

OBTENCIÓN DE PRODUCTOS FRUTÍCOLAS DESHIDRATADOS; TOMATE DE ÁRBOL (*CYPOMANDRA BETACEA L*) Y GUAYABA (*PSIDIUM GUAJABA L*), MEDIANTE EL EMPLEO DE UN SECADOR SOLAR CON COLECTOR PLANO

Obtaining dehydrated fruit products; tomato tree (*Cypomandra betacea L*) and Guava (*Psidium guajaba L*), using a solar dryer with flat collector

Miguel Ángel Enríquez

Universidad Estatal Amazónica. Departamento de Ciencias de la Tierra. Puyo, Ecuador

menriquez@uea.edu.ec

Resumen

El presente trabajo pretende obtener tomate de árbol (*Cyphomandra betacea L*) y guayaba (*Psidium guajaba L*) deshidratados a través de la utilización de técnicas de deshidratación combinadas, por osmosis y secado. Mediante la utilización de un deshidratador con un colector plano, se seca la fruta en una etapa de madurez óptima y a condiciones variables se obtiene un producto de buena apariencia. A tal fin que interviene una osmo - deshidratación con sacarosa al 50 % y la deshidratación solar permite alcanzar el objetivo primordial de mejorar la calidad, por lo tanto, las propiedades se conservarían más cercanas a las del producto fresco, al mismo tiempo se establece parámetros de operación y estándares de secado. En la investigación se aplica un diseño bifactorial donde A es el tiempo de deshidratado (4, 5, 6 días) y B es el volumen de la fruta expuesta al deshidratador solar (2 y 4 kg) existiendo 3 repeticiones con lo que se obtiene un total de 18 tratamientos por cada fruta estudiada. Las respuestas experimentales analizadas son: contenido de proteína, fibra, sólidos, cenizas y humedad de la fruta deshidratada. Los resultados estadísticos muestran que el mejor tratamiento para el tomate de árbol es A2B2 (5 días 4 kg) y para la guayaba A1B1 (4 días y 2 kg). La evaluación sensorial se basó en la aceptabilidad que los catadores evalúan a los 2 tratamientos como aceptables.

Palabras claves: Tomate de árbol, Guayaba, deshidratación solar, osmosis, fibra, cenizas

Abstract

The present work aims to obtain dehydrated tomato tree (*Cyphomandra betacea L*) and guava (*Psidium guajaba L*) with combined dehydration techniques, By using a dehydrator with a flat collector, the fruit is dried, at a stage of optimum maturity and at variable conditions a product of good appearance is obtained. To such end that an osmo - dehydration with 50% sucrose intervenes and the solar dehydration allows to achieve the primary objective of improving the quality, therefore, the properties would be kept closer to those of the fresh product, at the same time parameters are established of operation and drying standards. In the research, a two-factor design is applied where. A is the time of dehydration (4, 5, 6 days) and B is the volume of the fruit exposed to the solar dehydrator (2 and 4 kg), there being three repetitions with which 18 treatments for each fruit studied. The experimental responses analyzed are protein content, fiber, solids, ash and humidity of the dehydrated fruit. The statistical results show that the best treatment for the tree tomato is A2B2 (5 days 4 kg) and for the guava A1B1 (4 days and 2 kg). The sensory evaluation was based on the acceptability that the assessors evaluate to the 2 treatments as acceptable.

