

Cinética y modelación del secado de las hojas del bleo (*Amaranthus dubius*)

*Kinetics and modeling of the drying of the leaves of the pigweed (*Amaranthus dubius*)*

Yair García-Pacheco ¹

Maria Alicia Cassiani-Obeso ²

Linda Margarita Alcala-Botero ³

Resumen

Esta investigación estableció el comportamiento de la cinética de secado de las hojas del bleo (*Amaranthus dubius*) a cuatro temperaturas diferentes. Para la determinación de la cinética de secado, se deshidrataron las hojas de bleo previamente acondicionadas y seleccionadas a 65, 70, 75 y 80°C a velocidad de aire de 10 m s⁻¹; calculándose los tiempos para lograr la humedad en equilibrio, los resultados fueron de un rango entre 2,8 a 3,2 h para las cuatro temperaturas y ajustándose conformemente las curvas de secado al modelo de Page.0 empleos formales y mejoraron la calidad de vida de los excombatientes de las FARC –EP en su transición de la vida ilegal a la legalidad.

Abstract

This research established the behavior of the drying kinetics of the pigweed (*Amaranthus dubius*) leaves at four different temperatures. To determine the drying kinetics, the previously conditioned and selected milkweed leaves were dehydrated at 65, 70, 75 and 80 °C at an air speed of 10 m s⁻¹; Calculating the times to achieve equilibrium humidity, the results ranged from 2.8 to 3.2 h for the four temperatures and the drying curves were adjusted accordingly to the Page model.

Keywords

Page model, dehydration, food.

Palabras claves

modelo de Page, deshidratación, alimento.

¹ Ingeniero Agroindustrial, Magister en Seguridad Alimentaria y Nutricional, Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), ygarciapacheco@mail.uniatlantico.edu.co, Barranquilla.

² Ingeniera Química, Doctorado en Ingeniería Química, Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA).

³ Ingeniera Agroindustrial. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial (GIA), Barranquilla

Introducción

El bledo (*Amaranthus dubius*) es una planta herbácea de amplio crecimiento en regiones tropicales y subtropicales, se encuentra distribuido en Europa, Asia, África, y Suramérica, donde es considerado como maleza de cultivos de maíz, sorgo y legumbres; su reproducción se ve favorecida gracias a la dispersión de sus semillas, que son producidas en grandes cantidades y su desarrollo requiere de pocos cuidados [1].

A pesar de no ser explotado como cultivo, su utilización se ha valorizado debido a la excelente composición nutricional que posee, aprovechando las hojas en forma de harina para la alimentación humana y animal [2]. La hoja de esta planta posee un valor nutricional de proteína 26,34%, carbohidratos 45,6% y contenidos significativos de minerales y vitaminas (calcio, hierro, fósforo, magnesio, ácido ascórbico, niacina y vitamina A), siendo comparado con otros alimentos, como la soya y la espinaca. Por esta razón es importante conocer el comportamiento del secado de las hojas de bledo a diferentes temperaturas [3]. En este trabajo se estudió el proceso de secado en bandejas con circulación de aire forzado, a cuatro temperaturas. Igualmente, esta investigación será de interés para futuros trabajos enfocados en la utilización de las hojas de *Amaranthus dubius* en la industria de alimentos.

Materiales y métodos

El estudio fue realizado en el Centro de Laboratorio y Talleres de Ingeniería (CELTI) de la Universidad del Atlántico. Las hojas *Amaranthus dubius* fueron cosechadas de una siembra experimental ubicada en la ciudad de Barranquilla (Colombia), lavadas, desinfectadas y seleccionadas. Se sometieron a cuatro temperaturas de secado; 65, 70, 75 y 80 °C en un deshidratador de bandejas por convección a una velocidad de aire fija de 10 m/s (modelo FD115, 150 kg de carga máxima o 30 kg por bandeja, 116 L de volumen interior. Binder,

Alemania). Las hojas fueron pesadas antes y durante el secado a tiempos fijos de 15 minutos. Los datos obtenidos se simulaban en una curva de secado para la cual se determinó la razón de humedad en base seca, adimensional (Ψ), de acuerdo con la ecuación 1 (Ec.1) [4].

$$\Psi = \frac{w - w_e}{w_o - w_e} \quad (1)$$

Dónde w : humedad determinada en el instante t (g/g); w_e : humedad de equilibrio (g/g), y w_o : humedad inicial (g/g). El modelo de Page utilizado fue el realizó mediante la ecuación 2:

$$\Psi = C e^{-K t^n} \quad (2)$$

Dónde C , K y n son parámetros del modelo

El cálculo de las medidas de la ecuación 2 y sus valores de desviación estándar se hizo por ajuste de mínimos cuadrados no lineales empleando el software Python 3.5.1 (Python Software Foundation, Wilmington, DE) [4]

Resultados y discusiones

La temperatura de los tratamientos y el tiempo fueron los dos elementos que incidieron adictamente sobre el comportamiento de la cinética del secado de las hojas de bledo [4]. El tiempo de secado fue notoriamente reducido, asociado al bajo contenido de agua libre de la hoja y al ser sometido a las cuatro temperaturas de 65, 70, 75 y 80 °C se produjo una pérdida de humedad acelerada, acortando el periodo que se requiere para lograr el equilibrio [5]. Se destaca que la pérdida de humedad fue mayor al inicio de los procesos de secado, siendo entre 12,8 y 13,7 g en los primeros 15 minutos, luego disminuyó gradualmente hasta 0,85 g en 15 minutos, alcanzando el equilibrio entre los 2,8 y 3,2 horas. La tabla 1 presenta los valores correspondientes a los parámetros para el modelo de Page [6], con los cuales se modeló el secado de las hojas de bledo calculado a 65, 70, 75 y 80 °C.



