 ISSN: 2007 8102

# Secado convectivo de flor de calabaza (*Cucurbita maxima*)

*Lucho Gómez, Ana María[1*], García Valladares, Octavio[1], Domínguez Niño, Alfredo[1]*

*[1] Instituto de Energías Renovables-UNAM, Privada Xochicalco S/N, C.P. 62580, Temixco, Morelos, México.* amlugo@ier.unam.mx , ogv@ier.unam.mx, aldoni@ier.unam.mx

***Área de participación:*** *Ingeniería Química*

## Resumen

En este estudio se utilizó un secador convectivo, con el objetivo de analizar el efecto de diferentes temperaturas (45, 50 y 55°C) y velocidades (0.3,0.6 y 0.9 m/s) sobre el tiempo de secado, la actividad de agua y contenido de humedad final de la flor de calabaza (*Cucurbita máxima*). Los resultados obtenidos en el análisis realizado mostraron que los tiempos de secado fueron 11 horas para 45°C, 10 horas para 50°C y 7 horas para 55°C. Para la actividad de agua el valor inicial obtenido fue de 0.998, el cual disminuyó a 0.359 a 45°C, 0.253 a 50°C y 0.218 a 55°C. De acuerdo con estos datos, los mejores resultados se obtuvieron cuando se utilizó el secador a 55°C, ya que tuvo el menor tiempo de secado con 7 horas y en la actividad de agua se obtuvo el valor más bajo en comparación con las otras temperaturas utilizadas.

**Palabras clave:** *Secado convectivo, Cucurbita maxima, Cinéticas de secado*

## Abstrac

In this study, a convective dryer was used, with the objective of analyzing the effect of different temperatures (45, 50 and 55°C) and velocities (0.3, 0.6 and 0.9 m/s) on drying time, water activity and final moisture content of the pumpkin flower (Cucurbita maxima). The results obtained in the analysis carried out showed that the drying times were 11 hours at 45°C, 10 hours at 50°C and 7 hours at 55°C. For water activity, the initial value obtained was 0.998, which decreased to 0.359 at 45°C, 0.253 at 50°C and 0.218 at 55°C. According to these data, the best results were obtained when the dryer was used at 55°C, since it had the shortest drying time with 8 hours and the lowest value was obtained in water activity compared to the other temperatures used.

***Key words:*** *Convective drying, Cucurbita maxima, Drying kinetics*

## Introducción

Generalmente, las flores son usadas para decorar por su valor estético, aunque muchas son comestibles. La identificación adecuada es esencial porque algunas son venenosas [1], actualmente han sido clasificadas en comestibles y no comestibles, esto debido a su diferencia en la composición (alcaloides y químicos) [2]. Las flores comestibles se utilizan en diferentes estilos de cocina y pueden encontrarse en los menús de todo el mundo [3]. En México existen 61 especies de flores comestibles, entre ellas la de calabaza, maguey, nopal, tule, colorín y cempasúchil. Son importantes por sus nutrientes y como fuente de antioxidantes [4]. Sin embargo, es escasa la información que se tiene sobre la composición nutrimental y el desarrollo de tecnologías para su preservación [5]. Por esta razón muchas no forman parte de la dieta de los mexicanos y las que se consumen se prefieren en fresco [4]. Las flores de calabaza fueron domesticadas en México [6] y es considerada como una de las flores comestibles tradicionales [7]. Tienen una gran demanda durante todo el año, ya que se caracterizan por tener una textura suave y un sabor delicado, por lo cual es un ingrediente importante en la gastronomía de diversas culturas [8]. El consumo de esta flor aumenta día a día, ya que se puede usar en sopas, quesadillas, tamales y postres [9]. A pesar de que es ampliamente consumida, su comercialización está limitada por su corta vida de anaquel, de 1-2 días a temperatura ambiente. Existen pocos datos disponibles acerca de sus atributos de calidad, la estabilidad de los nutrientes, así como información de los tratamientos postcosecha para retardar la pérdida de calidad [8]. Esto representa un problema para su distribución y consumo, ya que son productos altamente perecederos y estacionales, por lo que deshidratar las flores es una alternativa para su conservación [4]. El propósito de este trabajo fue secar flor de calabaza en un secador convectivo a temperaturas de 45, 50 y 55°C y

ISSN: 2007 8102

velocidades de aire de 0.3, 0.6 y 0.9 m/s, para lograr condiciones estables de actividad de agua y contenido de humedad final.

