



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y SECADO DEL ARAZÁ *Eugenia stipitata* Mc Vaugh PARA LA OBTENCIÓN DE UN SNACK.

AUTOR:

Luis Israel Castro Cabascango

DIRECTOR:

Ing. Luis Armando Manosalvas Quiroz

ASESORES:

Ing. Iván Vaca

Ing. Juan Carlos De la Vega

Ing. Jimmy Cuarán

Ibarra – Ecuador

2017

HOJA DE VIDA DE LA INVESTIGADOR



APELLIDOS: Castro Cabascango

NOMBRES: Luis Israel

C. CIUDADANÍA: 1003645056

EDAD: 27 años

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

ESTADO CIVIL: Soltero

TELÉFONO CELULAR: 0991962506

CORREO ELECTRÓNICO: adrilluis_18@hotmail.com

DIRECCIÓN: Provincia: Pichincha
Ciudad: Tabacundo
Parroquia: Tupigachi

AÑO: 24 de marzo de 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Luis Israel Castro Cabascango DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y SECADO DEL ARAZÁ *Eugenia stipitata Mc Vaugh* PARA LA OBTENCIÓN DE UN SNACK, Ingeniera Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra 24 de marzo de 2017.

DIRECTOR: Ing. Luis Armando Manosalvas Quiroz

La investigación tiene como finalidad evaluar las características físico químicas y sensoriales del arazá sometidas a dos técnicas de conservación como es la deshidratación osmótica y secado con aire caliente; donde la temperatura, velocidad de aire y densidad de carga influyen en la conservación de sus propiedades nutricionales obteniendo un producto de calidad.

El snack de arazá cumple con los requerimientos establecidos dentro de la norma INEN 2996 y 1529: "frutas deshidratados", determinándose que el producto obtenido es inocuo es decir apto para el consumo humano.


Ing. Luis Armando Manosalvas
DIRECTOR DE TESIS


Luis Israel Castro Cabascango
AUTOR

DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y SECADO DEL ARAZÁ *Eugenia stipitata* Mc Vaugh PARA LA OBTENCIÓN DE UN SNACK

Autor: Luis Israel Castro Cabascango

Director: Ing. Luis Armando

Manosalvas Quiroz

1 RESUMEN

La presente investigación “Deshidratación osmótica y secado de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) para la obtención de un snack” se desarrolló en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte, en la ciudad de Ibarra Ecuador. Se analizaron tres factores de estudio: velocidad de aire, temperatura de secado y densidad de carga.

El modelo estadístico utilizado en la investigación fue el diseño completamente al azar, con arreglo factorial AxBxC con doce tratamientos y tres repeticiones, dando un total de 36 unidades experimentales y con pesos de 1 y 1,5 kg por unidad. En el análisis funcional se empleó la prueba de Tukey ($\alpha < 0.05$) para tratamientos y Diferencia Media Significativa (DMS) ($\alpha < 0.05$)

para factores. Las variables cuantitativas evaluadas fueron: peso final, actividad de agua, humedad, sólidos solubles; las variables cualitativas color, aroma, sabor y aceptabilidad.

El tratamiento T9 temperatura de secado 70°C, velocidad de aire 3 m/s y densidad de carga 1 kg/m² es el mejor ya que conservó mayor contenido de sólidos solubles 84,33 °Brix, actividad de agua 0,55 a_w y una humedad 1,17 % obteniendo un alimento deshidratado que se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 2996-2015. La densidad de carga del producto en el secador de bandejas fue el factor de mayor influencia en la pérdida de humedad, con relación la velocidad del aire y la temperatura, porque a menor densidad de carga mayor es la superficie de contacto del aire caliente, durante el proceso secado de obtención de un snack, siendo estos parámetros fundamentales en la aceptabilidad del producto final.

Palabras clave: deshidratación osmótica, temperatura, velocidad de secado, densidad de carga.

ABSTRACT

This research was conducted in the laboratories of the Career Agroindustrial Engineering at the Technical University of the North, in the city of Ibarra Ecuador. The objective was to evaluate the effects of osmotic dehydration and drying on the physico-chemical and sensory characteristics of snack mashua *Tropaeolum tuberosum*, with three study factors, such as temperature, air velocity and thickness of sheets.

The statistical model used in the research was the completely randomized design, factorial arrangement $A \times B \times C$ with eighteen treatments and three repetitions, giving a total of fifty-four experimental and weighing 454.54 g per unit units. In functional analysis Tukey test ($p < 0.05$) it was used for treatments and Media Significant Difference (DMS) ($\alpha < 0.05$) for factors. Quantitative variables were evaluated: physical and chemical analysis at baseline (raw material) and end (top three treatments), moisture, °Brix and weight (process of osmotic dehydration), final weight, soluble solids, humidity, water activity,

performance. While the organoleptic qualitative variables were evaluated: color, aroma, texture and flavor acceptability.

Treatments temperature of 65 ° C, air velocity of 1.5 m / s and 3.5 m / s and thickness of sheets of 4 mm and 7 mm during drying had a greater effect on the physico-chemical and sensory characteristics. It was obtained as a result that the T1 (drying temperature 55 ° C, air velocity 1.5 m / s and 4mm thick sheets) treatment retained further nutritional and sensory properties of fresh fruit.

