNANDEZ JERI

SECRETARIO



Ing. ERICK ALDO AUQUÍNIVIN SILVA

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas el día 12 de ABRIL del año 2013, siendo las 11:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: DR. MIGUEL ANGELO GURBILLÓN

Secretario: ING. ALEXANDRO B. FERRER JERI

Vocal: ING. ERNESTO A. ABBONDINELLI

para evaluar la sustentación del informe de tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) LEIDY JARCOIN SANCHEZ OROSCO

titulado EFFECTO DE LOS AGENTES EDUCANTES, TEMPERATURA Y HUMEDAD EN LA DESHIDRATACION OSMOTICA DE PAPAYITA DEMONTE (CARICORDELLA PABESCENS)

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACION (X), DESAPROBACION () por mayoría () o por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNA T-A.

Siendo las 12:10 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE



Form6- T

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD.....	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	iv
JURADO EVALUADOR.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Generalidades de la papayita de monte (<i>Vasconcellea pubescens</i>).....	2
1.2. Deshidratación osmótica.....	3
1.2.1. Deshidratación osmótica de frutas.....	4
1.2.2. Estabilidad del producto durante el almacenamiento.....	5
1.3. Importancia de la deshidratación osmótica en la industria.....	5
1.4. Evaluación sensorial.....	6
1.4.1. Prueba de aceptación.....	6
1.5. Análisis microbiológico.....	7
1.5.1. Recuentos de mohos y levaduras.....	7

II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
2.1. Lugar de ejecución.....	9
2.2. Materia prima.....	9
2.3. Métodos.....	9
2.3.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima.....	9
2.3.2. Deshidratación osmótica de papayita de monte.....	10
2.3.3. Evaluación de la osmdeshidratación de papayita de monte.....	14
2.3.3.1. Pérdida de peso (WR).....	14
2.3.3.2. Pérdida de agua (WL).....	14
2.3.3.3. Ganancia de sólidos (GS).....	15
2.3.4. Análisis del producto seleccionado.....	15
2.3.4.1. Estabilidad del producto almacenado en refrigeración	15
2.3.4.2. Evaluación sensorial.....	15
2.3.4.3. Análisis microbiológico.....	16
2.3.5. Análisis estadístico.....	16
III. RESULTADOS.....	19
3.1. Caracterización de la materia prima	19
3.2. Efecto de la osmodeshidratación en la pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos.....	19
3.2.1. Pérdida de peso	19
3.2.2. Pérdida de agua.....	22
3.2.3. Ganancia sólidos.....	25
3.3. Análisis del producto seleccionado.....	29

3.3.1. Análisis fisicoquímico durante el almacenamiento.....	29
3.3.2. Evaluación sensorial.....	31
3.3.2. Análisis microbiológico.....	32
VI. DISCUSIÓN.....	33
VII. CONCLUSIONES.....	38
VIII. RECOMENDACIONES.....	39
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
X. ANEXOS.....	45
ANEXO 1. Proceso de la deshidratación osmótica.....	46
ANEXO 2. Formato de prueba de aceptabilidad: Test de escala hedónica.....	49
ANEXO 3. Resultados de la evaluación sensorial.....	51
ANEXO 4. Aislamiento de mohos y levaduras.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Combinaciones de los diferentes tratamientos.....	18
Tabla 2. Caracterización de la papayita de monte.....	19
Tabla 3. Pérdida de peso durante la deshidratación osmótica.....	20
Tabla 4. Análisis de varianza de pérdida de peso.....	21
Tabla 5. Contraste sobre igualdad de varianzas.....	21
Tabla 6. Análisis simple de pérdida de peso.....	22
Tabla 7. Pérdida de agua durante la deshidratación osmótica.....	23
Tabla 8. Análisis de varianza de pérdida de agua.....	24
Tabla 9. Contraste sobre igualdad de varianzas.....	24
Tabla 10. Análisis simple de pérdida de agua.....	25
Tabla 11. Ganancia de sólidos durante la deshidratación osmótica.....	26
Tabla 12. Análisis de varianza de ganancia de sólidos.....	27
Tabla 13. Contraste sobre igualdad de varianzas.....	27
Tabla 14. Análisis simple de ganancia de sólidos.....	28
Tabla 15. Análisis fisicoquímico durante 0, 7, 14 y 21 días.....	29
Tabla 16. Puntuación verbal de los panelistas.....	31
Tabla 17. Recuento de mohos y levaduras.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo para la deshidratación osmótica de papayita de monte.....	12
Figura 2. Metodología para la deshidratación osmótica de papayita de monte.....	13
Figura 3. Pérdida de peso durante la deshidratación osmótica.....	22
Figura 4. Pérdida de agua durante la deshidratación osmótica.....	25
Figura 5. Ganancia de sólidos durante la deshidratación osmótica.....	28
Figura 6. Evaluación de la humedad.....	29
Figura 7. Comportamiento de los sólidos solubles.....	30
Figura 8. Comportamiento del pH.....	30
Figura 9. Variación de la acidez titulable.....	31
Figura 10. Evaluación sensorial.....	32

RESUMEN

La presente investigación se realizó para determinar el efecto de los agentes edulcorantes, temperatura y tiempo en la deshidratación osmótica de papayita de monte (*Vasconcellea pubescens*). El presente trabajo de investigación consistió en someter a la papayita de monte, a las operaciones de recepción, selección, pesado, lavado, pelado, cortado, preparación del jarabe, escaldado, deshidratación osmótica, envasado y almacenamiento. La metodología experimental consistió en sumergir a la papayita en trozos en agentes edulcorantes (miel de abejas, panela granulada, azúcar comercial), a diferentes temperaturas (40°C, 50°C y 60°C) y tiempos (2, 4 y 6 horas). El diseño experimental empleado fue 3A x 3B x 3C con tres repeticiones, con 27 unidades experimentales, bajo un diseño completamente al azar (DCA). El análisis estadístico se realizó utilizando el SPSS 15.0 con un nivel de significancia de 5% y las medias se compararon utilizando el método ANOVA. Se determinó que el mejor tratamiento fue el T27 (miel de abeja, 60°C, 6 horas y 75 °Brix). El producto se almacenó en refrigeración durante 21 días, en los cuales se realizó el análisis fisicoquímico (humedad, pH, sólidos solubles y acidez total) en intervalos de 0, 7,14 y 21 días. Finalmente se realizó la evaluación sensorial y análisis microbiológico, obteniéndose que el producto es aceptable a 95% de confianza según el análisis estadístico; la presencia de mohos y levaduras fue < 10 UFC, para cada uno.

Palabras claves: *Vasconcellea pubescens*, deshidratación osmótica, agentes edulcorantes

ABSTRACT

The present investigation was performed to determine the effect of sweetening agents, temperature and osmotic dehydration time of papayita mount (*Vasconcellea pubescens*). The present work of investigation was to bring to mount papayita to receive operations, sorting, weighing, washing, peeling, cutting, preparation of syrup, blanching, osmotic dehydration, packaging and storage. The experimental methodology was to immerse the shaped pieces papayita sweetening agents (honey, granulated brown sugar, commercial sugar) at different temperatures (40 ° C, 50 ° C, 60 ° C and 75 °Brix) and time (2, 4 and 6 hours). The experimental design was 3A x 3B x 3C with three replicates, with 27 experimental units, under a completely randomized design (DCA). Statistical analysis was performed using SPSS 15.0 with a significance level of 5% and means were compared using ANOVA. It was determined that the best treatment was the T27 (honey, 60 ° C, 6 hours). The product was stored under refrigeration for 21 days, which was performed on the physicochemical analysis (moisture, pH, total acidity and soluble solids) at intervals of 0, 7.14 and 21 days. Finally was sensory evaluation and microbiological analysis, yielding the product is acceptable at 95% confidence as statistical analysis, the presence of molds and yeasts was <10 CFU for each.

Key words: *Vasconcellea pubescens*, osmotic dehydration, sweetening agents

I. INTRODUCCIÓN

La deshidratación es una de las técnicas más antiguas utilizada para la conservación de alimentos. El secado al sol de frutas, granos, vegetales, carnes y pescados ha sido ampliamente utilizado desde los comienzos de la humanidad proporcionando al hombre una posibilidad de subsistencia en épocas de carencia (Fito *et al.*, 2001). Esta operación la realizaban civilizaciones antiguas y a través de la historia de la humanidad, este método de conservación se ha ido modificando y adecuando para mejorar las características de los productos alimenticios (Salunkhe *et al.*, 1973).

La deshidratación de alimentos prolonga la vida útil de los mismos mediante una disminución del contenido de humedad, reduciendo así la actividad de agua e inhibiendo con esto el crecimiento microbiano y la actividad enzimática, factores que provocan el deterioro de los alimentos (Fellows, 1988).

Hoy en día el uso de la deshidratación sirve de base para desarrollar nuevos alimentos por ser fuentes de proteínas, vitaminas, minerales y fibra dietética, por esta razón son considerados como componentes o ingredientes de alimentos funcionales, debido a su fácil incorporación final de los mismos, por ejemplo en platos preparados, postres, yogurt, helados, galletas, pasteles, sopas instantáneas (Primo, 1997).

La aplicación de esta técnica permite a los productores ofrecer la fruta para su procesamiento inmediato, o bien mantenerla durante varios meses como producto de humedad intermedia para su posterior industrialización cuando las condiciones de mercado lo aconsejen. Los ensayos realizados en kiwi, durazno, manzana, banana, peras asiáticas y europeas arrojan productos de buena aptitud para su posterior deshidratado, congelado, enlatado o transformación en pulpa (Schwartz, 1993).

1.1. Generalidades de la papayita de monte (*Vasconcellea pubescens*)

Es un árbol muy similar al de papaya común, de hoja perenne, crece hasta 10 metros (33 pies) de altura, es muy resistente tolerando heladas ligeras y prolongada sequía. La papayita de monte (*Vasconcellea pubescens*) es única a nivel mundial. Es también conocida como: papaya de montaña, la papaya arequipeña, la papaya de altura, es una especie nativa que se cultiva y crece a una altitud de 1500-3000 msnm, con producción máxima entre noviembre y febrero. (Vega y Lemus, 2006).

Los frutos son obovoides de 6-15 cm de largo y 3-8 cm de ancho, con cinco costillas longitudinales amplias desde la base hasta el ápice. El fruto es pequeño y firme, con pulpa de color verde amarillo convirtiéndose en amarillo o naranja en la madurez. Tiene un rendimiento comestible del 46% y un contenido de azúcar de 5%, además se caracteriza principalmente por su alto contenido de papaína (Vega y Lemus, 2006). Su clasificación taxonómica se presenta a continuación.

