

Efecto de la temperatura de secado sobre las propiedades funcionales de la fibra dietaria presente en la citropulpa

Gustavo Adolfo Hincapié Llanos*, Mónica Marcela Omaña Yañez**, Carlos Augusto Hincapié Llanos***, Zuleyma Arias Gómez****, Lina María Vélez Acosta*****

Resumen

Introducción. El aprovechamiento de residuos agroalimentario es un tema de investigación actual, por el valor nutricional que todavía se conserva en muchos de ellos, y por la disminución del impacto ambiental negativo generado por su disposición final. El proceso de secado se convierte en una etapa necesaria y de gran relevancia para la conservación y procesamiento de estas fuentes. Se pueden presentar modificaciones sustanciales en las propiedades fisicoquímicas y funcionales de algunos elementos o componentes nutricionales de consideración que aportan funcionalidad al material alimentario, como es el caso de la fibra dietaria (FD). **Objetivo.** Determinar la cinética de secado del residuo proveniente de la extracción del jugo de naranja. **Materiales y métodos.** Se utilizó la naranja variedad Valencia a 40°C, 45°C, 50°C, 55°C y 60°C, a una velocidad constante de 3 m/s; a estas condiciones se evaluó el contenido y las propiedades funcionales de la fibra dietaria; la capacidad de hinchamiento (CH), la capacidad de retención de agua (CRA), y la capacidad de adsorción de lípidos (CAL). **Conclusión.** Se observó que a 50 °C se conservan mejor las propiedades funcionales de la fibra dietaria y que se requieren 19.75 horas para lograr una humedad de 0.12 kg agua/kg Muestra Seca (MS).

Palabras claves: cinética de secado, citropulpa, propiedades funcionales, fibra dietaria.

Effect of the drying temperature on the functional properties of the dietary fiber contained in citropulp

Abstract

Introduction. Agrifood waste use is a current research subject, given the nutritional value many of them keep and the reduction of negative environmental impacts generated by their disposal. The drying process is a necessary stage and it is relevant to preserve and process these sources. Substantial modifications in the chemical and physical properties of some elements or considerable nutritional components that give functionality to the alimentary material, such as dietary fiber, can take place. **Objective.** To determine the kinetics of the drying process for the waste produced in orange juice's extraction. **Materials and methods.** Valencia variety oranges were used at 40°C, 45°C, 50°C, 55°C and 60°C at a constant speed of 3m/s. At these conditions, the content and the properties of the dietary fiber's functional conditions were evaluated: The swell capacity (SC), the water retention capacity (WRC) and the lipid adsorption capacity. **Conclusion.** At 50 °C The functional properties of the dietary fiber are preserved in a better way. 19.75 hours are required to achieve a humidity of 0.12kg water/kg of dry sample.

Key words: drying kinetics, citropulp, functional properties, dietary fiber.

* Químico, magíster en Ingeniería Ambiental. Docente-Investigador Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigaciones Agroindustriales (GRAIN), Universidad Pontificia Bolivariana.

** Ingeniera Agroindustrial. Docente-investigador Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Pontificia Bolivariana.

*** Ingeniero Agroindustrial, magíster en Ciencias Agrarias. Docente-Investigador Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigaciones Agroindustriales (GRAIN), Universidad Pontificia Bolivariana.

**** Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Semillero de Investigaciones Agroindustriales. Universidad Pontificia Bolivariana.

***** Ingeniera de alimentos, Magíster en Desarrollo. Docente-Investigador Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Grupo de Investigaciones Agroindustriales (GRAIN), Universidad Pontificia Bolivariana.

Correspondencia: Gustavo Adolfo Hincapié Llanos. e-mail: gustavo.hincapie@upb.edu.co

Artículo recibido: 20/01/2010; Artículo aprobado: 3/12/2010

Efeito da temperatura de secado sobre as propriedades funcionais da fibra dietaria presente na citropolpa