2 INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen un sin número de frutas aun no industrializadas, el arazá es una de ellas, debido al desconocimiento de procesos agroindustriales, como almacenamiento o tratamiento post cosecha necesarios para su conservación, ya que posee características y propiedades nutricionales se deben buscar alternativas, en el procesamiento de

alimentos enmarcadas en soberanía y seguridad alimentaria.

Una vez realizada la cosecha, la velocidad de las reacciones responsables de la maduración y la senescencia hacen que la vida útil de esta fruta sea muy corta, debido al alto contenido de agua presente en su composición, haciendo que pierda color, textura, aroma y propiedades nutritivas.

El poco uso agroindustrial del arazá hace que las condiciones de cosecha sean inapropiadas, haciendo que no se pueda mantener las propiedades nutricionales, como cantidad de ácido ascórbico luego de ser cosechada, existe escaso conocimiento del efecto del secado y deshidratación osmótica en las propiedades organolépticas del producto, el alto contenido de humedad de esta fruta hace conlleva a buscar nuevas alternativas para evitar el deterioro de esta fruta, , teniendo en cuenta parámetros esenciales para la estabilidad como °Brix del jarabe en la deshidratación osmótica que nos ayudaran a cristalizar los azúcares para mejorar atributos de sabor y textura en el producto final, las temperaturas de secado son de suma importancia para no

desnaturalizar proteína y ácido ascórbico presentes en la fruta, así como también reducir la actividad de agua en el snack para evitar la proliferación de microorganismo y alargar la vida útil del snack (Casp Vanaclocha & Abril Requena, 2008).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Deshidratar osmóticamente y secado de arazá (*Eugenia stipitata Mc Vaugh*) para la obtención de un snack.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la materia prima mediante análisis físico químico.
- Evaluar el índice de madurez comercial del arazá para la deshidratación osmótica.
- Evaluar el efecto de la temperatura, velocidad de aire y densidad de carga sobre la calidad del producto final.

- Evaluar la calidad del producto terminado mediante análisis Físico Químico (°Brix, peso, humedad, proteína, vitamina C, pH); microbiológico (mohos, levaduras y recuento total de

aerobios) y organoléptico (olor, color, sabor, textura).

4 MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La presente investigación se llevó a cabo en los laboratorios de las Unidades Edu-productivas, pertenecientes a la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

Ubicación

Datos climatológicos de la ciudad de Ibarra

Altitud	2.226,26 m.s.n.m.
Latitud	00° 19' 47'' N
Longitud	78° 07' 56'' O
Humedad Relativa	72%
Precipitación	52,5 mm.
Temperatura media	17,7 °C
Presión media	781,6 hPa

Estación meteorológica Yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte

Características Meteorológicas	Datos
Cantón	Ibarra
Provincia	Imbabura
Parroquia	San Francisco

Materiales y equipos

Balanza analítica de capacidad 1000 g, Refractómetro (escala 58 a 90 ° Brix) Resolución 0,5 % , Deshidratador de bandejas, Recipientes, Recipientes plásticos, Termómetro digital (escala –

10°- 150 ° C), Equipos de laboratorio ,
Bandejas, Etiquetas y Equipos de
protección personal.

Características del experimento

DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

Para la deshidratación osmótica se utilizó una solución azucarada de concentración de 65 °Brix por un tiempo de doce horas, también se utilizó un modelo estadístico que es un Diseño Completamente al Azar (DCA), para poder identificar el índice de madurez adecuado para una mejor deshidratación osmótica, para ello se utilizó un factor que es el índice de madurez; con total de tratamientos 3 y repeticiones 3, donde las variables de respuesta son: humedad, sólidos solubles y peso.

SECADO POR AIRE CALIENTE

EN ARMARIO DE

BANDEJAS

Para el secado con aire caliente se utilizó un secador de bandejas a diferentes temperaturas, velocidad de aire y densidad de carga, para ello se usó un modelo estadístico un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 12 tratamientos y 3 repeticiones, con arreglo factorial A x B x C, el Factor A: temperatura del secador, B: flujo de aire

y C: densidad de carga. Donde las variables de respuesta son: humedad, actividad de agua, sólidos solubles y peso.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Recepción.

La presente investigación se inició con la recepción de la materia prima (Arazá), se colocó en la mesa de acero inoxidable para evaluar e inspeccionar la calidad de la misma, en forma visual que no haya sufrido ningún daño mecánico en la recolección y transporte.

Pesado 1.

Se realizó el pesado de la fruta en una balanza, para conocer su peso inicial, con la finalidad de establecer el rendimiento para el producto final al finalizar el proceso

Clasificado.

Se separó las frutas sanas de las deterioradas, disponiendo de recipientes adecuados donde se colocó la fruta descartada de manera que no tuvo contacto con la fruta seleccionada para el procesamiento.

Pesado 2.

Se realizó el pesado de la fruta en una balanza, para conocer su peso final, después de sacar los frutos dañados o maltratados, con la finalidad de establecer el rendimiento para el producto final

Lavado.

El lavado se lo realizó con agua potable retirando el material extraño y residuos que contenía los frutos como: hojas, tallos y polvo.

Pelado y Troceado.

Se retiró la corteza del fruto para un troceado, este proceso se realizó manualmente con la ayuda de cuchillos, fueron divididas en dos o cuatro partes según el tamaño de la fruta.

Escaldado.

El arazá troceadas se sometieron a un escaldado con agua a una temperatura de 75°C durante 1 minuto, al término de este tiempo se escurrió.

