

ISOTERMAS DE SECADO EN CONDICIONES DE LABORATORIO PARA PULPA DE CALABAZA (Cucúrbita pepo)

Recibido: 15 septiembre 2020

Aceptado: 29 de septiembre de 2020

C. Mojica Mesinas¹

D. C. Acosta Pintor²

E. Vidal Becerra³

N.I. Mojica Sobrevilla⁴

RESUMEN

La presente investigación aborda la construcción de las isotermas de secado aplicado a la pulpa de calabaza, su comportamiento durante el proceso a lo largo del tiempo; considerando principalmente la realización de las mismas a diferentes temperaturas y una atmósfera de presión; se realizaron en un proceso controlado de laboratorio, garantizando no destruir contenidos importantes de masa orgánica como son proteínas y vitaminas, los resultados muestran que este producto permite un excelente almacenamiento con un mínimo de pérdidas de sus propiedades nutricionales y organolépticas.

PALABRA CLAVES

Isotermas, secado, pulpa, calabaza, temperatura y presión atmosférica.

ABSTRACT

The present investigation deals with the construction of the drying isotherms applied to the pumpkin pulp, their behavior during the process over time; considering mainly the performance of the same at different temperatures and an atmosphere of pressure; were carried out in a controlled laboratory process, guaranteeing not to destroy important contents of organic mass such as proteins and vitamins, the results show that this product allows an excellent storage with a minimum of losses of its nutritional and organoleptic properties.

KEY WORDS

Isotherms, drying, pulp, pumpkin, temperature and atmospheric pressure.

INTRODUCCIÓN

Desde épocas lejanas el ser humano ha buscado la manera de preservar los alimentos, uno de los métodos más utilizados es el secado de alimentos de alto contenido de agua, se habla de carne, leche, huevos, frutas y hortalizas, principalmente (Aguilar Morales, 2012).

La calabaza (Cucúrbita pepo) es un cultivo anual de clima templado muy arraigado en México, aunque puede crecer desde el nivel del mar, hasta los 2700 metros. Tiene una gran diversidad de tamaños, colores y formas de sus frutos, así como períodos de maduración y es parte de la dieta alimenticia de México. (Martínez Alvarado, 2000)

La calabaza forma parte de los cultivos más importantes en México, junto con el maíz y frijol, razón por la cual México se ubica en el 7° lugar de producción a nivel mundial. Los principales productores de calabaza en el país se ubican en los estados de Sonora, Sinaloa, Tlaxcala, Nayarit, Hidalgo, Puebla y Morelos (CANABIO, 2019).

La calabaza y sus componentes tienen diversos usos, entre ellos destacan: la elaboración de dulces, jabones, aceites, purés, harina, ornato, botanas, mole de pepita, forraje para ganado, vasijas, medicinales (desinflamatorio, laxante, fuente de fibra, desparasitante, curación de

¹ Profesor del programa de Ingeniería Ambiental del TecNM, Campus Ciudad Valles. cuitlahuac.mojica@tecvalles.mx

² Profesora del programa de Ingeniería Industrial del TecNM, Campus Ciudad Valles. dulce.acosta@tecvalles.mx

³ Profesora del programa de Ingeniería Industrial del TecNM, Campus Ciudad Valles. elia.vidal@tecvalles.mx

⁴ Alumna del programa de Ingeniería Ambiental del TecNM, Campus Ciudad Valles. 17690352@tecvalles.mx

llagas y quemaduras, tratamiento de hemorroides) y el tratamiento de aguas residuales a través de enzimas (Espinosa, 2018).

En la región huasteca, hay frutas y hortalizas susceptibles de secar, con el estudio de las isotermas de secado para estos alimentos, se dan alternativas de conservación a los micro y pequeños productores; evitando con ello la pérdida por descomposición; del mismo modo se puede utilizar la energía solar, para el desecado de estos productos del campo, que hoy en día se pierden por no poder conservarlos de manera económica y eficientemente. La idea final es estudiar estos comportamientos para aprovechar el secado al sol y ahorrar en otros tipos de energías (eléctricas y combustibles).