Resumo

Introdução. O aproveitamento de resíduos agro-alimentar é um tema de investigação atual, pelo valor nutricional que ainda se conserva em muitos deles, e pela diminuição do impacto ambiental negativo gerado por sua disposição final. O processo de secado se converte numa etapa necessária e de grande relevância para a conservação e processamento destas fontes. Podem-se apresentar modificações substanciais nas propriedades físico-químicas e funcionais de alguns elementos ou componentes nutricionais de consideração que contribuem funcionalidade ao ma-

terial alimentício, como é o caso da fibra dietaria (FD). **Objetivo.** Determinar a cinética de secado do resíduo proveniente da extração do suco de laranja. **Materiais e métodos.** Utilizou-se a laranja variedade Valencia a 40°C, 45°C, 50°C, 55°C e 60°C, a uma velocidade constante de 3 m/s; a estas condições se avaliou o conteúdo e as propriedades funcionais da fibra dietaria; a capacidade de inchamento (CH), a capacidade de retenção de água (CRA), e a capacidade de adsorção de lípidos (CAL). **Conclusão.** Observou-se que a 50°C se conservam melhor as propriedades funcionais da fibra dietaria e do que se requerem 19.75 horas para conseguir uma umidade de 0.12 kg água/kg Mostra Seca (MS).

Palavras importantes: cinética de secado, citropolpa, propriedades funcionais, fibra dietaria.

Introducción

En las últimas décadas, la demanda de productos nutricionales adecuados para la salud humana se ha incrementado considerablemente. Esto ha producido un aumento en los costos de ciertos productos y la disminución de su disponibilidad en algunos casos; además, se ha identificado que algunos residuos de productos agrícolas contienen nutrientes que todavía no se han aprovechado; la utilización de éstos podría disminuir, además, la generación de residuos sólidos que impactan el ambiente de una manera negativa.

La deshidratación es una de las técnicas más ampliamente utilizadas para la conservación de alimentos¹; son muy conocidas las ventajas de la deshidratación, ya que al reducir el contenido de humedad de los productos alimenticios se previene el crecimiento de microorganismos y se minimizan las demás reacciones bioquímicas de los mismos². Por otra parte, el secado disminuye el volumen y el peso de un material orgánico, lo que influye en una reducción importante de los costos de empaque, almacenamiento y transporte. Los productos secos permiten, además, ser almacenados a temperatura ambiente por largos períodos de tiempo³.

El secado o deshidratación de vegetales a altas temperaturas afecta las propiedades orga-

nolépticas del producto y su valor nutricional³; durante esta operación pueden cambiar la textura, el color, la densidad, la porosidad y las características de adsorción de materiales⁴; también se pueden presentar los fenómenos de endurecimiento y encogimiento⁵, por lo que la temperatura de secado es una variable a tener en cuenta en los estudios cinéticos, pues aunque temperaturas elevadas pudieran acelerar el proceso, la pérdida de calidad del producto no compensaría la reducción de tiempo del proceso. Se han adelantado estudios sobre el efecto de algunas variables tecnológicas, tales como temperatura de aire, humedad relativa del aire de secado, velocidad del aire y el tamaño de partículas, que influyen en el secado de varios vegetales, modelando la cinética del proceso con ecuaciones empíricas³.

Uno de los componentes importantes en las frutas es la FD, la cual causa una serie de efectos benéficos en el organismo, entre los cuales se destaca el efecto laxante, su papel en la prevención de la cardiopatía coronaria isquémica y su rol en la regulación del colesterol y la glucosa plasmática, además de la regulación del peso y la prevención de algunos tipos de cáncer⁶. Por esta razón, en los últimos años, una gran variedad de productos que contienen un importante porcentaje de fibra dietaria han sido estudiados⁷ evidencia de ello es la gran cantidad de productos alimenticios que se ofrecen

actualmente en los supermercados, enriquecidos con FD⁸.

La FD de cereales es más utilizada que la de frutas, sin embargo, la fibra proveniente de éstas contiene mejores propiedades funcionales, como el balance entre fibra dietaria soluble (FDS) y fibra dietaria insoluble (FDI) y por su alta CRA y CAL⁹. Estudios sobre el contenido de FD en vegetales y frutas después de someterlos a procesos de deshidratación arrojaron importantes porcentajes (25-60 g fibra dietaria total /100 g de M.S) y mejores relaciones de FDS y FDI que los cereales¹⁰.

La presente investigación determinó la variación en el contenido y las propiedades funcionales de la FD, CH, CRA y CAL en el residuo resultante de la extracción del jugo de naranja (citropulpa), al ser sometido a secado por convección con aire caliente a 5 temperaturas diferentes y a una velocidad constante de 3 m/s.