Inmersión en el jarabe.

Se procedió a sumergir el arazá en el jarabe con una concentración de 65°Brix, a temperatura ambiente y durante un tiempo de 12 horas, se realizó el proceso en envases plásticos

cubiertos con papel aluminio. Datos obtenidos mediante pruebas preliminares.

Escurrido.

Se retiraron los trozos de arazá de la solución osmótica y se tamizaron para escurrir el exceso de solución, la fruta se sumergió en agua a una temperatura de 70-75°C, con la finalidad de eliminar el jarabe residual y así evitar una posterior cristalización de jarabe durante el secado. Todo esto debido a pruebas preliminares que permitió establecer los parámetros.

Secado.

El arazá se colocará en bandejas de un deshidratador con velocidad de aire 3m/s y 5m/s a diferentes temperaturas 60°C, 65°C y 70°C y densidad de carga 1000gr/m².

Enfriamiento.

Luego del secado se dejará reposar a temperatura ambiente cubiertas papel aluminio con la finalidad de que el arazá no adquiera humedad y evitar una posible contaminación.

Pesado 3.

El producto final será pesado con la finalidad de ver la cantidad de arazá que

resultado y así calcular el rendimiento del producto.

Empacado.

El producto final se empacó manualmente en fundas herméticas para evitar que el producto entre en contacto con el aire, manteniéndolos frescos por más tiempo.

Almacenamiento.

El producto final se guardó en un lugar fresco, seco y oscuro a temperaturas ambientales (17°C a 22°C)

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Se realizó el análisis físico químico del arazá con la finalidad de determinar las características de la materia prima de la investigación

Parámetro analizado	Unidad	Resultado
		M2
Humedad	%	93,7
Cenizas	%	0,25
Proteína total	%	0,83
Extracto etéreo	%	0,24

Fibra Bruta	%	1,15
Sólidos solubles	°Brix	6,2
Ácido Ascórbico	mg/100 g	6,9

La pérdida de vitamina C se debe a que es hidrosoluble, esto quiere decir que al incrementar el contenido de humedad, es decir que cuando más madura este la fruta menor será la vitamina C, ya que tiene una oxidación irreversible a ácido dehidroascorbico y que este último es muy inestable a la acción del calor, los factores que aceleran la reacción de oxidación son: oxígeno del aire, luz, álcalis, presencia de metales como el cobre y la temperatura (Badui, 2013).

En estudio realizado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca en el 2009 de la fruta arazá, se puede evidenciar los siguientes resultados humedad 95%, proteína 0,71%, sólidos solubles 4,40 °Brix y ácido cítrico 36,84 mg/100g.

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE MADUREZ EN EL PROCESO DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

Los contenidos de humedad del arazá en los diferentes índices de madurez, previo al proceso de deshidratación osmótica de la fruta.

Humedad del arazá en los tres estados de madurez.

Estados de madurez	Humedad (%)
M1: (verde)	89,5
M2: (50% amarilla y 50% verde)	93,7
M3: (amarilla)	94,3

Se observa el contenido de humedad del arazá en los tres estados de madurez, donde no se encuentra diferencia significativa de la humedad.

Según Barrera García & Carrillo Bautista (2007), la pulpa de arazá contiene un 90% de humedad.

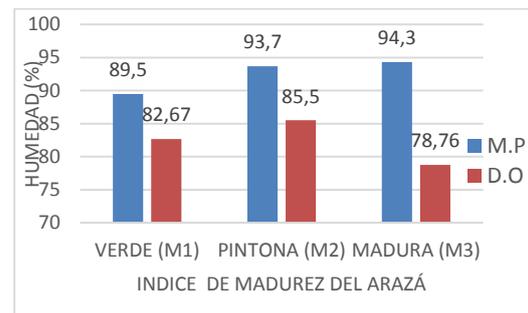
Humedad al finalizar el proceso osmótico

Porcentaje de humedad final del arazá en la deshidratación osmótica.

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
M1	84,73	83,64	79,65
M2	86,51	82,30	87,68
M3	72,48	81,48	82,33
Σ R	243,72	247,42	249,66

En la tabla se registra la disminución del contenido de humedad de la fruta en los tres índices de madurez, donde la fruta completamente madura (M3) registra un menor contenido de

humedad de 78,76 %, es decir que pierde el 14,10 % de humedad en el proceso osmótico. Mientras, que la fruta de los índices de madurez pintona (M2) y verde (M1) registra mayor contenido de humedad, es decir, que perdieron menos agua en relación a la fruta madura.



Una vez realizada la deshidratación osmótica se observa en el gráfico 5 el porcentaje de humedad de los tres tratamientos, que varía considerablemente, en el índice de madurez M1 hay una pérdida de humedad 10,91%, en el índice de madurez M2 hay una pérdida 5,08% de humedad y en el índice de madurez M3 es el que mayor porcentaje de humedad perdió en proceso de deshidratación osmótica 15,1%. Esto se debe a que la fermentación interna de la fruta acelera el proceso de senescencia, así lo afirma Solarte & Hernández (2009), en donde, menciona que la humedad incrementa durante el proceso de maduración de los azúcares en los frutas climatéricas, por

lo que su estado de vida útil es muy corto.

Durante la cosecha las frutas y hortalizas frescas necesitan respirar a fin de obtener la energía suficiente para el mantenimiento de la vida, pero parte de esa energía produce calor, que debe ser disipado de alguna manera, la pérdida de agua presenta una significación en la pérdida de peso. (FAO, 2013).

