

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



07 ABR 2014

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DE LA VELOCIDAD DE AGITACIÓN MAGNÉTICA SOBRE LA
DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE COCONA (*Solanum sessiliflorum*) EN
SOLUCIONES DE SACAROSA Y MIEL DE ABEJA**

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

AUTORES:

Br. LLINER SERGIO ARISTA INGA

Br. OMER CRUZ CARO

ASESOR:

Dr. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN

CHACHAPOYAS -AMAZONAS

2014

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



07 ABR 2014

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DE LA VELOCIDAD DE AGITACIÓN MAGNÉTICA SOBRE LA
DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE COCONA (*Solanum sessiliflorum*) EN
SOLUCIONES DE SACAROSA Y MIEL DE ABEJA**

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

AUTORES: Br. LLINER SERGIO ARISTA INGA

Br. OMER CRUZ CARO

ASESOR: Dr. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN

CHACHAPOYAS - AMAZONAS

2014

DEDICATORIAS

A Dios porque está conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. A mis padres y hermanos, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en cada momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presente sin dudarlo. Es por ellos que soy lo que soy ahora.

LLiner Sergio

A Dios porque en cada momento está conmigo dándome fortaleza para continuar. A mis padres y hermanos, pilares fundamentales en mi vida sin, ellos jamás hubiese podido conseguirlo. Su tenacidad y lucha han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar que sin ellos, esto no hubiese sido posible.

Omer

AGRADECIMIENTO

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

Al Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón, por su tiempo, paciencia, dedicación y conocimientos para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al personal técnico de laboratorio por brindarnos las indicaciones durante el periodo de ejecución del proyecto.

A todos los panelistas de la evaluación organoléptica que desinteresadamente nos brindaron su tiempo para poder llevar a cabo el análisis sensorial.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ 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 INGENIERIA Y CIENCIAS AGRARIAS**

VISTO BUENO DEL ASESOR

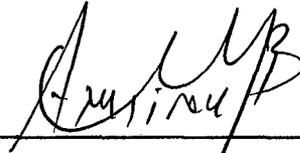
El docente principal de UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado el Proyecto y la realización de la Tesis titulada **“EFECTO DE LA VELOCIDAD DE AGITACIÓN MAGNÉTICA SOBRE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE COCONA (*Solanum sessiliflorum*) EN SOLUCIONES DE SACAROSA Y MIEL DE ABEJA”**, presentada por los tesisistas **LLINER SERGIO ARISTA INGA** y **OMER CRUZ CARO**, egresados de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNTRM-A, dando el Visto Bueno y comprometiéndome a orientarlos en el levantamiento de observaciones y sustentación de la tesis.

Se expide la presente, a solicitud de los interesados, para los fines que estimen convenientes.

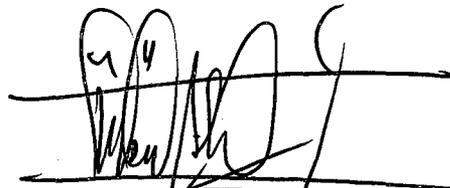


Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón
Profesor Principal de la UNTRM-A

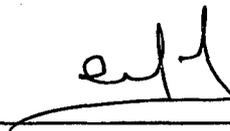
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Ing. Ms.C. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI
PRESIDENTE



Ing. MERREGILDO SILVA RAMÍREZ
SECRETARIO



Ing. OSCAR MITCHEL JARA ALARCÓN
VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE Ingeniería y Ciencias Agrarias

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 20 de Febrero del año 2014, siendo las 10:30 horas, se reunieron los integrantes del jurado conformado por:

Presidente: Ing. Amos Porbama Rodríguez Teri

Secretario: Ing. Mercedes Silva Ramírez

Vocal: Ing. Osvaldo Nantobal Jara Alarcón

para evaluar la sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) Ulises Sergio Acosta Jara

titulado Efecto de la reforestación de *Albizia leopoldodes* sobre la *Desbiolattaria* (*Ascomycota*) de la *Costaricum sessilifloru* en *Solanum* de *Solanaceae* y *Amel* de *Abgiz*

Después de la sustentación respectiva, el jurado acuerda la **APROBACIÓN (X)**, **DESAPROBACIÓN ()** por mayoría () o por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsecuente de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAM-A.

Siendo las 11:55 horas del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

Form6- T



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE: Ingeniería y Ciencias Agrarias

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 23 de Febrero del año 2014, siendo las 10:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: Ing. Américo Bernad Fernández Perí

Secretario: Ing. Abelardo Sandoval Ramírez

Vocal: Ing. Osvaldo Mitchell Jara Alarcón

para evaluar la sustentación del informe de Tesis presentando por el (la) bachiller, don(ña) Quines Cruz Caceres

titulado El efecto de la elaboración de Aglutinina Mucopolisacáridica sobre la Deshidratación Osmótica de Cacaón (*Solanum sessiliflorum*) en Soluciones de Sacarosa y Etanol de Abeja



Después de la Sustentación respectiva el Jurado acuerda la APROBACIÓN () DESAPROBACIÓN () por mayoría () por unanimidad () en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNTRM-A.

Siendo las 11:55 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del informe de tesis.

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD.....	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	iv
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.Generalidades de la cocona (<i>Solanum sessiliflorum</i>).....	2
1.2.Deshidratación osmótica de frutas.....	4
1.3.Importancia de la deshidratación osmótica en la industria.....	6
1.4.Efecto de la velocidad de agitación en la deshidratación osmótica.....	6
II. MATERIAL Y METODOS.....	8
2.1.Lugar de ejecución.....	8
2.2.Material biológico.....	8
2.3.Métodos experimentales.....	8
2.3.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima.....	8
2.3.2. Deshidratación osmótica de cocona.....	9
2.3.3. Evaluación de la deshidratación osmótica de cocona.....	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 (SG).....	15
2.3.4. Proceso de secado.....	15
2.3.5. Análisis del producto obtenido.....	17
2.3.5.1. Evaluación sensorial.....	17
2.3.5.2. Análisis microbiológico.....	17
2.3.5.3. Análisis estadístico.....	17
III. RESULTADOS.....	20
3.1. Caracterización fisicoquímico de la cocona.....	20
3.2. Caracterización del producto final y control de calidad.....	20
3.2.1. Descripción física.....	20
3.2.2. Características sensoriales.....	20
3.2.3. Características fisicoquímicas.....	21
3.3. Efecto de la osmodeshitratación en la pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos.....	21
3.4. Efecto de osmodeshidratación y secado en la pérdida de peso y humedad de cocona.....	23
3.5. Análisis de varianza de pérdida de agua.....	25
3.5.1. Contraste sobre la igualdad de las varianzas error (a).....	25
3.5.2. Análisis simple para la pérdida de agua.....	26
3.5.3. Comparaciones múltiples para la pérdida de agua.....	27
3.6. Análisis de varianza para la ganancia de sólidos solubles.....	28
3.6.1. Contraste sobre la igualdad de las varianzas error (a).....	28
3.6.2. Análisis simple para la ganancia de sólidos solubles.....	29
3.6.3. Comparaciones múltiples para la ganancia de sólidos solubles...	30
3.7. Análisis de varianza para el análisis sensorial de cocona osmodeshidratada.....	30
3.7.1. Comparaciones múltiples para evaluación sensorial de cocona osmodeshidratada.....	31
3.7.2. Resultados obtenidos de T4 (Sacarosa, 75 °Brix y 300 rpm) durante la evaluación sensorial.....	33
3.8. Análisis microbiológico de cocona osmodeshidratada y secada.....	33

IV. DISCUSIÓN.....	34
V. CONCLUSIONES.....	38
VI. RECOMENDACIONES.....	39
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS.....	44
ANEXO 1. Deshidratación osmótica.....	45
ANEXO 2. Formato de prueba de aceptabilidad.....	48
ANEXO 3. Aislamiento de mohos y levaduras.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características taxonómicas de la cocona.....	3
Tabla 2. Caracterización química del fruto de cocona (<i>Solanum sessiliflorum</i>).....	4
Tabla 3. Combinaciones de los tratamientos.....	19
Tabla 4. Caracterización fisicoquímica de la cocona en 100 g de pulpa fresca.....	20
Tabla 5. Características sensoriales de la cocona osmodeshidratada y secada.....	20
Tabla 6. Caracterización fisicoquímica de cocona osmodeshidratada y secada.....	21
Tabla 7. Resultado de pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos totales para todos los tratamientos de osmosis deshidratación de cocona.....	21
Tabla 8. Análisis de varianza de la pérdida de agua de cocona durante la deshidratación osmótica.....	25
Tabla 9. Contrastes sobre la igualdad de varianzas de pérdida de agua.....	25
Tabla 10. Análisis simple de la pérdida de agua.....	26
Tabla 11. Comparaciones múltiples para la pérdida de agua de cocona por deshidratación osmótica.....	27
Tabla 12. Análisis de varianza de ganancia de sólidos totales durante la deshidratación osmótica de cocona.....	28
Tabla 13. Contraste sobre igualdad de varianza de ganancia de sólidos.....	29
Tabla 14. Análisis simple de ganancia de sólidos.....	29
Tabla 15. Comparaciones múltiples para la ganancia de sólidos totales en la deshidratación osmótica de cocona.....	30
Tabla 16. Análisis de varianza para el análisis sensorial de cocona osmodeshidratada.....	31

Tabla 17. Comparaciones múltiples para la evaluación sensorial de cocona osmodeshidratada.....	32
Tabla 18. Puntuación de los panelistas en la evaluación osmodeshidratada y secada.....	33
Tabla 19. Recuento de mohos y levaduras de cocona osmodeshidratada almacenadas a temperatura ambiente.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo de la deshidratación osmótica de cocona.....	12
Figura 2. Metodología para la deshidratación osmótica de cocona.....	13
Figura 3. Diagrama de flujo para el secado en secador de bandejas de cocona osmodeshidratada.....	16
Figura 4. Resultados de pérdida de peso (WR), pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos totales (SG) durante la osmodeshidratación a diferentes tratamientos.....	22
Figura 5. Pérdida de peso en jarabe de sacarosa y comparación con los testigos (T9 y T10).....	23
Figura 6. Pérdida de peso en jarabe de miel de abeja y comparación con los testigos (T11 y T12).....	24
Figura 7. Pérdida de agua de la cocona durante la deshidratación osmótica.....	26
Figura 8. Ganancia de sólidos totales de la cocona durante la deshidratación osmótica..	29

RESUMEN

En la presente investigación se determinó el efecto de la velocidad de agitación magnética sobre la deshidratación osmótica de cocona (*Solanum sessiliflorum*) en soluciones de sacarosa y miel de abeja. Se sometió la cocona a las operaciones de recepción, selección, pesado, lavado, pelado, cortado, escaldado, preparación del jarabe, osmodeshidratación y agitación magnética, separación de la mezcla, secado y un almacenamiento a temperatura ambiente. Para la osmodeshidratación se sumergió la cocona en trozos en agentes edulcorantes (sacarosa y miel de abeja) a concentraciones de (65 °Brix y 75 °Brix), para luego ser agitado magnéticamente a velocidades de (200 rpm y 300 rpm) por un tiempo de 240 minutos. El Diseño Experimental empleado fue 2A x 2B x 2C con tres repeticiones, con 24 unidades experimentales, bajo un diseño Experimental Completamente al Azar (DCA). El análisis estadístico se realizó utilizando el SPSS 15.0 con un nivel de significación de 5% y para las comparaciones múltiples se empleó Tukey y Duncan al 95%. Los resultados mostraron que la velocidad de agitación magnética inciden significativamente sobre la pérdida de agua, presentando mayor variación relativa para los tratamientos T8 (Miel de abeja a 75 °Brix y 300 rpm) y T4 (sacarosa a 75 °Brix y 300 rpm). La ganancia de sólidos no presentó estadísticamente diferencias significativas por efecto de la velocidad de agitación magnética. Finalmente se realizó un análisis sensorial donde el tratamiento T4 (sacarosa a 75 °Brix y 300 rpm) fue el que tuvo mayor aceptación por los panelistas; la presencia de mohos y levaduras fue < 10 UFC/g, para cada tratamiento.

Palabras claves: *Solanum sessiliflorum*, velocidad de agitación magnética, deshidratación osmótica, agentes edulcorantes.

