



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EFFECTOS DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y SECADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y SENSORIALES DE SNACK DE MASHUA *Tropaeolum tuberosum*

AUTORA:

Jhoseline Gabriela Benavides Chamorro

DIRECTOR:

Ing. Luis Armando Manosalvas Quiroz

ASESORES:

Ing. Ángel Satama

Ing. Juan De la Vega

Ing. Jimmy Cuarán

Ibarra – Ecuador

2017

HOJA DE VIDA DE LA INVESTIGADORA



APELLIDOS: Benavides Chamorro

NOMBRES: Jhoseline Gabriela

C. CIUDADANÍA: 1003405170

EDAD: 25 años

NACIONALIDAD: ecuatoriana

ESTADO CIVIL: Soltera

TELÉFONO CELULAR: 0997007754

CORREO ELECTRÓNICO: jhoseline0110@hotmail.com

DIRECCIÓN: Provincia: Imbabura
Ciudad: Ibarra
Parroquia: La dolorosa del Priorato

AÑO: 12 de enero de 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Jhoseline Gabriela Benavides Chamorro EFECTOS DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y SECADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y SENSORIALES DE SNACK DE MASHUA *Tropaeolum tuberosum*. TRABAJO DE GRADO. Ingeniera Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra 11 de Enero de 2017.

DIRECTOR: Ing. Luis Armando Manosalvas Quiroz

La investigación tiene como finalidad evaluar las características físico químicas y sensoriales de mashua sometidas a un proceso combinado como es la deshidratación osmótica y secado con aire caliente los cuales permiten mejorar las características nutricionales y prolongar la vida útil del producto; donde la temperatura, velocidad de aire y grosor de láminas influyen en la conservación del producto final.

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



Ing. Luis Armando Manosalvas

DIRECTOR DE TESIS



Jhoseline Gabriela Benavides Chamorro

AUTORA

EFFECTOS DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y SECADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y SENSORIALES DE SNACK DE MASHUA *Tropaeolum tuberosum*

Autora: Jhoseline Gabriela Benavides Chamorro

Director: Ing. Luis Armando Manosalvas Quiroz

1 RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte, en la ciudad de Ibarra Ecuador. El objetivo fue evaluar los efectos de la deshidratación osmótica y secado sobre las características físico químicas y sensoriales del snack de mashua *Tropaeolum tuberosum*, con tres factores de estudio, como son: temperatura, velocidad de aire, y grosor de láminas.

El modelo estadístico utilizado en la investigación fue el diseño completamente al azar, con arreglo factorial AxBxC con dieciocho tratamientos y tres repeticiones, dando un total de cincuenta y cuatro unidades experimentales y con pesos de 454,54 g por unidad. En el análisis funcional se

empleó la prueba de Tukey ($p < 0.05$) para tratamientos y Diferencia Media Significativa (DMS) ($\alpha < 0.05$) para factores. Las variables cuantitativas evaluadas fueron: análisis físico químicos al inicio (materia prima) y al final (tres mejores tratamientos), humedad, °Brix y peso (proceso de deshidratación osmótica), peso final, sólidos solubles, humedad, actividad de agua, rendimiento. Mientras, las variables cualitativas organolépticas evaluadas fueron: color, aroma, sabor textura y aceptabilidad.

Los tratamientos con temperatura de 65°C, velocidad del aire de 1,5 m/s y 3,5 m/s y grosor de láminas de 4 mm y 7mm durante el secado tuvieron mayor efecto sobre las características físico químicas y sensoriales. Se obtuvo como resultado que el tratamiento T1 (temperatura de secado 55°C, velocidad de aire 1,5 m/s y grosor de láminas

4mm), conservó en mayor medida las propiedades nutricionales y sensoriales de la fruta fresca.