Según Machacuay Cordova (2009), la deshidratación osmótica (DO) es una técnica que aplicada a productos frutales permite reducir su contenido de humedad (hasta un 50-60 % en base húmeda).

Sólidos solubles en el arazá

Los contenidos de sólidos solubles del arazá en los diferentes estados de madurez, previo al proceso de deshidratación osmótica de la fruta, son registrados en la siguiente tabla 26.

Cantidad de sólidos solubles en tres etapas de madurez

Estados de madurez	Sólidos Solubles (°Brix)
M1: (verde)	4,93
M2: (50% amarilla y 50% verde)	6,48

M3: (amarilla)	7,30
----------------	------

Sólidos solubles (°Brix) al finalizar el proceso de osmosis.

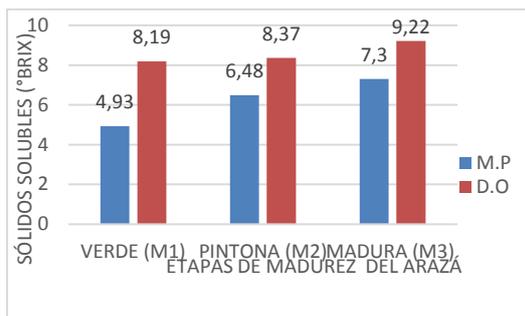
La deshidratación osmótica tuvo un tiempo de duración de doce horas en una solución hipertónica de sacarosa al 65%. Al cabo de cual, las muestras de fruta fueron determinando el contenido de sólidos solubles residual.

Sólidos solubles (°Brix) después de la deshidratación osmótica.

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
M1	8,50	8,10	7,98
M2	8,90	7,90	8,30
M3	9,25	9,10	9,30

El incremento de contenido de sólidos solubles de la fruta en los tres estados, donde la fruta pintona (M3) registra un mayor contenido de sólidos solubles de 9,22 °Brix es decir que incrementa el 1,22 °Brix de sólidos solubles en el proceso osmótico. Mientras que la fruta de los estados de madurez verde (M1) y pintona (M2) registra menor contenido, es decir, que incrementaron menos en relación que la fruta madura.

Cantidades de sólidos solubles en la materia prima y después de la deshidratación osmótica.



En el gráfico se puede evidenciar que el índice de madurez M2 es mejor para el proceso de deshidratación osmótica para ser utilizado como snack, esto se debe a que contiene el 6,48 °Brix ya que en el proceso de secado con aire caliente la cristalización de azúcares ayudan a mejorar su firmeza.

La madurez será determinada por el color, olor y aroma. El producto no debe tener heridas, pudriciones, ni daños causados por parásitos. Las granadillas de acuerdo a su estado de madurez deben cumplir con los requisitos granadilla ver 12,9 °Brix, granadilla pintona 14,5 °Brix y la granadilla madura mayor a 14,5 °Brix (NTE INEN 1997 2009).

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE SECADO CON AIRE CALIENTE

El fruto arazá después de un proceso osmótico ingreso al secador de bandejas con una humedad de los 85,5 %, sólidos solubles 8,37 °Brix y una firmeza de 0,48 N.

HUMEDAD DEL SNACK DE ARAZÁ

Con la finalidad de determinar el porcentaje de humedad, se tomó una muestra de snack de arazá y se la colocó en la balanza infrarroja, la cual registra el contenido de humedad del producto, con tres repeticiones para obtener la media de cada tratamiento.

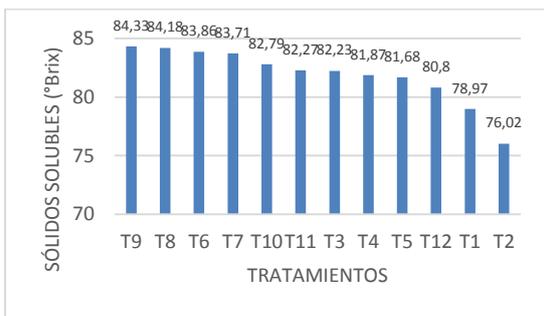


Como requisito fundamental para frutas deshidratadas establecidas en la norma INEN 2996:2015 el límite máximo de humedad es del 12%, en el grafico 10 se puede observar muy claramente que todos los tratamientos se encuentran por debajo del límite máximo de la norma INEN, siendo T9 (70 °C temperatura de secado, 3 m/s velocidad de aire y 1000 g/m² densidad de carga) el de mayor aceptación de acuerdo al método de análisis sensorial propuesto en el tema, en el cual quedó evidenciado por el panel de degustación que las características organolépticas son similares a la de la fruta fresca.

Mientras Gearkoplis (1998), menciona que los microorganismos dejan de ser activos cuando el contenido de agua se reduce por debajo del 10% en peso, sin embargo, generalmente es necesario reducir este contenido de humedad por debajo del 5% en peso, para preservar el sabor y su valor nutritivo.

SÓLIDOS SOLUBLES DEL SNACK DE ARAZÁ

Variable sólidos solubles (°Brix) para el snack de arazá al final del proceso.



En el gráfico luego de realizar el análisis de varianza se observa que la mayor cantidad de sólidos solubles son los del tratamiento T9 84,33 °Brix, teniendo como parámetros de proceso (70 °C temperatura de secado, 3 m/s velocidad de aire y 1000 g/m² densidad de carga), ya que al disminuir el porcentaje de humedad se cristalizan los azúcares mejorando las características organolépticas de sabor, olor y textura.