## Metodología

### Materiales

La materia prima que se utilizó fue la flor de calabaza fresca (Figura 1), la cual se obtuvo en el mercado de Cuernavaca, Morelos. Se seleccionaron las flores que no tuvieran daños físicos y que fueran de un tamaño uniforme. El proceso de secado se llevó a cabo en un secador de convección forzada. La medición del porcentaje de humedad se hizo con el uso de una termobalanza OHAUS y la actividad de agua con un medidor de actividad de agua HygroLabC1.



**Figura 1 Flor de calabaza fresca**

### Preparación

Antes de someterlas al proceso de secado se desinfectaron. Se les retiró la parte de la corona y el pistilo. Posteriormente se pesaron 40 gramos y se colocaron en mallas de plástico perforadas dentro del secador (Figura 2). Al inicio de cada experimento se midió el contenido de humedad y actividad de agua. Para medir el contenido de humedad se pesaron 3 gramos de flor en una charola de aluminio que posteriormente se colocaron en la termobalanza. La actividad de agua fue determinada a una temperatura constante (25°C) mediante el uso del medidor de agua HygroLabC1.



**Figura 2 Proceso de secado convectivo de flor de calabaza**

ISSN: 2007 8102

## Desarrollo

Para llevar a cabo el secado de flor de calabaza se propuso un diseño compuesto central centrado en sus caras representado como 23+2(3) +1. Para cada factor se utilizaron 2 niveles con 6 puntos centrales en las caras y un punto central.

En la Tabla 1 se muestran los factores y niveles de estudio que se utilizaron en el proceso de secado a condiciones controladas.

**Tabla 1 Factores y niveles evaluados en el proceso de secado de flor de calabaza en un secador de convección forzada**

| Factor | Nivel alto (+1) | Nivel medio (0) | Nivel bajo (-1) |
|---|---|---|---|
| Temperatura de secado(°C) | 55 | 50 | 45 |
| Velocidad de aire (m/s) | 0.9 | 0.6 | 0.3 |
| Forma/tipo de corte | Entera | Mitad | Pétalos |

De acuerdo con el diseño de experimentos elegido, se realizaron las diferentes corridas experimentales para las condiciones propuestas. En la Figura 3 se muestran las 3 formas en las que se deshidrató la flor de calabaza.

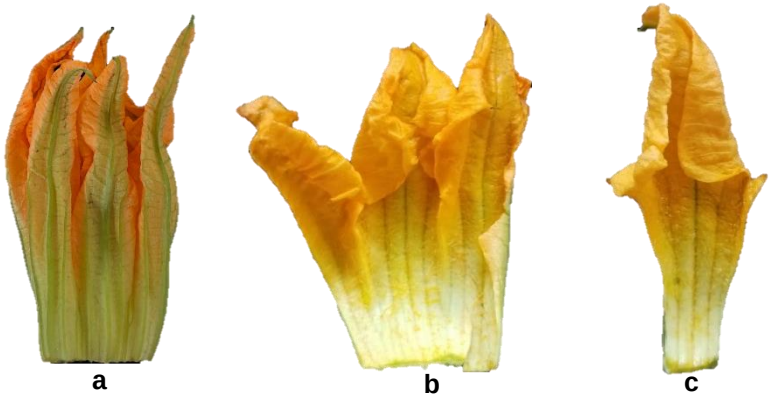



**Figura 3 Formas utilizadas para la deshidratación de flor de calabaza: a) entera, b) mitad y c) pétalo**

## Resultados y discusión

### Cinéticas de secado

En la Figura 4 se muestran las cinéticas de secado obtenidas a 55°C a 0.3, 0.6 y 0.9 m/s, y diferentes formas de la flor. Se puede observar que en las muestras que se utilizó una velocidad de 0.9 m/s y la flor entera, el proceso fue más rápido, ya que a las 7 horas llegó a peso constante. De igual forma al utilizar 0.9 m/s y la flor en pétalos, el proceso fue rápido al principio, pero al final se necesitaron 8 horas para llegar a peso constante.