ABSTRACT

In the present study determined the effect of the speed of magnetic stirring on the osmotic dehydration of cocona (*Solanum sessiliflorum*) in solutions of sucrose and honey. The cocona underwent the operations of reception, selection, heavy, washed, peeled, cut, parboiled, preparation of syrup, osmodeshidratacion and magnetic stirring, mixing, drying and storage at temperature clearance environment. For the osmodeshidratacion sank the cocona chunks in agents sweeteners (sucrose and honey) to concentrations of (65 ° Brix and 75 °Brix), to be then agitated magnetically to speeds (200 rpm and 300 rpm) for a time of 240 minutes. The Experimental design used was 2A x 2B x 2C with three repetitions, with 24 experimental units, under a design Experimental Completely at Random (DCA). Statistical analysis was performed using SPSS base with a level of significance of 5% and for multiple comparisons was used Tukey and Duncan to 95%. The results showed that the magnetic stirring speed significantly affect water loss, presenting greater variation relative to treatments T8 (honey to 300 rpm and 75 ° Brix) and T4 (sucrose at 300 rpm and 75 ° Brix). Solid gain did not statistically significant differences by effect of magnetic stirring speed. Finally was made a sensory analysis where T4 (sucrose at 300 rpm and 75 ° Brix) treatment was which had greater acceptance by the panelists; the presence of molds and yeasts was < 10 CFU/g, for each treatment.

Key words: *Solanum sessiliflorum* , speed magnetic stirring, osmotic dehydration, sweetening agents.

I. INTRODUCCIÓN

La deshidratación osmótica como pre-tratamiento, mejora las características organolépticas del color y sabor de los productos deshidratados; es una técnica que permite reducir el contenido de humedad e incrementar el contenido de sólidos solubles en las frutas, mediante la inmersión de esta en solución acuosa de alta concentración de soluto, para que ocurra el 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).

La deshidratación sirve para desarrollar nuevos alimentos conservando proteínas, vitaminas, minerales y fibra dietética; por esta razón son considerados como componentes e ingredientes de alimentos funcionales que ejercen efectos beneficiosos para la salud que van más allá de la nutrición, 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 la osmosis 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 exijan. Los ensayos realizados en kiwi, durazno, manzana, banana, peras asiáticas y europeas arrojan productos de buena aptitud para su posterior deshidratado, congelado o transformación en pulpa (Schwartz, 1993).

1.1.Generalidades de la cocona (*Solanum sessiliflorum*)

Hay mucho para estudiar particularmente en relación con la cocona (*Solanum sessiliflorum*). La Cocona es una planta nativa de la Amazonía oriental, tipo herbáceo, presente en toda la Amazonía brasileña, peruana y colombiana. Existen numerosos ecotipos que dan origen a frutos de diferentes formas y tamaños que inducen a la búsqueda de conocimientos que caracterizan la variaciones morfológicas y la composición química, lo que permite una mejor comprensión de la biología de la especie y la composición genética de sus ecotipos para satisfacer la demanda y la exigencia de los agroindustria (Silva Filho *et al.*, 1999).

La cocona es un fruto tropical no tradicional, exótico, nutritivo, que posee propiedades funcionales y está ampliamente distribuida en estado silvestre a lo largo de la Amazonía peruana, encontrándose también en Venezuela, Brasil, Colombia y Ecuador. Sin embargo, su cultivo ha permanecido poco explotado a pesar del gran potencial que posee (Villachica, 1996). Esta fruta puede ser procesada bajo diferentes formas, siendo una de ellas la obtención de fruta osmodeshidratada.

Debido a la baja relación de sólidos solubles y la acidez, que relaciona el sabor de la fruta, la cocona presenta poco grado de dulzor. Por esto es raramente consumido de manera natural, excepto como complemento de bebidas alcohólicas. (Hernández y Barrera, 2004)

El fruto es utilizado tradicionalmente para la preparación de jugos, dulces y mermeladas. Es considerada como un alimento altamente dietético debido su bajo aporte calórico (45 kcal/100 g pulpa) y contenido significativo de fibras alimenticias (1,6 g/100 g pulpa); esta evidencia sugiere su indicación en las más variadas formas de consumo alimenticio por el poblador Amazónico, en especial en los pacientes hipercolesterolémicos e hiperglicémicos (Yuyama *et al.*, 1997).

La cocona es muy variable en cuanto a tamaño, forma, peso, contenido químico, etc. Estas variaciones son plenamente reconocidas en las localidades donde existe en el Amazonas (Pahlen, 1977; Silva Filho *et al.*, 1999).

Tabla 1. Características taxonómicas de la cocona

Clasificación científica	
Reino	Vegetal
División	Espermatofita
Sub división	Angiospermas
Clase	Dicotiledónea
Orden	Tubiflorales
Familia	Solanaceae
Genero	Solanum
Especie	<i>Solanum sessiliflorum</i>
Nombre común	Cocona, Cubiu, Topiro, orinoco, apple, Peach, tomato

Fuente: Silva Filho *et al.*, 1999.

El fruto de la cocona puede pesar entre 20 y 450 gramos y contener entre 200 y 500 semillas glabras, ovaladas y aplanadas (1000 semillas pesan entre 0,8 y 1,2 g). Los frutos son muy variables en su forma. Los frutos de forma cilíndrica tienen, en general, 4 lóculos y los cordiformes, redondos y aplanados de 6 a 8, aunque puede haber variación en el número de lóculos en frutos de una misma planta. El fruto es verde cuando no está maduro, amarillo-anaranjado cuando está maduro y finalmente café-rojizo cuando ya no es apto para el consumo humano. Los frutos generalmente están cubiertos de pelos cortos y quebradizos que son fácilmente removidos al restregarlos con las manos. Su piel es resistente, de gusto amargo. La pulpa es amarilla clara a crema amarillenta, midiendo entre 0,2 a 2,5 cm de espesor (Flores, 1997).

Se encuentran reportes que la cocona es un fruto con una cantidad considerable de hierro, vitaminas A y C, lo cual la hace una alternativa importante para disminuir los problemas nutricionales de la región amazónica (Silva Filho *et al.*, 1999). En la tabla 2 se describe la caracterización química de la cocona.

Tabla 2. Caracterización química del fruto de cocona (*Solanum sessiliflorum*)

Componentes	Contenido
Humedad (%)	92,13
Cenizas (%)	0,34
pH	3,54
Acidez titulable (% Ac. Cítrico)	2,37
Sólidos solubles (°Brix)	6,09
Azúcares totales (%)	1,10
Azúcares reductores (%)	0,79
Vitamina C (mg/100)	14,50
Grasa (%)	8,76
Fibra (%)	0,20
Calcio (mg/100g de pulpa)	210,2
Hierro (mg/100g de pulpa)	8,5

Fuente: Silva Filho *et al.*, 1999.

1.2. Deshidratación osmótica de frutas

Barrera y Pillman, (2010), estudiaron el efecto de la osmodeshidratación y secado en la retención de ácido ascórbico durante el proceso de elaboración de pasas de aguaymanto (*Physalis peruviana*). La osmodeshidratación lo realizaron en tres concentraciones 50, 60 y 70 °Brix a dos temperaturas de 50 y 60 °C por 4 horas en estufa, durante la osmodeshidratación obtuvieron pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos diferentes para los seis tratamientos.

Salón, (2013), estudió el efecto de los agentes edulcorantes, temperatura y tiempo en la deshidratación osmótica de papaya de monte (*vasconcellea pubescens*), consistió en sumergir a la papaya en trozos en agentes edulcorantes (miel de abeja, panela granulada y azúcar comercial), a diferentes temperaturas (40; 50 y 60 °C) y tiempos (2; 4 y 6 horas) a una concentración constante de 75 °Brix.

La deshidratación osmótica consiste en la inmersión de trozos pequeños de frutas o vegetales en una solución de azúcar o sal con una concentración osmótica mayor que el alimento, el agua pasa del alimento a la solución por la influencia del gradiente de la presión osmótica; y la actividad de agua en el producto es reducida. Un término más acertado para este proceso es concentración osmótica, porque es un procesamiento intermedio y no garantiza la estabilidad en anaquel del producto. En este proceso la pared celular actúa como una membrana semipermeable, perdiendo agua y reteniendo sólidos (Brennan, 2006).

Los deshidratados presentan ventajas tanto para el consumidor como para el productor, especialmente en este caso, ya que los productores pueden vender fruta de calidades inferiores y que por tener daños físicos, no es susceptible de ser comercializada como producto fresco. Los productos tratados con deshidratación osmótica por lo general requieren de un acondicionamiento suplementario para estabilizarlos durante el almacenamiento; uno de estos métodos es el secado. Este método de conservación desde tiempo remotos, es un medio de conservación de alimentos (Carpenter, 2002).

El agua retirada durante este secado, deshidratación o concentración, puede ser eliminada de los alimentos por las simples condiciones ambientales o por una variedad de procesos controlados de deshidratación en los que se someten a técnicas que emplean diferentes medios como el calor (Soto y Altamirano, 2005).

La preservación de alimentos por deshidratación es el método más antiguo y común utilizado por humanos y por la industria de procesamiento de alimentos. El secado reduce la actividad de agua (A_w) del alimento, evitando el crecimiento de microorganismos y el desarrollo de reacciones químicas deterioradoras (Rahman, 2003).

El incremento en la concentración de sólidos solubles en la fruta que ocurre como resultado de la eliminación de agua y la incorporación de soluto de la solución, influye positivamente en la retención de volátiles aromático durante el secado final. Los productos osmodeshidratados tienen una humedad que

oscila entre 18 – 25%, las alteraciones microbiológicas también se ven limitadas tanto por la A_w y por la acidez presente (Barbosa y Welti-Chanes, 1995).

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 en proceso 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 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 la 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. Efecto de la velocidad de agitación en la deshidratación osmótica

La agitación es una operación física que hace más uniforme a un fluido, generando una distribución homogénea de las propiedades del sistema. La deshidratación osmótica normalmente se lleva a cabo con agitación de la solución para reducir o evitar la resistencia externa del sistema osmótico para incrementar la pérdida de agua. La influencia de la velocidad de agitación en los procesos osmóticos no ha sido estudiada ampliamente (Tonon *et al.*, 2007).

La agitación disminuye la resistencia a la transferencia de masa en la superficie del producto, además de uniformizar la temperatura y la concentración de solutos en la solución. Sin embargo existen casos en que puede dañarse el producto y debe evitarse. Es por ello que se prefiere el uso

de los agitadores orbitales (que oscilan sobre rulemanes) que los agitadores mecánicos de paletas (Fito, 1994).

Ayala *et al.*, (2009), estudiaron el efecto de la agitación sobre la deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus S.*) en soluciones de sacarosa, en la cual utilizaron velocidades de agitación (180, 220, y 240 rpm) sobre la pérdida de agua y la ganancia de azúcar en rodajas de pitahaya deshidratadas osmóticamente, empleando soluciones osmóticas de sacarosa con dos niveles de concentración, 45 y 55°Brix, en la cual concluyen que los niveles de agitación inciden significativamente sobre la pérdida de agua, presentando mayor variación relativa en lo que se refiere a pérdida de agua y ganancia de sólidos a una velocidad de agitación de 240 rpm a una concentración de 55 °Brix.

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la velocidad de agitación magnética sobre la deshidratación osmótica de cocona (*Solanum sessiliflorum*) en soluciones de sacarosa y miel de abeja.

II. MATERIAL Y METODOS

2.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el Distrito de Chachapoyas, Provincia de Chachapoyas, Región Amazonas específicamente en los laboratorios de Tecnología Agroindustrial, Ingeniería y Microbiología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

2.2. Material biológico

Se utilizó frutos de cocona (*Solanum sessiliflorum*) provenientes de la provincia de Rodríguez de Mendoza, Región Amazonas; en su madurez fisiológica, libres de daños físicos.

2.3. Métodos experimentales

2.3.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima

2.3.1.1. Medición de pH

Se midió con un pH-metro (QUIMIS, modelo Q-400MT2).

2.3.1.2. Determinación de sólidos solubles totales

Los azúcares (°Brix), representan los sólidos solubles totales presentes en el fruto y para su determinación se utilizó un Brixómetro RF-8D previamente calibrado.

2.3.1.3. Determinación de humedad

La humedad del fruto es el peso de la cantidad de agua que contiene en función de su peso seco. Para determinar el contenido de humedad de las muestras de cocona se utilizó un analizador automático de humedad (ADAM, modelo AMB50) que funciona a base de radiación infrarroja.

2.3.1.4. Determinación de acidez

El porcentaje de acidez se determinó mediante una titulación ácido-base, con una bureta, fenolftaleína como sustancia indicadora y como titulante hidróxido de sodio (0.1N). El resultado se expresó en términos de ácido cítrico (%) que es el que se encuentra en mayor proporción en el fruto.

2.3.1.5. Determinación de cenizas

Las cenizas están constituidas por el residuo inorgánico que se queda después que la materia orgánica se ha calcinado. Las cenizas presentes la cocona osmódeshidratada se determinaron mediante una calcinación, primero sobre una cocinilla eléctrica hasta que la materia orgánica quedo carbonizada y luego en un horno mufla a 700 °C por 4 horas.