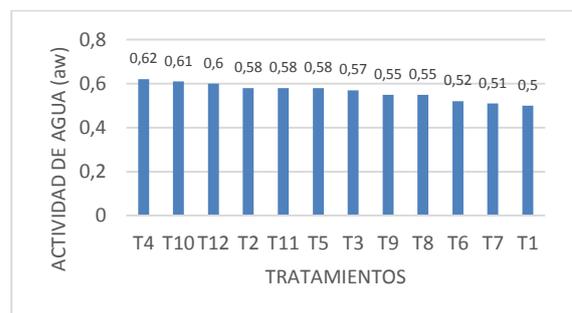
Además Contreras (2008) menciona, que el producto pierde agua y concentra los sólidos solubles externos, se encoge,

se deforma y reduce su volumen. También se ha comprobado que la velocidad a la que sale el agua del alimento hacia la disolución concentrada, es mayor que la entrada de los sólidos solubles hacia el interior del producto.

Según (Olmedo, 2008), el método de secado nos ayuda a disminuir el porcentaje de humedad de los productos, incrementando la concentración de los sólidos solubles y nutrientes como también su vida útil. Lo cual permite incrementar su consumo, ya que en producto fresco tiene un sabor ácido poco apetecible para el consumidor.

ACTIVIDAD DE AGUA EN EL SNACK DE ARAZÁ

Actividad de agua (a_w) del producto terminado



El parámetro del actividad de agua para productos deshidratados es de uno, en la gráfico se observa que todos los tratamientos se encuentran por debajo

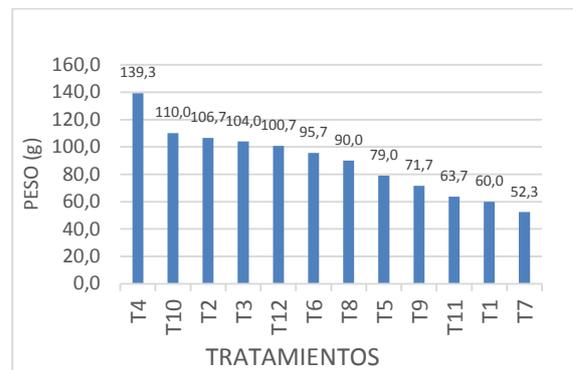
de este parámetro siendo el tratamiento T1 el que menos actividad de agua tiene con 0,5 aw con parámetros de procesamiento (60 °C temperatura de secado, 3 m/s velocidad de aire y 1000 g/m² densidad de carga), el de mayor actividad de agua 0,62 aw el tratamiento T4 (70 °C temperatura de secado, 5 m/s velocidad de aire y 1500 g/m² densidad de carga), de acuerdo a los análisis estadísticos, análisis sensorial y análisis organoléptico el tratamiento T9 es el que mejores condiciones después del proceso 0,55aw con parámetros de proceso (70 °C temperatura de secado, 3 m/s velocidad de aire y 1000 g/m² densidad de carga).

Según Calle Benites & Aparicio Baidal, (2011), la actividad de agua de un producto es siempre inferior a 1. La actividad de agua (a_w) es un parámetro que indica la disponibilidad de agua en un alimento para que existan reacciones químicas y bioquímicas (Por ejemplo, oxidación de lípidos, reacciones enzimáticas y desarrollo microbiano), lo cual nos ayuda a conservar el alimento por más tiempo.

PESO EN EL SNACK DE ARAZÁ

Esta variable se midió al inicio y al final del proceso de deshidratación, teniendo

como finalidad determinar el rendimiento producto obtenido en el proceso de elaboración del snack.



En la gráfica se observa que el mejor tratamiento es T7 con parámetro de secado (65 °C temperatura de secado, 5 m/s velocidad de aire y 1000 g/m² densidad de carga), se observa que el mejor tratamiento es T7 con un peso inicial de 1000 g, el peso final después del proceso fue de 52,3 g obteniendo una pérdida de humedad del 947,7 g, con un rendimiento de 5,23%, siendo el rendimiento más bajo de todos los tratamientos.

Según Marín & Lemus (2006), menciona que como consecuencia de las altas temperaturas y velocidad de secado que hacen que el producto se evapore y elimine agua, así provocando que los índices de calidad del producto final presenten cambios muy variables con respecto al producto fresco.

EVALUACIÓN DE FÍSICO QUÍMICA, MICROBIOLOGÍA Y ORGANOLEPTICA DEL SNACK DE ARAZÁ

• Calidad físico química

En esta tabla se presentan los valores obtenidos del producto terminado para el mejor tratamiento.

Evaluación de análisis físico químico del snack de arazá

Parámetro analizado	Unidad	Resultado
Humedad	%	1,17
Cenizas	%	2,65
Proteína total	%	7,4
Extracto etéreo	%	2,7
Fibra Bruta	%	12,3
Sacarosa	°Brix	42,7
Ácido Ascórbico	mg/100 g	48,5

Los resultados de la tabla, muestran que luego del proceso de deshidratación osmótica y secado con aire caliente, se logra una mayor concentración de nutrientes, ya que contiene un mayor rendimiento, presento características sensoriales aceptables para los degustadores y por contener menor cantidad de agua, menor actividad de

agua y mayor cantidad en sólidos solubles lo que nos permite alargar la vida útil del producto.