 ISSN: 2007 8102

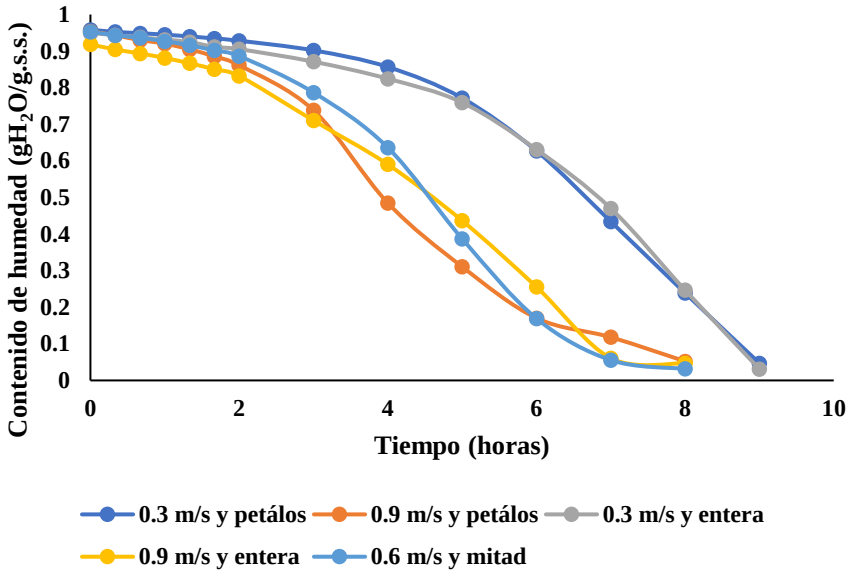



**Figura 4 Cinética de secado de la flor de calabaza a 55°C, diferentes velocidades y forma.**

En la Figura 5 se muestran las cinéticas de secado obtenidas a 50°C a 0.3, 0.6 y 0.9 m/s, con diferentes formas de la flor. Al igual que en la prueba anterior se puede observar que al utilizar una velocidad de aire de 0.9 m/s el proceso de secado es más rápido, ya que llegó a peso constante a partir de las 8 horas.

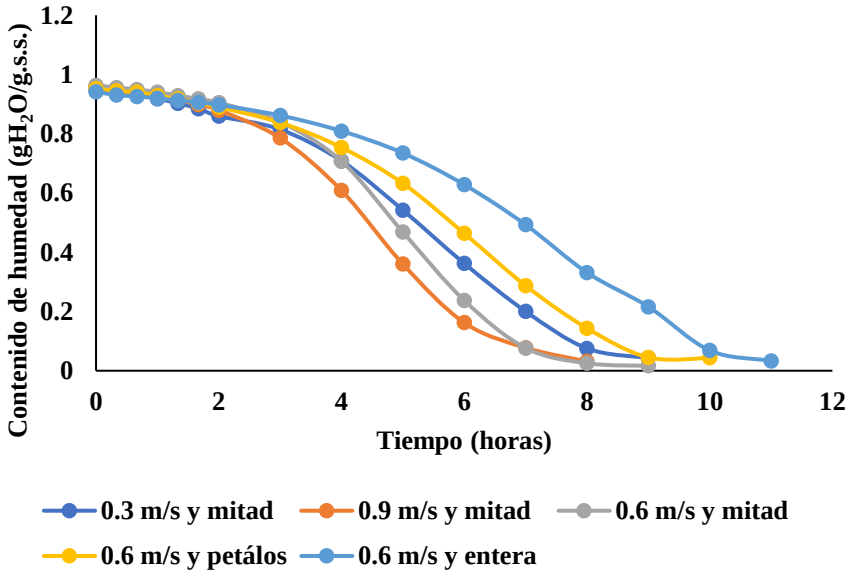



**Figura 5 Cinética de secado de la flor de calabaza a 50°C, diferentes velocidades y forma.**

En la Figura 6 se muestran las cinéticas de secado obtenidas a 45°C a 0.3, 0.6 y 0.9 m/s, con diferentes formas de la flor. En esta figura se puede observar que el proceso más rápido fue cuando se utilizó la velocidad de aire de 0.9 m/s y pétalos, ya que a las 9 horas el producto llegó a peso constante.

