

Secado con microondas de rebanas de jitomate

Mosqueda Sánchez Glenda Sofia (1), Sosa Morales María Elena (2)

1 Licenciatura en Ingeniería en Alimentos, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: gs.mosquedasanchez@ugto.mx

2 Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato - Salamanca, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: msosa@ugto.mx

Resumen

Se propuso la deshidratación de rebanadas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) variedad Saladette con microondas, y su comparación con otros dos métodos de deshidratación: aire caliente e infrarrojo, con lo que se determinó cual de los tres métodos ofrece mejores resultados. Se realizaron diferentes ensayos con los tres equipos para determinar las temperaturas adecuadas para el secado y en el caso de microondas la potencia del horno. Para comparar los tres métodos se evaluaron, color, actividad de agua, humedad del producto obtenido y gasto energético de cada equipo. El valor de humedad de la materia prima es bastante elevado y al ser muy lábil, en la deshidratación con microondas, los resultados no fueron adecuados. Con base en el tiempo de secado y las características de las rebanadas de jitomate deshidratadas, el mejor método fue secado infrarrojo.

Abstract

Tomato slices (*Lycopersicon esculentum*) variety Saladette, were microwave-dried and compared with slices dried under two methods: hot air drying and infrared drying. Three different assays were performed to determine the appropriate temperatures for drying and in the case microwave drying, the output power of the oven was also calculated. Color, water activity, moisture content and energy of every equipment were estimated. Because of the high moisture content and labile structure of the fresh tomato, microwave drying resulted in non-adequate results. Based on drying time and physical characteristics of dried slices, the best method was infrared drying

Palabras Clave

Deshidratación; Secado con aire; Secado con Infrarrojo; Secado con Microondas; Jitomate.

INTRODUCCIÓN

El jitomate es una de las hortalizas que tienen más demanda por los consumidores, quienes lo usan como ingrediente en sopas, salsas, ensaladas y condimento. El jitomate es originario de América del Sur, sin embargo fue en México donde se llevó a cabo su domesticación [1].

El jitomate es un producto altamente perecedero por su alto contenido de agua (mayor a 90%), por lo que surge la necesidad de encontrar alternativas junto con la tecnología para su conservación por mayor tiempo. En este rubro de los métodos que más se utilizan son supresión de agua, que es mejor conocido como deshidratación o secado [2].

La deshidratación o secado de los alimentos es un fenómeno que implica procesos de transferencia de cantidad de movimiento de calor y masa. Se requiere la aplicación de calor para vaporizar el agua o los constituyentes volátiles [3].

El proceso de deshidratación generalmente se realiza por medio de un secado térmico utilizando técnicas como secado con aire caliente, solar, microondas e infrarrojo, pero con la consecuente modificación de las propiedades organolépticas de la materia prima [4]. El secado es uno de los métodos más antiguos, pero hoy en día es un proceso industrial muy importante en la preservación de la calidad de los productos alimenticios [5]. El nivel de agua deseado lo determina el tipo de producto final que buscamos, por ejemplo en la deshidratación de frutas oscila en 3 - 7%, hortalizas 5 - 25%, y para carnes 15 - 20% [6].

Esta investigación tiene como finalidad realizar una comparación entre los tres métodos de secado: con microondas, con aire caliente o con lámpara infrarroja, aplicados a rebanas de jitomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se adquirió jitomate (*Lycopersicon esculentum*) variedad Saladette proveniente de la central de abastos en la ciudad de Irapuato, Gto. La selección de la muestra se realizó a través de sus características externas tales como color (rojo intenso), tamaño uniforme, libre de insectos, y en estado de madurez comercial.