2.3.1.6. Determinación del índice de madurez

Una de las medidas químicas que con mayor frecuencia se emplea para determinar el grado de madurez de un fruto es la determinación del contenido de azúcares, lo cual se expresa en °Brix, que al relacionarse con la acidez del fruto nos permite conocer el índice de madurez (Castro *et al*, 2007).

$$\text{Índice de madurez} = IM = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\% \text{ acidez total}}$$

2.3.2. Deshidratación osmótica de cocona

La deshidratación osmótica de cocona se desarrolló según la Figura 1, cuyo proceso se describe a continuación

a) Recepción

Se recibieron frutos maduros y se procedió a su selección, de acuerdo a su madurez, la cual se le estandarizará teniendo en cuenta sus características organolépticas y fisicoquímicas.

b) Selección

Se seleccionaron frutos frescos maduros, de color y tamaño uniforme y se descartaron los frutos dañados.

c) Pesado

Se realizó el pesado para determinar rendimientos.

d) Lavado

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

e) Pelado

Se realizó de forma manual utilizando cuchillo para retirar la cáscara dejando solamente la parte comestible de la fruta (pulpa).

f) Cortado

Se cortó la pulpa en figuras similar a cubos de un aproximado 1,5 cm por 1,0 cm por 0,5 cm.

g) Escaldado

La pulpa en cubitos se sumergió en agua 60 °C, por 2 minutos.

h) Preparación del jarabe

Se preparó dos tipos de jarabe (sacarosa y miel de abeja) en concentraciones de 65 y 75 °Brix.

i) Osmodeshidratación y agitación magnética

Se colocó en vasos de precipitación el agente osmótico con los cubitos de pulpa de cocona y luego se agitaron con agitador magnético durante 240 minutos a temperatura ambiente, para cada tratamiento.

j) Separación de la mezcla

Los frutos de cocona se separaron del agente osmótico y luego se procedió a realizar un ligero lavado con agua destilada, para eliminar restos de sacarosa que pudieron estar impregnados en la superficie.

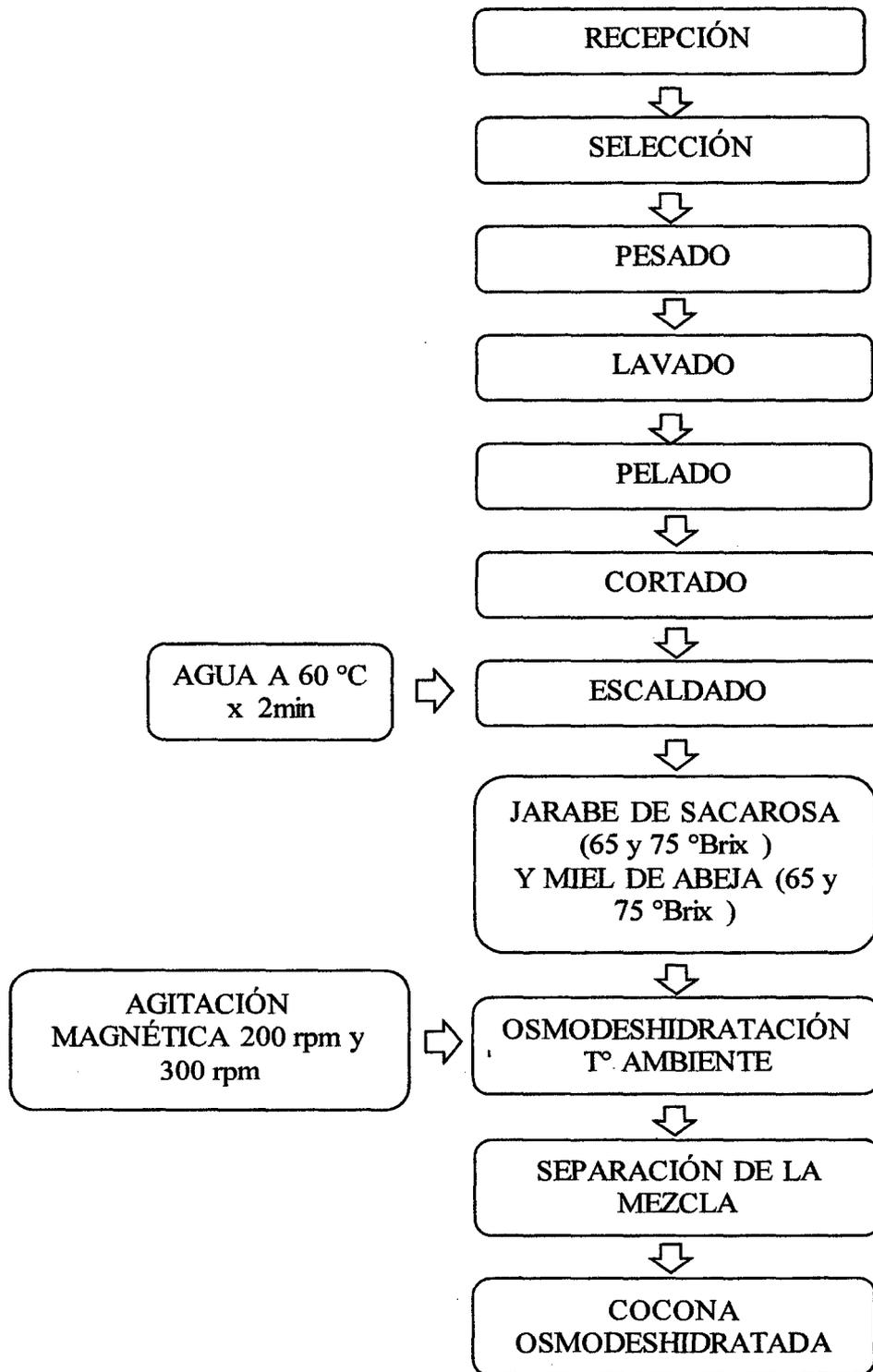


Figura 1. Diagrama de flujo de la deshidratación osmótica de cocona.

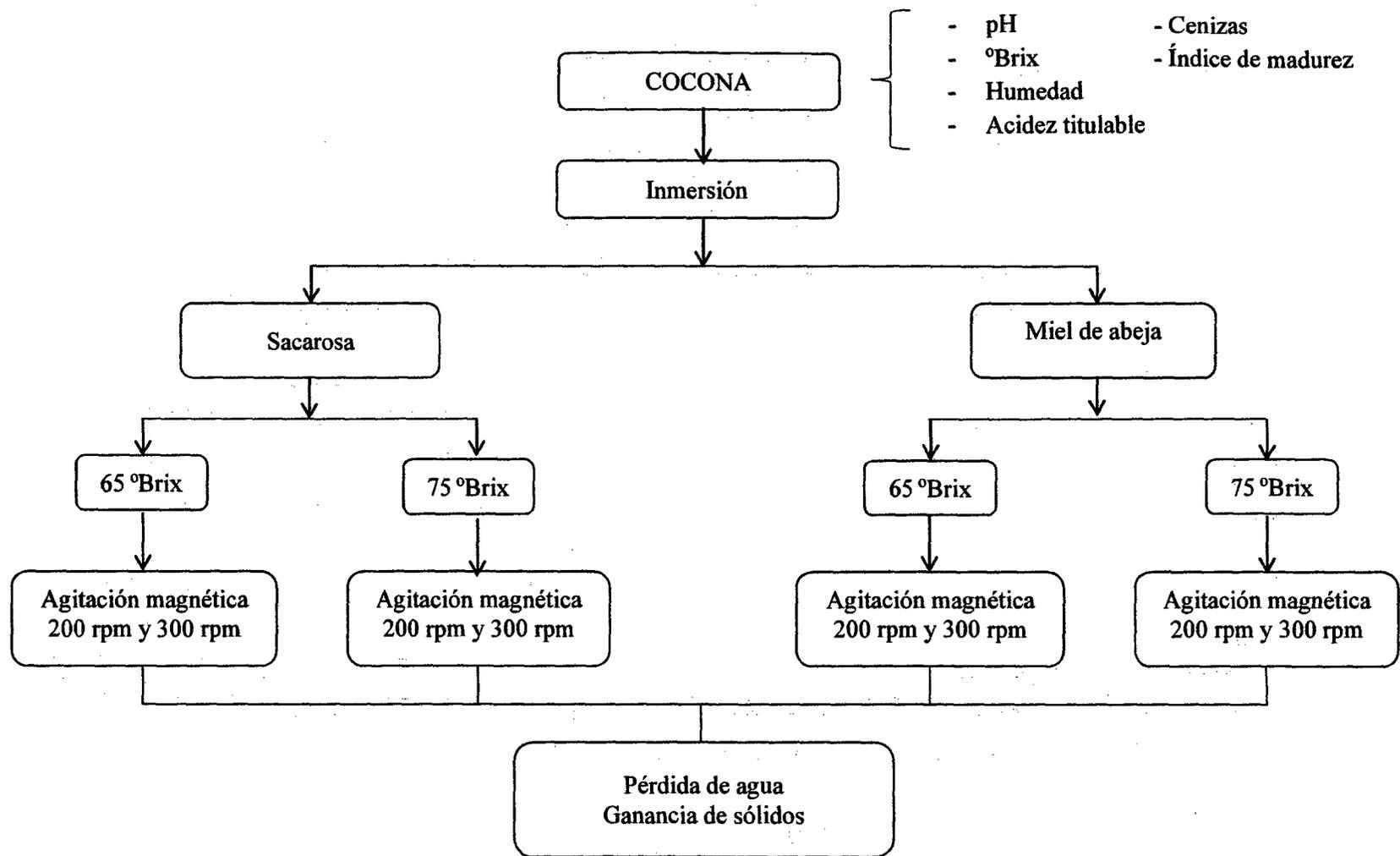


Figura 2. Metodología para la deshidratación osmótica de cocona.

2.3.3. Evaluación de la deshidratación osmótica de cocona

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

2.3.3.1. Pérdida de peso (WR)

Por la diferencia de peso inicial y el tomado inmediatamente después de retirar la muestra de inmersión en cada uno de los tratamientos determinados por la deshidratación.

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

Dónde:

M_o : peso inicial de la fruta (g)

M_f : peso final de la fruta (g)

2.3.3.2. Pérdida de agua (WL)

Por la diferencia de humedad inicial del producto y la tomada inmediatamente después de retirar la muestra la inmersión en cada uno de los tiempos determinados para la osmodeshidratación.

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

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 (SG)

Por la diferencia de sólidos iniciales del producto y los tomados inmediatamente después de retirar la muestra de la inmersión, los cuales fueron determinados utilizando el Brixómetro modelo RF-8D, previamente calibrado en cada uno de los tratamientos.

$$SG = \frac{(M_f \times S_f) - (M_o \times S_o)}{M_o} \times 100$$

Donde:

M_o : peso inicial de la fruta (g)

M_f : peso final de la fruta (g)

S_o : sólidos iniciales, como fracción (g)

S_f : sólidos finales, como fracción (g).

2.3.4. Proceso de secado

Se realizó el secado de cocona en el secador de bandejas de laboratorio, con una corriente de aire forzado por un soplador de velocidad regulable, a través de un ducto calentado por cuatro resistencias eléctricas instaladas dentro de este, su funcionamiento fue regulado por un controlador electrónico de temperatura. El aire caliente ingresó inmediatamente a la cámara de secado donde hubo 4 bandejas con fruto de cocona previamente osmodeshidratada.

Se trabajó con una sola temperatura (50 °C) y velocidad constante (3,0 m/s) del aire de secado.

El diagrama de flujo del secado de cocona osmodeshidratada se muestra en la Figura 3, cada etapa se describe a continuación:

2.3.4.1. Determinación de humedad: con el analizador automático de humedad se determinó la humedad inicial de la cocona osmodeshidratada, para calcular la cantidad de agua a eliminar por secado hasta llegar al valor de 15 % de humedad.

2.3.4.2. Secado: después de la deshidratación osmótica, se realizó el secado por medio de aire caliente en un secador de bandejas. Las cuatro bandejas con los frutos de cocona osmodeshitrada se colocaron en la cámara del secador y se procedió a su secado. Se controló el tiempo hasta que el fruto tuvo un contenido de humedad del 15 %, lo cual fue verificado con el analizador automático de humedad.

2.3.4.3. Empaque: se realizó en bolsas de polietileno, en una cantidad de 50 gramos.

2.3.4.4. Almacenamiento: se realizó en un sitio fresco, no húmedo y a temperatura ambiente.

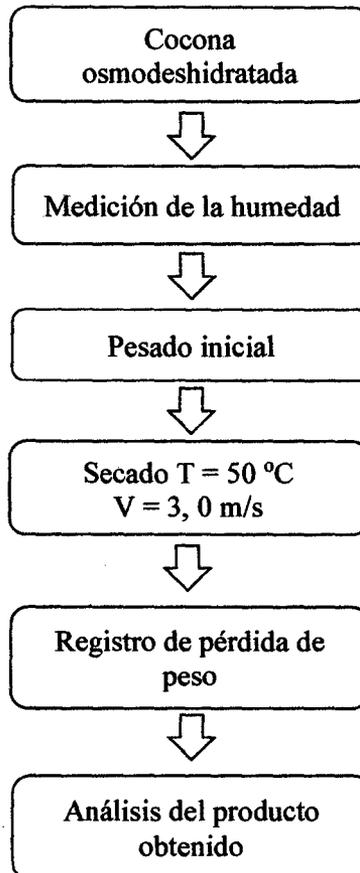


Figura 3. Diagrama de flujo para el secado en secador de bandejas, de cocona osmodeshidratada.