Palabras clave: deshidratación osmótica, temperatura, velocidad de secado, grosor de láminas

ABSTRACT

This research was conducted in the laboratories of Agro-Industrial Engineering Career of Técnica del Norte University in Ibarra City, Ecuador. The objective was to evaluate the effects of osmotic dehydration and drying above the physico-chemical and sensory characteristics of the snack of mashua *Tropaeolum tuberosum*, with three study factors, such as temperature, air velocity and thickness of sheets.

The statistical model used in this research was completely a randomized design, factorial arrangement $A \times B \times C$ with 18 treatments and 3 repetitions, giving a total of 54 experimental units and weigh of 454.54 g per unit. For the functional analysis Tukey test ($p < 0.05$) was used for treatments and Media Significant Difference (DMS) ($\alpha < 0.05$) for factors. Quantitative evaluated variables were: physical and chemical analysis to start (raw material) and at the end (the best 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.

Temperature treatments 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 the fresh fruit.

KEYWORDS: osmotic, dehydration, drying, treatments, water, texture.

2 INTRODUCCIÓN

Hoy en día, existe un bajo consumo de raíces y tubérculos andinos como la mashua, oca y melloco, razón por la cual los agricultores han disminuido la siembra de estos tubérculos que son producidos en diferentes países, tales como: Colombia, Bolivia, Ecuador y Perú. El escaso conocimiento de los

principios activos de la mashua conlleva a su bajo uso agroindustrial, siendo un limitante en su cultivo y consumo.

En Ecuador la mashua es cultivada por pequeñas asociaciones de productores las cuales pertenecen al MAGAP, en forma asociada con otras especies de tubérculos andinos, como son: mellocos, ocas y papas. Por lo tanto, resulta difícil cuantificar el área cultivada y los rendimientos. Mientras, en el sector urbano el consumo tiene una tendencia decreciente, provocando la disminución de las áreas de cultivo de mashua, a pesar que su consumo en ciertas zonas rurales se mantiene, sobretodo en la población de la tercera edad.

Según Rivera (2010) , la mashua es un tubérculo tradicional que se conoce poco en los mercados y se está perdiendo la costumbre de consumirla, sin dar importancia a la vitamina C que contiene (77,4 miligramos por cada 100 gramos), que corresponde a la ingesta diaria recomendada para un adulto.

Además, la vida útil de este tubérculo después de ser cosechado es corta, debido a su actividad de agua, por lo tanto la mashua se deteriora fácilmente una vez separada de la planta,

provocando la pérdida de color, textura y propiedades nutritivas.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización área de estudio

La presente investigación se llevo a cabo en los laboratorios de las unidades Edu-productiva perteneciente a la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte

Ubicación

Datos climatológicos de la ciudad de Ibarra

Características Meteorológicas	Datos
Cantón	Ibarra
Provincia	Imbabura
Parroquia	San Francisco
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 metereológica de yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte

Materiales y equipos

Balanza analítica de capacidad 1000 g,
Refractómetro (escala 58 a 90 ° Brix)

Resolución 0,5 %, Deshidratador de bandejas, Rallador graduado de medidas de 4 mm y 7 mm, Pelador, Recipientes, Recipientes plásticos, Termómetro digital (escala -10°- 150 ° C), Equipos de laboratorio, Bandejas, Etiquetas y Equipos de protección personal.

Descripción del proceso

Recepción.- la materia prima (mashua) proveniente de la provincia de Chimborazo, se recibió en el mercado Amazonas de Ibarra en fundas plásticas, los cuales se almacenaron a temperatura ambiente (17°C a 22°C) para evitar su rápido deterioro

Pesaje 1.- los tubérculos se pesaron, para determinar la cantidad de materia prima con la cual se inicia el proceso, con la finalidad de establecer el rendimiento para el producto final.

Seleccionado y pelado.- se realizó una selección manual de los tubérculos, retirando aquellos que presentan magulladuras, golpes o signos de deterioro a simple vista y se procedió al pelado utilizando cuchillos de acero inoxidable.

Pesaje 2.- se procedió a pesar nuevamente y así determinar la cantidad de corteza, extremos y

desperdicios que fueron eliminados del tubérculo.