Se parte de que existe una diferenciación en la eliminación de humedad de productos sólidos o semisólidos. Existen dos conceptos muy similares: el secado, que es cuando se elimina parte del contenido acuoso del alimento, hasta que su humedad se equilibra con la del ambiente. Y la deshidratación cuando la eliminación de agua es casi total.

El secado es el proceso que consiste en la eliminación de gran parte del agua inicialmente incluida en el producto, hasta un nivel de contenido de humedad aceptable para ser almacenados por largos períodos sin pérdidas significativas y sin reducir el valor comercial del producto. Este fenómeno tiene como finalidad la reducción del agua disponible y por lo tanto de la actividad de agua y la velocidad de las reacciones en el producto y en el desarrollo de los microorganismos (McCabe, Smith, & Harriott, 1998).

Existe poca información bibliográfica para la construcción de isotermas de secado en alimentos, situación que dificulta la comparación de estas con respecto a otros estudios, sin embargo, su construcción es relativamente sencilla con material y equipo básico de laboratorio es posible realizar estas isotermas, como son: estufa eléctrica regulada, cuchillo, termómetros, balanza analítica, papel aluminio, bandejas de metal y cronómetro (Geankoplis, 1998).

La isoterma de secado depende de la temperatura y de la composición del alimento (proteico, graso, azucarado, amiláceo) y del estado físico en que se encuentre (sólidos, o líquido). Dentro de las aplicaciones, las isotermas son importantes en el análisis y diseño de varios procesos, como la cinética de secado de los alimentos. También se utilizan para la selección de materiales de envasado, en la selección de ingredientes para el mezclado de alimentos, y para la predicción de cambios en la estabilidad o vida útil durante el almacenamiento de los alimentos secos. Al conocer y obtener las isotermas de cada uno de los componentes de una mezcla, se podrá predecir de mejor manera la estabilidad de la mezcla resultante, ya que cada componente (proteínas, lípidos, fibra, carbohidratos, etc.), tiene diferentes formas de interactuar con el agua (McCabe, Smith, & Harriott, 1998).

La semilla de calabaza se comercializa principalmente, mientras que, la pulpa queda en algunos casos como un subproducto y se utiliza para alimento de ganado (algunos agricultores la dejan en el campo y la incorporan al suelo, quedando como un abono orgánico).

Con esta diferenciación, se realiza la investigación para la construcción de las isotermas de secado aplicado a la pulpa de calabaza, su comportamiento durante el proceso a lo largo del

tiempo; considerando principalmente la realización de las mismas a temperatura controlada y presión atmosférica (McCabe, Smith, & Harriott, 1998).

Las Isotermas de secado de la pulpa de calabaza a diferentes temperaturas y una atmósfera de presión en peso, se realizan en un proceso controlado de laboratorio, garantizando no destruir contenidos importantes de masa orgánica como son proteínas y vitaminas, los resultados muestran que este producto permite un excelente almacenamiento con un mínimo de pérdidas de sus propiedades nutricionales y organolépticas.

El propósito es construir las isotermas de secado en condiciones de laboratorio para pulpa de Calabaza (Cucúrbita pepo), producida en la región Huasteca, del estado de San Luis Potosí.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Química del Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Valles. El Municipio de Ciudad Valles.

Para iniciar se debió activar 30 minutos antes la estufa eléctrica marca FELISA, modelo 241, y enseguida se empezaron a tomar las temperaturas de estudio (40°, 50°, 60°, 70°, 80° ó 90°C), de acuerdo a la isoterma a realizar.

Se cortaron 30 pedazos pequeños de aluminio, para cada temperatura de estudio, marcando cada uno de los pedazos de aluminio para poderlas identificar al momento de dar seguimiento del proceso de secado; se pesó cada pedazo de aluminio marcado y se registraron los datos.

Se cortaron 30 muestras de pulpa de calabaza, aproximadamente un gramo [g] de cada una de las muestras, se colocaron en cada pedazo de aluminio marcado una muestra de pulpa de calabaza, se pesó el papel aluminio junto con la muestra y se registraron los datos.

Trascurridos los treinta 30 minutos de precalentamiento de la estufa, se tomaron los siguientes datos al inicio del proceso de desecado: temperatura de bulbo seco y temperaturas de bulbo húmedo, para determinar la humedad relativa en el ambiente y dentro de la estufa regulada.