Materiales y métodos

1. Material

Se estudió el residuo resultante de la extracción del jugo de naranja (citropulpa), de la variedad Valencia (*Citrus sinensis*, Osbek).

2. Caracterización de la citropulpa

Se realizó el análisis bromatológico (humedad, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, proteína total y carbohidratos) a la citropulpa según metodología AOAC; además, se determinó el contenido de fibra dietaria total (FDT), FDS y FDI según metodología AOAC 985.29 enzimática a la citropulpa fresca y después de ser sometida a cada proceso de secado.

3. Cinética de secado

Se utilizó la metodología descrita por Isaiza (2008)¹¹, la cual consiste en seleccionar lotes homogéneos de producto; luego, las muestras son reducidas a un tamaño de partícula de 5 mm y sometidas a secado a (5) cinco temperaturas diferentes (40°C, 45°C, 50°C, 55°C, 60°C) y a una velocidad constante de 3 m/s; estos ensayos se hicieron por triplicado. El proceso de secado por aire caliente se llevó a cabo en un secador

por convección con aire caliente diseñado en la Universidad Pontificia Bolivariana, hasta obtener una humedad de 0.12 kg de agua/100 kg M.S.

4. Residuo Insoluble en alcohol

Con el fin de determinar las propiedades funcionales de la FD se extrajo el residuo insoluble en alcohol (RIA) a las muestras luego de ser sometidas a deshidratación: se tomaron 50 gramos de muestra seca y se adicionaron a 200mL de etanol con una concentración final del 85% v/v, y se calentó hasta ebullición por 10 minutos. La mezcla se recolectó y se filtró a través de un papel de filtro de fibra de vidrio (Whatman GF/C). El residuo se lavó con dietil éter y posteriormente se secó a temperatura ambiente. El material seco constituye el RIA¹².

5. Propiedades funcionales de la fibra dietaria

Las propiedades funcionales medidas fueron: CH, CRA y CAL₁₃; se miden a partir del RIA, el cual es reducido a un tamaño de partícula de 0.180 mm.

5.1 Capacidad de hinchamiento (CH): se determinó midiendo el volumen que gana la muestra después de alcanzar un equilibrio con un exceso de disolvente. Se pesaron (+/- 0.25 g) de muestra de RIA deshidratada en una probeta; luego se hidrató con 10 mL de agua destilada; después del equilibrio (24 horas), el volumen de la muestra es medido y expresado como mL de agua/g RIA.

5.2 Capacidad de retención de agua (CRA): se pesaron (+/- 0.25 g) de muestra de RIA deshidratada; se adicionaron 10 mL de agua destilada en un tubo de centrifuga y se dejó en reposo por 24 horas, luego de las cuales se centrifugó a 3000rpm durante 10 minutos; el sobrenadante se decantó y se pesó. La retención de agua es medida como g agua/g RIA.

5.3 Capacidad de adsorción de lípidos (CAL). Se mide como la capacidad de retención de aceite. Se pesaron (+/- 0.5 g) de muestra de RIA deshidratada; se adicionaron 10 mL de aceite de girasol en un tubo de centrifuga, y se

dejó en reposo por 24 horas, luego de las cuales se centrifugó a 3000rpm por 10 minutos; el sobrenadante se decantó y se pesó. La adsorción de lípidos se expresa como g aceite/g RIA.

6. Diseño de experimentos y tratamiento estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar con las cinco (5) temperaturas como tratamientos (40°C, 45°C, 50°C, 55°C, 60°C) con 3 repeticiones por tratamiento. Las variables respuesta fueron la cantidad de FD: FDT, FDS y FDI; y las propiedades funcionales de la fibra dietaria para cada temperatura (tratamiento) y cada repetición: CH, CRA y CAL. A los resultados se les realizó un análisis de varianza, y cuando se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos, se analizaron utilizando la prueba

de Duncan. Todo esto, utilizando el programa estadístico SAS V 8.0

Resultados

1. Caracterización de la citropulpa

Estudios realizados a la corteza de la naranja fresca muestran contenidos de proteínas no menores del 10% en BS, extracto etéreo no menor del 4.8% BS, fibra cruda no menor al 18.5% en BS y cenizas no menores al 5.8% en BS₁₄. En comparación con los resultados obtenidos en esta investigación, el % de extracto etéreo es muy bajo, debido al proceso de prensado realizado a la corteza de la naranja donde se observa el arrastre de parte del aceite esencial de la misma. Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a la citropulpa se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Características fisicoquímicas de la citropulpa