2.3.5. Análisis del producto obtenido

2.3.5.1. Evaluación sensorial

Se realizó una evaluación sensorial que indicó el grado de satisfacción que provocó en los consumidores la cocona osmodeshidratada. Para esta evaluación se utilizó una escala hedónica de 9 puntos, con 10 panelistas semientrenados. La muestra evaluada fue cocona osmodeshidratada y secada, delimitada por los siguientes parámetros:

Me gusta muchísimo	= 9
Me gusta mucho	= 8
Me gusta moderadamente	= 7
Me gusta ligeramente	= 6
No me gusta ni me disgusta	= 5
Me disgusta ligeramente	= 4
Me disgusta moderadamente	= 3
Me disgusta mucho	= 2
Me disgusta muchísimo	= 1

2.3.5.2. Análisis microbiológico

Se realizó el recuento de mohos y levaduras (ANEXO 3) del mejor tratamiento a los 21 días de almacenamiento, mediante la técnica de recuento en placa.

2.3.5.3. Análisis estadístico

En la presente investigación se empleó un experimento factorial 2A x 2B x 3C bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 repeticiones por unidad experimental.

Factores:

A. Tipo de jarabe:

a₁ : Sacarosa

a₂ : Miel de abeja

B. Concentración del jarabe (°Brix)

b_1 : 65

b_2 : 75

C. Velocidad de agitación (rpm)

c_1 : 200

c_2 : 300

Variable respuesta: pérdida de agua y ganancia de sólidos solubles totales.

Unidad experimental: frutos de cocona.

Modelo aditivo lineal

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

Dónde:

$i = 1, 2$ (niveles del factor A)

$j = 1, 2$ (niveles del factor B)

$k = 1, 2$ (niveles del factor C)

$l = 1, 2, 3$ (repeticiones)

a_1, a_2 : tipos de jarabe

b_1, b_2 : concentración del jarabe

c_1, c_2 : velocidad de agitación

Además:

Y_{ijkl} : Pérdida de agua y ganancia de sólidos solubles en el i - ésimo tipo de jarabe, j - ésima concentración del jarabe, k - ésima velocidad de agitación y l - ésima unidad experimental.

μ : Efecto de la media general

A_i : Efecto del i - ésimo tipo de jarabe

B_j : Efecto de j - ésima concentración del jarabe

C_k : Efecto de la k - ésima velocidad de agitación.

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

(AC)_{ik} : Efecto del ι - ésimo tipo de jarabe en la k - ésima velocidad de agitación.

(BC)_{jk} : Efecto de j - ésima concentración del jarabe de la k - ésima velocidad de agitación.

(ABC)_{ijk} : Efecto del ι - ésimo tipo de jarabe, j - ésima concentración del jarabe en la k - ésima velocidad de agitación.

E_{ijkl} : Error experimental.

Comparaciones múltiples:

Para evaluar las diferencias entre las medias de los tratamientos, se emplearon la prueba Tukey y Duncan al 95% de confianza. Además se comparó con un tratamiento testigo sin agitación magnética y por un periodo de inmersión de 240 minutos.

Descripción de los tratamientos

Tabla 3. Combinaciones de los tratamientos

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
T1	A1B1C1	Sacarosa, 65 °Brix, 200 rpm
T2	A1B1C2	Sacarosa, 65 °Brix, 300 rpm
T3	A1B2C1	Sacarosa, 75 °Brix, 200 rpm
T4	A1B2C2	Sacarosa, 75 °Brix, 300 rpm
T5	A2B1C1	Miel de abeja, 65 °Brix, 200 rpm
T6	A2B1C2	Miel de abeja, 65 °Brix, 300 rpm
T7	A2B2C1	Miel de abeja, 75 °Brix, 200 rpm
T8	A2B2C2	Miel de abeja, 75 °Brix, 300 rpm
T9	TESTIGO 1	Sacarosa, 65 °Brix, sin agitación
T10	TESTIGO 2	Sacarosa, 75 °Brix, sin agitación
T11	TESTIGO 3	Miel de abeja, 65 °Brix, sin agitación
T12	TESTIGO 4	Miel de abeja, 75 °Brix, sin agitación

Fuente: elaborado por los tesistas

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización físicoquímica de la cocona.

Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Caracterización físicoquímica de la cocona en 100 g de pulpa fresca.

Componente	Valor
Humedad (%)	92,02
Sólidos solubles (° Brix)	6,00
Acidez total (%)	3,54
pH	3,24
Índice de madurez	1,69
Cenizas (%)	0,70

Fuente: Elaborado por los tesisistas

3.2. Caracterización del producto final y control de calidad

3.2.1. Descripción física

Fruta osmodeshidratada y secada hasta 15 % de humedad en base seca, sin conservantes, lista para el consumo directo.

3.2.2. Características sensoriales

En la tabla 5, se muestran las características sensoriales de la cocona osmodeshidratada y secada hasta 15 % de humedad en base seca.

Tabla 5. Características sensoriales de la cocona osmodeshidratada y secada.

Características	Descripción
Tamaño	En cubos de 2x1x0.5cm
Color	Amarillo claro
Olor	Semejante a la fruta
Consistencia	Suave

Fuente: elaborado por los tesisistas

3.2.3. Características fisicoquímicas

La caracterización fisicoquímica de la cocona osmodeshidratada y secada se reporta en la Tabla 6.

Tabla 6. Caracterización fisicoquímica de cocona osmodeshidratada y secada

Componente	Valor
Humedad (%)	15,00
Sólidos solubles (° Brix)	38,10
Acidez total (%)	1,90
pH	4,10
Cenizas (%)	2,40

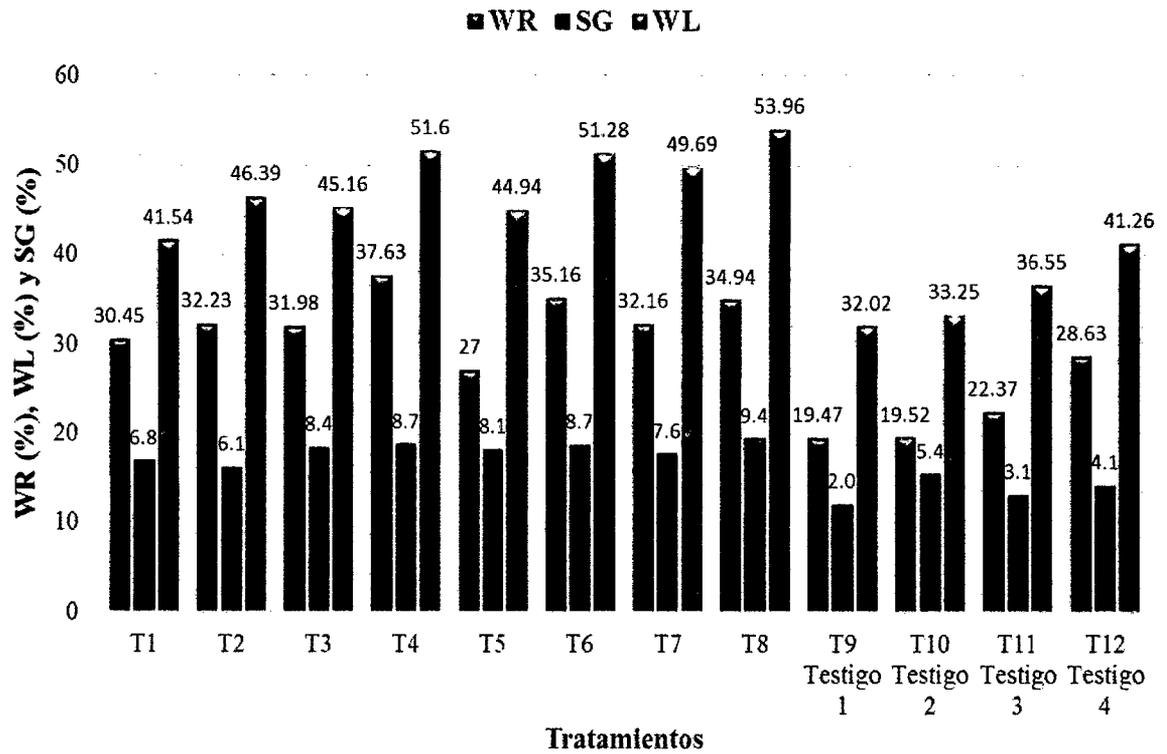
Fuente: Elaborado por los tesistas.

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

Tabla 7. Resultado de pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos para todos los tratamientos de osmodeshidratación de cocona.

Tratamientos	Mo	Mf	So	Sf	WR	SG	Ho	Hf	WL
T1	150,05	104,36	0,06	0,29	30,45	16,87	0,92	0,70	41,54
T2	150,07	101,70	0,06	0,31	32,23	16,16	0,92	0,69	46,39
T3	151,22	102,86	0,06	0,35	31,98	18,45	0,92	0,67	45,16
T4	150,05	93,59	0,06	0,39	37,63	18,74	0,92	0,66	51,60
T5	150,17	109,63	0,06	0,35	27,00	18,17	0,92	0,70	44,94
T6	150,99	97,90	0,06	0,38	35,16	18,72	0,92	0,62	51,28
T7	150,02	101,77	0,06	0,36	32,16	17,68	0,92	0,70	49,69
T8	150,07	97,63	0,06	0,39	34,94	19,41	0,92	0,60	53,96
T9 Testigo 1	150,09	120,87	0,06	0,23	19,47	12,04	0,92	0,75	32,02
T10 Testigo 2	150,18	120,86	0,06	0,27	19,52	15,41	0,92	0,78	33,25
T11 Testigo 3	150,12	116,54	0,06	0,24	22,37	13,11	0,92	0,71	36,55
T12 Testigo 4	150,25	107,24	0,06	0,29	28,63	14,12	0,92	0,71	41,26

Fuente: elaborado por los tesistas.



Fuente: elaborado por los tesistas.

Figura 4. Resultados de pérdida de peso (WR), pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos (SG) durante la osmodeshidratación de cocona con diferentes tratamientos.

En la figura se puede observar que el tratamiento que tuvo mayor influencia por la agitación magnética en lo que respecta a pérdida de agua y ganancia de sólidos solubles fue el tratamiento T8 (Miel de abeja a 75 °Brix y 300 rpm).

3.4. Efecto de la osmodeshidratación y secado en la pérdida de peso y humedad de cocona

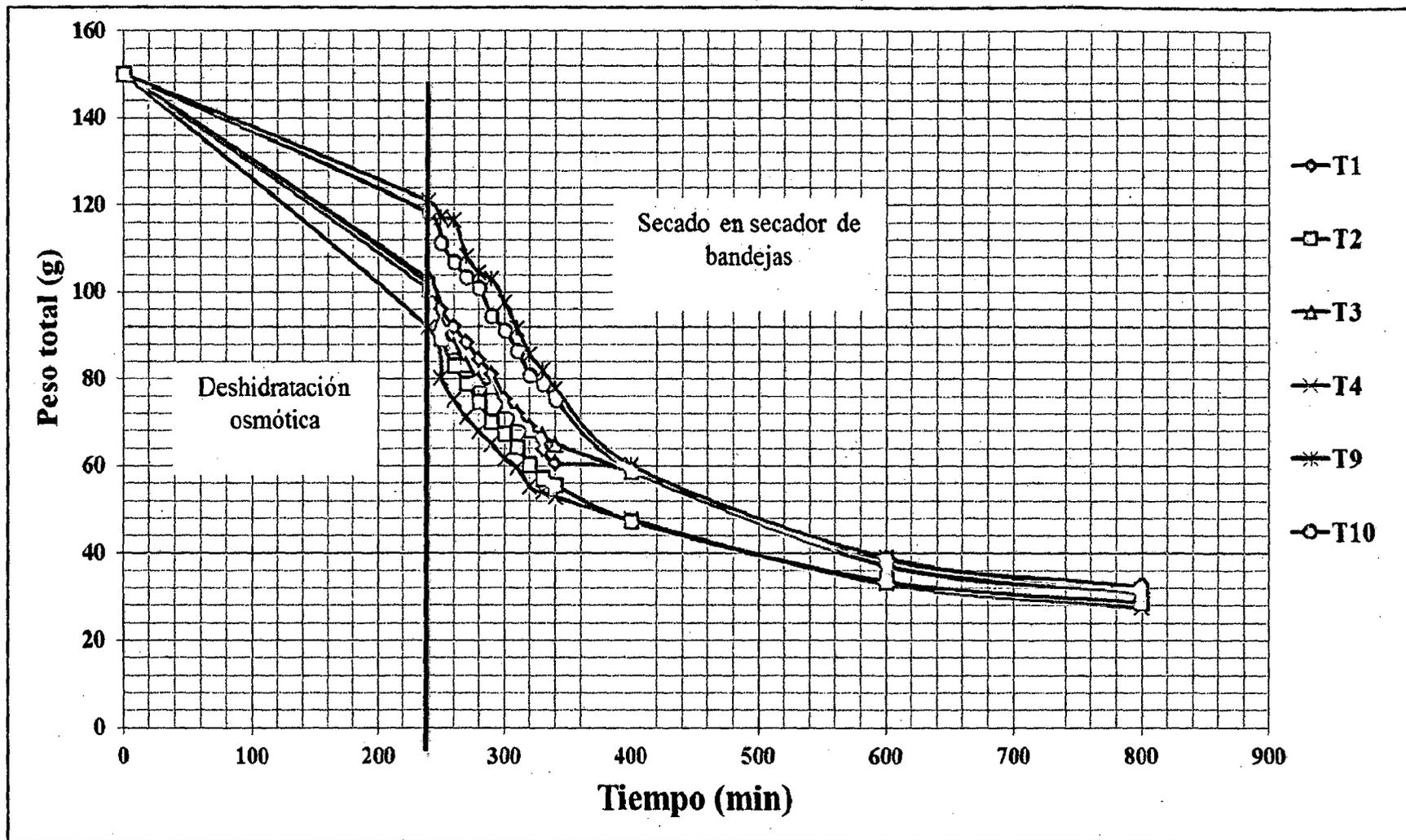


Figura 5. Pérdida de peso de cocona en jarabe de sacarosa seguido de secado, comparado con los testigos (T9 y T10).