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae
Clase	: Eudicots
Subclase	: Rosids
Orden	: Brassicales
Familia	: Caricaceae
Género	: <i>Vasconcellea</i>
Especie	: <i>Vasconcellea pubescens</i>

1.2. Deshidratación osmótica

La deshidratación osmótica consiste en la inmersión de un alimento sólido, entero o en piezas, en soluciones acuosas de alta concentración en solutos (hipertónica) a un tiempo y temperaturas específicos. Además la deshidratación osmótica como pretratamiento permite obtener productos de humedad intermedia y mejorar las características organolépticas de los productos deshidratados. La solución osmótica que se usa para deshidratar el producto debe ser rica en solutos que depriman la actividad de agua del mismo, y que genere una diferencia de presión osmótica entre el producto a deshidratar y la solución (Vega y Lemus, 2006).

La deshidratación osmótica es una técnica que consiste en la reducción del contenido de humedad e incrementa el contenido de sólidos solubles en las frutas, mediante la inmersión de ésta en solución acuosa de alta concentración de soluto. La deshidratación se debe a que ocurre un proceso de ósmosis entre la fruta y la solución concentrada. El agua se traslada desde la disolución menos concentrada en soluto (alimento) hacia la más concentrada (solución hipertónica), de tal manera que las concentraciones tienden a igualarse. Existen varios factores (temperatura, concentración de solución osmótica, etc.) que ejercen influencia sobre los fenómenos de transferencia de masa en el proceso de deshidratación osmótica (Castillo y Cornejo, 2007).

El proceso de deshidratación osmótica podría mejorar algunos de los defectos que los procesos de deshidratación industriales ocasionan en los alimentos, como cambios en la textura, color, sabor y mala rehidratación (Ceballos, 2005). Algunas ventajas que la deshidratación osmótica presenta sobre los alimentos son:

- Debido a que la ósmosis puede realizarse a bajas temperaturas, la alteración del color y sabor son mínimos.
- El sabor “fresco” de productos como las frutas se mantiene mejor si éstas se someten a deshidratación osmótica.
- La reducción de la acidez por la salida de compuestos hacia la disolución concentrada, mejora el sabor en frutas.
- La estructura de los alimentos se conserva más adecuadamente debido a que la eliminación del agua se realiza sin cambio de estado.
- El proceso de deshidratación osmótica protege de la pérdida de ciertos nutrientes hidrosolubles como la vitamina C.

1.2.1. Deshidratación osmótica de frutas

La utilización de este método es de mucha importancia en frutas, sobre todo en aquellas que poseen un tiempo de cosecha corto y que son perecederas. (Fellows, 1988). Se puede decir que la deshidratación osmótica mejora la calidad de sabor a fresco de algunas frutas (Panadés 2000), potencia el aroma de estas como la piña (Pino *et al.*, 1999) o fresa (Talens *et al.*, 2001) y prolonga la vida útil del producto.

La deshidratación osmótica se presenta como una tecnología alternativa de conservación de frutos ya que con una selección adecuada de solutos osmóticos y de su concentración permitirá controlar la actividad del agua, sino que además modifica la estructura de los tejidos, lo que implica cambios en la velocidad de las reacciones bioquímicas y fisicoquímicas (Escriche *et al.*, 1999).

1.2.2. Estabilidad del producto durante el almacenamiento

La deshidratación osmótica no genera productos estables en el tiempo, debido a que este método de deshidratación limitada no asegura una estabilidad enzimática y microbiológica. Esto implica que se deben usar factores adicionales que actúen en conjunto con la actividad de agua y mantengan la estabilidad del alimento (Tepper, 1996).

Leistner (1992), llaman a estos factores vallas; incluyen la disminución de pH, la aplicación de tratamientos térmicos moderados o severos, la adición de preservantes (preferentemente naturales) y bajas temperaturas de almacenamiento.

1.3. 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 está 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 un 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 (Moreno, 2006).

1.4. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Hernández, 2005)

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Se emplean con el fin de determinar la aceptación de los alimentos en el mercado, siendo sus resultados útiles para mejorar la calidad del producto, garantizar la elaboración de nuevos procesos y la evaluación de técnicas implementadas. Hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos (Anzaldúa, 1994).

1.4.1. Prueba de aceptabilidad

La prueba de aceptabilidad consiste en evaluar, de acuerdo a un criterio personal-subjetivo, si la muestra presentada es aceptable para su consumo. Esta prueba requiere de por lo menos una muestra para evaluar; en el caso que sean varias, cada una debe considerarse por separado. Esta prueba no requiere de referencia o muestras para comparar, ya que el juez-afectivo utiliza su propio criterio y gusto personal para juzgar a la muestra como aceptable. La prueba de medición del grado de aceptación, se evalúa por

medio de una escala hedónica determinando verbalmente que tanto placer le suministra al juez (Anzaldúa 1994).

1.5. Análisis microbiológico

Un producto alimenticio, transformado o no, puede estar contaminado por microorganismos. La presencia de microorganismos en los alimentos no significa necesariamente un peligro para el consumidor o una calidad inferior de estos productos. La mayor parte de los alimentos se convierten en potencialmente peligrosos cuando no se cumplen los principios de higiene, limpieza y desinfección. La puesta en evidencia de este riesgo se basa en el examen de muestras de alimentos en busca de los propios agentes causales o de indicadores de una contaminación no admisible (Bourgeois *et al.*, 1994).

1.5.1. Recuentos de mohos y levaduras

Los mohos y las levaduras crecen con mayor rapidez en los alimentos ácidos y en los de baja actividad de agua, determinando por ello importantes pérdidas por alteración de frutas frescas y zumos, vegetales, quesos, alimentos salazonados, cereales y encurtidos, así como en los alimentos congelados y en los deshidratados, cuyo almacenamiento se realiza en condiciones no adecuadas. Además existe el peligro potencial de producción de micotoxinas por parte de los mohos. En los alimentos frescos y en los congelados, pueden encontrarse números reducidos de esporas y células vegetativas de levaduras, pero su presencia en estos alimentos es de escaso significado. Sólo cuando el alimento contiene cifras elevadas de levaduras o mohos visibles, el consumidor se dará cuenta de la alteración. La alteración

por levaduras no constituye un peligro para la salud (Bourgeois *et al.*, 1994).

En el presente trabajo de investigación se logró los siguientes objetivos:

Objetivo general

- ✓ Determinar el efecto de los agentes edulcorantes, temperatura y tiempo en la deshidratación osmótica de papayita de monte (*Vasconcellea pubescens*).

Objetivos específicos

- ✓ Evaluar las características fisicoquímicas de los frutos de papayita de monte osmodeshidratados para determinar el edulcorante y temperatura de mayor poder osmótico.
- ✓ Evaluar la aceptabilidad de fruto de papayita de monte del mejor tratamiento de deshidratación osmótica.
- ✓ Evaluar las características fisicoquímicas del mejor tratamiento, almacenados en refrigeración (0, 7, 14, 21 días).
- ✓ Realizar el análisis microbiológico del mejor tratamiento a los 21 días de almacenamiento en refrigeración.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Chachapoyas; específicamente en los laboratorios de Tecnología Agroindustrial y Microbiología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.2. Materia prima

Se utilizó papayita de monte (*Vasconcellea pubescens*) proveniente del distrito de Levanto, provincia de Chachapoyas, Región Amazonas; con 5,2 °Brix en promedio.

2.3. Métodos

2.3.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima

Se determinó las características fisicoquímicas de la papayita de monte (pH, % humedad, acidez titulable, índice de madurez y sólidos solubles)

- a) Humedad: Se determinó mediante el método de pérdida de peso utilizando el analizador automático de humedad (Castro *et al*, 2007).
- b) pH: Se realizó por el método potenciométrico, con un pH-metro Q400MT (Castro *et al*, 2007).
- c) Acidez titulable: Se realizó mediante el método de titulación ácido-base (Castro *et al*, 2007).
- d) Sólidos solubles (°Brix): Se determinó mediante el método de refractometría (Castro *et al*, 2007).

e) Índice de madurez: Se determinó mediante la relación:

$$IM = \text{°Brix} / \text{Acidez titulable}$$

2.3.2. Deshidratación osmótica de papayita de monte

Se desarrolló según la Figura 1, cuyo proceso se describe a continuación:

a) Selección y clasificación

Se seleccionaron los frutos frescos de color y tamaño uniforme, con ausencia de daños físicos y mecánicos.

b) Pesado

Se realizó el pesado para determinar rendimientos.

c) Lavado

Se realizó con agua potable mediante inmersión con la finalidad de eliminar impurezas.

d) Pelado

Se realizó de forma manual utilizando cuchillo para retirar la cáscara.

e) Cortado

Se cortaron en pequeños trozos de forma triangular con la ayuda de un cuchillo.

f) Escaldado

Se realizó a temperatura de 60 °C durante 12 minutos.

g) Preparación del jarabe

Los jarabes se prepararon a partir de sacarosa, panela y miel de abeja de igual concentración constante (75 °Brix) y se reguló su pH con ácido cítrico a pH 3.5

h) Deshidratación osmótica

En este proceso se pesó la muestra y se sumergió en soluciones osmódeshidratantes (sacarosa, panela, miel de abeja), en una relación jarabe: fruta 3: 1 (volumen: peso), por un tiempo de 2, 4 y 6 horas y temperaturas de 40, 50 y 60 °C.

i) Envasado

El envasado se realizó en bolsas de polietileno.

j) Almacenado

Después del envasado se colocó las muestras en refrigeración para su posterior evaluación.