Equipos para la deshidratación del jitomate

Se utilizaron tres equipos para diferentes secados:

- 1) Horno de microondas comercial de la marca PANASONIC, modelo NN-607 (Imagen 1), 1 ft^3 y 1300 W. Se le adaptó un extractor de aire de marca CENTRIMAX B2 DIVER, modelo 119 de 370 W y un caudal nominal de 467 m^3/h [7]. Para la colocación de las muestras, se usó un plato de porcelana de 20cm de diámetro.
- 2) Secador experimental tipo túnel (Imagen 2) con una resistencia eléctrica de 2000 W, equipado con un ventilador 170W y 233 m^3/h de caudal de aire.



IMAGEN 1: Horno de microondas.



IMAGEN 2: Secador experimental tipo túnel

- 3) Equipo de radiación infrarroja construido en la Universidad de Guanajuato (Imagen 3), que incluye lámpara de 250 W con un extractor de aire con una velocidad de 2 m/s, reóstato [8], para la colocación de las muestras un rejilla de metal perforada.

Para medir la temperatura en las rebanadas de jitomate, se utilizó un termopar, mientras que para determinar la temperatura del aire se usaron dos termómetros de mercurio (para bulbo seco y bulbo húmedo). Finalmente, para medir la masa de las rebanadas de jitomate, se empleó una



IMAGEN 3: Equipo de radiación infrarroja.

Preparación de la muestra

Los jitomates fueron lavados, se cortaron en rodajas con aproximadamente 0.5 cm de espesor y fueron puestos en el plato o rejilla de acuerdo al método de secado.

Deshidratación por microondas

Se realizó un curva de calibración del horno, para determinar las potencias de salida del horno de microondas utilizando la ecuación 1 [9].

$$P_o = \left(\frac{4.187 * M_w * (T_f - T_s) + 0.88 * M_c * (T_f - T_o)}{t} \right) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

P_o = potencia del horno (Watts)

M_w = masa del agua (g)

M_c = masa del contenedor usado (g)

T_o = temperatura ambiente ($^{\circ}C$)

T_f = temperatura final del agua ($^{\circ}C$)

T_s = temperatura inicial del agua ($^{\circ}C$)

t = tiempo de calentamiento (s)

Para la determinación de la potencia de salida a diferentes niveles de potencia, se pesaron 350g de agua en un recipiente que permite se introducido en el horno., Se midió la temperatura inicial, se calentó a un nivel de potencia determinado por 60s y, se midió la temperatura final. Con los datos obtenidos, se realizó una gráfica comparando distintos niveles de potencias para determinar cuál es adecuada para el secado, según baja desviación estándar y potencia comparable a la usada en el método infrarrojo.

Una vez seleccionada la potencia adecuada se introdujo el plato de cerámica con las rodajas de jitomate (aproximadamente 50g); Se sometió al deshidratado controlando la temperatura ($60^{\circ}C$), dándoles tiempos de reposo y volteándolos (15s) para evitar sobrecalentamiento o quemaduras en el producto. Se realizaron lecturas de peso de las muestras a intervalos de 60 s hasta completar el tiempo de secado.

Deshidratación por infrarrojo

Se utilizó el reóstato para que este equipo trabajara con potencia similar que el horno de microondas. Las rodajas de jitomate (aproximadamente 50g) se introdujeron en el área de mayor incidencia infrarroja (elipse). Se determinaron las temperaturas de, bulbo húmedo y bulbo seco y se registró la pérdida de peso para posteriormente construir las curvas de secado. La lámpara se colocó a una distancia de 16cm de la muestra [8], volteándolas cada 15 min.

Deshidratación por túnel

Las rodajas se sometieron al deshidratado por aire caliente a temperatura de $65^{\circ}C$. Se introdujeron las rodajas de jitomate (50g), y se determinaron las temperaturas de bulbo húmedo y bulbo seco. Se registró la pérdida de peso con la balanza para

posteriormente construir las curvas de secado. Las rebanadas se voltearon cada 15 min.

Contenido de Humedad

Se pesaron 2 g de muestra en Petri, a peso constante y se sometió a calentamiento en una estufa con ventilación a 110°C. El porcentaje de humedad es obtenido por;

$$\% \text{ Humedad} = \left(\frac{m-a}{m} \right) 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

donde: m es la masa de la muestra húmeda (g) y a es la masa de la muestra seca (g).