Parámetro	Valor	Unidades
Humedad	86.71+/- 6.2	g/100 g B.H.
Extracto etéreo	1.20+/-0.2	g/100 g B.S.
Fibra cruda	26.78+/-3.1	g/100 g B.S.
Proteína	24.69+/-3.9	g/100 g B.S.
Cenizas	3.46+/-0.7	g/100 g B.S.
Carbohidratos	43.87+/-6.3	g/100 g B.S.
Fibra dietaria total (FDT)	63.80 +/- 5.4	g/100 g B.S.
Fibra dietaria soluble (FDS)	2.33+/-0.6	g/100 g B.S.
Fibra dietaria insoluble (FDI)	61.47+/-4.7	g/100 g B.S.

2. Cinética de secado

En la figura 1 se muestra la cinética de secado obtenida. Se puede observar el efecto del aire caliente sobre la velocidad de secado; para temperaturas bajas se necesita mayor tiempo de secado; por ejemplo, para lograr una humedad de 0.12 kg agua/Kg MS a 40 °C se necesitaron 43.3 horas, mientras que a 60 °C sólo se requirió de 11.66 horas. Se observa que la cinética es muy similar a 45°C y 50 °C; se necesitaron 1185 y 1184

minutos, respectivamente, para lograr la humedad deseada; mientras que a 55°C requirió de 900 minutos.

3. Residuo Insoluble en alcohol (RIA)

El comportamiento del Residuo Insoluble en Alcohol de la citropulpa deshidratada a las diferentes temperaturas de trabajo se observa en la Figura 2. A 60 °C se obtuvo el menor porcentaje con 84.17%, pero a 55 °C se obtuvo un valor alto cercano a las temperaturas más bajas, 91.33%.

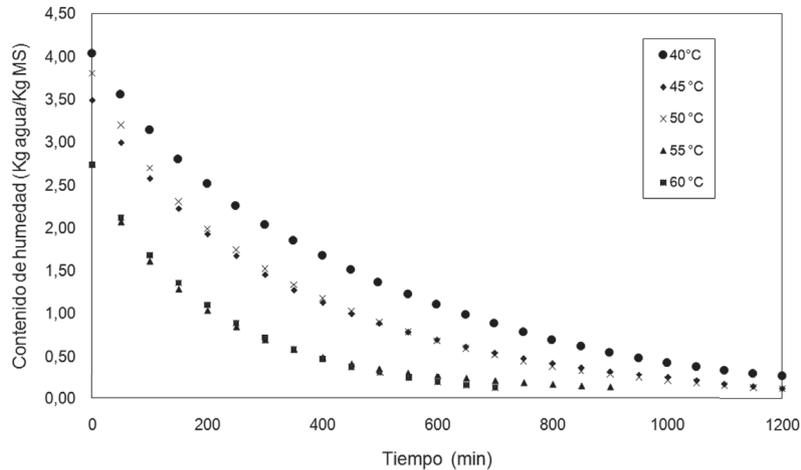


Figura 1. Cinética de secado de la citropulpa

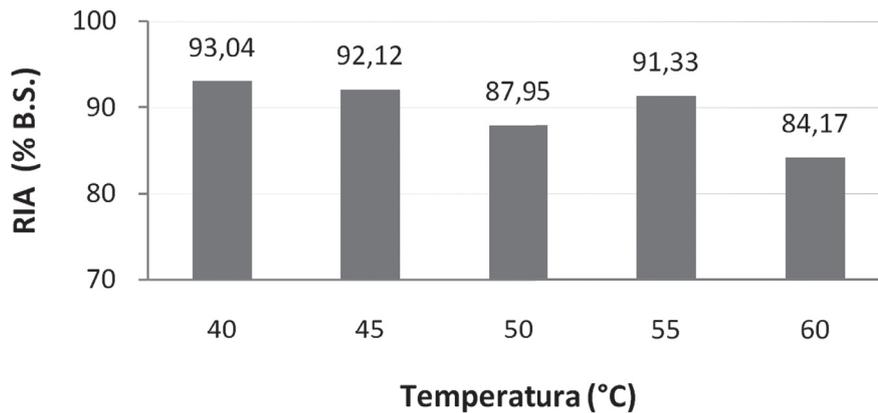


Figura 2. Contenido de RIA en la citropulpa deshidratada (resultados expresados en g de RIA/100 g de citropulpa deshidratada)