Lavado.- se realizó con abundante agua potable, para remover la tierra adherida en los surcos del tubérculo con la finalidad de eliminar las impurezas de la materia prima para evitar cualquier tipo de contaminación.

Cortado.- los tubérculos fueron cortados en rodajas de 4 y 7 mm de grosor, con la ayuda de un rallador manual graduado, la finalidad es obtener una mayor área de transferencia de los sólidos solubles desde el jarabe hacia la mashua durante el proceso

Escaldado.- las mashuas troceadas se sometieron a un escaldado con agua a una temperatura de 85 °C durante 3 minutos, al término de este tiempo se escurrió

Inmersión en jarabe.- se procedió a sumergir la mashua en el jarabe con una concentración de 65° Brix, a temperatura ambiente y durante un tiempo de 16 horas, se realizó el proceso en envases plásticos cubiertos con papel aluminio. Datos obtenidos mediante pruebas preliminares.

Escurrido.- se retiraron las rodajas de la solución osmótica y se tamizaron para escurrir el exceso de solución, el tubérculo 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.- la mashua se colocó en bandejas, se realizó en un deshidratador con aire caliente a temperaturas de 55°C, 60°C y 65°C, y velocidad de aire de 1,5, 2,5 y 3,5 m/s.

Enfriamiento.- luego del secado se dejó reposar a temperatura ambiente (17°C a 22°C) cubiertas con papel aluminio con la finalidad de que la mashua no adquiera humedad y evitar una posible contaminación.

Pesaje.- el producto final se pesó para calcular el rendimiento del producto y verificar la cantidad de pérdida de peso.

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)

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Características físico químicas de la mashua.

Se realizó con la finalidad de determinar las características de la materia prima con la cual inicia la investigación

Parámetro analizado	Unidad	Resultado
Humedad	%	86,00
Cenizas	%	0,71
Proteína Total	%	1,32
Extracto Etéreo	%	0,67
Fibra Bruta	%	0,84
Almidón	%	6,18
Azúcares Totales	%	4,09
Carbohidratos Tot	%	12,31
Energía	Kcal/100g	56,49
Acido Ascórbico	mg/100g	75,60
pH	----	5,55
Sólidos solubles	°Brix	6,25

Según Grau & Ortega (2003). El contenido de agua de los tubérculos de mashua es alto, que va desde 79 hasta 94% de la materia fresca, constituyéndose en uno de los principales parámetros que influye en el proceso de deshidratación, ya que a mayor porcentaje de humedad en la materia prima mayor es el tiempo de deshidratación. Como consecuencia del proceso de deshidratación se concentran los sólidos solubles y nutrientes, mejorando las características sensoriales y prolongando su vida útil.

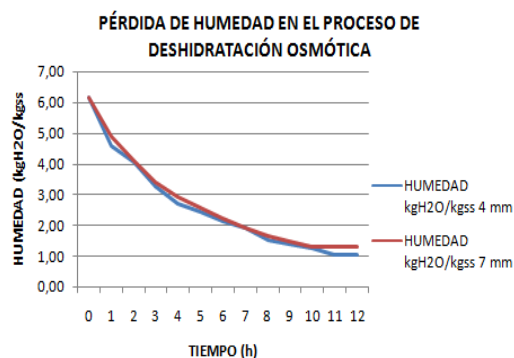
Evaluación de la humedad y sólidos solubles en el proceso de deshidratación osmótica

Para determinar la humedad y sólidos solubles se realizó el muestreo cada 60 minutos, hasta llegar a un peso constante. El ensayo dura 12 horas luego de sumergido el producto en el jarabe, con una concentración de 65° Brix un espesor de láminas de mashua de 4 mm y 7 mm y un peso inicial de 454,54 g.