Actividad de agua

Para su determinación se utilizó el equipo Aqua Lab (Decagon, Devices Estados Unidos), donde las rodajas toceadas se depositaron en el porta muestra, posteriormente se colocaron en el equipo para su medición.

Color

Se utilizó el colorímetro Color Flex EZ, (Standard Box, Estados Unidos), para obtener los parámetros indicadores de color: L* teniendo valores de 0 (negro) - 100 (blanco); a* indicando la intensidad del rojo; b* indicando la intensidad del amarillo [7].

Costos Energéticos

Se realizaron costos por concepto de consumo de energía del secado microondas, túnel e infrarrojo, así como sus respectivos accesorios, para tener una referencia de los costos que implica su secado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Deshidratación por microondas

En la imagen 4 se muestra la curva de calibración del horno de microondas. Se eligió el nivel 1 (low) para los experimentos de secado.

Los resultados no fueron adecuados, ya que el jitomate al ser una hortaliza muy lábil presentaba

las primeras quemaduras a los 3 min, aún usando la menor potencia del horno (224 W), por lo que se dejó de trabajar con este equipo. Nuestros resultados son opuestos a lo que reporta Al-Harahseh et al. (2009), quienes encontraron buenas características en rebanadas de jitomate secadas en 20 min a potencias de hasta 800 W [9]

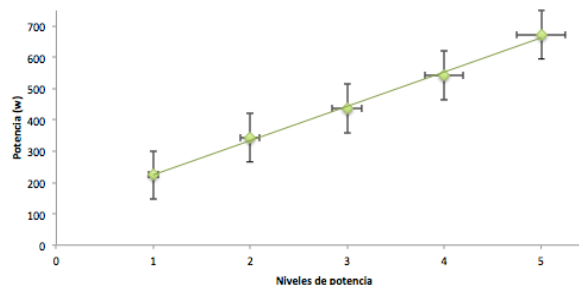


IMAGEN 4: Curva de calibración horno de microondas acompañado de la media y la desviación estándar.

Deshidratación por infrarrojo

Se tomó la menor potencia del horno de microondas como referencia para que así trabajara la lámpara de radiación (88% del reóstato), construyendo la curva de secado (imagen 5) y obteniéndose el producto con buenas características (imagen 6).

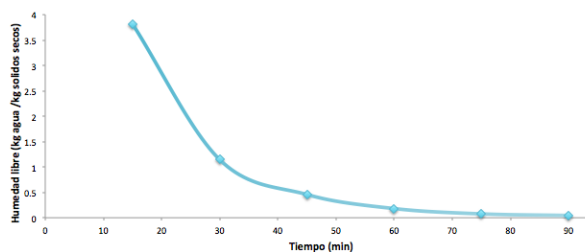


IMAGEN 5: Curva de secado infrarrojo (224 W).

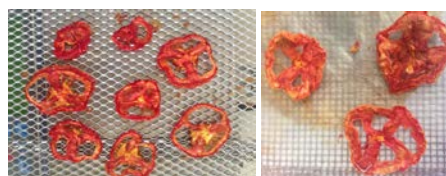


IMAGEN 6: Rebanadas de jitomate deshidratadas por infrarrojo (izquierda) y por túnel (derecha)

Deshidratación por túnel

El aire caliente tuvo una temperatura de bulbo seco de 65°C. La imagen 7 muestra la curva de secado del proceso y la imagen 6 las características de las rebanadas obtenidas.