01 ABR 2014



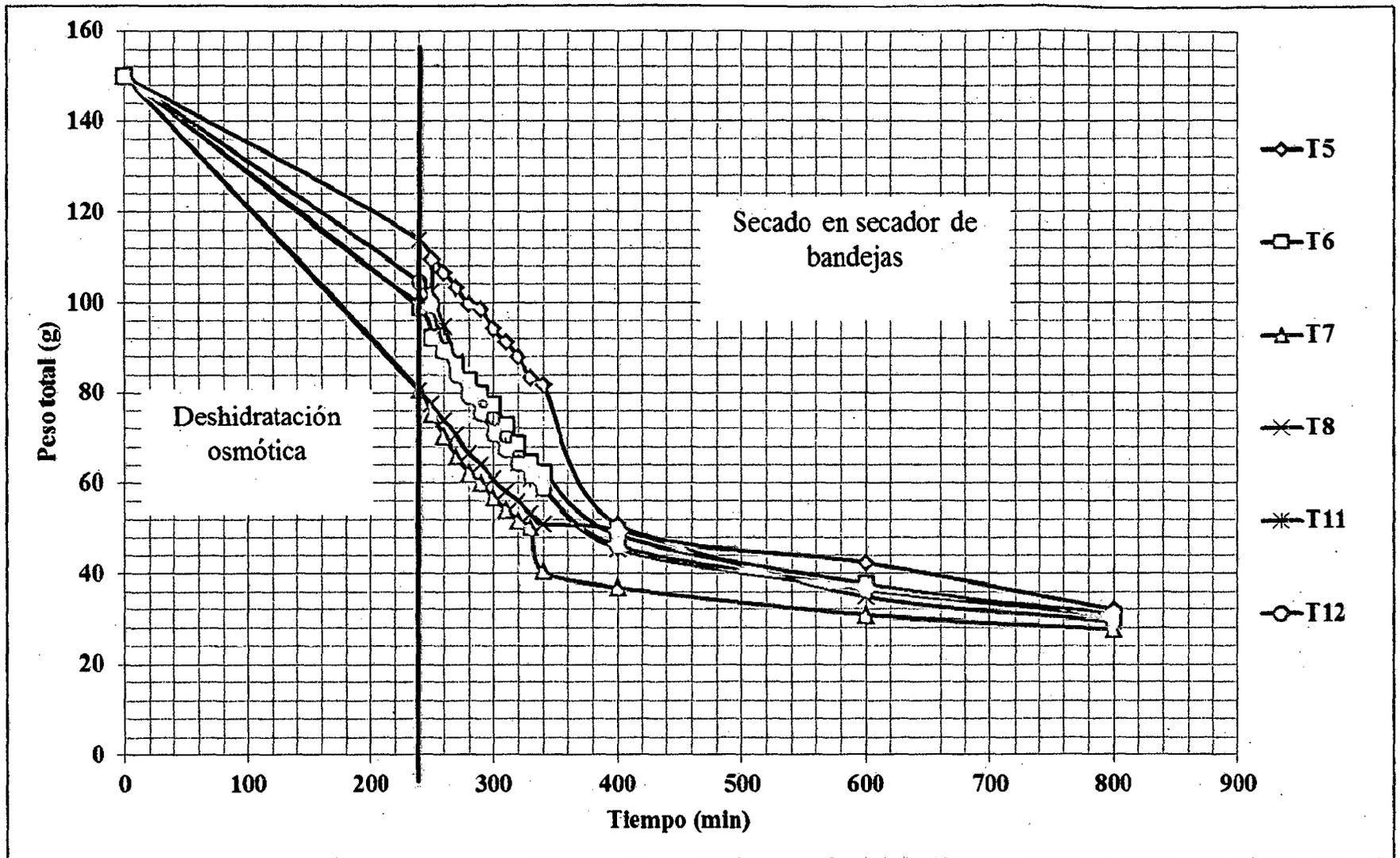


Figura 6. Pérdida de peso de cocona en jarabe de miel de abeja seguido de secado, comparado con los testigos (T11 y T12).

3.5. Análisis de varianza de pérdida de agua

En la tabla 8, se muestra el análisis de varianza de la pérdida de agua de cocona durante la deshidratación osmótica; esta fue afectada significativamente por la velocidad de agitación, mientras que el tipo de jarabe y la concentración del jarabe no tienen un efecto significativo sobre esta, con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 8. Análisis de varianza de la pérdida de agua de cocona durante la deshidratación osmótica.

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Media Cuadrática	F	Significación
A	86,259	1	86,259	18,906	0,000
B	99,108	1	99,108	21,722	0,000
C	179,674	1	179,674	39,380	0,001
A * B	0,741	1	0,741	0,162	0,692
A * C	0,178	1	0,178	0,039	0,846
B * C	0,084	1	0,084	0,018	0,894
A * B * C	4,993	1	4,993	1,094	0,311
Error	73,000	16	4,563		
Total	444,037	23			

corregida

Fuente: Elaboración SPSS 15.0

3.5.1. 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 igualdad de varianza 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: intercesión + tratamientos.

Tabla 9. Contrastes sobre la igualdad de varianzas de pérdida de agua.

F	GL1	GL2	Significación
4,833	11	24	0,001

Fuente: Elaboración SPSS 15.0

3.5.2. Análisis simple para la pérdida de agua

La 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 la pérdida de agua

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Significación
Tratamiento	1 735,372	11	157,761	50,871	0,000
Error	74,429	24	3,101		
Total corregida	1 809,801	35			

Fuente: Elaboración SPSS 15.0

En la figura 7, se muestra que para la variable pérdida de agua, el T4 (Sacarosa a 75 °Brix y 300 rpm), T6 (Miel de abeja a 65 °Brix y 300 rpm) y T8 (Miel de abeja a 75 °Brix y 300 rpm) son los tratamientos que eliminaron mayor cantidad de agua.

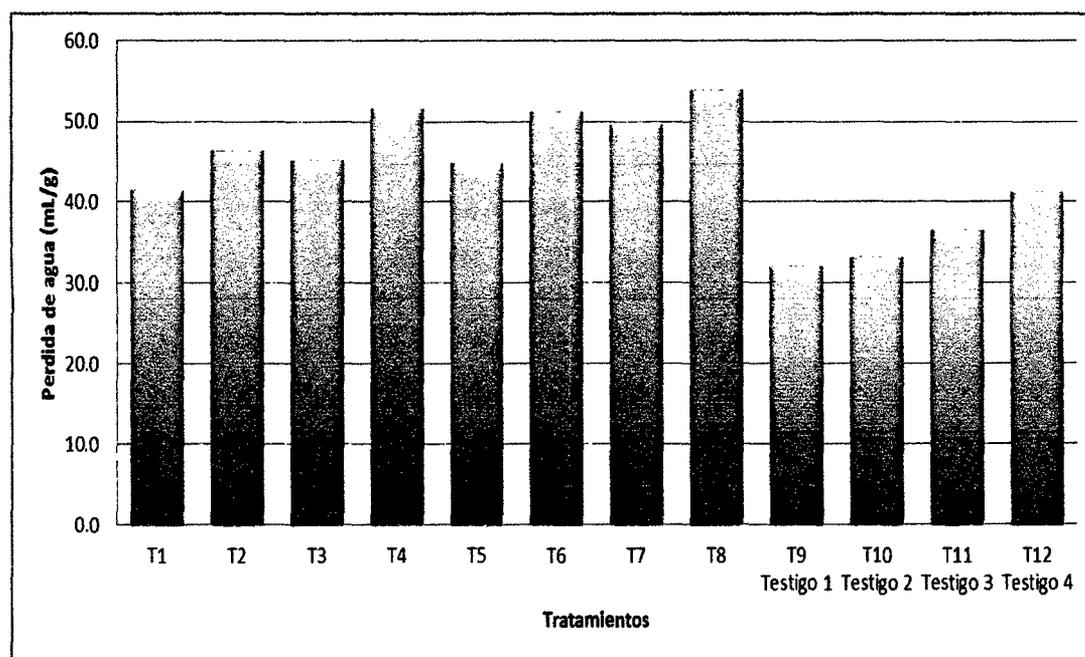


Figura 7. Pérdida de agua de la cocona durante la deshidratación osmótica en diferentes tratamientos.

Fuente: elaborado por los tesistas.

3.5.3. Comparaciones múltiples para la pérdida de agua

En la Tabla 11 se muestra las comparaciones múltiples de Tukey y Duncan al 95% para la pérdida de agua durante la deshidratación osmótica de cocona en los diferentes tratamientos evaluados.

Tabla 11. Comparaciones múltiples para la pérdida de agua de cocona por deshidratación osmótica.

Tratamiento	Media		N	Desv, típ,	Error típ, de la media
T1	41,5416	d	3	1,8476	1,0667
T2	46,3926	c	3	1,3499	0,7793
T3	45,1636	c	3	1,5878	0,9167
T4	51,6020	ab	3	0,4521	0,2610
T5	44,9449	c	3	3,0435	1,7571
T6	51,2755	ab	3	0,6285	0,3628
T7	49,6884	b	3	3,5781	2,0658
T8	53,9576	a	3	2,4652	1,4232
T9	32,0170	f	3	0,1577	0,0910
Testigo 1					
T10	33,2491	f	3	0,3664	0,2115
Testigo 2					
T11	36,5495	e	3	0,6052	0,3494
Testigo 3					
T12	41,2551	d	3	0,4345	0,2508
Testigo 4					
Total	43,9697		36	7,1908	1,1984

Fuente: Elaboración SPSS 15.0

En base a los resultados experimentales se afirma que a un nivel de confianza del 95%, en los tratamientos T4, T6 y T8 existe mayor pérdida de agua.

3.6. Análisis de varianza para la ganancia de sólidos solubles

En la Tabla 12 se muestra el análisis de varianza de la ganancia de sólidos solubles durante la deshidratación osmótica de cocona. Existe diferencia significativa en la interacción del tipo de jarabe con la concentración del jarabe y estadísticamente no indicó diferencia significativa por el tipo de jarabe, la concentración del jarabe y la velocidad de agitación a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 12. Análisis de varianza de ganancia de sólidos solubles durante la deshidratación osmótica de cocona.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Significación
A	2,384	1	2,384	1,574	0,228
B	4,427	1	4,427	2,923	0,107
C	1,457	1	1,457	0,962	0,341
A * B	10,098	1	10,098	6,668	0,020
A * C	0,068	1	0,068	0,045	0,835
B * C	1,968	1	1,968	1,300	0,271
A * B * C	1,631	1	1,631	1,077	0,315
Error	24,230	16	1,514		
Total	46,262	23			

corregida

Fuente: Elaboración SPSS 15.0

3.6.1. Contraste sobre la igualdad de las varianzas error (a)

En el método de Levene para la ganancia de sólidos solubles en la Tabla 13, se aplicó un procedimiento de contraste sobre la igualdad de varianza error (a) que contrasta la hipótesis nula que la varianza error de la ganancia de sólidos (variable dependiente) indicó una diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% a.

Diseño: intercesión + tratamientos.