TIEMPO (h)	GROSOR 4 mm		GROSOR 7 mm	
	HUMEDAD kg _{H2O} /kg _{ss} 4 mm	°BRIX (Producto) 4 mm	HUMEDAD kg _{H2O} /kg _{ss} 7 mm	°BRIX (Producto) 7 mm
0	6,1429	6,25	6,1429	6,25
1	4,5866	6,67	4,8997	6,57
2	4,0378	7,09	4,0761	6,82
3	3,2553	7,53	3,3956	7,21
4	2,663	7,84	2,8986	7,53
5	2,4247	8,36	2,5537	7,85
6	2,127	8,81	2,2165	8,27
7	1,8835	9,23	1,9291	8,59
8	1,5013	9,63	1,6511	8,9
9	1,3883	10,07	1,4956	9,02
10	1,2538	10,41	1,3196	9,28
11	1,0206	10,45	1,3031	9,38
12	1,0198	10,5	1,3026	9,50

Graficando el comportamiento de las pérdidas de humedad durante la deshidratación osmótica, registrados en la tabla cada 60 minutos con una humedad inicial del 86% tanto en láminas de mashua de 4 mm y 7 mm de grosor. Se observa una pérdida de humedad homogénea en todo el proceso de osmosis, así llegando a tener una

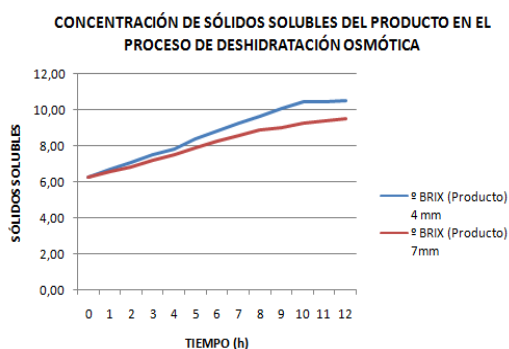
pérdida de humedad constante a partir de las 9 horas.



En el gráfico se determinó el porcentaje de humedad cada 60 min, luego de la extracción del jarabe y el lavado del producto (láminas de mashua), alcanzando su máxima pérdida a las 12 horas de sumergido el producto en una solución hipotónica, tomando en cuenta que a 4 mm de espesor la pérdida de humedad es mayor; logrando una humedad final de 1,0198 y 1,3026 kg_{H2O}/kg_{ss} con 4 y 7 mm de grosor.

Según Garcia & Muñiz (2013), el contenido de humedad de un producto deshidratado osmóticamente depende de las condiciones externas, temperatura, flujo de aire, superficie y composición físico química de la materia prima permitiendo así reducir el porcentaje de humedad previo a un secado. En la investigación de deshidratación osmótica y secado de mashua resulta que a 4 mm de espesor de la lámina reduce mayor contenido de humedad en comparación a las láminas de 7 mm.

Graficando la concentración de sólidos solubles del producto durante el proceso de deshidratación osmótica, registrados en la tabla cada 60 minutos con una concentración inicial de 6,25 °Brix tanto en láminas de mashua de 4 mm y 7 mm de grosor. Se observa que la concentración aumenta respectivamente para los dos grosores.



En el gráfico, se observa el incremento de la concentración de sólidos solubles en el producto, luego de sumergido por 12 horas en un jarabe de 65° Brix. El proceso inicia con una concentración de 6,25 °Brix en el producto y finaliza con 10,50 y 9,50 °Brix para 4 y 7 mm de espesor respectivamente.

Según Bambicha & Mascheroni (2012), Indicó que la concentración osmótica de alimentos se realiza hasta alcanzar una reducción de peso del 50%, sin embargo este proceso permite poner en contacto el producto alimenticio con una solución de azúcar y así eliminar agua