4. Contenido de fibra dietaria

El contenido de fibra dietaria total, insoluble y soluble se pueden observar en la tabla 2 y en la figura 3

La FDT y la FDI, presentes en la citropulpa, no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, cuando son sometidas a temperaturas de secado de 40°C, 45°C y 55°C, y son mayores significativamente con respecto a los tratamientos a 50°C y 60°C, los cuales no son diferentes significativamente entre sí. Los valores de FDS, presente en la citropulpa, disminuyen

significativamente a medida que aumenta la temperatura de secado.

5. Propiedades funcionales de la fibra dietaria

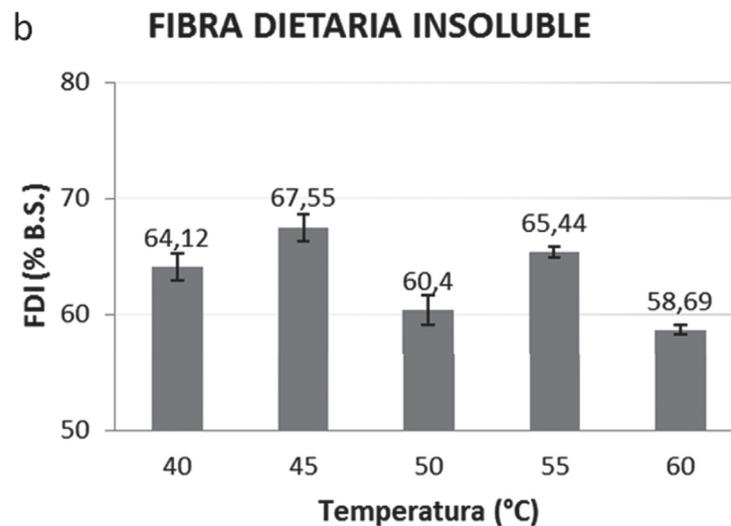
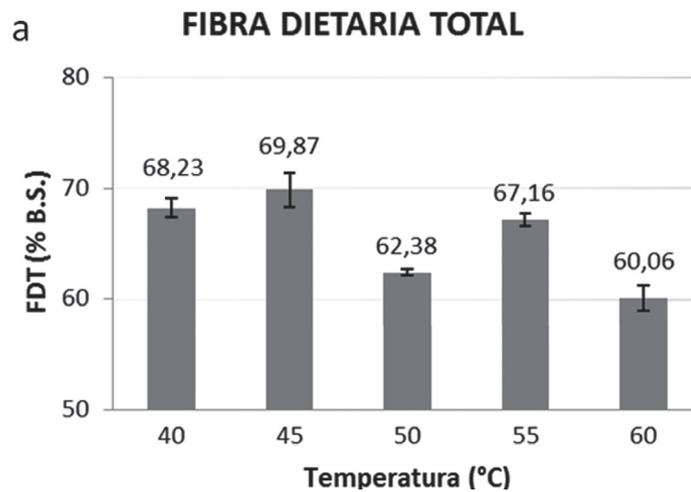
En la figura 4 y en la tabla 2, se puede observar que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamiento sobre la CH de la FD de la citropulpa. La temperatura de secado que permite obtener una mayor CRA en la FD de la citropulpa es a 50°C. La CAL es más alta con respecto a los demás tratamientos cuando la temperatura de secado empleada en la citropulpa es 40°C o 50°C, y entre ellas no hay una diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 2. Resultados obtenidos a las diferentes temperaturas de proceso

T °C	FDT (%B.S.)	FDS (%B.S.)	FDI (%B.S.)	CH (mL agua/g RIA)*	CRA (g agua/g RIA)	CAL (g aceite/g RIA)					
40	68,23	A	4,35	a	64,12	a	6,01	6,2	b	2,03	a
45	69,87	A	2,32	b	67,55	a	5,75	6,2	b	1,09	b
50	62,38	B	1,98	bc	60,4	b	6,34	7,23	a	2,15	a
55	67,16	A	1,72	bc	65,44	a	5,24	5,65	c	1,23	b
60	60,06	B	1,37	c	58,69	b	6,00	5,62	c	1,27	b

Las medias con la misma letra dentro de cada columna no son diferentes significativamente según la prueba de Duncan (Valor $P \leq 0.05$).