CALIDAD MICROBILÓGICA

Este análisis se realizó para los tres mejores tratamientos, con la finalidad de verificar la inocuidad del producto.

Resultados del análisis microbiológico del mejor tratamiento del snack de arazá

Parámetro analizado	Unidad	Resultados		
		T9	T8	T5
Recuento estándar en placa	UFC/G	68	80	70
Recuento Coliformes totales	UFC/G	0	0	0
Recuento de mohos	UFC/G	860	855	860
Recuento levaduras	UFC/G	410	720	640

En la tabla se observa el análisis microbiológico de los tres mejores de tratamientos donde está dentro de los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 2996-2015 de Productos Deshidratados, por lo tanto, es un alimento inocuo para el consumo humano.

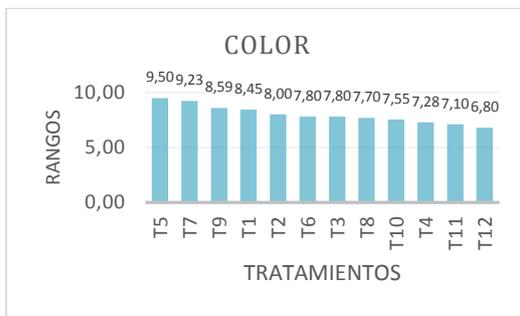
CALIDAD ORGANOLÉPTICA DEL SNACK DE ARAZÁ

El análisis sensorial utilizado fue el de escala de categorías, qué consiste en los doce jueces efectivos respondan a cada

uno de los atributos sensoriales ubicando su valoración sobre una escala gráfica, a través de esta prueba se pudo evaluar color, intensidad de sabor y textura del snack de arazá, (Hernández, 2005).

Color

Los rangos tabulados luego de la evaluación sensorial se encuentran detallados en el siguiente gráfico.



Según Anzaldúa – Morales (1994), las etapas de madurez influyen en las características organolépticas del snack deshidratado donde el estado de madurez pintona (50% amarilla y 50% verde), mejora la calidad del producto terminado. Los tratamientos sometidos a la deshidratación osmótica en general adquieren un brillo y solidez en el color amarillo, este cambio se da principalmente por el índice de madurez, las condiciones de proceso y las propiedades físico-químicas de la materia prima.

Olor

Los rangos tabulados luego de la evaluación sensorial se encuentran detallados en el siguiente gráfico.



Según Saca Becerra (2013), los parámetros de deshidratación osmótica y secado mejoran las características organolépticas del snack ya que es un método de conservación. Por otra parte, las pérdidas de aroma se deben a la oxidación de los pigmentos vitaminas durante el almacenamiento provocando una estructura porosa durante el proceso de deshidratación.

Sabor

Los rangos tabulados luego de la evaluación sensorial se encuentran detallados en el siguiente gráfico.

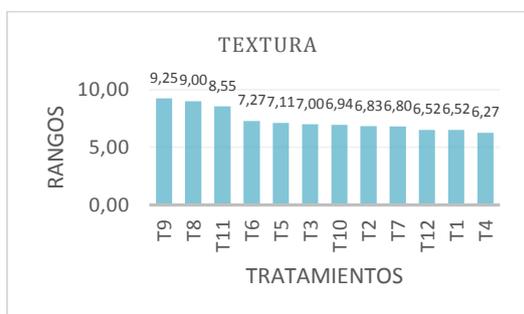


Según Gavica & Terán (2011) el sabor de un alimento deshidratado se

concentra cuando el índice de madurez óptimo es (50% amarilla y 50% verde), ya que concentra en mayor cantidad los sólidos solubles. El sabor es lo que diferencia un alimento de otro, ya que, si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podrá juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido. El incremento de la relación azúcar/acidez mejora el sabor, sobre todo en productos como las frutas.

Textura

Los rangos tabulados luego de la evaluación sensorial se encuentran detallados en el siguiente gráfico.



Según Contreras Mozón (2006), el procesado del alimento por calor también dará como resultado cambios en la pared celular, particularmente en la lámina media (el inicio de la rotura de la pectina conduce a la separación celular), así como otros cambios dependientes de la composición del producto como puede ser la gelatinización del almidón en el caso de

que esté presente. En particular, en procesos de secado, la pérdida de agua y la exposición a altas temperaturas durante el proceso provocan el encogimiento celular y por consiguiente cambios en la textura de los productos obtenidos. Por lo tanto, la textura final depende de la importancia relativa de cada factor que contribuye a su textura y al grado con que ese factor se ha cambiado mediante el método de procesado utilizado.

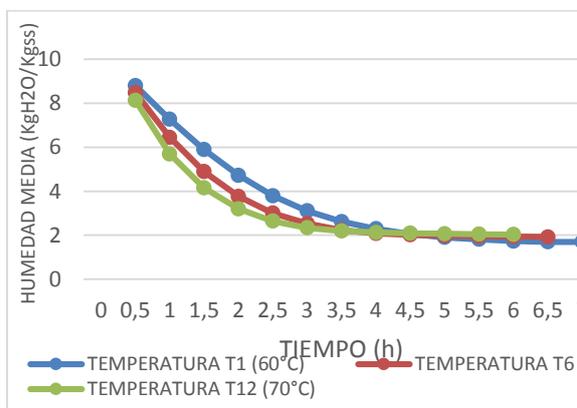
6. CURVAS DE SECADO PARA LA OBTENCIÓN DEL SNACK DE ARAZÁ (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh)

La presente investigación “Deshidratar osmóticamente y secado de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh) para la obtención de un snack” se desarrolló en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte, en la ciudad de Ibarra Ecuador. Donde el arazá se sometió a un proceso deshidratación osmótica, tuvo un tiempo de duración de doce horas en una solución hipertónica de sacarosa al 65%.