TRAT.	Variables Independientes			Variables Dependientes			
	A	B	C	Sólidos solubles °Brix	Humedad kg _{H₂O} /kg _{MS}	Actividad de agua a _w	Peso g
	Temperatura °C	Velocidad de aire de secado m/s	Grosor láminas mm				
T1	55	1,5	4	87,05	0,58	0,55	218,67
T2		1,5	7	62,63	0,69	0,57	200,33
T3		2,5	4	73,78	0,62	0,56	204,33
T4		2,5	7	61,87	0,80	0,62	191,67
T5		3,5	4	70,43	1,00	0,61	188,33
T6		3,5	7	66,67	1,69	0,66	172,00
T7	60	1,5	4	82,55	1,11	0,59	189,00
T8		1,5	7	65,19	0,96	0,60	189,00
T9		2,5	4	79,53	1,50	0,65	168,00
T10		2,5	7	64,21	0,69	0,57	202,33
T11		3,5	4	77,61	0,72	0,57	202,33
T12		3,5	7	62,80	1,58	0,65	183,00
T13	65	1,5	4	85,33	0,50	0,54	207,00
T14		1,5	7	67,13	0,49	0,54	204,67
T15		2,5	4	83,96	0,59	0,55	209,67
T16		2,5	7	60,53	1,66	0,66	183,00
T17		3,5	4	69,74	0,61	0,56	206,67
T18		3,5	7	67,58	0,41	0,52	211,33

en el producto. La cinética de los procesos osmóticos normalmente se expresa en términos de la pérdida de agua, pérdida de peso y la ganancia de sólidos. La investigación realizada mediante deshidratación osmótica y secado de mashua, alcanzo una concentración de 10,50 y 9,50 ° Brix es decir que a menor espesor de láminas mayor concentración de sólidos solubles.

Evaluación de la calidad físico química y sensorial del snack de mashua

Para la evaluación de la calidad se realizaron los siguientes análisis los cuales nos permitieron observar el

comportamiento durante la deshidratación osmótica y secado con aire caliente

T1, T13 Y T18 son los tratamientos que presentan mejores resultados en las diferentes variables evaluadas. Ya que cumplen con los parámetros establecidos por la norma INEN 2996; por lo que se acepta la hipótesis alternativa donde los tratamientos se comportan de diferente manera.

Análisis sensorial del producto terminado

Se efectuó con 12 panelistas con el fin de evaluar las características organolépticas como: color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad del producto como es snack de mashua

VARIABLE	VALOR CALCULADO χ^2	VALOR TABULAR χ^2 (5%)	SIGN.	MEJORES TRATAMIENTOS
COLOR	63,71	27,6	*	T1 - T18 - T15
AROMA	60,50	27,6	*	T1 - T14 - T13
SABOR	55,37	27,6	*	T1 - T13 - T18
TEXTURA	53,74	27,6	*	T1 - T18 - T13
ACEPTABILIDAD	52,67	27,6	*	T1 - T14 - T13
		MEJORES TRATAMIENTOS		5T1-4T13-3T18

Como se puede apreciar en el análisis de Friedman para todas las variables de la evaluación sensorial tuvieron

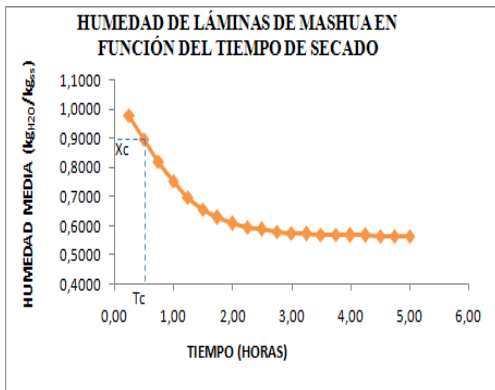
significancia estadística; es decir que el panel degustador estas variables fueron diferentes.

Según Argentinos (2010). La deshidratación osmótica y el secado con aire caliente casi no afectan al color, sabor, aroma y textura del alimento es decir, su cambio es mínimo además con un adecuado manejo se evita la pérdida de la mayor parte de los nutrientes, aumenta significativamente su vida comercial y no posee un gran requerimiento energético.