Tabla 13, Contraste sobre igualdad de varianza de ganancia de sólidos solubles

F	GL1	GL2	Significación
3,804	11	24	0,003

Fuente: Elaboración SPSS 15.0

3.6.2. Análisis simple para la ganancia de sólidos solubles

La 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	184,662	11	16,787	15,821	0,000
Error	25,467	24	1,061		
Total corregida	210,129	35			

Fuente: Elaboración SPSS 15.0

En la Figura 8, se aprecia que para la variable ganancia de sólidos solubles el T8 (Miel de abeja a 75 °Brix y 300 rpm) es el tratamiento que produce mayor ganancia de sólidos solubles.

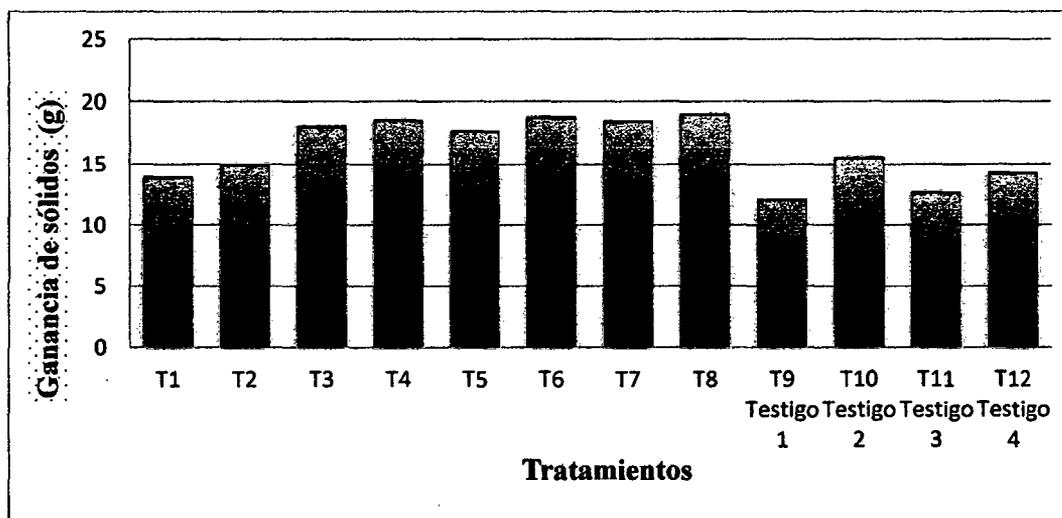


Figura 8. Ganancia de sólidos solubles de la cocona durante la deshidratación osmótica.

Fuente: elaborado por los tesisistas.

3.6.3. Comparaciones múltiples para la ganancia de sólidos solubles

En la Tabla 15, se muestra las comparaciones múltiples de Tukey y Duncan al 95% para la ganancia de sólidos de cocona durante la deshidratación osmótica.

Tabla 15. Comparaciones múltiples para la ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica de cocona.

Tratamiento	Media		N	Desv. típ.	Error típ. de la media
T1	16.8721	bcd	3	2.5261	1.4584
T2	16.1645	cd	3	1.1611	0.6703
T3	17.9343	abc	3	0.1282	0.0740
T4	18,7430	ab	3	1.1400	0.6582
T5	18,1721	ab	3	1.3194	0.7617
T6	18,7128	ab	3	0.3534	0.2040
T7	17,6824	abc	3	0.9574	0.5527
T8	19,4147	a	3	0.5357	0.3093
T9 Testigo 1	12.0408	g	3	0.4035	0.2329
T10 Testigo 2	15.4053	de	3	0.4572	0.2639
T11 Testigo 3	13.1069	fg	3	0.3385	0.1954
T12 Testigo 4	14.1181	ef	3	0.3630	0.2095
Total	16.4970		36	2.4502	0.4083

Fuente: Elaboración SPSS 15.0

En base a los resultados experimentales se afirma que a un nivel de confianza del 95%, en los tratamientos T4, T6 y T8 producen mayor ganancia de sólidos.

3.7. Análisis de varianza para el análisis sensorial de cocona osmodeshidratada

En la Tabla 16, se muestra el análisis de varianza del análisis sensorial de cocona osmodeshidratada y secada, donde se aprecia que existe por lo menos uno de los tratamientos con una diferencia estadística significativa en la aceptación de este producto a un nivel de 95% de confianza.

Tabla 16. Análisis de varianza para el análisis sensorial de cocona osmodeshidratada.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Significación
Panel	10,742	9	1,194	1,684	0,103
Tratamientos	243,425	11	22,130	31,227	0,000
Error	70,158	99	0,709		
Total corregida	324,325	119			

Fuente: Elaboración SPSS 15.0

3.7.1. Comparaciones múltiples para evaluación sensorial de cocona osmodeshidratada

En la tabla 17 se muestra las comparaciones múltiples de Tukey y Duncan al 95% para el análisis sensorial de cocona osmodeshidratada.

Tabla 17. Comparaciones múltiples para la evaluación sensorial de cocona osmodeshidratada.

Tratamientos	Media		N	Desv. típ.	Error típ. de la media
T1	6.1	b	10	0.9944	0.3145
T2	6.3	b	10	0.8233	0.2603
T3	6.2	b	10	0.9189	0.2906
T4	7.4	a	10	0.6992	0.2211
T5	6	b	10	0.8165	0.2582
T6	6	b	10	0.6667	0.2108
T7	5.8	b	10	1.0328	0.3266
T8	6.4	b	10	0.9661	0.3055
Testigo 1	3.7	cd	10	0.9487	0.3000
Testigo 2	4.1	c	10	0.7379	0.2333
Testigo 3	2.9	e	10	0.7379	0.2333
Testigo 4	3	de	10	0.9428	0.2981
Total	5.325		120	1.6509	0.1507

Fuente: Elaboración SPSS 15.0

Se puede afirmar que al 95% de confianza, el T4 es mejor comparado con los otros tratamientos y el que tiene mayor aceptación.

3.7.2. Evaluación sensorial de T4 (Sacarosa a 75 °Brix y 300 rpm)

Tabla 18. Puntuación de los panelistas en la evaluación de cocona omodeshidratada y secada.

Escala hedónica	Sabor	Color	Dureza
Me gusta muchísimo	0	0	0
Me gusta mucho	5	5	4
Me gusta moderadamente	3	3	2
Me gusta ligeramente	2	0	2
No me gusta ni me disgusta	0	1	0
Me disgusta ligeramente	0	1	2
Me disgusta moderadamente	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0
Me disgusta muchísimo	0	0	0

Fuente: elaborado por los tesisistas

La mayoría de los panelistas semi entrenados coincidieron en la escala hedónica me gusta mucho en lo que respecta a sabor, color y dureza.

3.8. Análisis microbiológico de cocona osmodeshidratada y secada

En la Tabla 19, se presenta los resultados del recuento de mohos y levaduras en cocona osmodeshidratada y secada, almacenadas a temperatura ambiente durante 21 días.

Tabla 19. Recuento de mohos y levaduras de cocona osmodeshidratada almacenadas a temperatura ambiente.

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

Fuente: elaborado por los tesisistas.

IV. DISCUSIÓN

El escaldado favorece la ganancia de sólidos en la fruta durante la osmodeshidratación, debido a la modificación de la permeabilidad de los tejidos (Maestrelli, 1997, citado por Zapata y Castro, 1999), por ello se aplicó este tratamiento tecnológico para posibilitar la ganancia de sólidos solubles en la pulpa evaluada en la presente investigación, mejorando las condiciones para la salida de agua, principalmente, con jarabe de miel de abeja que tiene un mayor poder osmótico (mayor pérdida de agua) debido a la composición química de esta miel que contiene sales, ácidos orgánicos, además de un alto porcentaje de azúcares reductores, sustancias todas ellas que tienen un poder de osmosidad mayor al de la sacarosa de acuerdo a lo reportado por Sánchez Bulla (1988).

Para la presente investigación el tratamiento T8 (Miel de abeja a 75 °Brix y 300 rpm) tuvo mayor ganancia de sólidos (19,41) como se muestra en la Tabla 7 y la Figura 8 resultado similar (16,11) obtuvieron Lombard *et al.*, (2008). Un estudio sobre deshidratación osmótica de piña (*Ananas comosus*), como un pre-tratamiento, determinaron que al aumentar la concentración del jarabe aumentó la ganancia de sólidos en la misma. Mezzzo *et al.*, (2006), menciona que la concentración del 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. Barrera y Pillman. (2010), estudiaron el efecto de la osmodeshidratación y secado en la retención de ácido ascórbico durante el proceso de elaboración de pasas de aguaymanto (*Physalis peruviana*), determinando que la mayor pérdida de agua y ganancia de sólidos se obtienen con una mayor concentración de jarabe de sacarosa (70 °Brix).

La mayor pérdida de agua durante la deshidratación osmótica se obtuvo con el tratamiento T8 (Miel de abeja a 75 °Brix y 300 rpm), como se muestra la Tabla 7 y Figura 7, se puede afirmar que la velocidad de agitación influyó en la pérdida de agua, que permite vencer la resistencia externa para transferir el agua desde la pulpa de fruta hacia la solución osmótica, demostrándose así que el transporte de agua no solo está controlado por un mecanismo interno. Resultados similares se encontraron en la deshidratación osmótica de castaña (40 y 110 rpm), (Moreira *et al.*, 2007) y en tomate (0; 120; 1000 rpm), (Tonon *et al.*, 2007).

En el análisis de varianza para la ganancia de sólidos (Tabla 12), para la deshidratación osmótica de pulpa de cocona se evidenció que la velocidad de agitación magnética no tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre la ganancia de sólidos en todos los tratamientos osmóticos. Asimismo, no se evidenció una interacción entre los tres factores tipo de jarabe, concentración y velocidad de agitación magnética ($p < 0,05$). La explicación de la ausencia de influencia de la agitación sobre la ganancia de sólidos es posiblemente la presencia de una resistencia interna que controla el transporte del soluto de la solución osmótica hacia la fase líquida de la fruta. Resultados similares encontraron Tonon *et al.* (2007) en la deshidratación osmótica de tomate. Asimismo, la concentración del jarabe en los tratamientos osmóticos no influyó en la ganancia de sólidos, lo cual puede explicarse por la baja porosidad de la estructura matriz de la cocona, que dificulta la entrada de la molécula del tipo de jarabe en la fruta. Existe un efecto significativo ($p < 0,05$), en la interacción tipo de jarabe con concentración del jarabe se evidenció incrementos de ganancia de sólidos en todos los tratamientos osmóticos en el proceso de deshidratación. Para valores altos de agitación el proceso osmótico es más efectivo, debido a que la pérdida de agua (WL) es mayor que la ganancia de sólidos (SG). (Matuska *et al.*, 2006; Ravindra y Chattopadhyay, 2000). Se observa que la pérdida de agua y ganancia de sólidos se incrementa con la velocidad de agitación magnética para ambas concentraciones evaluadas (65 y 75 °Brix), obteniéndose los mayores valores a 300 rpm con un jarabe de 75 °Brix.

En el análisis de varianza de pérdida de agua (Tabla 8), se evidenció que la velocidad de agitación tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$) en la pérdida de agua en la deshidratación osmótica de cocona. Moreira y Sereno (2003), indican que el efecto de la agitación de la solución osmótica de sacarosa sobre la cinética de deshidratación de cilindros de manzana, que la velocidad de agitación de 240 rpm influyó positivamente sobre la pérdida de agua (WL), mientras que para la ganancia de sólidos (SG) no resultó significativa.

Uribe y Castaño (1999), las mieles tienen una composición química caracterizada por algunos compuestos, como sales, ácidos orgánicos, azúcares reductores del tipo monosacáridos, (glucosa y fructosa) y otros componentes orgánicos, los cuales contribuyen a aumentar su poder osmótico y por lo tanto la pérdida de agua de la cocona es mayor cuando es sometida a estos agentes osmodeshidratantes como ocurrió en el tratamiento T8 (miel de abeja a 75 °Brix a 300 rpm). Como lo muestra la Figura 8.

Resultado similar obtuvo Sal3n (2013), que estudi3 el efecto de los agentes edulcorantes, temperatura y tiempo en la deshidrataci3n osm3tica de papaya de monte (*vasconcellea pubescens*), lo cual determin3 que el mejor tratamiento fue con jarabe miel de abeja a 75 3brix, 60 3C y 6 horas de contacto.