Keywords: Tree tomato, guava, solar dehydration, osmosis, fiber, ash

Fecha de recepción: 01-12-2018

Fecha de aceptación: 14-06-2019

I. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de países en vía de desarrollo la producción de alimentos sufre pérdidas muy altas debido a que los métodos de conservación no son adaptables y aprovechados. El Ecuador es un país privilegiado, por encontrarse en la zona tórrida, y gracias a esta posición geográfica poseen las horas de luz y oscuridad bien definidas (18). El secado de los alimentos, como método de conservación es una de las técnicas de procesamiento más antiguas y efectivas que se conocen y practican (21). Expuestos al calor de los rayos del sol los frutos maduros pierden humedad y conservan sus valores nutricionales. La energía solar se presenta como una alternativa eficiente y barata en comparación con las formas tradicionales de suministro de energía (electricidad, gas y otras) para las zonas rurales y soleadas. Los deshidratadores solares son una opción viable y económica que contribuye a la reducción de contaminación reduciendo las emisiones nocivas de gases hacia el ambiente. Existen en el mercado diferentes diseños de calentadores indirectos de aire que han sido propuestos y discutidos en la literatura (1). Nuestra investigación se basa en la utilización de un Deshidratador con colector plano, que posee un aditamento adicional que es una guía o riel circular que permite girar el deshidratador en su propio eje aprovechando al máximo los rayos solares en la mañana y en la tarde, adicionalmente una deshidratación osmótica que es una técnica que aplicada a productos frutícolas permite reducir su contenido de humedad (hasta un 50-60 % en base húmeda) e incrementar el contenido de sólidos solubles, luego de incrementar los sólidos a las frutas procedemos a someterlos al secado solar (7). La combinación de estas dos operaciones es de suma importancia para las especies por el contenido de azúcares que poseen, si bien el 50% de la reducción en el peso por osmosis ha sido considerada más o

menos como un estándar, hay muchas condiciones bajo las cuales no es deseable llevar la deshidratación osmótica tan lejos sino de acuerdo al mejor balance entre la concentración del jarabe y la velocidad del secado. (10, 11,12). La Investigación se basó en realizar el deshidratado solar con la utilización de un deshidratador solar con colector plano que posee la organización, sometiendo a 2 frutas muy comunes en el mercado al proceso, como es el tomate de árbol y la guayaba, con el objetivo de determinar el tiempo de secado óptimo de los productos en base a las variables peso de producto y días de secado.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la ejecución del proyecto se definió 2 materias primas con las siguientes características:

Fruta	Nombre Científico	Variedad
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i> L.	Gigante Amarillo
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i> L.	Chiveria

Tabla 1. Materias Primas

METODOLOGIA

Procedimiento experimental

La presente investigación se ejecutó en el deshidratador solar con colector plano, perteneciente a la Fundación DIA con el aval del proyecto de energías alternativas ES-POCH-CONESUP, cuyos objetivos se orientaron a obtener deshidratados de frutas, mediante la energía solar.

Análisis Proximal

Los análisis proximales de fibra y proteínas se realizaron en un rango de 2 días de salido el producto del deshidratador. Se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), la determinación de ceniza, sólidos totales y humedad en los Laboratorios de Ciencias Químicas de la misma Institución.

Procesamiento

La técnica experimental utilizada para la preservación de productos frutícolas deshidratados, consta de 2 fases.

1.- Deshidratación Osmótica

Consiste en sumergir un producto alimenticio en una solución con una alta presión osmótica, lo cual crea un gradiente de potencial químico entre el agua contenida en el alimento y el agua en la solución, originando el flujo de agua desde el interior del producto, para igualar los po-

tenciales químicos del agua en ambos lados de las membranas de las células del vegetal. Estas son semipermeables y permiten el paso del agua y muy poco el de soluto, produciéndose como efecto neto, la pérdida de agua por parte del producto (6)

2.- Deshidratado solar

Una vez tomado el peso inicial y colocado en el deshidratador, de acuerdo a la codificación, el peso y los días que pasara al interior del equipo que son variables a estudiar, dejamos que la temperatura actué en este caso la temperatura media de la ciudad de Riobamba entre los meses de estudio que es Julio a Septiembre, fluctúa entre 8 ° C a 18 ° C, luego de eso procedemos a sacar los productos del equipo y realizar los debidos análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, con estos resultados tomados procedemos a realizar nuestro diseño factorial que será A x B, el que me determinara el mejor tratamiento (13).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de deshidratación osmótica es una técnica extensamente estudiada que permite modificar la composición de los alimentos a partir de la remoción de agua y

de la incorporación de sólidos. Por esta razón, constituye una herramienta más que interesante desde el punto de vista de la formulación y desarrollo de nuevos productos, en el estudio se definió una solución al 50 % de sacarosa. En relación al tomate de árbol, las muestras iniciales de fruta son 2000 gr y 4000 gr.