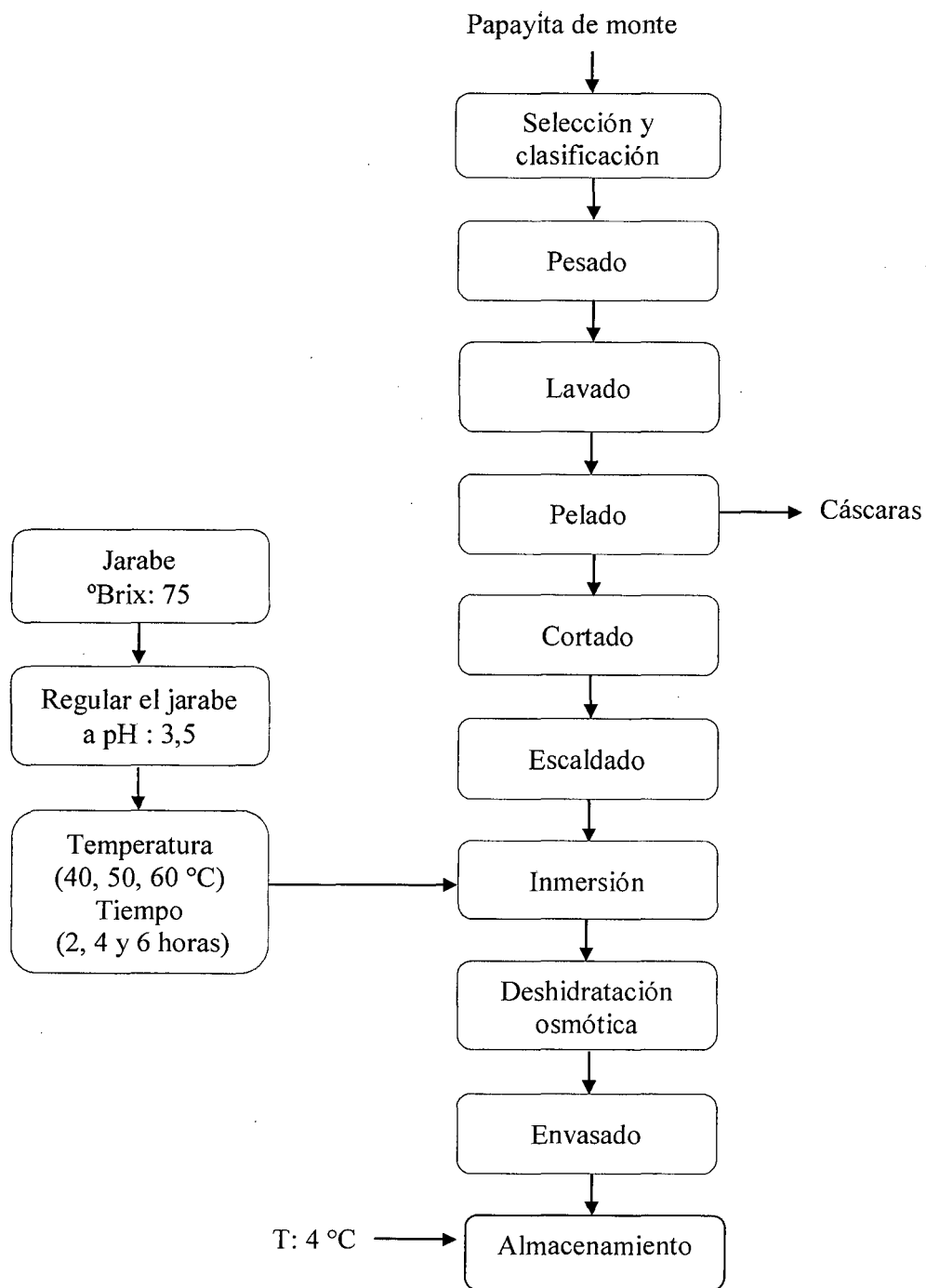


Figura 1. Diagrama de flujo para la deshidratación osmótica de papayita.

La metodología empleada para la deshidratación osmótica se muestra en la Figura 2

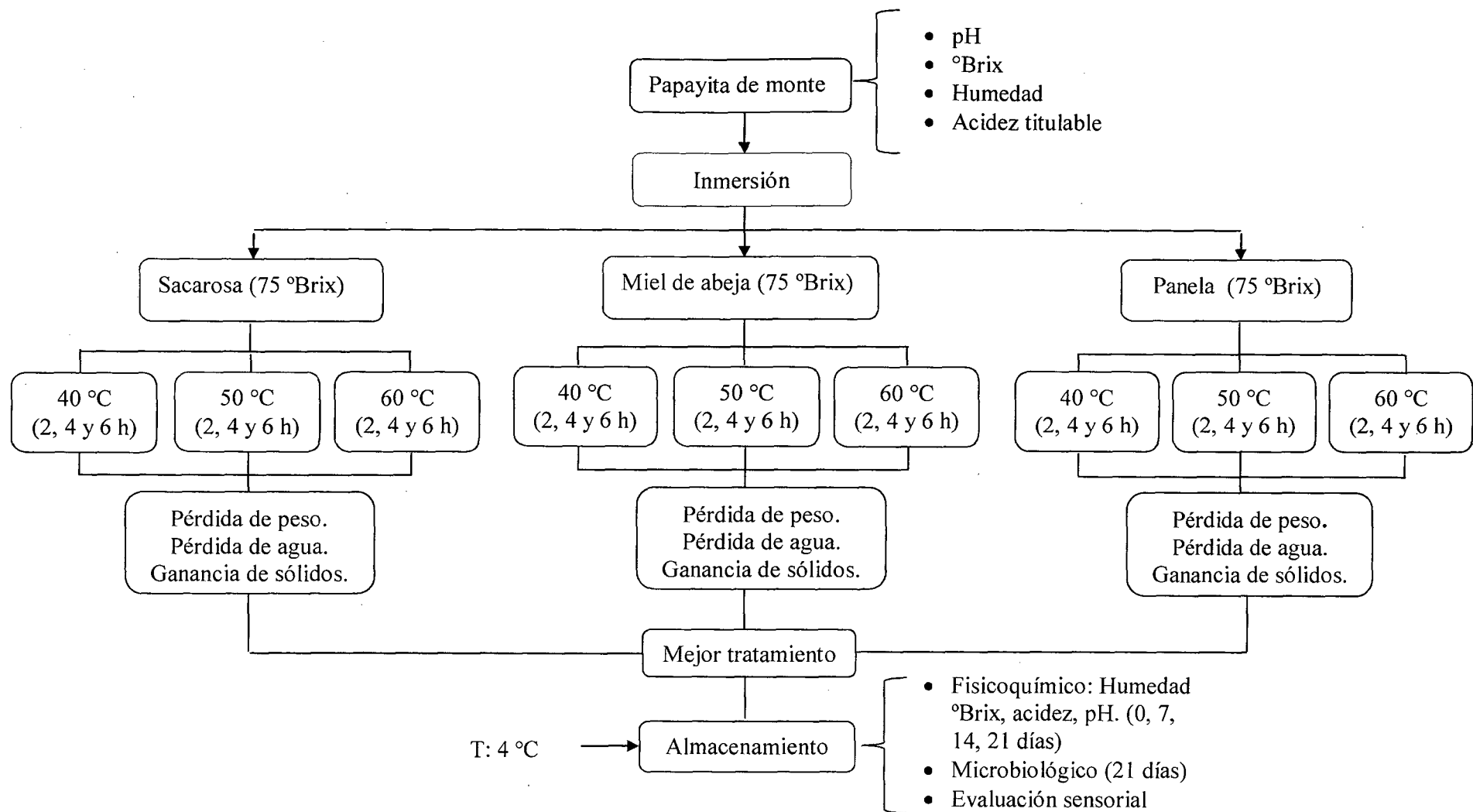


Figura 2. Metodología para la deshidratación osmótica de papayita de monte.

2.3.3. Evaluación de la deshidratación osmótica de papayita de monte

Según Melo (1999), la deshidratación osmótica se determina mediante las velocidades de pérdida de peso (WR), pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos (GS).

2.3.3.1. Pérdida de peso (WR)

Se determinó por la diferencia de peso inicial y final para cada uno de los tiempos (2, 4 y 6 horas)

$$WR = \frac{(M_o - M_f)}{M_o} \times 100$$

Donde:

WR = reducción de peso (%)

M_o = peso inicial de la fruta (g)

M_f = peso final de la fruta (g)

2.3.3.2. Pérdida de agua (WL)

Se determinó en base a la humedad y peso inicial del producto antes del proceso de deshidratación osmótica y después de retirado del jarabe (2, 4 y 6 horas).

$$WL = \frac{(M_o \times \%H_o) - (M_f \times \%H_f)}{M_o} \times 100$$

Donde:

M_o = peso inicial de la fruta (g)

M_f = peso final de la fruta (g)

H_o = humedad inicial de la fruta, como fracción (mL/g)

H_f = humedad final de la fruta, como fracción (mL/g)

2.3.3.3. Ganancia de sólidos (GS)

Se determinó en base a los °Brix y peso inicial del producto y después de retirar la muestra del jarabe (2, 4 y 6 horas).

$$GS = \frac{(Mo \times So) - (Mf \times Sf)}{Mo} \times 100$$

Donde:

Mo = peso inicial de la fruta (g)

Mf = peso final de la fruta (g)

So = sólidos iniciales, como fracción (g)

Sf = sólidos finales, como fracción (g)

2.3.4. Análisis del producto seleccionado

2.3.4.1. Estabilidad del producto almacenado en refrigeración

Se determinó las características fisicoquímicas (pH, % humedad, acidez titulable y sólidos solubles) de la papayita de monte osmodeshidratada, almacenada en refrigeración a 4 °C.

2.3.4.2. Evaluación sensorial

Se realizó la evaluación sensorial, del mejor tratamiento, mediante la prueba de aceptabilidad donde se indicó el grado de satisfacción en los consumidores. Para la evaluación se utilizó una escala hedónica de 7 puntos (Anexo 2). El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de comparación de medias.

2.3.4.3. Análisis microbiológico

Se realizó el recuento de mohos y levaduras (Anexo 4) del mejor tratamiento a los 21 días de almacenamiento, mediante la técnica de recuento en placa.

2.3.5. Análisis estadístico

En la presente investigación se empleó un experimento factorial 3A x 3B x3C bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 repeticiones, por unidad experimental. Para el análisis de los datos se hizo uso del Software SPSS 15.0

Factores:

- A. Tipo de jarabe: a_1 : Sacarosa
 a_2 : Panela granulada
 a_3 : Miel de abeja
- B. Temperatura: b_1 : 40 °C
 b_2 : 50 °C
 b_3 : 60 °C
- C. Tiempo: c_1 : 2 horas
 c_2 : 4 horas
 c_3 : 6 horas

Variable respuesta: Pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos

Unidad experimental: Frutos de papayita de monte

Modelo aditivo lineal.

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde:

- $i= 1, 2, 3$ (Nivel del factor A)
- $j= 1, 2, 3$ (Nivel del factor B)
- $k=1, 2, 3$ (Nivel del factor C)
- $l= 1, 2, 3$ (Repeticiones)

a_1, a_2, a_3 : Tipo de jarabe.

b_1, b_2, b_3 : Temperatura del jarabe

c_1, c_2, c_3 : Tiempo de inmersión

r_1, r_2, r_3 : Repeticiones

Además:

Y_{ijkl} : Nivel de ganancia de sólidos y pérdida de agua experimentado en el i -ésimo tipo de jarabe, en la j -ésima temperatura, en el k -ésimo tiempo y en la l -ésima unidad experimental

μ : Efecto de la media general.

A_i : Efecto del i -ésimo tipo de jarabe.

B_j : Efecto de la j -ésima temperatura.

C_k : Efecto del k -ésimo tiempo

$(AB)_{ij}$: Efecto del i -ésimo tipo de jarabe y la j -ésima temperatura.

$(AC)_{ik}$: Efecto del i -ésimo tipo de jarabe y del k -ésimo tiempo

$(BC)_{jk}$: Efecto de la j -ésima temperatura y del k -ésimo tiempo

$(ABC)_{ijk}$: Efecto de la k -ésima papayita de monte osmodeshidratada.

ϵ_{ijkl} : Error experimental.

Comparaciones Múltiples:

Para evaluar las diferencias entre las medias de los tratamientos, se emplearan la prueba Tukey al 95% de confianza.