Se introdujeron las muestras en la estufa regulada a las diferentes temperaturas de estudio (40°, 50°, 60°, 70°, 80° ó 90°C), iniciando a contabilizar el tiempo de secado con el cronometro marca GENERAC, modelo estándar (ver Figura 2. Secado de pulpa de calabaza). Se pesó cada una de las muestras y se checó las temperaturas cada 30 minutos hasta que se obtuvieron tres lecturas muy similares, y se registraron los datos.



Figura 2. Secado de pulpa de calabaza

Utilizando Excel 365, se vaciaron los datos obtenidos en el proceso de secado, una hoja para cada temperatura regulada (40°, 50°, 60°, 70°, 80° ó 90°C); en la hoja de cálculo, se obtuvieron los promedios de las 30 muestras de: Tiempo [hora], Peso Promedio [g], Diferencia de Peso [kg], Perdida de agua Acumulada [kg], % Perdida de agua Acumulada, % en peso Muestra Seca.

Con los promedios de datos y en el mismo archivo Excel, se construyó las isotermas de secado para cada una de las temperaturas reguladas (40°, 50°, 60°, 70°, 80° ó 90°C). Se realizaron comparación de las isotermas para determinar la humedad crítica para la pulpa de calabaza; conociendo los tiempos para cada una de las isotermas y en el mismo archivo de Excel, se construyó la curva de tiempo versus temperaturas.

RESULTADOS

Se observó que conforme se incrementa la temperatura de secado, el tiempo para el mismo disminuye, por ejemplo, a 40°C el tiempo fue de 13 horas, mientras que para una temperatura de 90°C el tiempo fue de 5.5 horas (ver Tabla 5. Tiempo de Secado vs. Temperatura).

Tabla 5. Tiempo de Secado vs. Temperatura

Secado de calabaza: tiempo versus temperatura				
Temperatura	Tiempo de Secado	Punto de inflexión	Perdida de agua crítica	% Solidos Totales
40	13	89.03	95.54	4.46
50	9.5	89.73	95.59	4.41
60	7.5	89.25	95.62	4.38
70	7	89.89	95.33	4.67
80	6	90.92	96.63	3.37
90	5.5	91.33	95.55	4.45
		90.03	95.71	4.29

Se observa una rápida estabilización de las velocidades de secado, es decir la velocidad de secado creciente se alcanza en los primeros 30 minutos; la velocidad de secado constante depende de la temperatura que se esté ocupando en el proceso de construcción de la isoterma (ver Figura 2. Secado de pulpa de calabaza). Así mismo se obtuvo un punto de inflexión cuando la pérdida de humedad promedio llegó a 90%, lo que obedece al bajo contenido de sólidos totales en las muestras; al llegar a este, para el proceso de secado comienza la zona de velocidad decreciente, llegando a la humedad crítica de 95.71% en promedio (Geankoplis, 1998).

Se observa en las isotermas, al compáralas todas en un mismo gráfico, que la temperatura de secado óptimo se encuentra entre 60° y 70°C (ver Figura 2. Secado de pulpa de calabaza) y de acuerdo a la bibliografía consultada para secado de alimentos la temperatura debe ser entre 60° y 65°C, concordando los resultados con esto (De Michelis & Ohaco, 2012).

También se vio un cambio en la coloración de las muestras de calabaza seca. En las temperaturas de 40°, 50°, 60° y 70°C, el color fue más claro; y en las de 80° y 90°C, el color fue más oscuro.

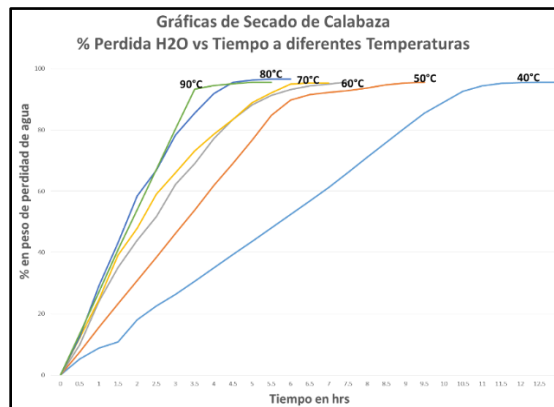


Figura 3. Gráficas de secado pulpa de calabaza

Al realizar el gráfico de tiempo versus temperatura de secado, se observa que el tiempo de secado disminuye al aumentar la temperatura (ver Figura 4. Gráfico de temperatura versus tiempo de secado).