*No hay diferencia estadísticamente significativa entre ninguno de los tratamientos.



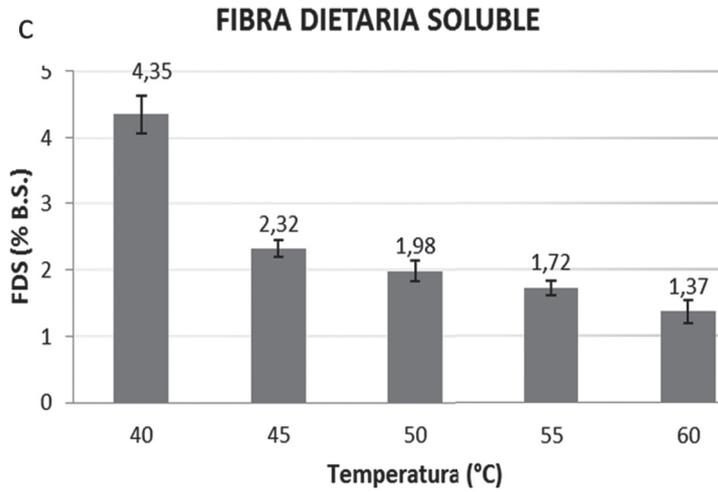
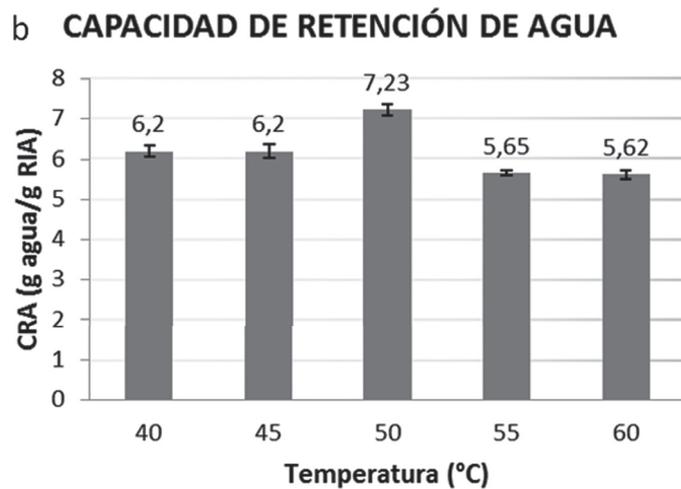
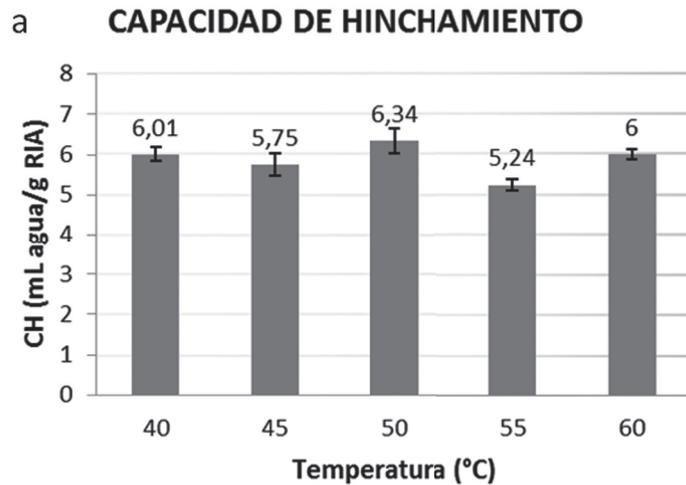


Figura 3. Contenido de FD en la citropulpa deshidratada. (a) FDT; (b) FDI; (c) FDS