Descripción de los tratamientos

Tabla 1. Combinaciones de los diferentes tratamientos

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
T1	A1B1C1	sacarosa, 40 °C, 2 horas
T2	A1B1C2	sacarosa, 40 °C, 4 horas
T3	A1B1C3	sacarosa, 40 °C, 6 horas
T4	A1B2C1	sacarosa, 50 °C, 2 horas
T5	A1B2C2	sacarosa, 50 °C, 4 horas
T6	A1B2C3	sacarosa, 50 °C, 6 horas
T7	A1B3C1	sacarosa, 60 °C, 2 horas
T8	A1B3C2	sacarosa, 60 °C, 4 horas
T9	A1B3C3	sacarosa, 60 °C, 6 horas
T10	A2B1C1	panela, 40 °C, 2 horas
T11	A2B1C2	panela, 40 °C, 4 horas
T12	A2B1C3	panela, 40 °C, 6 horas
T13	A2B2C1	panela, 50 °C, 2 horas
T14	A2B2C2	panela, 50 °C, 4 horas
T15	A2B2C3	panela, 50 °C, 6 horas
T16	A2B3C1	panela, 60 °C, 2 horas
T17	A2B3C2	panela, 60 °C, 4 horas
T18	A2B3C3	panela, 60 °C, 6 horas
T19	A3B1C1	Miel de abeja, 40 °C, 2 horas
T20	A3B1C2	Miel de abeja, 40 °C, 4 horas
T21	A3B1C3	Miel de abeja, 40 °C, 6 horas
T22	A3B2C1	Miel de abeja, 50 °C, 2 horas
T23	A3B2C2	Miel de abeja, 50 °C, 4 horas
T24	A3B2C3	Miel de abeja, 50 °C, 6 horas
T25	A3B3C1	Miel de abeja, 60 °C, 2 horas
T26	A3B3C2	Miel de abeja, 60 °C, 4 horas
T27	A3B3C3	Miel de abeja, 60 °C, 6 horas

Fuente: elaboración propia

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de la materia prima

La caracterización fisicoquímica de la papayita de monte se hizo antes de realizar los ensayos. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Caracterización fisicoquímica de la papayita de monte.

Componente	Valor
Humedad (%)	95,81
Sólidos solubles(°Brix)	5,2
pH	4,2
Acidez total (%)	0,9
Índice de madurez(°Brix/acidez total)	5,77
Rendimiento (%)	40

Fuente: elaboración propia

3.2. Efecto de la osmodeshidratación en la pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos

3.2.1. Pérdida de peso durante la deshidratación osmótica

En la Tabla 3 se presentan los valores medidos de la variable, pérdida de peso en la materia prima, durante la deshidratación osmótica.

Tabla 3. Pérdida de peso de la papayita de monte durante la deshidratación osmótica

Tratamientos	Repeticiones			Σ Trat. (g)	\bar{X} (g)
	R1 (g)	R2 (g)	R3 (g)		
T1	14,31	14,48	14,89	43,68	14,56
T2	17,57	18,48	17,4	53,45	17,82
T3	18,11	18,63	17,78	54,52	18,17
T4	20,43	18,03	17,48	55,94	18,65
T5	26,11	19,00	18,13	63,24	21,08
T6	22,96	21,27	20,44	64,67	21,56
T7	13,14	13,60	14,44	41,18	13,73
T8	14,73	15,71	17,34	47,78	15,93
T9	16,42	17,44	17,01	50,87	16,96
T10	18,55	22,35	20,04	60,94	20,31
T11	25,94	25,70	24,79	76,43	25,48
T12	27,49	26,00	28,57	82,06	27,35
T13	17,60	16,64	16,62	50,86	16,95
T14	22,98	21,07	22,03	66,08	22,03
T15	25,14	23,05	24,51	72,70	24,23
T16	10,43	14,39	13,17	37,99	12,66
T17	17,10	19,77	18,87	55,74	18,58
T18	21,81	21,46	23,26	66,53	22,18
T19	23,68	23,75	31,34	78,77	26,26
T20	29,87	29,07	30,10	89,04	29,68
T21	28,74	31,75	28,36	88,85	29,62
T22	20,30	26,35	23,58	70,23	23,41
T23	31,51	31,27	31,80	94,58	31,53
T24	32,19	34,34	32,31	98,84	32,95
T25	32,27	28,25	32,36	92,88	30,96
T26	33,93	32,74	31,60	98,27	32,76
T27	38,02	38,30	37,80	114,12	38,04

Fuente: elaboración propia

Análisis de varianza de pérdida de peso

En la Tabla 4, se muestra el análisis de varianza de la pérdida de peso, la cual fue afectada de forma significativa por la temperatura, mientras que el agente edulcorante y el tiempo no indicó significancia sobre éste, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 4. Análisis de varianza de la pérdida de peso

Fuente	Suma de		Media		
	Cuadrados	GL	Cuadrática	F	Sig.
A	2 434,261	2	1 217,130	400,669	0,000
B	19,743	2	9,872	3,250	0,046
C	503,133	2	251,566	82,813	0,000
A * B	443,592	4	110,898	36,507	0,000
A * C	53,472	4	13,368	4,401	0,004
B * C	23,821	4	5,955	1,960	0,114
A * B * C	39,235	8	4,904	1,614	0,142
Error	164,038	54	3,038		
Total corregida	3 681,296	80			

Fuente: elaboración SPSS 15.0

Contraste sobre la igualdad de las varianzas error(a)

En el método de Levene para la pérdida de peso en la Tabla 5, se aplicó un procedimiento de contraste sobre la igualdad de varianzas error (a) que contrasta la hipótesis nula que la varianza error de la pérdida de peso (variable dependiente) es igual a lo largo de todos los grupos a un nivel de confianza del 95%. a. Diseño: Intersección+Tratamiento

Tabla 5. Contraste sobre igualdad de varianzas de la pérdida de peso

F	GL1	GL2	Significación
4,238	26	54	0,000

Fuente: elaboración SPSS 15.0

Análisis simple para la pérdida de peso

Las pruebas de los efectos inter-sujetos, en la Tabla 6, no indicó una diferencia estadísticamente significativa, a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 6. Análisis simple de pérdida de peso.

Fuente	Suma de		Media		Significación
	cuadrados	GL	cuadrática	F	
Tratamiento	3 517,257	26	135,279	44,533	0,000
Error	164,038	54	3,038		
Total corregida	3 681,296	80			

Fuente: elaboración SPSS 15.0

En la Figura 3 se aprecia que para la variable pérdida de peso, el T27 (Miel de abeja, 60 °C y 6 horas) es el mejor tratamiento.

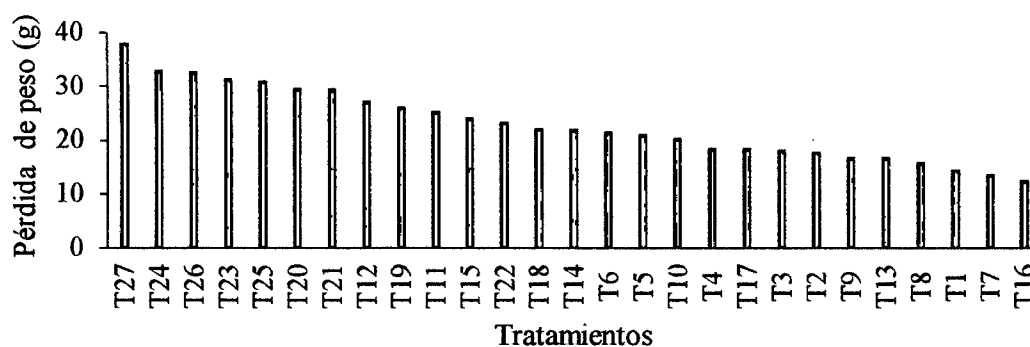


Figura 3. Pérdida de peso de la papayita de monte durante la deshidratación osmótica

Fuente: elaboración propia

3.2.2. Pérdida de agua

En la Tabla 7 se presentan los valores medidos de la variable pérdida de agua en la materia prima, durante la deshidratación osmótica.

Tabla 7. Pérdida de agua de la papayita de monte durante la deshidratación osmótica.

Tratamientos	Repeticiones			Σ Trat. (mL/ g)	\bar{X} (mL/ g)
	R1	R2	R3		
	(mL/g)	(mL/ g)	(mL/ g)		
T1	38,30	40,94	40,14	119,38	39,79
T2	42,48	44,93	44,70	132,11	44,04
T3	51,42	52,50	50,42	154,34	51,45
T4	43,96	44,59	43,33	131,88	43,96
T5	52,40	53,43	52,99	158,82	52,94
T6	56,25	55,50	55,49	167,24	55,75
T7	42,24	42,48	41,37	126,09	42,03
T8	45,06	49,74	47,55	142,35	47,45
T9	55,91	56,52	58,88	171,31	57,10
T10	43,83	40,37	48,73	132,93	44,31
T11	51,10	48,21	50,74	150,05	50,02
T12	57,65	56,54	58,04	172,23	57,41
T13	39,84	48,92	44,37	133,13	44,38
T14	51,76	53,28	53,47	158,51	52,84
T15	58,43	58,38	57,90	174,71	58,24
T16	51,97	56,78	50,74	159,49	53,16
T17	56,91	60,04	53,97	170,92	56,97
T18	59,15	59,27	58,59	177,01	59,00
T19	40,78	42,18	40,50	123,46	41,15
T20	52,33	50,57	52,73	155,63	51,88
T21	63,16	60,91	62,13	186,20	62,07
T22	41,44	39,18	40,73	121,35	40,45
T23	48,86	51,41	48,79	149,06	49,69
T24	62,07	62,21	61,28	185,56	61,85
T25	39,19	39,86	38,78	117,83	39,28
T26	48,15	51,42	49,79	149,36	49,79
T27	62,64	63,40	61,32	187,36	62,45

Fuente: elaboración propia

Análisis de varianza de pérdida de agua

En Tabla 8 se muestra el análisis de varianza la pérdida de agua; ésta fue afectada de forma significativa por la temperatura, mientras que el agente edulcorante y el tiempo no indicó significancia sobre éste, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 8. Análisis de varianza de pérdida de agua

Fuente	Suma de		Media		
	Cuadrados	GL	Cuadrática	F	Sig.
A	293,742	2	146,871	45,571	0,000
B	105,383	2	52,691	16,349	0,000
C	3.119,727	2	1.559,864	483,992	0,000
A * B	228,716	4	57,179	17,741	0,000
A * C	309,883	4	77,471	24,037	0,000
B * C	15,856	4	3,964	1,230	0,309
A * B * C	97,506	8	12,188	3,782	0,001
Error	174,037	54	3,223		
Total corregida	4.344,850	80			

Fuente: Elaboración SPSS 15.0

Contraste sobre la igualdad de las varianzas error(a)

En el método de Levene para la pérdida de agua en la Tabla 9, se aplicó un procedimiento de contraste sobre la igualdad de varianzas error (a) que contrasta la hipótesis nula que la varianza error de la pérdida de agua (variable dependiente) es igual a lo largo de todos los grupos a un nivel de confianza del 95%. a. Diseño: Intersección + Tratamiento.