Para los 2000 gr al momento de ingresar al deshidratador, pudo observarse que esta variable tuvo una media de 1589,33 y una desviación estándar de 85,15, donde observamos que perdemos más peso es el A3B1N3T que corresponde a 4 días y 2000 gr.

Para los 4000 gr al momento de ingresar al deshidratador, pudo observarse que esta variable tuvo una media de 2870,9 y una desviación estándar de 659,6 donde observamos que perdemos más peso es el A3B1N1T que corresponde a 6 días y 2000 gr.

Tratamientos		Código	Deshidratador			
			Entra gr	Sale gr	W perdido	% W perdido
4 días	2000 gr	A1B1N1T	2000	495,59	1504,41	75,22
4 días	2000 gr	A1B1N2T	2000	506,61	1493,39	74,67
4 días	2000 gr	A1B1N3T	2000	508,81	1491,19	74,56
5 días	2000 gr	A2B1N1T	2000	429,52	1570,48	78,52
5 días	2000 gr	A2B1N2T	2000	411,89	1588,11	79,41
5 días	2000 gr	A2B1N3T	2000	416,3	1583,7	79,19
6 días	2000 gr	A3B1N1T	2000	290,75	1709,25	85,46
6 días	2000 gr	A3B1N2T	2000	325,99	1674,01	83,7
6 días	2000 gr	A3B1N3T	2000	310,57	1689,43	84,47
4 días	4000 gr	A1B2N1T	4000	756,89	3243,11	81,08
4 días	4000 gr	A1B2N2T	4000	1299,6	2700,4	67,51
4 días	4000 gr	A1B2N3T	4000	1317,2	2682,8	67,07
5 días	4000 gr	A2B2N1T	4000	911,89	3088,11	77,2
5 días	4000 gr	A2B2N2T	4000	931,72	3068,28	76,71
5 días	4000 gr	A2B2N3T	4000	950,89	3049,11	76,23
6 días	4000 gr	A3B2N1T	4000	682,82	3317,18	82,93
6 días	4000 gr	A3B2N2T	4000	636,56	3363,44	84,09
6 días	4000 gr	A3B2N3T	4000	674,01	3325,99	83,15

Tabla 2. Pérdida de peso en el Tomate de Árbol

ANOVA					
2kg T de árbol					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	57114,527	2	28557,263	191,906	,000
Dentro de grupos	892,85	6	148,808		
Total	58007,376	8			

Tabla 3. ANOVA Tomate de árbol -2kg.

2kg T de árbol				
HSD Tukey ^a				
2kg factor	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
2kg 6 días	3	309,1033		
2kg 5 días	3		419,2367	
2kg-4 días	3			503,67
Sig.		1	1	1

Tabla 4. Tukey Tomate de árbol - 4 kg.

ANOVA					
4kg T de árbol					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	581164,426	2	290582,213	320,801	,000
Dentro de grupos	5434,816	6	905,803		
Total	586599,242	8			

Tabla 5. ANOVA Tomate de árbol - 4 kg

4kg T de árbol				
HSD Tukey ^a				
4kg factor	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
4kg 6 días	3	664,4633		
4kg 5 días	3		917,0333	
4kg 4 días	3			1283,4333
Sig.		1	1	1

Tabla 6. Tukey Tomate de árbol - 4 kg

En el caso del factor peso 2 y 4 kg, se ejecutó un análisis de varianza y la prueba de Tukey para definir la diferencia significativa y si el producto es homogéneo, el análisis de varianza definido en la tabla

2 y tabla 4 respectivamente define que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que los productos no son homogéneos, y podemos observar los resultados en la tabla 3 y 5, esto se debe a la variación de la Temperatura ambiente de la ciudad de Riobamba, en

los días que se ejecutó los ensayos en el deshidratador, así como la asimilación del producto de solutos en la deshidratación previa (osmosis).