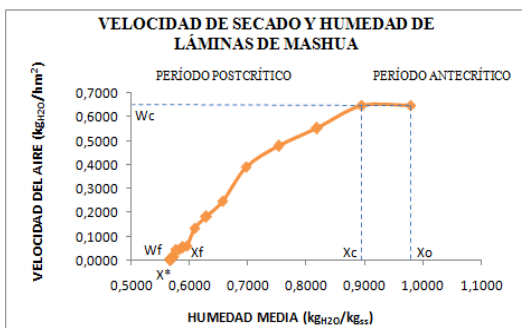
Evaluación del efecto de la temperatura, velocidad del aire y grosor de láminas en el proceso de secado

Cinética de secado, curva de secado para tratamiento 1 (temperatura 55°C+ Velocidad del aire 1,5 m/s + grosor de láminas 4mm)

Para el tratamiento 1 el tiempo de deshidratado para obtener snack de mashua fue de 5 horas



En el gráfico se puede observar que la humedad del producto disminuye conforme el tiempo de secado va transcurriendo, obteniendo de esta manera un porcentaje de humedad de 0,58 % para el T1 (A1B1C1), y con un peso constante de 218,67 g a las 5 horas de secado.



En el gráfico se puede observar la relación entre la velocidad de secado y humedad donde inicia con un tiempo antecrítico de 0,30 horas, este período resulta mínimo debido al pre-tratamiento de osmosis que se realizó anterior al secado el cual permite que se elimine la mayor cantidad de agua libre y ligada del producto.

Este proceso de secado empieza con una humedad inicial (X₀= 0,9783 kg_{H2O}/kg_{ss}) y concluye en la humedad crítica (X_c= 0,8954 kg_{H2O}/kg_{ss}), con una velocidad de secado (W_c=0,6476 kg_{H2O}/hm²). Mientras que el tiempo postcrítico con una duración de 4,30 horas, empieza a partir de la humedad crítica (X_c= 0,8954 kg_{H2O}/kg_{ss}) y termina en la humedad final (X_f= 0,5663 kg_{H2O}/kg_{ss}), con una velocidad de secado (W_f= 0,0067 kg_{H2O}/hm²) y una humedad de equilibrio (X* = 0,5659 kg_{H2O}/kg_{ss}) obteniendo así una snack de mashua.

Al estar el producto sumergido en el jarabe el agua libre es la que principalmente se elimina al estar disponible para cualquier tipo de reacción que la que se encuentra ligada en el interior del alimento que es menos disponible a reacciones y no se elimina fácilmente. Por lo tanto se necesita del secado para complementar el proceso ya que al eliminar la totalidad del agua libre y parte de agua ligada de un alimento, impide toda actividad microbiana.

En las curvas de velocidad de secado se presenta una ausencia de los periodos de velocidad constante y un comportamiento muy variable en la zona de velocidad decreciente. Una

primera fase donde el descenso de la humedad es parcialmente proporcional a la disminución de la velocidad de secado, observándose un endurecimiento superficial del sólido provocado por la desecación de la cara superior del producto.

La segunda fase donde la pérdida de humedad es mucho más lenta que la de la fase anterior, lo que indica que el agua tiene gran dificultad para migrar hacia la superficie. Esta alta variabilidad implicó aumentos y disminuciones abruptas de la velocidad de secado, atribuibles a la escasa transferencia de calor y masa en algunos lapsos durante el secado, debido a la forma aplanada de las hojuelas. También se puede decir que la ausencia del periodo constante se debe a la aplicación de los pre-tratamientos, en donde el producto tuvo una pérdida de humedad considerable, presentando estos dos periodos ausentes en las gráficas de velocidad de secado. Estudios similares mostraron este comportamiento cuando se evaluó el efecto de las condiciones de secado sobre la cinética de deshidratación (García & Hernández, 2013)

Análisis del producto terminado

En esta tabla se presentan los valores obtenidos del producto terminado para los tres mejores tratamientos.

Parámetro Analizado	Unidad	1
Humedad	%	0,58
Cenizas	%	0,37
Proteína Total	%	10,5
Extracto Etéreo	%	5,4
Fibra Bruta	%	5,59
Almidón	%	8
Azúcares Reductores Libres	%	32,5
Carbohidratos Totales	%	83,2
Energía	Kcal/100g	423,4
Ácido Ascórbico	mg/100g	526,7
pH	---	6,54
Sólidos solubles	°Brix	87,05

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 una menor actividad de agua y mayor cantidad en sólidos solubles, lo que nos permite alargar la vida útil del producto.