Tabla 9. Contraste sobre igualdad de varianzas de pérdida de agua

F	GL1	GL2	Significación
2,178	26	54	0,008

Fuente: elaboración SPSS 15.0

Análisis simple para la pérdida de agua

Las pruebas de los efectos inter-sujetos, en la Tabla 10, no indicó una diferencia estadísticamente significativa, para un nivel de confianza del 95%.

Tabla 10. Análisis simple de pérdida de agua.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Significación
Tratamiento	4.170,813	26	160,416	49,774	0,000
Error	174,037	54	3,223		
Total corregida	4.344,850	80			

Fuente: elaboración SPSS 15.0

En la Figura 4, se muestra que para la variable pérdida de agua, el T27 (Miel de abeja, 60 °C, 6 horas) es el tratamiento que eliminó mayor cantidad de agua.

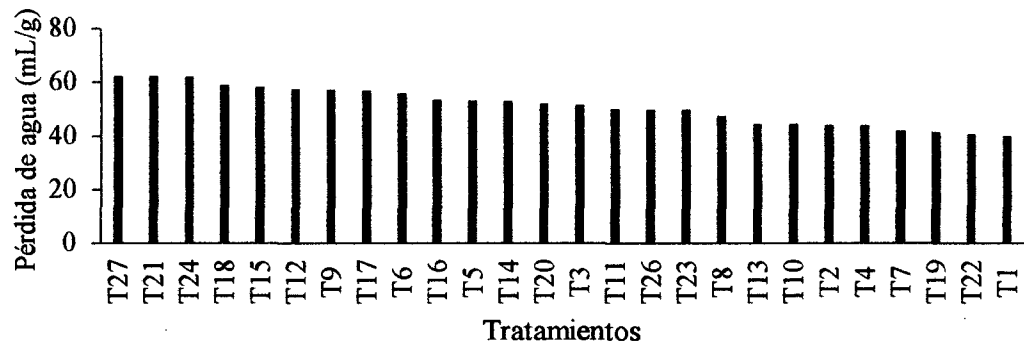


Figura 4. Pérdida de agua de la papayita de monte durante la deshidratación osmótica.

Fuente: elaboración propia

3.2.3. Ganancia de sólidos

En la Tabla 11 se presentan los valores de la variable ganancia de sólidos en la materia prima, durante la deshidratación osmótica.

Tabla 11. Ganancia de sólidos de la papayita de monte durante la deshidratación osmótica.

Tratamientos	Repeticiones			Σ Trat. (g)	\bar{X} (g)
	R1 (g)	R2 (g)	R3 (g)		
T1	17,25	19,00	18,13	54,38	18,13
T2	21,06	24,70	23,09	68,85	22,95
T3	26,46	26,92	27,66	81,04	27,01
T4	16,21	17,64	19,52	53,37	17,79
T5	28,59	28,8	29,57	86,96	28,99
T6	33,52	33,79	33,39	100,70	33,57
T7	20,25	21,06	18,50	59,81	19,94
T8	25,67	25,5	24,11	75,28	25,09
T9	33,61	32,33	33,35	99,29	33,10
T10	22,71	19,87	17,22	59,80	19,93
T11	18,86	17,59	18,92	55,37	18,46
T12	20,48	18,65	23,06	62,19	20,73
T13	17,52	22,96	28,25	68,73	22,91
T14	17,92	28,51	19,60	66,03	22,01
T15	28,48	28,18	31,00	87,66	29,22
T16	17,74	20,97	18,18	56,89	18,96
T17	20,41	26,07	27,39	73,87	24,62
T18	32,13	31,42	29,46	93,01	31,00
T19	25,97	24,50	26,31	76,78	25,59
T20	28,29	27,80	28,43	84,52	28,17
T21	31,96	31,28	30,84	94,08	31,36
T22	19,65	23,76	21,38	64,79	21,60
T23	26,42	30,97	29,96	87,35	29,12
T24	32,53	34,47	33,83	100,83	33,61
T25	24,66	23,65	24,52	72,83	24,28
T26	31,31	31,70	32,27	95,28	31,76
T27	34,31	34,49	34,05	102,85	34,28

Fuente: elaboración propia

Análisis de varianza de ganancia de sólidos

En Tabla 12 se muestra el análisis de varianza de la ganancia de sólidos. No indicó diferencia significativa por la temperatura, agente edulcorante y el tiempo, a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 12. Análisis de varianza de ganancia de sólidos.

Fuente	Suma de		Media		Sig.
	Cuadrados	GL	Cuadrática	F	
A	460,962	2	230,481	52,460	0,000
B	184,560	2	92,280	21,004	0,000
C	1 197,307	2	598,654	136,260	0,000
A * B	76,937	4	19,234	4,378	0,004
A * C	126,216	4	31,554	7,182	0,000
B * C	126,075	4	31,519	7,174	0,000
A * B * C	80,147	8	10,018	2,280	0,035
Error	237,246	54	4,393		
Total corregida	2 489,451	80			

Fuente: elaboración SPSS 15.0

Contraste sobre la igualdad de las varianzas error(a)

En el método de Levene para la ganancia de sólidos en la Tabla 13, se aplicó un procedimiento de contraste sobre la igualdad de varianzas error (a) que contrasta la hipótesis nula que la varianza error de la ganancia de sólidos (variable dependiente) no indicó diferencia significativa, a un nivel de confianza del 95%.

a.Diseño: Intersección+Tratamiento

Tabla 13. Contraste sobre igualdad de varianzas de pérdida de peso

F	GL1	GL2	Significación
3,361	26	54	0,000

Fuente: elaboración SPSS 15.0

Análisis simple para la ganancia de sólidos

Las pruebas de los efectos inter-sujetos, en la Tabla 14, no indicó una diferencia estadísticamente significativa, para un nivel de confianza del 95%.

Tabla 14. Análisis simple de ganancia de sólidos.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Significación
Tratamiento	2 252,204	26	86,623	19,716	0,000
Error	237,246	54	4,393		
Total corregida	2 489,451	80			

Fuente: elaboración SPSS 15.0

En la Figura 5, se aprecia que para la variable ganancia de sólidos, el T27 (Miel de abeja, 60 °C, 6 horas) es el tratamiento que mayor cantidad de ganancia de sólidos solubles.



Figura 5. Ganancia de sólidos de la papayita de monte, durante la deshidratación osmótica

Fuente: elaboración propia

3.3. Análisis del producto seleccionado

3.3.1. Análisis fisicoquímico durante el almacenamiento

En la Tabla 15. Se muestra los resultados evaluados durante 0, 7, 14 y 21 días

Tabla 15. Análisis fisicoquímicos de la papayita de monte durante el almacenamiento

Días	Humedad (%)	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Acidez total (%)
0	35,12	57,30	3,84	0,77
7	36,53	58,70	3,87	0,70
14	37,24	59,10	3,90	0,64
21	37,97	59,20	3,91	0,60

Fuente: elaboración propia

En la Figura 6 se presenta el comportamiento de la humedad para el mejor tratamiento almacenado en refrigeración durante 21 días.

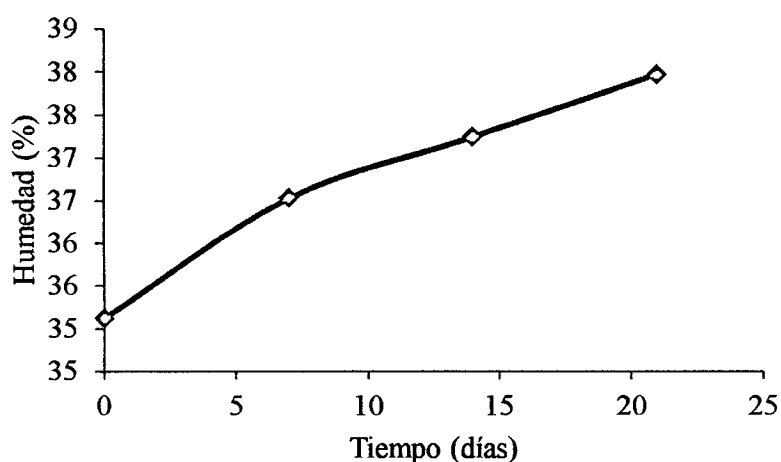


Figura 6. Evaluación de la humedad de la papayita de monte durante el almacenamiento

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 7 se presenta el comportamiento de los sólidos solubles para el mejor tratamiento, almacenado en refrigeración durante 21 días.

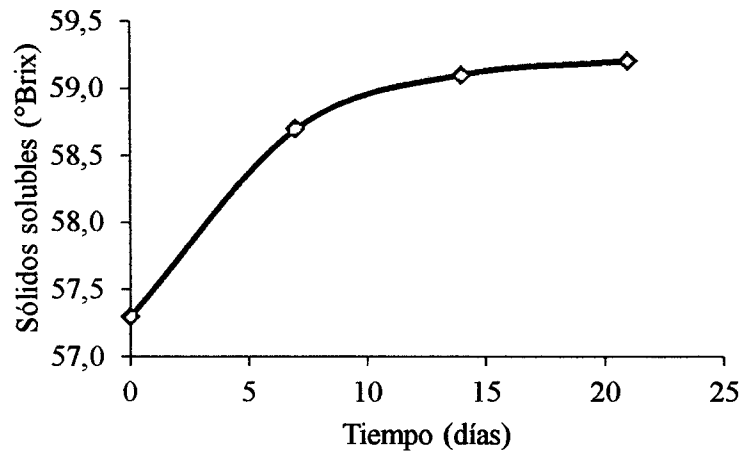


Figura 7. Comportamiento de los sólidos solubles de la papayita de monte almacenado en refrigeración.

Fuente: elaboración propia

En la Figura 8 se muestra el comportamiento del pH para el mejor tratamiento, almacenado en refrigeración durante 21 días

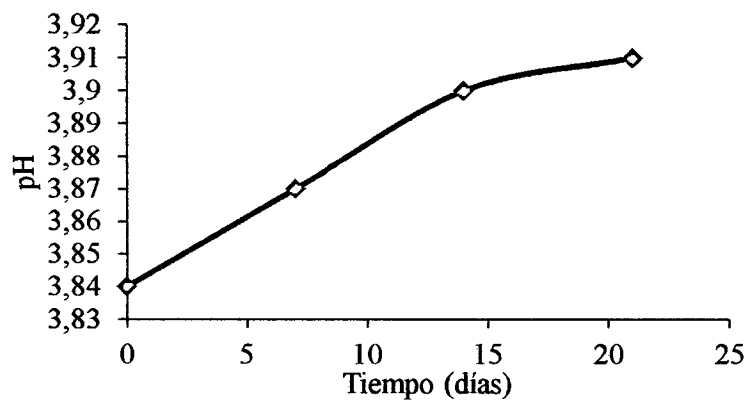


Figura 8. Comportamiento del pH de la papayita de monte almacenado en refrigeración.

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 9 se presentan los valores correspondientes a la variación de la acidez titulable, almacenado en refrigeración durante 21 días.