Tratamientos		Código	Deshidratador			
			Entra gr	Sale gr	W perdido	% W perdido
4 días	2 kg	A1B1N1G	2000	314,3	1685,7	84,29
4 días	2 kg	A1B1N2G	2000	400	1600	80
4 días	2 kg	A1B1N3G	2000	440	1560	78
5 días	2 kg	A2B1N1G	2000	340	1660	83
5 días	2 kg	A2B1N2G	2000	315,6	1684,4	84,22
5 días	2 kg	A2B1N3G	2000	300	1700	85
6 días	2 kg	A3B1N1G	2000	271	1729	86,45
6 días	2 kg	A3B1N2G	2000	310	1690	84,5
6 días	2 kg	A3B1N3G	2000	260	1740	87
4 días	4 kg	A1B2N1G	2000	880	1120	56
4 días	4 kg	A1B2N2G	4000	1000	3000	75
4 días	4 kg	A1B2N3G	4000	1040	2960	74
5 días	4 kg	A2B2N1G	4000	840	3160	79
5 días	4 kg	A2B2N2G	4000	800	3200	80
5 días	4 kg	A2B2N3G	4000	720	3280	82
6 días	4 kg	A3B2N1G	4000	680	3320	83
6 días	4 kg	A3B2N2G	4000	631,6	3368,4	84,21
6 días	4 kg	A3B2N3G	4000	699,2	3300,8	82,52

Tabla 7. Pérdida de peso en la Guayaba

ANOVA					
2kg Guayaba					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	16752,416	2	8376,208	4,813	0,057
Dentro de grupos	10441,9	6	1740,317		
Total	27194,316	8			

Tabla 8. ANOVA Guayaba 2kg

HSD Tukey ^a		
2kg factor	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
2kg 6 días	3	280,3333
2kg 5 días	3	318,5333
2kg-4 días	3	384,7667
Sig.		0,05

Tabla 9. ANOVA Guayaba- 4 kg

4kg Guayaba					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	140242,809	2	70121,404	17,707	0,003
Dentro de grupos	23760,32	6	3960,053		
Total	164003,129	8			

Tabla 10. Prueba de Tukey-2kg Guayaba

HSD Tukey ^a			
4kg factor	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
4kg 6 días	3	670,2667	
4kg 5 días	3	786,6667	
4kg 4 días	3		973,3333
Sig.		0,138	1

Tabla 11. Prueba de Tukey - 4 kg

En el caso del factor peso 2 y 4 kg de Guayaba, se ejecutó un análisis de varianza y la prueba de Tukey para definir la diferencia significativa y si el producto es homogéneo, el análisis de varianza definido en la Tabla N° 7, en relación a la pérdida de peso define que no existe una diferencia significativa, y en el caso de los 4kg existe una diferencia significativa, como se define en la tabla 8, los productos son homogéneos para el primer caso Tabla 9, y no son homogéneos para el segundo caso Tabla 10, hay que tomar en cuenta que la guayaba tuvo un desarrollo diferente después de la osmosis, observándose que asimilo los solutos de mejor manera y por tener un contenido alto en fibra se dio una pérdida de peso homogénea como se detalla en la evaluación estadística.

Determinación del mejor tratamiento

Tomate de Árbol. - de acuerdo a los datos reportados y calculados se obtiene un mejor proceso de deshidratación combinada de tomate de árbol, el tratamiento A2B2 (5 días de secado por 4 kg de fruta) porque en ese tratamiento el contenido

de agua es de 12.68 %, ideal para su preservación manteniendo sus características organolépticas de acuerdo a la NTE INEN 1334-1, el contenido de azúcares totales es de 10. 39° Brix, variando la composición de fruta fresca en 0.021 ° Brix.