5 CONCLUSIONES

Conclusiones

Una vez que se ha culminado con todas las etapas y fases de la presente investigación experimental, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Realizado el análisis físico químico de la mashua, cosechada entre los 5 y 10 días (revisar base seca o húmeda) se observa que tiene alto contenido de ácido ascórbico 75,60 mg/100g; en comparación con otros tubérculos como la oca (38,40 mg/100g) y melloco (11,50 mg/100g); además su valor calórico es 56,49 kcal/100g.
- El comportamiento de la pérdida de humedad en la osmosis inversa de las rodajas de mashua, es inversamente proporcional al tiempo de inmersión en jarabe de 65° Brix. Presentando mayores pérdidas de este parámetro en la de 4 mm de espesor en comparación a la de 7 mm.
- Al evaluar el proceso de la deshidratación osmótica en láminas de mashua fresca, se constató que a las 12 horas inmersas en un jarabe de 65° Brix, se alcanzó el estado estacionario, con una concentración final de 10,50° Brix.
- Los parámetros de: temperatura, velocidad del aire, y el grosor de láminas de la mashua, se relacionó directamente con las características físico químicas y calidad sensorial de la mashua por lo que se acepta la hipótesis alternativa es decir que los factores influyen en la calidad del producto final.
- Mediante la investigación se determinó que los mejores tratamientos son: T1 (55°C + 1,5 m/s + 4 mm), T13 (65°C + 1,5 m/s + 4 mm) y T18 (65°C + 3,5 m/s + 7 mm) debido a que están dentro de los parámetros de la norma INEN 2996. Además fueron los que más aceptabilidad tuvieron luego del análisis sensorial con 12 panelistas.
- Luego de realizar los análisis físico químicos del producto terminado se observó que mediante el proceso de deshidratación osmótica y secado con aire caliente, estos procesos ayudan a mejorar las características sensoriales y nutricionales del producto deshidratado.

6 REFERENCIAS

- 1 Análisis comparativo de la cinética de Deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (Ananas Comosus, variedad Cayena lisa) 2013 *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 62-69

- 2 Arenas, M. (9 de Enero de 2012). *Bioquímica de Alimentos*. Mexico .
- 3 Argentinos, A. (2010). *Ficha # 6*. Obtenido de http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_06_Osmotica.pdf
- 4 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.
- 5 Bambicha, R., & Mascheroni, R. (2012). Optimización del proceso de Deshidratación Osmótica de la calabacita en soluciones ternarias. *Avances en Ciencias y Tecnologías* , 121-136.
- 6 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.
- 7 Garcia, 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.
- 8 Gearkoplis, C. J. (1998). *Proceso de transporte y operaciones unitarias* (Vol. Tercera edición). Mexico: Continental, S.A de C.V.Mexico.
- 9 Grau, A., & Ortega, R. (2003). *Mashua. Tropaeolum Tubrosum Ruiz & Pav.* Italy: Jan M.M Engels.
- 10 Marín, E., & Lemus, R. (2006). The Rehydration of Dehidrated Foods. *Revista Chilena de Nutrición* , 527-538.
- 11 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>
- 12 Ramírez, R. (2009). *Química de alimentos*. Duitama-Colombia .
- 13 Rivera, G. (2010). *Elaboración y Valoración Nutricional de tres productos alternativos a base de Mashua para Escolares del proyecto RUNA KAWSAY*. Riobamba- Ecuador .
- 14 Ulloa, J. A. (04 de Mayo de 2012). *Universidad Autónoma de Nayarit*. Obtenido de http://www.uan.edu.mx/d/a/sip/posgrados/docagrotadicional/program_estudio/ciencias_agricolas/deshidra_alimentos.pdf