 ISSN: 2007 8102

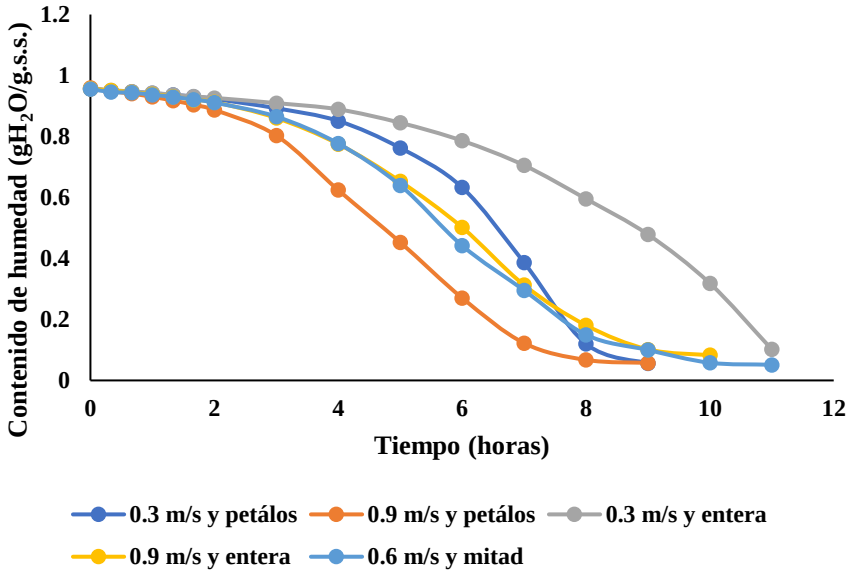



**Figura 6 Cinética de secado de la flor de calabaza a 45°C, diferentes velocidades y forma.**

De acuerdo con estos resultados, en un estudio realizado en flores de granada (Punica granatum Legrelliae) [10] deshidratas a 40, 50 y 60°C, se observó un comportamiento similar en las cinéticas de secado, ya que al aumentar la temperatura de secado los tiempos se redujeron. Por lo tanto, una temperatura de secado más alta es mejor para el proceso.

## Contenido de humedad y actividad de agua

En la Tabla 2 se muestran los valores de actividad de agua y contenido de humedad al final de la flor de calabaza deshidratada a 55°C, se puede observar que se alcanzaron humedades finales de 3.11% a 5.22% y con respecto a la actividad de agua se reportaron valores de 0.218 a 0.302, de acuerdo con estos datos se puede decir que la flor de calabaza se encuentra en condiciones estables para su conservación.

**Tabla 2 Contenido de humedad y actividad de agua final de flor de calabaza deshidratada a 55°C**

| Corrida | Contenido de humedad (%) | Actividad de agua |
|---|---|---|
| 0.3 m/s y pétalos | 4.71 | 0.302 |
| 0.9 m/s y pétalos | 5.22 | 0.220 |
| 0.3 m/s y entera | 3.11 | 0.225 |
| 0.9 m/s y entera | 4.70 | 0.218 |
| 0.6 m/s y mitad | 3.17 | 0.236 |

En la Tabla 3 se muestran los valores finales de actividad de agua y contenido de humedad de la flor de calabaza deshidratada a 50°C. En dicha tabla se puede observar que se alcanzaron valores de actividad de agua entre 0.253 y 0.295, y para el contenido de humedad se reportaron valores entre 2.50% y 4.33%.

**Tabla 3 Contenido de humedad y actividad de agua final de la flor de calabaza deshidratada a 50°C**

| Corrida | Contenido de humedad (%) | Actividad de agua |
|---|---|---|
| 0.3 m/s y mitad | 4.33 | 0.278 |
| 0.9 m/s y mitad | 2.78 | 0.295 |
| 0.6 m/s y mitad | 2.50 | 0.291 |
| 0.6 m/s y pétalos | 4.33 | 0.253 |
| 0.6 m/s y entera | 3.67 | 0.275 |

 ISSN: 2007 8102

En la Tabla 4 se muestran los valores obtenidos para la actividad de agua y contenido de humedad final de la flor de calabaza deshidratada a 45°C, los valores que se obtuvieron oscilan entre 0.225 y 0.359 para la actividad de agua, 5.13% y 10.20% para el contenido de humedad.

**Tabla 4 Contenido de humedad y actividad de agua final de flor de calabaza deshidratada a 45°C**

| Corrida | Contenido de humedad (%) | Actividad de agua |
|---|---|---|
| 0.3 m/s y pétalos | 5.65 | 0.328 |
| 0.9 m/s y pétalos | 5.76 | 0.272 |
| 0.3 m/s y entera | 10.20 | 0.359 |
| 0.9 m/s y entera | 8.30 | 0.225 |
| 0.6 m/s y mitad | 5.13 | 0.273 |

## Trabajo a futuro

Se espera poder realizar estudios para conocer como afecta el proceso de secado en las propiedades fisicoquímicas de esta flor, tales como, contenido de vitamina C, carotenos y azúcares.