Arango y Sanabria (1986), realizaron ensayos de osmodeshidrataci3n de banano, mandarina, guayaba, tomate, mora, curuba, breva, tomate, piment3n y cebolla. Los tratamientos se efectuaron por inmersi3n en jarabe de sacarosa de 70 3Brix, durante 96 horas a temperatura ambiente. Adem3s, realizaron ensayos con pi3a en trozos, empleando jarabe invertido a 70 3Brix y melaza a 70 3Brix, como medios osmodeshidratantes a temperatura ambiente y 37 3C, con y sin agitaci3n para observar las curvas de deshidrataci3n y las caracter3sticas del producto final. La evaluaci3n sensorial demostr3 que la pi3a osmodeshidratada ten3a una buena calidad frente a los trozos de pi3a frescos. Se observ3 que la mayor disminuci3n de peso ocurri3 durante las doce primeras horas, no existiendo diferencias significativas entre la pi3a madura y la pi3a pintona osmodeshidratada en jarabe invertido de 70 3Brix. La reducci3n de peso en la deshidrataci3n con agitaci3n a 37 3C, fue mayor en la melaza que en el jarabe invertido. En el proceso con jarabe invertido se present3 una mayor ganancia de s3lidos que en el tratamiento con melaza en las mismas condiciones. En la presente investigaci3n, el tratamiento T8 (Miel de abeja a 75 3Brix y 300 rpm), tuvo valores m3s altos en lo que respecta a p3rdida de agua y ganancia de s3lidos, mediante la evaluaci3n sensorial se concluy3 que el tratamiento T4 (Sacarosa a 75 3Brix y 300 rpm) tuvo mayor aceptaci3n por parte de los panelistas como se muestra en la Tabla 17, por tener el mejor grupo homog3neo.

Pinto (1994), utiliz3 soluciones de az3car, panela y miel de abeja para la deshidrataci3n de zapote. Sometido a proceso osm3tico durante cuatro horas reduciendo el contenido en volumen de la fruta en un 25-30%; de los tres edulcorantes comprob3 que no existe diferencia significativa en la deshidrataci3n osm3tica utilizando miel y az3car. Londo3o (1998), indica que la miel de abeja es la que posee mayor capacidad de reducci3n de actividad de agua, esto debido fundamentalmente a su alta concentraci3n de fructuosa (40-50%). Resultados similares fueron obtenidos en la presente investigaci3n.

Lazaridez (1995), el tiempo es un factor de enorme relevancia, debido a que el fenómeno de deshidratación osmótica ocurre durante las dos primeras horas de proceso y la condición de equilibrio se alcanza a tiempos prolongados como se obtuvo en la presente investigación mostrada en la Figura 5 y 6 donde aprecia que a las cuatro horas de estar sometido a deshidratación se produce la mayor pérdida de agua y peso.

En la evaluación sensorial mediante la prueba de aceptabilidad como lo muestra la Tabla 18, se observó que el tratamiento T4 (Sacarosa a 75°Brix y 300 rpm) y la mayoría de los panelistas coincidieron en la puntuación “Me gusta mucho” que corresponde a un puntaje 8 en la escala hedónica, por lo que el producto es aceptable para los consumidores. Ordoñez y López (2002), indica que la deshidratación osmótica mejora los atributos de los productos, características y usos de las frutas y los jarabes obtenidos.

El análisis microbiológico de la cocona osmodeshidratada en la presente investigación muestra que las unidades formadoras de colonias son aceptables fueron menores a 10 ufc/g, tanto para mohos y levaduras, no existiendo crecimiento de colonias en placas, debido a las características fisicoquímicas que presenta la fruta deshidratada como son la baja actividad de agua, bajo pH, alta concentración de azúcar y baja humedad (15%); las cuales suprimen las condiciones bioquímicas para la propagación de estos microorganismos, obteniéndose un producto de calidad. Barbosa (2000), menciona que la osmodeshidratación ayudada por el secado tiene una ventaja importante, hace que las frutas logren conservarse sin la necesidad de utilizar conservantes y preserve la mayoría de sus características organolépticas, garantizando su valor nutricional.

V. CONCLUSIONES

1. La deshidratación osmótica se perfila como una opción de pre tratamiento para procesos de agroindustrialización de cocona, permitiendo niveles significativos de extracción de agua con bajos niveles en ganancia de sólidos.
2. El agente edulcorante que tuvo mayor poder osmótico, de los dos utilizados en la deshidratación osmótica de cocona, fue la miel de abeja.
3. Una menor velocidad de agitación no favorece la pérdida de agua y ganancia de sólidos, en la deshidratación osmótica de pulpa de cocona.
4. El tratamiento T8 (miel de abeja a 75 °Brix y 300 rpm) presento mayor ganancia de sólidos y mayor pérdida de agua en pulpa de cocona.
5. El mejor tratamiento en cuanto a los parámetros de color, sabor y dureza fue el T4 (sacarosa a 75 °Brix con velocidad de agitación de 300 rpm, secado con aire a 50 °C y velocidad de 3 m/s).
6. El empleo de mayores concentraciones de solución osmótica permite que los efectos de deshidratación sean más pronunciados.
7. El efecto que tiene la agitación magnética sobre la deshidratación osmótica de cocona es significativo a velocidades altas.

VI. RECOMENDACIONES

- 1. Aprovechar los frutos nativos que Amazonas ofrece, conservando la vida útil por medio de la deshidratación y secado para desarrollar nuevos productos y nuevas metodologías que se puedan aplicar en el campo agroindustrial.**
- 2. Aplicar y difundir los conocimientos obtenidos en la presente investigación, como alternativa de introducir la cocona en la alimentación y su industrialización para beneficio de los productores.**
- 3. Emplear velocidades mayores de aire de secado que se utiliza en la presente investigación, para disminuir tiempos de secado.**
- 4. Diseñar e implementar un equipo para la deshidratación osmótica de frutas y hortalizas que produce en nuestra Región Amazonas.**

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayala Aponte, Alfredo Adolfo; Serna-Cock, Liliana;Giraldo-Cuartas, Carlos Julián. 2009. Efecto de la agitación sobre la deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (*Selenicereus Megalanthus S.*) empleando Soluciones de Sacarosa. Interciencia, Venezuela, Vol. 34, pp. 492- 496.

Arango R. Luz Marina y Sanabria R, Néstor H. 1986. Rev. Estudio preliminar para la osmodeshidratación directa de curuba, piña, guayaba y breva. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Santa Fé de Bogotá. 65 p

Barbosa, G y H. Vega. 2000. Deshidratación de alimentos. Editroial Acibia S.a. Zaragoza - España.

Barbosa, C. y Welti-Chanes, J. 1995. Food Preservation by Moisture Control. Fundamentals and Applications. Lancaster U.S.A. pp. 397-410.

Barrera Ramos, Deycy. C y Pillman Diaz, Aurora. 2010. Efecto de la osmodeshidratación y secado en la retención de ácido ascórbico durante el proceso de elaboración de pasas de aguaymanto (*Physalis peruviana*) de la Provincia de Luya Regio de Amazonas. Tesis UNTRM-A

Brennan, J. 2006. Food Processing Handbook. Alemania. Editorial Wiley- VCH. p. 102-104.

Carpenter, R. 2002. Analisis Sensorial en el Desarrollo y control de calidad de alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragosa – Epaña.

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

Castro, E. M y W, Castro. 2007. Análisis de Productos Agroindustriales: Manual de Practicas de laboratorio. UNTRM-A. Chachapoyas –Perú.

Fito, 1994, Modelling of vacuum osmotic dehydration of food, Journal of Food Engineering, 22, 313-328.

Flores, P. S. 1997. Cultivo de frutales nativos Amazónicos, Manual para el Extensionista. Lima.

Hernández, M. y Barrera, J., 2004. Bases técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la amazonia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

Lazaridez. 1995. Mass transfer kinetics during osmotic preconcentracion aiming at minimal Solid uptake. Journal of Food Engineering, 25,151.166.

Lodoño, P. 1998. Estudio palinológico de miel procedente del apiario “Los chacharchos” (Santa Bárbara). Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias Medellín – Colombia.

Lombard, G; Oliveira, J; Fito P; Andres, A. 2008. Osmotic dehydration of pineapple as a pre-treatment for further drying. Journal of Food Engineering. Elsevier, 85(2), p. 277-284.

Maestrelli, Andrea, 1997. Fundamentos de la deshidratación osmótica de frutas. *En*: Curso taller “deshidratación osmótica directa de vegetales. Santafé de Bogotá: Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 1997. 16 p.

Matuska M, Lenart A, Lazarides HN. 2006. On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake. J. Food Eng. 72: 85–91.

Mazzeo, M., Leon, L., Hernandez, A y Guapacha, H. 2006. Deshidratación de arveja (*Pisum sativum*) y habichuela (*phaesehaseolus vugaris L*) utiizando soluciones de glicerol y cloruro de sodio. Revista Vector – volumen I. Colombia.

Melo, L. 1999. Trabajo de grado: Deshidratacion osmótica de mango (*Tommy atkins*) efecto de diferentes regímenes de presión y diferentes medios. Ingenieria Quimica. Universidad Nacional de Colombia.

Moreira R, Chenlo F, Torres MD, Vázquez G. 2007. Effect of stirring in the osmotic dehydration of chestnut using glycerol solutions. *Lebensm. Wiss. Technol.* 40: 1507-1514.

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

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

Primo Yufera, E. 1997. Química de alimentos. Editorial Sintesis. Madrid, España.

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

Pahlen, A. 1977. Cocona (*Solanum tojiro Humbl Y Bonpl.*), un fruto del Amazonas. La cosecha Amazónica 7 (3): 301 - 307.

Rahman, MS. 2003. Manual de conservación de los alimentos. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 863 p.

Ravindra MR, Chattopadhyay PK. 2000. Optimization of osmotic preconcentration and fluidized bed drying to produce dehydrated quick-cooking potato cubes. *J. Food Eng.* 44: 5–11.

Salón, L. 2013. Efecto de los agentes edulcorantes, temperatura y tiempo en la deshidratación osmótica de papaya de monte (*vasconcellea pubescens*). Tesis UNTRM-A

Sánchez Bulla, 1988. Comparación de diferentes azúcares en la deshidratación directa de mango variedad Tommy Atkins. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. 61 p.

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

Silva Filho, D. F., Andrade, J. S., Clement, C. R., Machado, F. M., & Hiroshi, N. 1999. Correlações fenotípicas, genéticas e ambientais entre descritores morfológicos e químicos em frutos de cubiu (*Solanum sessiliflorum*) da amazônia. *Acta Amazónica*, 29(4), 503-511.

Soto, P. G y S. B, Altamirano. 2005. Deshidratación Osmótica de Prismas de Camote, Manzana y Papa. *Revista Inverciencia*. México.

Tonon RV, Baroni AF, Hubinger MD. 2007. Osmotic dehydration of tomato in ternary solutions: Influence of process variables on mass transfer kinetics and an evaluation of the retention of carotenoids. *J. Food Eng.* 82: 509–517.

Uribe Botero, Jorge Eduardo y Castaño Arroyabe, Jorge Mario. 1999. Utilización de la miel de caña en la elaboración de arequipe. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 56 p.

Villachica, Hugo.1996. Frutales y hortalizas promisorios de la amazonia. Tratado de cooperación amazónica. Volumen 44 de TCA-SPT. Publicaciones Lima, Perú. 367.

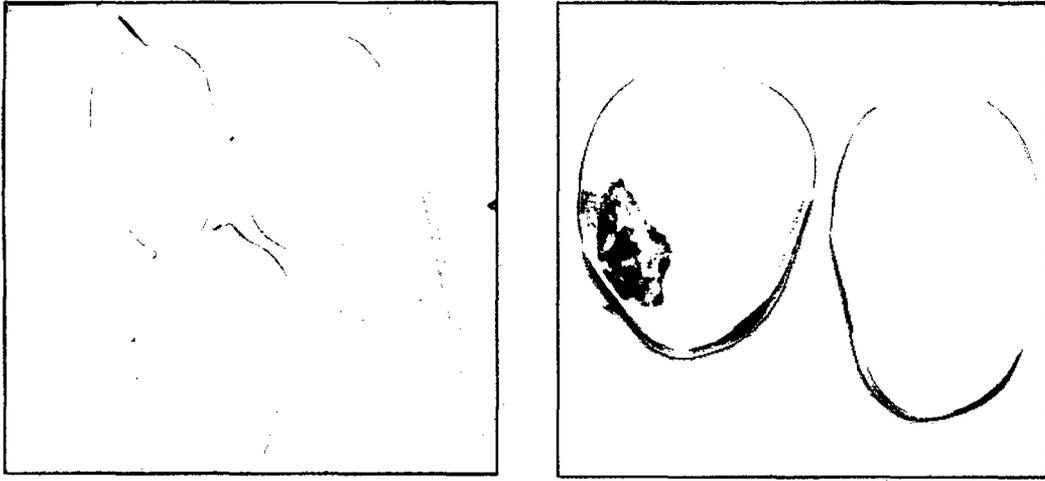
Yuyama, L; Aguiar, J; Macedo, S; Gioia, T; Silva Filho, D. 1997. Composición centesimal de diversas poblaciones de cocona (*Solanum sessiliflorum Dunal*) de la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones del Amazonas, INPA. In: *Anuales del II Simposio Latino Americano de Ciencias de Alimentos*. Campinas, S.P., Brasil.