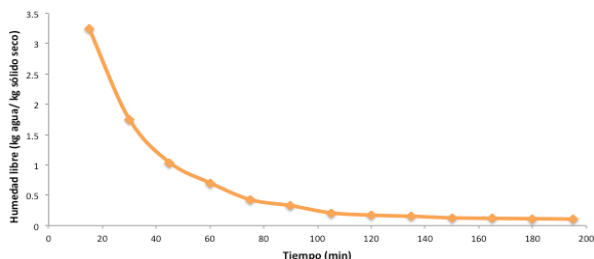


IMAGEN 7: Curva de secado en aire caliente, túnel (65°C)

Propiedades fisicoquímicas y costos

La humedad del jitomate se redujo a 23-26% (Tabla 1), mayor al reportado por Unadi et al. [10] quienes lograron humedad final del 15%. La a_w se redujo a 0.49 (Tabla 2), indicando que se tiene un producto estable para el almacenamiento. El color (Tabla 3) fue similar entre las rebanadas secadas con aire caliente e infrarrojo. Finalmente, el secado infrarrojo resultó ser de menor costo, casi la mitad que el calculado para el secado por túnel (Tabla 4)

Tabla 1: % Contenido de humedad de las rebanadas de jitomate

Jitomate	% Humedad
1. Fresco	96.25
2. Deshidratado infrarrojo	23.88
3. Deshidratado túnel	26.27

Tabla 2: Actividad de agua (a_w)

Jitomate	(a_w)
1. Fresco	0.988
2. Deshidratado infrarrojo	0.491
3. Deshidratado túnel	0.481

Tabla 3: Color de las rebanadas de jitomate

Jitomate	L*	a*	b*
1. Fresco	36.6	24.51	29.15
2. Deshidratado infrarrojo	30.34	22.89	26.47
3. Deshidratado túnel	27.73	29.37	26.33

Tabla 4: Costos energéticos por equipo

Equipo	Accesorios	Potencia (kW-h)	Operación (min)	Costo total por proceso
IR	Lámpara	2.5	90	\$4.09
	Extractor	0.2		
Túnel	Resistencia	2.4	195	\$8.35
	Ventilador	0.17		

CONCLUSIONES

El secado de microondas, bajo las condiciones estudiadas, no se recomienda para la deshidratación de rebanadas de jitomate. Los resultados muestran que el mejor método para la deshidratación de rebanadas de jitomate es infrarrojo, al ser más rápido (90 min) y más económico (\$4.09) en comparación con deshidratación por túnel.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de trabajo que formé en el laboratorio, que siempre estuvieron para apoyarme.

Al M.B. Everardo Mares, por su apoyo en la enseñanza teórica del método infrarrojo.

REFERENCIAS

- 1] SAGARPA 9 Julio 2015. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf>
- [2] Aguila, M. Romero C. (2000) Deshidratación osmótica de tomate de arbol (*Oyphmandra betacea*) J. Food Sci, 48 (1), 202 – 205.
- [3] Sharma S. K., Mulvaney S. J., Rizvi S.S.H, (2009). Ingeniería en alimentos: Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. México: Limusa Wiley.
- [4] Rastogi, N.K.; Raghavarao, K.S.M.S. (2002). Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. Food Sci. and Technol. 13(2): 48 – 59.
- [5] Monsalve. J. Machado M. (2007) Evaluación de dos métodos de deshidratación del tomate (*Lycopersicom esculentum* Mill) variedad manzano. Multiciencias, 7(3), 256 – 265.
- [6] Desrosier N.W. (2006) Conservación de alimentos, México: Compañía Editorial Continental.
- [7] González R. E., Martínez S. G., Flores O. A. (2014) Análisis fisicoquímico y sensorial de alimentos deshidratados mediante microondas. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guanajuato.

[8] Martínez S. G., Mares M. E, Barrón G. S., Mercado F. J. (2009) Construcción y caracterización operacional de un equipo de radiación infrarroja RESPYN 48 – 56.

[9] Al-Harashseh, M., Al-Muhtaseb, H.A., Magee, T.R.A. 2009. Microwave drying kinetics of tomato pomace: Effect of osmotic dehydration. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. 48: 524-531.

[10] Unadi, A., Fuller, R.J. y Macmillan, R.H. (2002). Strategies for drying tomatoes in a tunnel dehydrator. Drying Technology, 7:1407-1425.