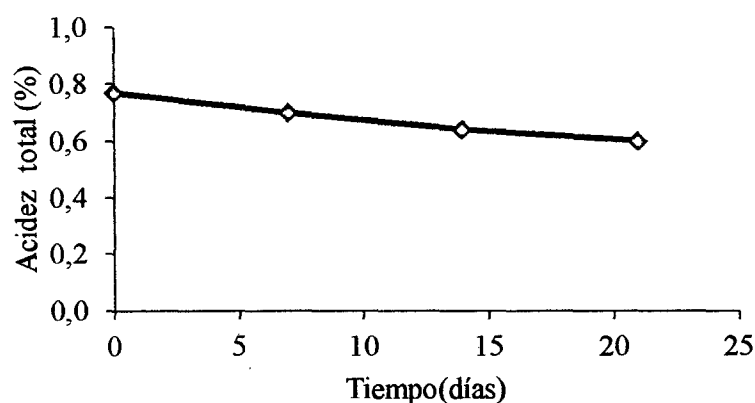


Figura 9. Variación de la acidez titulable de la papayita de monte

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Evaluación sensorial

El análisis estadístico, mediante la prueba de hipótesis de medias, empleando la estadística “t”, tal como se observa en el Anexo 3, demuestra que la papayita osmodeshidratada fue aceptada por los panelistas con un nivel de confianza de 95%.

Tabla 16. Puntuación verbal de los panelistas.

Escala hedónica	Cantidad
Me gusta muchísimo	3
Me gusta mucho	7
Me gusta ligeramente	2
Ni me gusta ni me disgusta	0
Me disgusta moderadamente	0
Me disgusta mucho	0
Me disgusta muchísimo	0

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 10 se muestran los resultados obtenidos en la evaluación sensorial empleando la escala hedónica mediante la prueba de aceptabilidad.

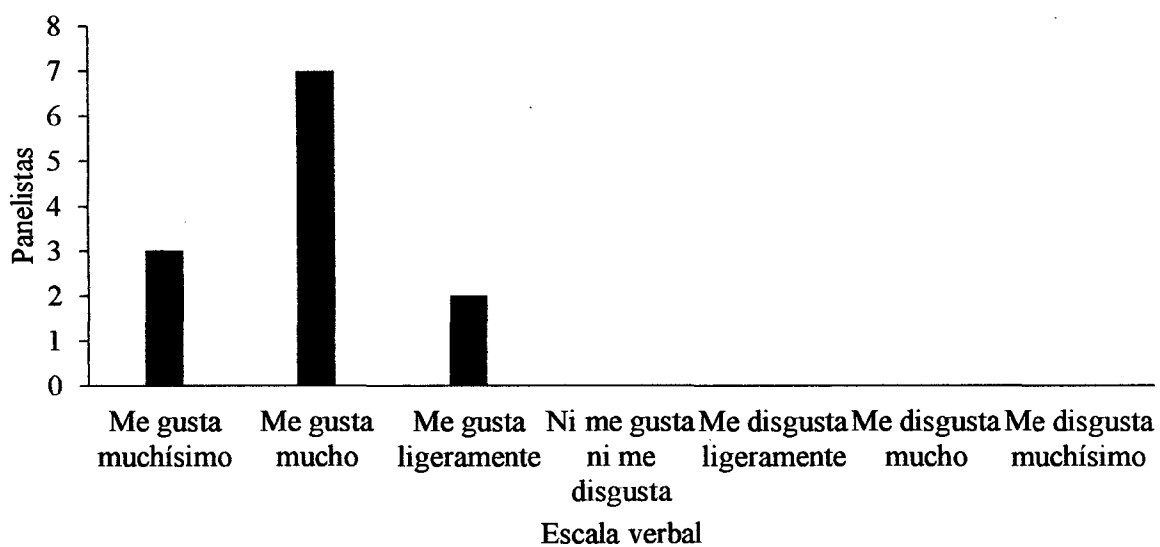


Figura 10. Evaluación sensorial de la papayita de monte almacenado en refrigeración.

Fuente: elaboración propia

3.3.3. Análisis microbiológico

En la Tabla 17. Se presenta los resultados del recuento de mohos y levaduras de papayita de monte almacenada en refrigeración por 21 días.

Tabla 17. Recuento de mohos y levaduras de la papayita de monte almacenado en refrigeración.

Tipo de microorganismo	Cantidad (UFC/g)
Mohos	< 10
Levaduras	< 10

Fuente: elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

Según Vega y Lemus (2006), la papayita de monte tiene un rendimiento comestible del 46% y un contenido de azúcar de 5%. En el presente trabajo de investigación se obtuvieron resultados similares, siendo el contenido de azúcar de 5,2 % y el rendimiento comestible de 40 % en promedio.

Zapata y Castro (1999), indican que el escaldado favorece la ganancia de sólidos en la fruta durante la osmodeshidratación, debido a la modificación de la permeabilidad de los tejidos. En el presente trabajo de investigación se escaldó la fruta a 65 °C por 12 minutos.

Alvarado y Cornejo (2004), realizaron el análisis estadístico con un nivel de confianza $\alpha = 0,05$, donde a 35°C no existe una diferencia significativa de pérdida de agua y ganancia de sólidos, mientras que a 55°C, existe una diferencia significativa de pérdida de agua y ganancia de sólidos, dichos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación tal como se muestra en las Tablas 8 y 12, esto demostraría la influencia de la temperatura en la deshidratación osmótica.

En la presente investigación el tratamiento T27 (Miel de abejas, 60°C y 6 horas) tuvo la mayor ganancia de sólidos tal como se muestra en la Figura 5 resultados similares obtuvieron Calderón y Jurado (2008), en su trabajo de investigación empleando babaco, mango y pepino, sumergidos en jarabe de sacarosa a 60, 65,70 °Brix y 17 y 20 horas de inmersión, donde el mejor tratamiento que presentó mayor ganancia de sólidos fue babaco (70 °Brix y 20 horas de inmersión), los resultados obtenidos son similares

porque ambas frutas pertenecen a la misma familia (Caricaceae). Mezzeo *et al.*, (2006), mencionan que la concentración de jarabe influye directamente sobre la velocidad de salida de agua, porque al mantener una alta diferencia de concentración entre ambos lados de la membrana, se incrementa más la presión osmótica, favoreciendo un rápido flujo de agua desde el fruto a través de la membrana, hacia la solución osmótica en busca del equilibrio.

En el presente trabajo de investigación, la mayor pérdida de agua durante la deshidratación osmótica se obtuvo, los 60 °C, resultado similar fue encontrado por Rojas (1976), utilizando un jarabe con 65 °Brix, rodajando la fruta en capas delgadas y agitando el jarabe con un agitador mecánico, midiendo la humedad cada media hora durante todo el proceso con tres temperaturas 22°C, 40°C y 60°C; finalmente determinó que ésta última es la óptima para la deshidratación de banano, piña y papaya.

López y Galeano (1998), desarrollaron un estudio de la deshidratación osmótica de la fresa que permitió determinar el comportamiento de la transferencia de masa cuando trozos de fruta se sumergieron en una solución de sacarosa de 65 °Brix. Se notó que a las tres horas del proceso se alcanzó el equilibrio, tiempo en el cual la reducción de peso fue de 49,33%, la pérdida de agua de 74,55 % y la ganancia de sólidos de 25,21 %. Panagiotou *et al.*, (1998).afirman que la deshidratación osmótica, es capaz de generar productos con un contenido de humedad bajo (20-50%), conocidos como productos de humedad intermedia.

La humedad del mejor tratamiento fue 35,12% (Tabla 15). Resultados cercanos obtuvieron Ríos *et al.*, (2005), quienes sometieron trozos de papaya hawaiana (*Carica*

papaya L.) a cuatro agentes edulcorantes: miel de abejas, miel de caña, crema de miel de abejas y sacarosa a 79 °Brix, temperatura de 20°C y 23 horas de inmersión. Los resultados estadísticos mostraron que el agente de mayor capacidad deshidratante fue la miel de abejas y el menor la sacarosa, con un contenido de humedad final de 41,3 %. Según Salazar y Sepúlveda (1998), la miel de abejas tiene una composición química que le aportan mayor poder osmótico, esencialmente por sus contenidos en sales, ácidos orgánicos de cadena corta, azúcares reductores del tipo monosacáridos, como glucosa y fructosa, y otros componentes orgánicos, como fenoles y polifenoles, los cuales son grandes jaladores de agua y contribuyen a la deshidratación de la fruta.

Pinto (1994), utilizó soluciones de azúcar, panela y miel de abejas para la deshidratación de zapote. Se sometió al proceso osmótico durante cuatro horas reduciendo el contenido en volumen de la fruta en un 25-30%; de los tres endulzantes comprobó que no existe diferencia significativa en la deshidratación osmótica utilizando miel y azúcar. Según Londoño (1998), indica que la miel de abejas es el que posee mayor capacidad de reducción de actividad de agua, esto debido fundamentalmente a su alta concentración de fructosa (40-50 %), resultados semejantes fueron obtenidos en la presente investigación.

El mejor tratamiento T27 (Miel de abejas, 60°C y 6 horas) almacenado en refrigeración mantuvo un cierto margen de estabilidad en las características fisicoquímicas de pH y acidez titulable durante los 21 días de evaluación, como se muestra en las Figuras 8 y 9; este grado de estabilidad dependerá del nivel de deshidratación alcanzado durante la inmersión en el jarabe o por la aplicación de técnicas complementarias de conservación (Zapata y Castro, 1999 y Riva, 2005). Respecto a la humedad (Figura 6), el aumento es

posible al tipo de envase utilizado. Cheftel *et al.*, (1983) indican que el polipropileno no es 100% hermético al vapor de agua, sin embargo es uno de los que ofrecen mayor seguridad para este tipo de productos.

En las Figuras 4 y 5, también se observa que el tratamiento T27 (Miel de abeja, 60 °C, 6 horas) indica mayor pérdida de humedad y ganancia de sólidos. Azuara, Gutiérrez y Beristan (2003), afirman que este comportamiento es debido a que la cantidad de agua que se elimina durante el proceso es proporcional a la cantidad de sólidos que entran a la fruta. Vega y Lemus (2006), demostraron que con una concentración del 60% y una temperatura de 30°C de la solución osmótica, se puede acelerar la disminución de humedad y la ganancia de sólidos solubles ocurridas durante la deshidratación osmótica de la papaya chilena.

En la evaluación sensorial mediante la prueba de aceptabilidad (Figura 10), se observa que la mayoría de los panelistas coincidió con la puntuación verbal “me gusta mucho” que corresponde a un puntaje de 6 en la escala hedónica, mientras que en la segunda la puntuación verbal es “me gusta muchísimo” cuyo puntaje es de 7, demostrando así que el producto es aceptable para los consumidores. Ordóñez y López (2002), indican que la deshidratación osmótica mejora los atributos de los productos, características y usos de las frutas y los jarabes obtenidos.