El arazá ingresa al secador con una humedad 85,50 %, sólidos solubles 8,37 °Brix y un peso de 450 g luego del proceso de deshidratación osmótica.

El secado se realizó el deshidratador de cabina o bandejas a temperaturas (60, 65, 70) ° C y a una velocidad de aire de (4, 5) m/s, está formado por una cámara metálica rectangular (armario), en cuyo interior se disponen separaciones fijas donde se colocan cierto número de bandejas poco profundas, montadas unas sobre otras con una separación conveniente, en las cuales se coloca el producto a secar. El ventilador colocado en la parte inferior hace circular el aire por los calentadores y después entre las bandejas, con la ayuda de unos deflectores.

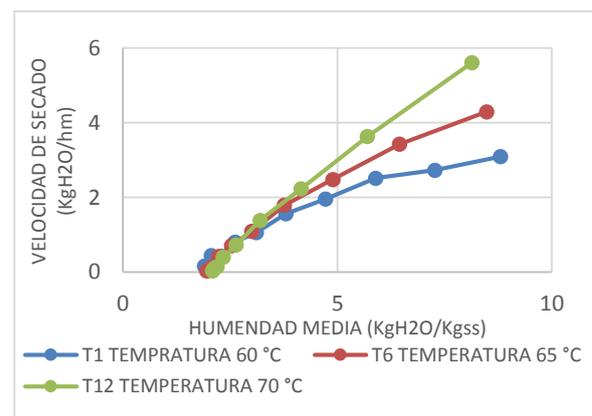
Curva de secado para las temperaturas (60,65y 75) °C



García Pereira & Hernández Gómez (2013), la cinética de deshidratación de frutas se analiza a partir del

comportamiento de propiedades como la masa, firmeza y el porcentaje de pérdida de peso, durante los procesos tecnológicos de deshidratación, evaluando cada una de estas propiedades a intervalos de media hora hasta completar las tres horas de proceso y posteriormente cada una hora hasta completar los mismos, el producto se encuentra deshidratado cuando no se observe cambio de la masa durante la deshidratación de una medición a la otra.

Curva de velocidad de secado (KgH2O/hm²).



Según Casp Vanaclocha & Abril Requena (2008), durante un proceso de deshidratación, se eliminan primero las moléculas de agua no ligadas, el agua libre se comporta como el agua pura, requiere por lo tanto para evaporarse relativamente poca energía (del orden de 2.400 kJ.kg de agua libre), por el contrario la evaporación del agua ligada es más difícil y requiere más energía.

Mientras, la fracción que se extrae en último lugar corresponde a las moléculas de agua de estructura, fuertemente ligadas por uniones electrostáticas a macromoléculas orgánicas del extracto seco.

Según Maupoey et al. (2001), la velocidad de secado es la velocidad con que disminuye la humedad del producto en un periodo de tiempo. La deshidratación con aire caliente se refleja con una pendiente ya que la masa siempre tiende a disminuir experimentando la mayor pérdida en el transcurso de las 4 primeras horas del proceso, por lo que es en ese intervalo de tiempo donde el secado tiene mayor incidencia sobre la fruta.

7. CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Una vez realizado el análisis físico químico del arazá, se observaron contenidos medios de humedad del 90,58%, sólidos solubles del 6,20°Brix, y ácido ascórbico de 6,90 mg/100g de producto.
- El índice de madurez del arazá más apropiado para de

deshidratación osmótica y secado convectivo, según las variables determinadas de sólidos solubles (°Brix) y dureza instrumental (Newtons), establecieron como mejor índice es del 50% madurez comercial “pintona – 50% amarilla”, que facilito la manipulación en el proceso.

- En la deshidratación osmótica el arazá tuvo una disminución de humedad del 22,55% al cabo de 12 horas con relación a frutas similares que pueden reducir hasta el 50 % del contenido de humedad, esto debe a la baja porosidad y baja permeabilidad de la pared celular de la fruta de arazá.
- El período antecrítico es corto en los tratamientos de una hora en promedio, debido a que el agua en estado libre fue eliminada en el proceso osmótico. Mientras, el periodo postcrítico fue largo en los tratamientos de 6,83 horas promedio, es decir la mayor cantidad de agua es eliminada en el periodo de velocidad decreciente.

- La densidad de carga del producto en el secador de bandejas fue el factor de mayor influencia en la pérdida de humedad, con relación la velocidad del aire y la temperatura, porque a menor densidad de carga mayor es la superficie de contacto entre el aire caliente y el producto, durante el proceso de secado convectivo.
- El mejor tratamiento debido a su menor contenido de humedad (1,17%) y actividad de agua (0,55), fue el T9 (temperatura de secado 70°C, velocidad de secado 3 m/s, densidad de carga 1000 g/m²), el cual cumple con la norma INEN 2996-2015 para frutas deshidratadas.
- La prueba de Friedman estableció que el tratamiento de mayor aceptabilidad por el panel de jueces fue el T9, por presentar después del proceso, un color similar al de la fruta fresca y un mejor sabor debido a la cristalización del azúcar por la pérdida de humedad.
- Se acepta la hipótesis alternativa establecida al inicio de la investigación, es decir que la densidad de carga, temperatura y velocidad de aire influyen significativamente en la calidad del producto final.