Tratamientos	Cenizas %	Humedad %	Proteína %	° Brix	Fibra %
A1B1	4,19	20,53	10,42	7	11,56
A2B1	2,72	13,67	9,96	5,43	8,58
A3B1	2,26	8,58	10,09	4,07	10,16
A1B2	2,37	19,83	9,62	11,27	9,28
A2B2	2,66	12,68	9,55	10,39	9,67
A3B2	2,92	9,9	9,59	7,33	9,12

Tabla 12. Mejor tratamiento del Tomate de Árbol

Guayaba. - de acuerdo a los datos reportados y calculados se obtiene un mejor proceso de deshidratación combinada de Guayaba, en el tratamiento A1B1 (4 días de secado por 2kg. de fruta), porque en este tratamiento el contenido de agua es de 13%, ideal para su preservación, el contenido de azúcar es de 5. 93° Brix, variando de la composición de fruta fresca en 0.13° Brix por encima del valor de su composición y manteniendo un comportamiento sin variación significativa en lo que tiene que ver a cenizas, proteínas y fibra del resto de tratamientos.

De los resultados puede determinarse que el factor B (volumen de fruta) influye significativamente en los resulta-

dos al presentar diferencia significativa más que todo en la humedad.

Tratamientos	Cenizas %	Humedad %	Proteína %	° Brix	Fibra %
A1B1	1,97	13	8,09	5,93	15,95
A2B1	2,18	8,7	8,11	5,1	15,88
A3B1	2,21	4,7	8,4	3,17	16,19
A1B2	2,3	16,27	8,29	6,03	15,27
A2B2	2,95	10,89	7,73	4,97	15,56
A3B2	3,19	7,4	7,26	4,15	16,14

Tabla 13. Mejor tratamiento de la Guayaba

IV. DISCUSION

La deshidratación osmótica consiste en sumergir un producto alimenticio en una solución con una alta presión, lo cual genera una gradiente de potencial químico entre el agua contenida en el alimento y el agua de la solución, originando el flujo de agua desde el interior del producto para igualar los potenciales químicos del agua en ambos lados de las membranas de la célula vegetal (16).

Dentro del proceso de secado actúa como un proceso previo importante en la formulación de alimentos deshidratados, luego de la ejecución del proceso en base a los factores que intervienen como el tiempo y peso de la muestra, definimos que las especies (tomate de árbol y guayaba) tienen diferente comportamiento en el secado, en función de la cantidad de agua que retengan, la naturaleza y la cantidad de solutos que se haya suministrado mediante el medio acuoso, posteriormente se define el medio de secado que en nuestro caso será solar con la utilización de un deshidratador con colector plano, este proceso define las propiedades organolépticas que tendremos al final.

V. CONCLUSIONES

En la deshidratación osmótica, como pretratamiento

para el deterioro de la materia prima, actuó directamente la presión ejercida para impedir el paso de agua pura dentro de una solución acuosa a través de una membrana diferente permeable de este modo se impide un incremento en el volumen de la solución.

La deshidratación osmótica, como pretratamiento, permite evitar el deterioro del alimento, más no la proliferación de microorganismos para su conservación.

Durante la etapa de secado en la cámara existió una variación de temperatura debido a los cambios climáticos, tomando en cuenta este aspecto se generó una variación que oscila entre 42-45 °C, por lo que se genera una rotación de las bandejas para que el secado sea uniforme.

El buen empleo del pretratamiento osmótico al 50% es un factor muy importante que contribuye en la calidad del producto final. Elevando el contenido de solutos (azúcar) con una humedad promedio del 70 % al inicio del proceso, llegando al final del 12.68 % y 13 % respectivamente.

Con la aplicación de análisis estadístico aplicando una prueba de Tukey y el análisis de varianzas a los 2 productos, definimos que para el caso del tomate de árbol existe diferencia significativa en las variables y no son homogéneos, en el caso de la guayaba solo observamos que para 4 kg para los 5 y 6 días no existe variación por lo que son homogéneos.