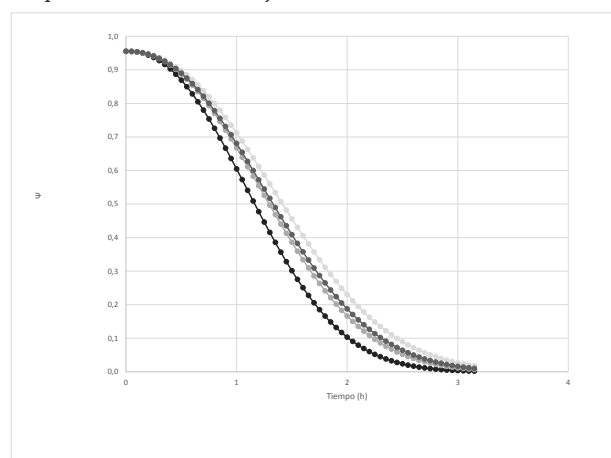
Tabla 1.

Parámetros del modelo de Page calculados para datos de secado de *Amaranthus dubius* a cuatro temperaturas

Tratamiento	Parámetros del modelo de Page (Ec. 2)		
	C	K	n
65° C	0,9551 ± 0,0237	0,4573 ± 0,0005	2,283 ± 0,1923
70 °C	0,9541 ± 0,0245	0,293 ± 0,0086	2,28 ± 0,2696
75 °C	0,9554 ± 0,0428	0,359 ± 0,0019	2,285 ± 0,4986
80 °C	0,9554 ± 0,0245	0,359 ± 0,0086	2,265 ± 0,1923

Fuente: Autores

Figura 1. Curvas de secado del *Amaranthus dubius* para las temperaturas de 64, 70,75 y 80°C. (datos modelados).



Fuente: Autores.

El modelo se ajustó a los datos experimentales, en la gráfica 1 se muestra la simulación del secado a la temperatura establecida a través del modelo de Page, mostrando la pérdida de humedad rápida consecuente con los tiempos que alcanzó la hoja para llegar a la humedad en equilibrio [6], [7].

Conclusiones

La cinética de secado de las hojas de *Amaranthus dubius*, presentan un procedimiento de deshidratación particular de los procesos de secado de productos alimenticios altos en contenidos de almidones y mostrando la posibilidad de ser simulados a través del

modelo de Page. Los secados de hojas de Bledo con velocidad de entrada de aire a 10 m/s y temperaturas entre 65 y 80°C, inducen a una pérdida del 85% de la humedad en tiempos entre 2,8 y 3,2 horas.

Referencias

- A. L. Garcia, S. Ruiz, H. Mendoza, y H. Pineda, "Utilizacion de *Amaranthus dubius* (Amaranthaceae) como alternativa alimentaria en cerdo criollo mestizado," Rev. Colomb. cienc. Anim., vol. 2, no. 2, pp. 331–337, Jul. 2010.
- E. Molina et al., "Effect of the inclusion of *Amaranthus dubius* in diets on carcass characteristics and meat quality of fattening rabbits," J. Appl. Anim.Res., vol. 46, no. 1, pp. 218-223, Feb. 2017.
- R. Arce, "De flores , brotes y palmitos : alimentos olvidados," Agronomía Costarricense, vol. 32, no. 2, pp. 183–192, Jun. 2008
- Y. E. García-Pacheco, M. Prieto, and C. Fuenmayor, "Cinética, modelación y pérdidas de carotenoides para el secado de ahuyama (*Cucurbita moschata*) en cubos," Agron. Colomb., vol. 34, no. February 2017, pp. S574–S576, 2016.
- K. Montero Quintero, E. Molina, and A. B. Sánchez-Urdaneta, "Composición química del *Amaranthus dubius*: una alternativa para la alimentación humana y animal Chemical composition of *Amaranthus dubius*:an alternative for human and animal feeding," Rev. la Fac. Agron., vol. 28, no. 1, pp. 619–627, Nov. 2011.
- Simal, S., A. Femenia, M.C. Garau y C. Rosselló. 2005. Use of expo-nential, Page's and diffusional models to simulate the drying kinetics of kiwi fruit. J. Food Eng. 66, 323-328. Doi: 10.1016/j.jfoodeng.2004.03.025.
- Nowak, D. y P. Lewicki. 2004. Infrared drying of apple slices. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 5, 353-360. Doi: 10.1016/j.ifset.2004.03.003.