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados reportados, la flor de calabaza alcanzó las condiciones esperadas para su conservación. La temperatura de secado que mostró mejores resultados fue 55°C, ya que se obtuvieron los valores más bajos de actividad de agua con 0.218, el contenido de humedad fue de 3.11 y el tiempo de secado fue el menor con 7 horas. Con estos valores podemos asegurar su estabilidad microbiológica para alargar su vida de anaquel. Y con respecto al uso de velocidad de aire durante el secado, se pudo observar que en con las tres diferentes temperaturas sucedió lo mismo, al utilizar 0.9 m/s el proceso fue más rápido. Por lo tanto, lo más conveniente es usar esa velocidad de secado.

## Agradecimientos

Al proyecto de secado solar de productos agropecuarios, PAPIIT IN103021, desarrollado en el laboratorio de secado solar y a investigadores por México CONACYT.

## Referencias

[1] L. Fernandes, S. Casal, J. A. Pereira, J. A. Saraiva y E. Ramalhosa, «Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health,» *Journal of Food Composition and Analysis,* vol. 60, pp. 38-50, 2017.

[2] D. J. Pinakin, V. Kumar, S. Suri, R. Sharma y M. Kaushal, «Nutraceutical potential of tree flowers: A comprehensive review on biochemical profile, health benefits, and utilization,» *Food Research International,* 2020.

[3] J. Dorozko, D. Kunkulberga, I. Sivicka y Z. Kruma, «THE INFLUENCE OF VARIOUS DRYING METHODS ON THE QUALITY OF EDIBLE FLOWER PETALS,» *FOODBALT,* pp. 182-187, 2019.

[4] I. López Agama , R. I. Ventura Aguilar , S. Bautista Baños y M. d. L. Ramos García, *FLORES COMESTIBLES ENDÉMICAS DE MÉXICO QUE NO PUEDEN FALTAR EN LA DIETA POR SU COMPOSICIÓN DE ANTIOXIDANTES,* Revista Ciencia y Nutrición, 2019.

ISSN: 2007 8102

[5] I. López Agama, M. d. L. Ramos García, A. Zamilpa, S. Bautista Baños y R. I. Ventura Aguilar, «Comparative analysis of the antioxidant compounds of raw edible flowers and ethanolic extracts of Cucurbita pepo, Tagetes erecta, and Erythrina americana during storage,» *J Food Process Preserv.,* pp. 1-12, 2021.

[6] C.-L. Zhou, L. Mi, X.-Y. Hu y B.-h. Zhu, «Evaluation of three pumpkin species: correlation with physicochemical, antioxidant properties and classification using SPME-GC–MS and E-nose methods,» *J Food Sci Technol,* vol. 54, nº 10, p. 3118–3131, 2017.

[7] P. Ghosh y S. S. Rana, «Physicochemical, nutritional, bioactive compounds and fatty acid profiling of Pumpkin flower (Cucurbita maxima), as a potential functional food,» *SN Applied Sciences,* vol. 3, nº 216, 2021.

[8] E. N. Aquino Bolaños, Q. Moreno Mayorga, A. Capistran Carabarín, R. Corona Velázquez, V. Velásquez Melgarejo y J. L. Chávez Servia, «Uso de diferentes películas plásticas de empaque para conservar la calidad poscosecha de flor de calabaza (Cucurbita máxima),» *Compendio de Investigaciones Científicas en México,* pp. 25-32, 2016.

[9] K. Toro Vélez, R. Chávez Jáuregui, L. Wessel Beaver y B. Brunner, «Production and postharvest assessment of tropical pumpkin flowersharvested for consumption,» *HorTechnology,* pp. 199-212, 2022.

[10] H. el Ferouali, N. Zehhar, F. Benkhalti, H. Bouamama, S. Doubabi, N. Abdenouri y A. Zoukit, «Solar drying, hygroscopic equilibrium and biochemical quality of Punica granatum Legrelliae's flowers,» *Journal of Applied Botany and Food Quality,* vol. 91, pp. 14 - 23, 2018.