Con respecto al análisis microbiológico realizado al mejor tratamiento almacenado en refrigeración por 21 días, el crecimiento de mohos y levaduras estuvo dentro de los rangos permitidos como se muestra la Tabla 17, lo cual garantiza que el producto es apto para el consumo humano. Según Mossell y Quevedo (1967), indica que el rango

de tolerancia es: para mohos 10^4 UFC/g y para levaduras 10^3 UFC/g. (Fellows, 1988), indica que la deshidratación osmótica disminuye el contenido de humedad, reduciendo así la actividad de agua e inhibiendo con esto el crecimiento microbiano, factores que provocan el deterioro de los alimentos.

V. CONCLUSIONES

1. El agente edulcorante que tuvo mayor poder osmótico, de los tres agentes edulcorantes utilizados, en la deshidratación de la papayita de monte, fue la miel de abejas.
2. El mejor tratamiento fue T27 (Miel de abejas, 60°C, 6 horas), porque la papayita de monte obtuvo mayor pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos durante la deshidratación osmótica.
3. Al evaluar las características fisicoquímicas del producto almacenado en refrigeración, se determinó que la humedad y los sólidos solubles incrementan sus valores; mientras que con respecto al pH y la acidez total mantienen cierta estabilidad.
4. La evaluación sensorial demostró que el producto es aceptable para los consumidores con un 95% de confianza, según el análisis estadístico.
5. El análisis microbiológico sobre crecimiento de mohos y levaduras demostró que ambos se encuentran dentro de los estándares establecidos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Aplicar y difundir los conocimientos obtenidos en la presente investigación, como alternativa de introducción de la papayita de monte en la alimentación y la industrialización para beneficio de los productores.
2. Realizar investigaciones con el jarabe que nos queda al final de la deshidratación osmótica para la elaboración de otros subproductos.
3. Utilizar las condiciones del mejor tratamiento (T27) con papayita de monte en diferentes estados de madurez y diferentes relaciones fruta: jarabe, para evaluar la velocidad de deshidratación osmótica.
4. Diseñar e implementar un equipo para la deshidratación osmótica de frutas y hortalizas.
5. Realizar la evaluación económica para determinar la factibilidad de la presente investigación.
6. Realizar la investigación para determinar la disponibilidad de miel de abeja en el departamento de Amazonas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado, W. y Cornejo, F. 2004. Deshidratación osmótica como tecnología alternativa de etapa pre-tratamiento de piña de la variedad milagreña o perolera. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.

Anzaldúa, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza - España.

Azuara, E., Gutiérrez, F. y Beristain, I. 2003. Mass transfer description of the osmotic dehydration of apple slabs. p. 95-107

Bourgeois, M., Mescle, F., y Zucca J. 1994. Microbiología alimentaria: Aspectos microbiológicos de la seguridad y calidad alimentaria. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza-España.

Calderón, M., y Jurado, E. 2008. Conservación de babaco (*Carica pentágona*), mango (*Mangifera indica*) y pepino dulce (*Solanum muricatum*) mediante deshidratación osmótica directa. Ibarra – Ecuador.

Castillo, M y Cornejo F. 2007. Estudio del efecto del proceso de deshidratación osmótica en la obtención de trozos secos de carambola (*Averrhoa carambola L.*). Revista Tecnológica. Espol. Guayaquil - Ecuador.

Castro, W., Castro, E. y Auquiñivin, E. 2007. Manual de prácticas de análisis de productos agroindustriales. Chachapoyas - Amazonas.

Ceballos, E. 2005. Estudios en papaya mínimamente procesada por deshidratación osmótica. Valencia - España.

Cheftel, J., Cheftel, H., Bensacom, P. 1983. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Tomo II. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza - España.

Escriche, I., Acosta, E., Serra, J., Chiralt, A. y Fito, P. 1999. Vida útil de papaya mínimamente procesada obtenida por deshidratación a vacío. Alimentaria. Pág 105-109.

Fellows, P. 1988. Tecnología del procesado de alimentos. Principios y prácticas. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España.

Fito, P., Chiralt, A., Barat, M., Andrés, A., Martínez-Monzó, J. y Martínez-Navarrete, N. 2001. Impregnación al vacío para el desarrollo de nuevos productos deshidratados. Diario de ingeniería de los alimentos: 49, 297-302.

Hernández, P. 2005. Evaluación sensorial. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá - Colombia.

Leistner, L. 1992. Food preservation by combined methods. Food Res International, 25: 151-152.

Londoño, P. 1998. Estudio palinológico de miel procedente del apiario "Los Charchos" (Santa Bárbara). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín- Colombia.

López, B. y Galeano, A. 1998. Deshidratación osmótica de la fresa (*Fragaria chiloensis*). En: NOOS. Vol. 4, p. 131-135.

Melo, L. 1999. Trabajo de grado: Deshidratación osmótica del mango (*Tommy atkins*) efecto de diferentes regímenes de presión y diferentes medios. Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia.

Mezzeo, M., León, L., Hernández, A y Guapacha, H. 2006. Deshidratación de arveja (*Pisum sativum*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris L*) utilizando soluciones de glicerol y cloruro de sodio. Revista Vector – volumen I. Colombia.

Moreno, J. 2006. Congreso Nacional de Estudiantes de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Ibarra- Ecuador.

Mossel, D. y Quevedo, F. 1967. Control Microbiológico de los Alimentos: Métodos recomendados. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú.

Ordóñez, H y López, B. 2002. Efecto de la presión y de la temperatura en la elaboración de hojuelas de manzana variedad Anna. En: NOOS. Vol. 15; p. 85-99.

Panadés, G. 2000. Procesamiento mínimo de guayaba (*Psidium guajaba L.*) por deshidratación osmótica. Universidad Politécnica de Valencia - España.

Panagiotou, M., Karathanos, T., y Maroullis, B. 1998. Mass transfer modelling of the osmotic dehydration of some fruits. Int. J. Food Sci. Technol. 33: 267-284.

Pino, J., Castro, D., Fito, P., Barat, M., y López, F. 1999. Multivariate statistical analysis of volatile compounds as a criterion for selecting technological parameters in the osmotic dehydration of pineapple. *Journal of Food Quality*. 22: 653-661.

Pinto, C. 1994. Producción, caracterización y utilización de zapote deshidratado por ósmosis y aire caliente. Tesis Universidad del Valle de Guatemala.

Primo-Yúfera, E. 1997. Química de los alimentos. Editorial Síntesis. Madrid, España.

Ríos, M., Márquez, C. y Ciro, V. 2005. Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya L.*) en cuatro agentes edulcorantes. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. Vol. 58, núm. 2, julio-diciembre, pp. 2989-3002. Medellín – Colombia.

Riva, M. 2005. Structure–property relationships in osmo-air-dehydrated apricot cubes. En: *Food Research International*. Vol. 38; p. 533-542.

Rojas, L. 1976. Deshidratación osmótica de frutas tropicales, complementado con secado por horno de aire forzado y horno al vacío. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala.

Salazar, C y Sepúlveda, J. 1998. Elaboración de bebida refrescante con base en miel de caña. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. Vol. 51, No. 2; p. 177-187.

Salunkhe, K., Do, Y. y Bolin, R. 1973. Developments in technology and nutritive value of dehydrated fruits, vegetables and their products. *Critical Reviews in Food Technology*, 4 (2): 153-192.

Schwartz, M. 1993. Conservación de frutas por métodos combinados: una alternativa de interés para los productores y la agroindustria. *Simiente*. 63 (4): 212-213.

Talens, P., Martínez, N., Chiralt, A., Fito, P. 2001. Influence of the osmotic solution concentration in strawberry osmotic dehydration. En: *Proceedings of the Eighth international Congress on Engineering and Food– ICEF 8*.

Tavares, C y Velásquez, J. 2003. Estudio de la vida de anaquel del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) osmodeshidratado empacado en atmósferas modificadas. Tesis Universidad Nacional de Colombia.

Tepper, A. 1996. Transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de palta cv fuerte. Santiago – Chile.

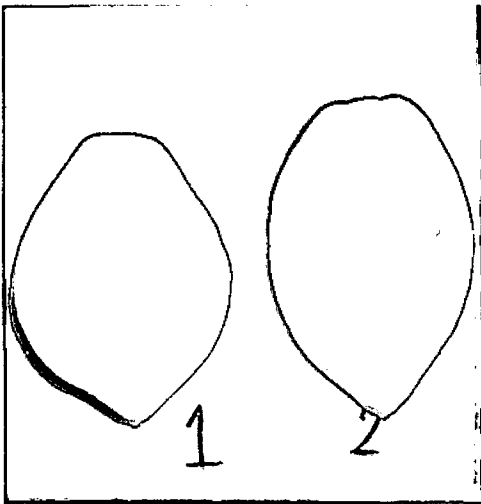
Vega, A. y Lemus, R. 2006. Modelado de la cinética de secado de la papaya de monte (*Vasconcellea pubescens*). Disponible: <http://redalyc.uaemex.mx>. Acceso el 10 de mayo del 2012.

Zapata, H y Castro, G. 1999. Deshidratación osmótica de frutas y vegetales. En: *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. Vol. 52, No.1; p. 451-466.