Referencias

- 1.- ALVARADO, L. Principio de ingeniería Aplicados a los alimentos. Secretaria General de la organización de los Estados Americanos. Ed. Radio Comunicaciones Quito-Ecuador. 1991; p. 434 – 445.
- 2.- AMEZAGA, E. Consideración teórico práctico de la deshidratación de manzana pre conservada por métodos Combinados, Puebla, México; 1995; p. 43 – 45.
- 3.- BURTON, W. G. The Fruit Essex Logman Scientific & Technical. United States 1966; 42-45
- 4.- Bolin, H. R., & Huxsoll, C. C. Partial drying of cut pears to improve freeze/thaw texture. Jour-

- nal of Food Science; 1993; p. 58, 357-360.
- 5.- HERNANDEZ, P. 1998. Manual de Secado Solar técnico en Alimentos. Medellín; 1998; p. 451 – 466
 - 6.- LERICI, C, PINNAVAIA, G., DALLA R. y BARTOLUCCI, L. Osmotic dehydration of fruit; Influence of osmotic agents on drying and product quality. 2000; p.1217 – 1219.
 - 7.- LESISTNER, L. y GORRIS, M. 1995. “Food Preservation by Hurdle Technology” *Trenes in food Science and technology* (Vol. 6). Pág.: 41 – 44.
 - 8.- LUNA, J, y OSORIO, D. 1993. “Procesamiento de Pulpa de Tomate de Árbol” tesis de Ingeniería en Alimentos. UTA – FCIAL. Ambato – Ecuador . 1993; p. 20-28.
 - 9.- Martínez, V. Y., Nieto, A. B., Castro, M. A., Salvatori, D., & Alzamora, S. M. Viscoelastic characteristics of Granny Smith apple during glucose osmotic dehydration. *Journal of Food Engineering*. 2007; p.83, 394-403.
 - 10.- MASKAN, M. Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*. 2000a. p.48, 169-175.
 - 11.- MASKAN, M. Microwave/air and microwave finish drying of banana. *Journal of Food Engineering*. 2000b; p.44, 71-78.
 - 12.-MASKAN, M. Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*. 2001; p. 48, 177-182.
 - 13.- MASTROCOLA, D., & LERICI, C. R. Colorimetric measurements of enzymatic and nonenzymatic browning in apple purees. *Journal of Food Science*. 1991; p. 3, 219-229.
 - 14.- MOREIRA, O. y CABRERA, L. *Tablas de Composición de Alimentos Ecuatorianos*. 2007; p. 35-38.
 - 15.- MULLER, H. *Nutrición y Ciencia de los Alimentos*”, Ed. Acribia, Zaragoza – España. 1986; p. 280, 171 – 173.
 - 16.- OROZCO, G. y ALVAREZ, M. Conservación y almacenamiento de frutas aplicando deshidratación osmótica. Tesis de Ingeniería en alimentos. UTA – FCIAL. Ambato – Ecuador. 1998; p. 15 – 19.
 - 17.- PONTING, J.D. Osmotic deshidratation of fruits – Recent modifications and applications. *Process Biochemistry*. 1973; p.18 -25.
 - 18.- RESNIC, S y CHIRIFE, J. Actividad del agua y su aplicación a la deshidratación osmótica. Bogotá – Colombia. 1978; p. 153 – 174
 - 19.- RIVA, M., CAMPOLONGO, S., LEVA, A., MAESTRELLI, A., & TORREAGEANI, D. Structureproperty relationships in osmodehydrated apricot cubes. *Food Research Internacional*. 2005; p.38, 533-542.
 - 20.- ROMERO BARANCO, C., BRENES BALBUENA, M., GARCIA GARCIA, P., & GARRIDO FERNANDEZ, A. Management of spent brines or osmotic solutions. *Journal of Food Engineering*. 2001; P. 49, 237-246.
 - 21.- SACHETTI, G., GIANOTTI, A., & DALLA ROSA, M. Sucrose-salt combined effects on mass transfer kinetics and product acceptability. Study on apple osmotic treatments. *Journal of Food Process Engineering*. 2001; p. 49, 163-173.
 - 22.- SALVATORI, D., ANDRES, A., ALBORS, A., CHIRALT, A, & FITO, P. Structural and compositional profiles in osmotically dehydrated apple. *Journal of Food Science*. 1998; p. 63, 606- 610..