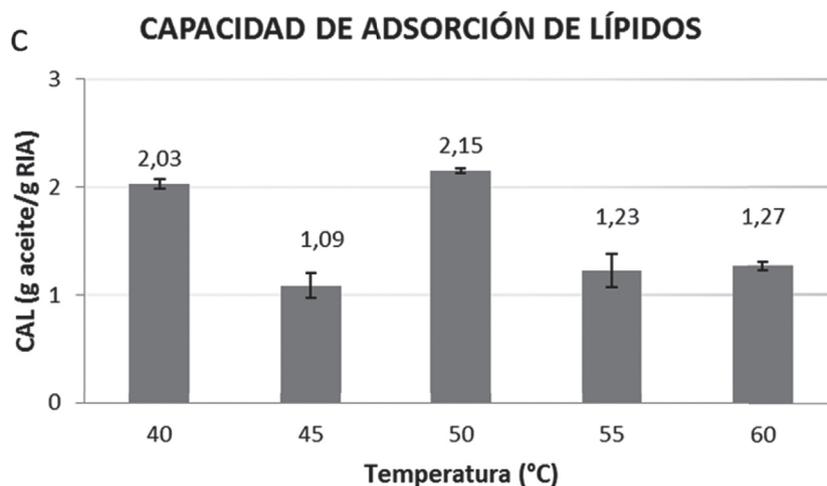


Figura 4. Propiedades funcionales de la FD de la citropulpa. (a) CH; (b) CRA; (c) CAL

Discusión

La citropulpa es un producto con un alto contenido de humedad, lo que facilita el ataque de microorganismos y las reacciones bioquímicas que pueden deteriorarla². El contenido de FD es más alto que el de la fibra cruda: mientras la primera incluye compuestos como almidón, polisacáridos no celulósicos, celulosa, lignina, hemicelulosa y sustancias pécticas, la segunda mide celulosa, pentosanas, lignina, suberina, cutina, alginatos y pectinas¹⁵.

En las dos últimas temperaturas de secado (55°C y 60°C) no se observa un cambio significativo en las velocidades de secado; esto se debe al fenómeno de endurecimiento, que consiste en que se obstaculiza la salida de agua y se reduce la velocidad de secado¹⁶. Diferentes autores han observado el fenómeno de endurecimiento durante la deshidratación en diversos productos alimenticios¹⁷.

El RIA dio valores por encima de 80% en las muestras de citropulpa tratadas a las diferentes temperaturas de trabajo. En otros estudios realizados a citropulpa se obtuvieron valores por debajo del 50%, pero con una velocidad de secado de 2 m/s¹⁰.

El contenido de FDT y FDI es variable con las temperaturas de secado; los porcentajes más bajos se presentan a 50°C y 60°C; el contenido de

FDS disminuye a medida que aumenta la temperatura de secado, debido a degradación por este efecto de los materiales que la componen.

Las propiedades funcionales dependen de la estructura química de los polisacáridos presentes en el producto. El proceso de secado puede alterar las propiedades fisicoquímicas de los productos modificando sus propiedades funcionales¹⁸. Se observa, que al medir la CH y la CAL de la fibra dietaria a la citropulpa después de ser sometida al proceso de secado a las diferentes temperaturas, los mayores valores se presentaron a 50°C. Resultados similares se presentaron en un estudio realizado a citropulpa y a pulpa de naranja donde las propiedades funcionales aumentan a 50°C¹⁰.

A 50°C el valor de CAL fue de 2.15 g aceite/g RIA; en otros estudios se han encontrado valores entre 3.5 y 6.5 g aceite/g RIA y el valor máximo se presentó a temperaturas de secado de 50°C¹⁰. En otro estudio realizado a diferentes variedades de naranja se presentaron valores de 0.8 a 1.3 g de aceite/ g fibra concentrada¹⁹.

Conclusiones

La temperatura de secado en la cual mejor se conservan las propiedades funcionales de la fibra dietaria de la citropulpa deshidratada es 50 °C; el tiempo de secado a esta temperatura

es de 19.75 horas, el cual se puede comparar con el tiempo necesitado para lograr la deshidratación a 55 °C y 60 °C, que es de 15 horas y 11.66 horas, respectivamente.

Mientras las propiedades funcionales de la FD se conservan a 50°C, siendo la CH la única que no se ve afectada significativamente por las diferentes temperaturas de secado, el contenido de FDT y FDI es de los más bajos a esta misma temperatura con un valor de 62.38% y 60.4%, respectivamente, sólo comparable con los resultados obtenidos en la muestra deshidratada a 60°C, con valores de 60.06% y 58.69% de FDT y FDI, respectivamente. Ya que no se encuentra diferencia estadísticamente significativa entre estos tratamientos.