ANEXOS

ANEXO 1

Proceso de la deshidratación osmótica



Fotografía 1. Papayita de monte



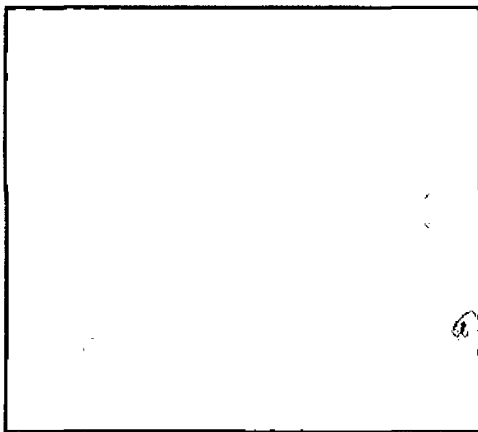
Fotografía 2. Pesado



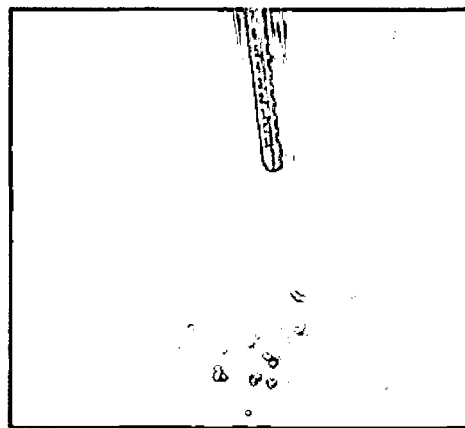
Fotografía 3. Lavado



Fotografía 4. Pelado



Fotografía 5. Cortado



Fotografía 6. Escaldado



Fotografía 7. Preparación de jarabe



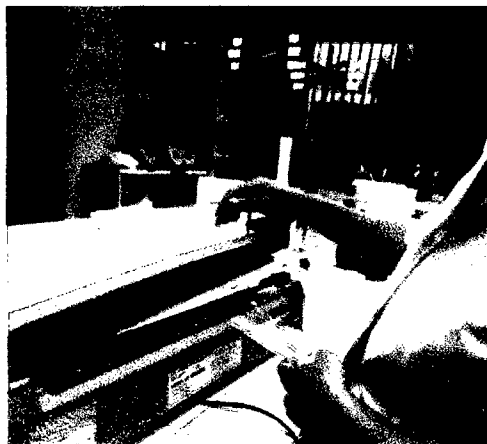
Fotografía 8. Deshidratación



Fotografía 9. Envasado



Fotografía 9. Envasado



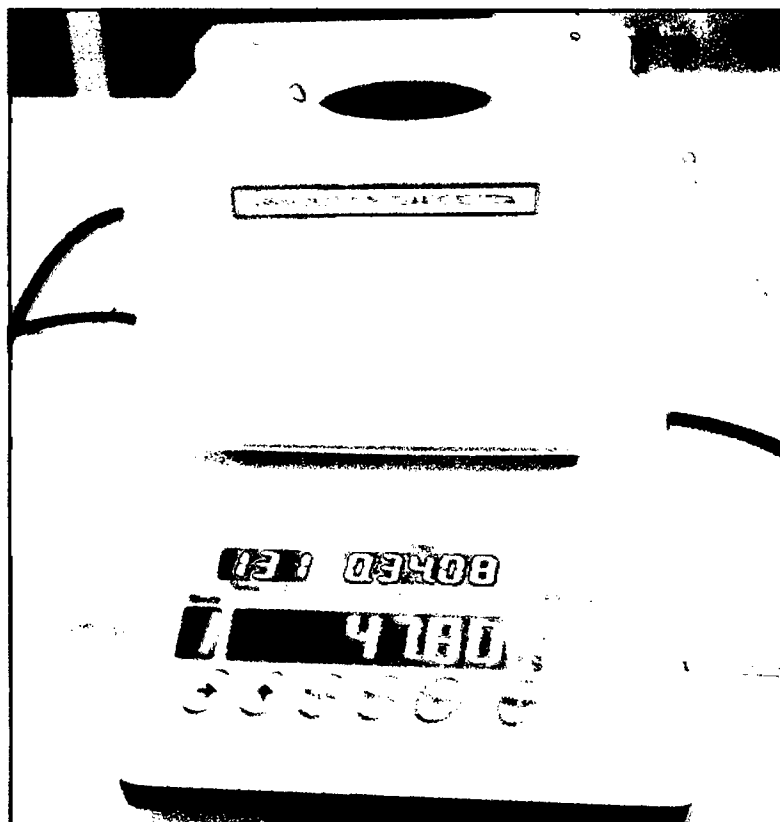
Fotografía 11. Sellado



Fotografía 12. Almacenamiento



Fotografía 13. Pesado de la papayita para la deshidratación.



Fotografía 14. Medición de humedad de la papayita osmodeshidratada.

ANEXO 2

Formato de prueba de aceptabilidad: Test de escala hedónica

Nombre:..... **fecha:**.....

Producto: Papayita osmodeshidratada

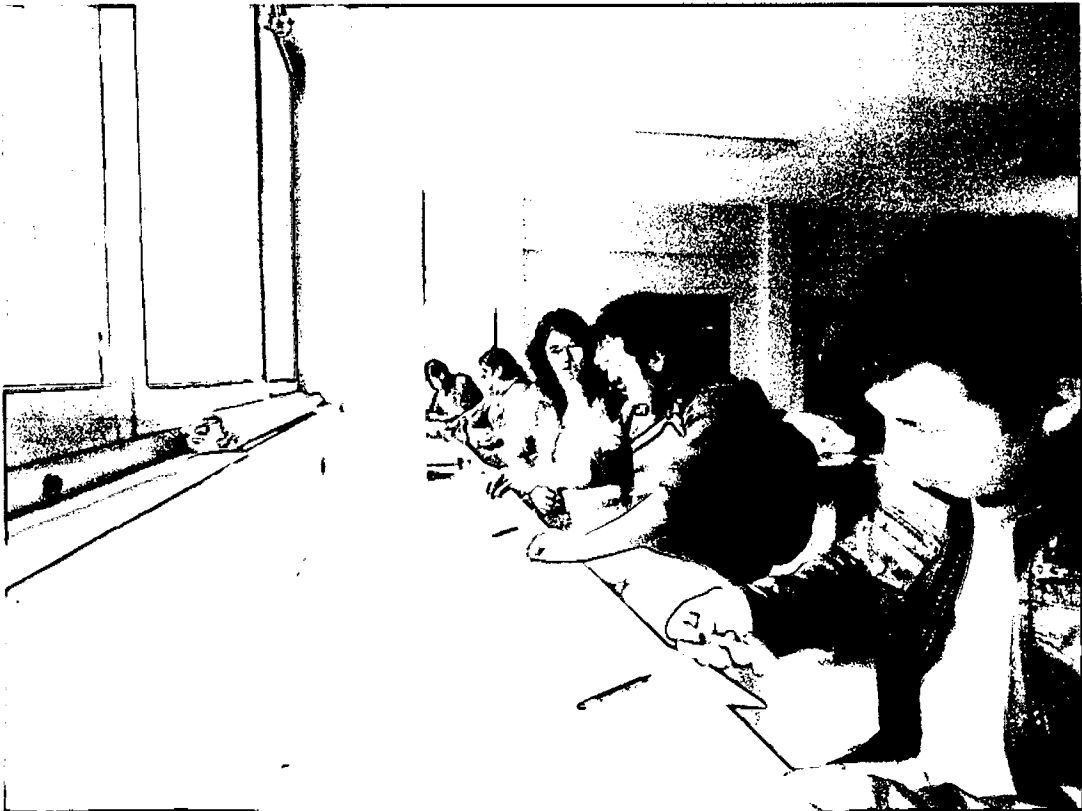
Por favor pruebe el producto que se presenta a continuación, marque con una x, la frase que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de degustar.

- 1 Me gusta muchísimo
- 2 Me gusta mucho
- 3 Me gusta ligeramente
- 4 Ni me gusta ni me disgusta
- 5 Me disgusta ligeramente
- 6 Me disgusta mucho
- 7 Me disgusta muchísimo

Comentarios.....

.....
.....
.....

MUCHAS GRACIAS



Fotografía 16. Capacitación a los panelistas



Fotografía 17. Degustación de los panelistas

ANEXO 3

Resultados de la evaluación sensorial

Tabla 3.1. Puntaje obtenido

Panelista	Aceptación
1	7
2	7
3	5
4	6
5	5
6	6
7	6
8	6
9	6
10	6
11	7
12	6
n: 12	X: 6,083

Fuente: elaboración propia

Análisis estadístico de la prueba de aceptabilidad del producto final

$$U_0 = 3$$

$$N = 12$$

$$\bar{X} = 6,083$$

a) La hipótesis a probar será:

$$H_0 = U \leq 3$$

$$H_a = U > 3$$

b) Cálculo de S :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$S = 0,669$$

c) Cálculo del tc:

$$Tc = \frac{\bar{x} - U_0}{S/\sqrt{n}}$$

$$T_c = \frac{6,083 - 3}{0,669 / \sqrt{12}}$$

$$T_c = 15,96$$

d) Determinación de T_t por tabla:

$$Gl = 12 - 1 = 11$$

$$\alpha = 5\%$$

$$T_t = 1,761$$

$$T_c > T_t$$

$$15,96 > 1,761$$

En los resultados se aprecia que t calculado es mayor a t tabulado, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa ($H_a = U > 3$), entonces concluimos que el producto es significativamente aceptable con un nivel de confianza de 95 %.

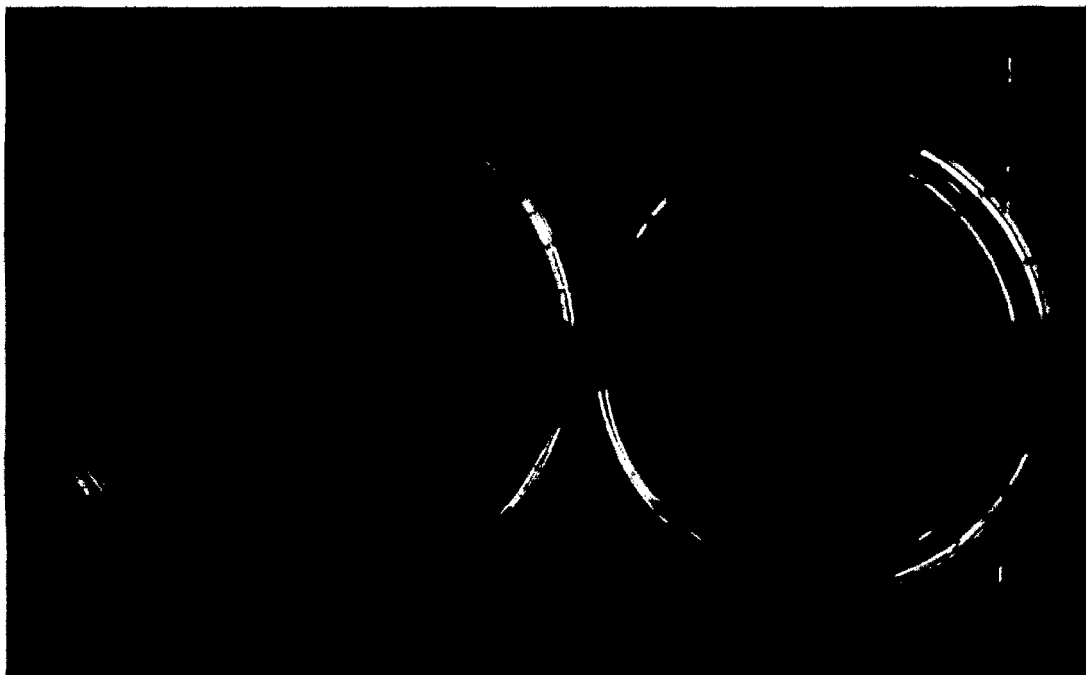
Anexo 4

Aislamiento de mohos y levaduras

- Preparar y diluir la muestra
- Pipetear por duplicado alícuotas de 1 mL de cada una de las disoluciones decimales en la placa Petri adecuadamente identificadas.
- Inmediatamente verter en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20 mL de Saboraud dextrosa fundido y temperado.
- Mezclar el inóculo de siembra en el medio de cultivo mediante movimientos de vaivén y rotación.
- Dejar las placas en reposo hasta que solidifique el agar.
- Invertir las placas e incubarlas entre 22 y 25 °C por cinco días.
- Examinar a los 2 días si se ha formado o no micelio aéreo.



Fotografía 18. Recuento de mohos y levaduras(dilución 10^{-1})



Fotografía 19. Recuento de mohos y levaduras (dilución 10^{-2})