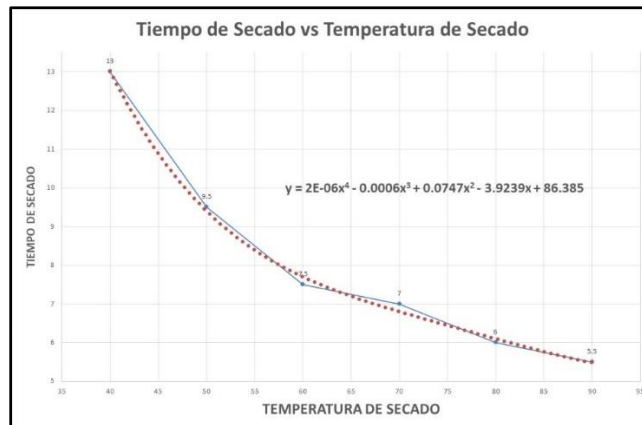


Figura 4. Gráfico de temperatura versus tiempo de secado

CONCLUSIONES

Al realizar el secado en condiciones controladas de temperatura de 40, 50, 60, 70, 80 y 90 grados centígrados [°C], se estudia el comportamiento del secado a diferentes temperaturas y a presión atmosférica.

Se construyó las isotermas de secado para cada una de las temperaturas reguladas, realizando la comparación de las isotermas para determinar la humedad crítica para la pulpa de calabaza y se construyó la curva de tiempo de secado en las condiciones de estudio para temperatura y presión.

Los resultados muestran que este producto permite un excelente almacenamiento con un mínimo de pérdidas de sus propiedades nutricionales, organolépticas y físicas entre los 60 y 70°C, considerando el promedio de las mismas como la óptima, la cual es 65°C.

La construcción de las isotermas de secado aplicado a la pulpa de calabaza, permite el estudio del comportamiento durante el proceso a lo largo del tiempo, prediciendo de mejor manera la estabilidad del producto seco resultante, cada componente (proteínas, lípidos, fibra, carbohidratos, etc.), tiene diferentes formas de interactuar con el agua

Realizar más isotermas de secado pero considerando los intervalos de temperatura cada 5°C, es decir, a 40°, 45°, 50°, 55°,...90°, 95°, 100°, 105°C; para tener mayores datos con los cuales compara los tiempos de secado versus la pérdida de humedad.

De igual modo la toma de datos a intervalos de tiempo de 20 min, con el propósito de observar las velocidades de secado con mayor precisión (Creciente, constante y decreciente), que facilite la observación del punto de inflexión y el tiempo de secado con mayor exactitud.

Realizar las isotermas de secado para otros alimentos, como pueden ser las frutas y verduras de la región, con el propósito de darle alternativas de conservación a los micro y pequeños productores; evitando con ello la pérdida por descomposición.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrolanzarote. (2012). Calabaza. Ciudad de México, Méx.: Servicio Insular Agrario.
- Aguiar Morales, J. (2012). Métodos de Conservación de Alimentos. Tlalneptla, Estado de México: Red Tercer Milenio S.C.
- CANABIO. (2019). Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. Ciudad de México, Méx.: CANABIO.
- Castellan, G. G. (1987). Fisicoquímica. Maryland, U.S.A.: Pearson Educación.
- De Michelis, A., & Ohaco, E. (2012). Deshidratación y secado de frutas, hortalizas y hongos: Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala. Cumahue, argentina: INTA Editores.
- Geankoplis, C. J. (1998). Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. México: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.
- Hernández Ángel, G. (2010). Tratado de nutrición, composición y calidad nutritiva de los alimentos. Madrid, España.: Médica Panamericana.

IICA. (2018). Calabazas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1-5.

Martínez Alvarado, M. (2000). El Cultivo de la Calabacita (Cucúrbita pepo L.) en México. Saltillo, Coahuila, México: Universidad Antonio Narro.

McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (1998). Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Madrid, España: McGraw-Hill.