Recomendaciones

- Evaluar la actividad de agua en el proceso osmótico y la estabilidad de la solución en la pérdida de humedad.
- Utilizar otros métodos de conservación para comparar el comportamiento de la fruta en los distintos procesos.
- Evaluar la degradación del ácido ascórbico, cristalización de azúcares en el proceso de deshidratación osmótica y en el secado.

- Tomar este trabajo de grado como referencia para futuras investigaciones en base a esta fruta aplicando otros factores de estudio.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Anzaldúa - Morales , A. (1994). *Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. España: ACRIBIA S.A.
- Arenas, M. (9 de Enero de 2012). *Bioquímica de Alimentos*. Mexico .
- Ayala, G. (2004). Aporte de los cultivos a la nutrición humana. En J. a. Seminario, *Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación* (págs. 101-112). Lima-Perú.
- Badui, S. D. (2013). *Química de los alimentos*. Zaragoza, España: Acriba.
- Bambicha, R., & Mascheroni, R. (2012). Optimización del proceso de Deshidratación Osmótica de la calabacita en soluciones ternarias. *Avances en Ciencias y Tecnologías*, 121-136.
- Barrera García , J., & Carrillo Bautista, M. (2007). *Manual y manejo de cosecha y postcosecha de frutos de arazá (Eugenia Stipitata Mc. Vaught) en la amazonia colombiana*. Colombia: Editorial Nomos.
- Calle Benites, R. E., & Aparicio Baidal, J. J. (2011). *Diseño de una planta de deshidratación de hierbas aromáticas*. Pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Casp Vanaclocha, A., & Abril Requena, J. (2008). *Proceso de conservación de alimentos*. España: Mundi-Prensa.
- Contreras Mozón, C. (2006). *Influencia de métodos de secado en parámetros de calidad relacionados con la estructura y el color de la manzana y fresa deshidratada*. Universidad politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos, Valencia.
- Contreras, C. (07 de Febrero de 2008). *Influencia del método de secado en parámetros de calidad relacionados con la estructura y el color de manzana y fresa deshidratadas*. *Universidad Politécnica de Valencia*. Valencia, España: UPV.
- FAO. (2013). *Manual para el mejoramiento y mantenimiento de poscosecha de frutas y hortalizas*.
- García Pereira, A., & Hernández Gómez, A. (2013). Análisis comparativo de la cinética de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente de la piña variedad Cayena lisa. *Revista*

- Ciencias Técnicas Agropecuarias*, pp.62-69.
- García, A., Muñiz, S., & Hernández, A. (2013). Análisis comparativo de la cinética de Deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (Ananas Comosus, variedad Cayena lisa) . *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* , 62-69.
- Gavica , E., & Terán, E. (2011). *Elaboración de mermelada de carambola a partir de la deshidratación osmótica*. Universidad Guayaquil, Guayaquil.
- Gearkoplis, C. J. (1998). *Proceso de transporte y operaciones unitarias* (Vol. Tercera edición). Mexico: Continental, S.A de C.V.Mexico.
- Grau, A., & Ortega, R. (2003). *Mashua. Tropaeolum Tubrosum Ruiz & Pav.* Italy: Jan M.M Engels.
- Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá: UNAD.
- Machacuay Cordova, S. (2009). *Estudio del efecto del proceso de deshidratación osmótica en la obtención de trozos secos de carambola*. Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Junin-Perú.
- Marín, E., & Lemus, R. (2006). The Rehydration of Dehydrated Foods. *Revista Chilena de Nutrición* , 527- 538.
- Maupoey, P. F., Andrés Grau, A. M., Barat Baviera, J. M., & Albors Sollora, A. M. (2001). *Introducción al Secado de Alimentos por Aire Caliente*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Net, Q. (18 de Octubre de 2010). *Diferentes técnicas de secado*. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/diferentes-tecnicas-de-secado-de-alimentos-45027.htm>
- Olmedo, E. (2008). *Estudio del efecto de la deshidratación en la vida útil de los productos secos* . Guayaquil.
- Ramírez, R. (24 de Febrero de 2009). *Química de alimentos*. Duitama-Colombia .
- Rivera, G. (2010). *Elaboración y Valoración Nutricional de tres productos alternativos a base de Mashua para Escolares del proyecto RUNA KAWSAY*. Riobamba- Ecuador .
- Saca Becerra, C. (2013). *Evaluación de cuatro frutas confitadas: banano, papaya, mango y toronche proscritos de cantón Puyango Provincia de Loja*". Universidad Central de Loja, Loja.
- Solarte, E., & Hernández, M. S. (2009). Caracterización fisiológica y bioquímica de frutos durante la maduración. *Departamento de Agricultura e Ingeniería de alimentos.*, 85-116.
- Ulloa, J. A. (04 de Mayo de 2012). *Universidad Autónoma de*

Nayarit. Obtenido de
http://www.uan.edu.mx/d/a/sip/prosgrados/docagrotadicional/program_estudio/ciencias_agricolas/deshidra_alimentos.pdf