De los ensayos realizados, el porcentaje de FDS es el único que disminuye a medida que se aumenta la temperatura de secado de la citropulpa, y se conserva el 82.5% de esta fibra en la muestra deshidratada a 50 °C, comparada con la muestra fresca.

Referencias

1. NIJHUIS, N.H.; et al. Research needs and opportunities in the dry conservation of fruits and vegetables. En: Drying Technology. 1996. Vol.14, no. 6, p. 1429-1457.
2. DOYMAZ, Ibrahim y PALA, Mehmet. The thin-layer drying characteristics of corn. En: Journal of Food Engineering. November 2003. Vol. 60, no. 2, p. 125-130.
3. KROKIDA, Magdalini K.; et al. Drying kinetics of some vegetables. En: Journal of Food Engineering. 2003. Vol. 59, no. 4; p. 391-403.
4. KROKIDA, Magdalini y MAROULIS, Zacharias B. Structural properties of dehydrated products during rehydration. En: International Journal of Food Science and Technology. 2001. Vol. 36, no. 5, p. 529-538.
5. MARÍ, M.J. Cinética de transferencia de materia durante el proceso de rehidratación de cubos de pimiento seco (*Capsicum Annuum L.*). Trabajo Fin de Carrera. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos, 2002.
6. NAWIRSKA, Agnieszka y And KWASNIEWSKA, Monika. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. En: Food Chemistry. June 2005. Vol. 91, no. 2, p. 221-225.
7. LARREA, Miguel Angel; CHANG, Yoon Kil, and MARTINEZ-BUSTOS, Fernando. Effect of some operational extrusion parameters on the constituents of orange pulp. En: Food Chemistry. February 2005. Vol. 89, no. 2, p. 301-308.
8. CHAU, Chi-Fai and HUANG, Ya-Ling. Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of Citrus sinensis L. Cv. Liucheng. En: Food Chemistry. 2003. Vol. 51, no. 9, p 2615-2618.
9. LARRAURI, J. A. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. En: Trends in Food Science & Technology. 1999. Vol. 10, no. 1, p 3-8.10. GARAU, M. C., et al. Drying of orange skin: drying kinetics modelling and functional properties. En: Journal of Food Engineering. July 2006. Vol. 75, no. 2, p. 288-295.
11. ISAZA, C.A. Desarrollo de un modelo matemático para el diseño de un secador solar híbrido para tratamiento poscosecha de productos agrícolas. En: Actas XIV Congreso Ibérico Y IX Iberoamericano de Energía Solar. (14: 17-18, junio: Galicia, España). Memorias. Galicia: [s.n.], 2008. p. 575-580
12. NUNES, Claudia; et al. Effects of ripening on microstructure and texture of "Ameixad'Elvas" candied plums. En: Food Chemistry. August 2009. Vol. 115, no. 3, p. 1094 - 1101.
13. FEMENIA, A.; et al. Physical and sensory properties of model foods supplemented with cauliflower fibre. En: Journal of Food Science. July 1997. Vol. 62, no. 4, p. 635-639.
14. KIMBALL, Dan A. Procesado de cítricos. 2ª ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A., 2006. 463 p.
15. BERNAL, Inés. Análisis de alimentos. 3ª ed. Bogotá: Editora Guadalupe LTDA. 1998. 313 p.
16. FEMENIA, A.; et al. Effect of heat and deshydration on bioactive polysaccharide acemannan and cell wall polymers from *Aloe barbadensis* Miller. En: Carbohydrate polymers. March 2003. Vol. 51, no. 4, p. 397- 405.
17. DEMIREL, Devlet and TURHAN, M Mahir. Air-drying behavior of Dwarf Cavendish and Gros Michel banana slices. En: Journal of Food Engineering. August 2003. Vol. 59, no. 1, p. 1 - 11.
18. FEMENIA, A.; et al. Effect of rehydration temperature on the cell wall components of broccoli (*Brassica oleracea L. italic*) plant tissues. En: Journal of Food Engineering. November 2000. Vol. 46, no. 3, p. 157-163.
19. GRIGELMO-MIGUEL, N. and MARTÍN-BELLOSO, O. Characterization of dietary fiber from orange juice extraction. En: Food Research International. 1999. Vol. 3, no.5, p. 355-361.