Zapata Montoya, José Edgar y Castro Q, Gilberto. 1999. Deshidratación osmótica de frutas y vegetales. *En: Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. Vol. 52, No; p. 451-466.

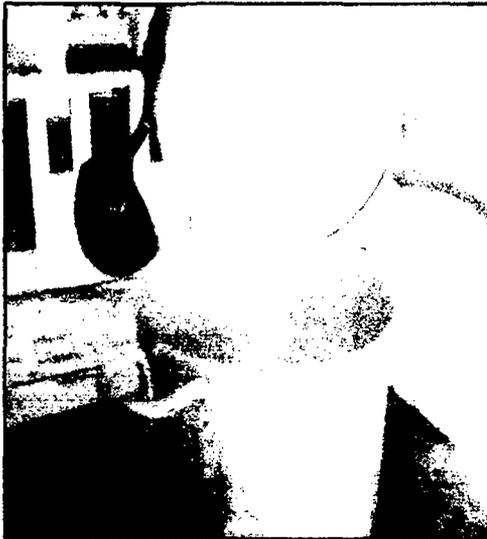
ANEXOS

ANEXO 1

Deshidratación osmótica



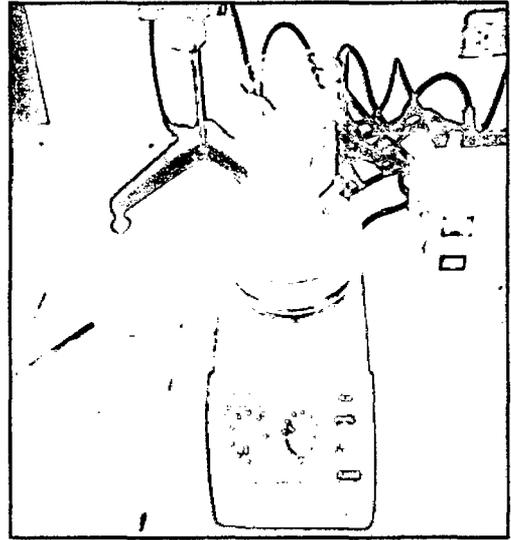
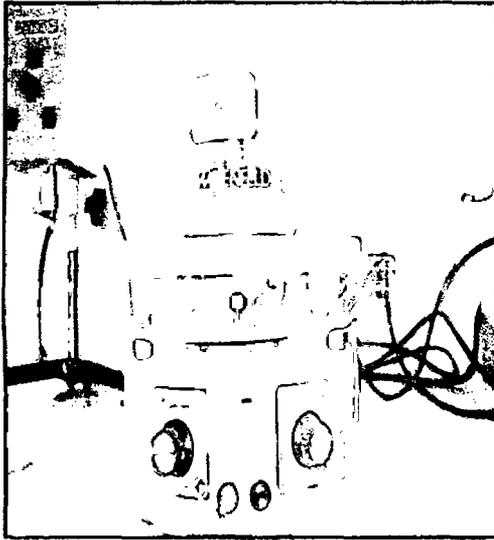
Fotografía 1. Frutos de cocona frescos



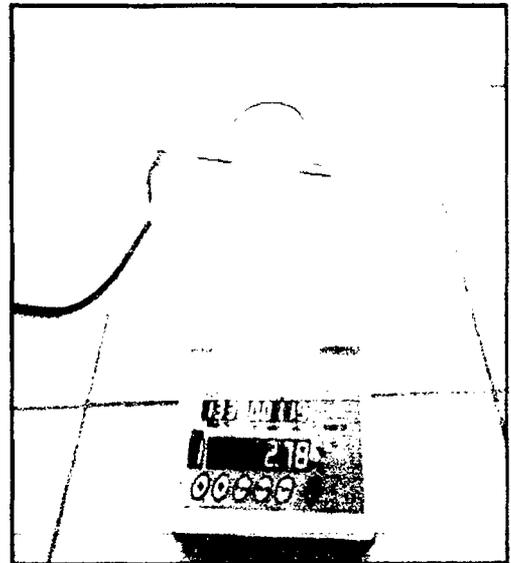
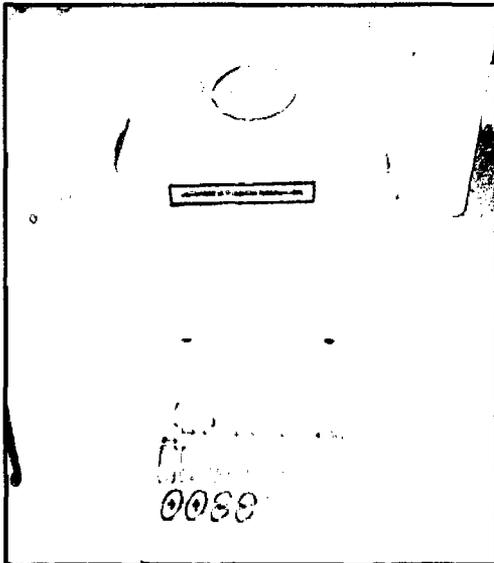
Fotografía 2. Preparación del jarabe de sacarosa



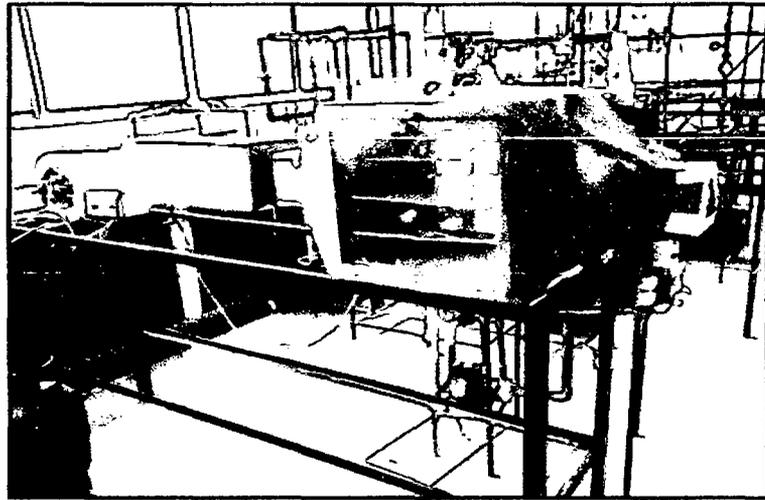
Fotografía 3. Adición del jarabe en los vasos de precipitación



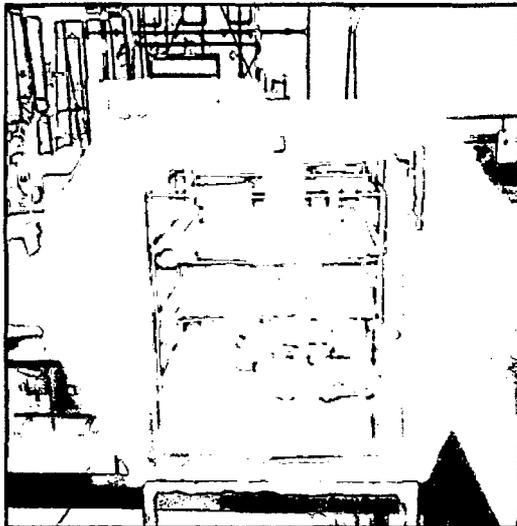
Fotografía 4. Deshidratación osmótica con agitación magnética



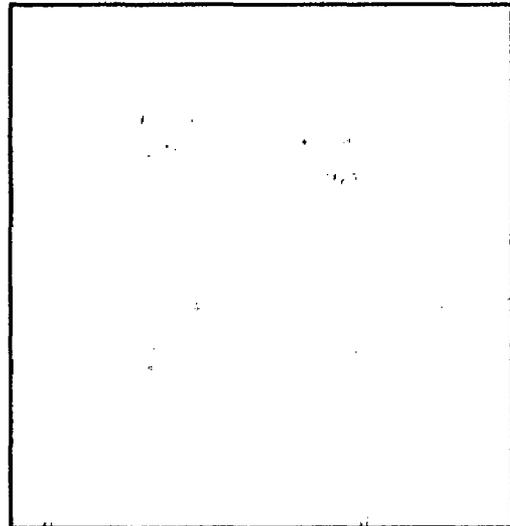
Fotografía 5. Determinación de humedad con el analizador automático de humedad



Fotografía 6. Secador de bandejas



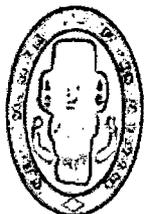
Fotografía 7. Secado en secador de bandejas con corriente de aire caliente (50°C y 3,0 m/s)



Fotografía 8. Almacenamiento de cocona osmodeshidratada y secada

ANEXO 2

Formato de prueba de aceptabilidad: Test de escala hedónica



TEST DE ESCALA HEDONICA

Nombre :

Fecha :

Producto: cocona osmodeshidratada

Por favor pruebe cada una de las muestras y califique usted el color, sabor y dureza de acuerdo a la siguiente escala:

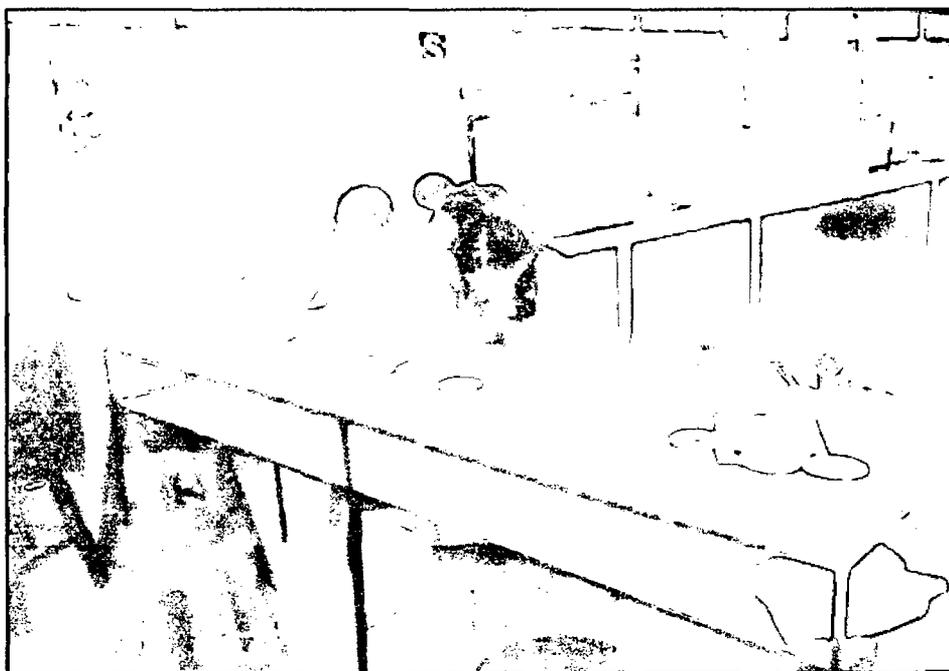
- Me gusta muchísimo = 9
- Me gusta mucho = 8
- Me gusta moderadamente = 7
- Me gusta ligeramente = 6
- No me gusta ni me disgusta = 5
- Me disgusta ligeramente = 4
- Me disgusta moderadamente = 3
- Me disgusta mucho = 2
- Me disgusta muchísimo = 1

Muestras	Sabor	Color	Dureza
T1			
T2			
T3			
T4			
T5			
T6			
T7			
T8			
T9			
T10			
T11			
T12			

Comentarios:.....



Fotografía 9. Capacitación a los panelistas.



Fotografía 10. Evaluación a cargo de los panelistas.

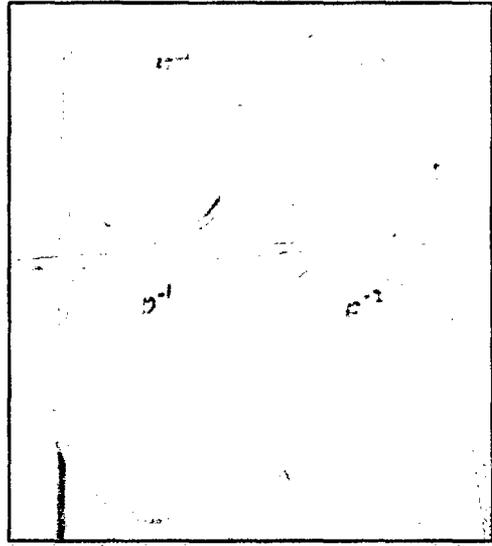
ANEXO 3

Aislamiento de mohos y levaduras

- Preparar y diluir la muestra
- Pipetear por duplicado alícuota de 1 mL de cada una de las diluciones 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 se solidifique el agar.
- Invertir las placas e incubarlas entre 22 y 25 °C por 5 días.
- Examinar a los dos días si ha formado el micelio aéreo



Fotografía 11. Medio de cultivo
Agar Saboraud



Fotografía 12. Recuento mohos y
levaduras, diluciones de 10^{-1} y 10^{-2}