

Obtención del colorante de *Dioscorea trifida* (sachapapa morada) por atomización

Obtaining coloring from *Dioscorea trifida* (sachapapa morada) by atomization

Flor de María Colomé¹, Ricardo García-Pinchi¹, Jorge Carranza¹ y Alenguer Alva²

Recibido: junio 2008

Aceptado: noviembre 2010

RESUMEN

Del tubérculo de la *Dioscorea trifida* (sachapapa morada), cortado en tajadas de 2 mm de espesor y secado en estufa a 60 °C por 5 horas, se obtuvo de su extracto acuoso un colorante natural rico en antocianinas. A través de la determinación de humedad y valores de absorbancia sometidos a un programa estadístico, se obtuvo el mejor tratamiento, con los parámetros para la atomización con temperatura de 165 °C, encapsulante CMC y concentración de encapsulante 0,1%, cuyo producto tuvo como humedad 13,22% que luego fue sometido a una evaluación a través de la isoterma de adsorción consiguiendo un valor de la monacapa de 4,40 g/g de materia seca. El atomizador tuvo una eficiencia de 0,6 y pérdida de calor de 8335 kJ/h.

Palabras claves: sachapapa morada, antocianinas, atomización, colorante natural.

ABSTRACT

From slices of 2 mm wide of roots of *Dioscorea trifida* (sachapapa morada) and dried in stove at 60 °C for 5 hours, it was obtained from its juicy extract a natural coloring rich in anthocyanins. Through humidity and absorbent values determination subject to a statistical program, it was obtained the best treatment with the parameters for atomization with temperatures of 165 °C, encapsulated CMC and concentration of encapsulating 0,1%, gave a product with 13,22% humidity. This was then subject to an evaluation through isotherm absorption reaching a value for the mono layer of 4,40 g/g of dry stuff. The atomizer had an efficiency of 0,6 and a heat lost of 8335 kJ/h.

Key words: violet jungle potato, anthocyanin, atomization, natural coloring.

INTRODUCCIÓN

Los alimentos naturales tienen su propio color, pero circunstancias como la variedad de las materias primas utilizadas en la elaboración de algunos productos y los procesos tecnológicos empleados (calor, acidez, luz, conservantes), provocan que el color sea distinto en cada lote de producción o bien que las sustancias colorantes naturales terminen por destruirse.

Es entonces cuando el color normalizado, el esperado por el consumidor, se obtiene de forma artificial. Diversos estudios

han demostrado que la aceptación de un producto por parte del consumidor depende en buena medida de su apariencia y, por tanto, también de su color. Esta es la principal justificación para el uso de colorantes en alimentos, productos que tiene un alto valor subjetivo.

Sin embargo, después de más de un siglo de predominio de los colorantes sintéticos existen en la actualidad un renovado interés a nivel mundial hacia el uso de colorantes obtenidos de fuentes naturales (estos usualmente son pigmentos obtenidos de vegetales, frutas o a partir de las semillas y

¹ Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Iquitos, Perú.

² Facultad de Industrias Alimentarias. UNAP. Calle Nauta 5ta. cuadra, Iquitos, Perú. Correo electrónico: alenalar@hotmail.com

especies) por los efectos cancerígenos que han mostrado muchos de los productos sintéticos ya prohibidos por la FDA (Food and Drug Administration, USA) (Lozano *et al.*, 2003).

No obstante, el achiote ha adquirido importancia, ya que está desplazando a otros colorantes sintéticos dañinos para la salud; este colorante se usa en la industria alimentaria para la coloración de mantequillas, margarinas, quesos, yogures, aceites, néctares, productos de panadería y confitería (Salva y Campos, 2003).

Por otra parte, atomización es un tipo de secado que permite obtener un producto deshidratado utilizando temperaturas altas pero con tiempos cortos, es un método de secado que se viene utilizando desde mediados del siglo XX en la atomización de la leche. Hoy en día se está utilizando mucho en la industria alimentaria, en la obtención de productos instantáneos como refresco, café, colorantes, leche en polvo. Obtener un producto seco a través de la atomización es muy costoso, pero que se retribuye con resultados satisfactorios porque evita que se produzca pérdida de componentes termolábiles.

El secado por atomización, es una operación unitaria de transferencia de masa y energía en la industria procesadora de alimentos. En el secado por atomización se introduce el alimento líquido en forma de rocío o llovizna fina a una torre o cámara junto con el aire caliente, que puede fluir en forma concurrente o a contracorriente, en relación con las gotitas que caen; inclusive según un patrón complejo de los dos citados (Foust, 1978). A medida que las gotitas finas hacen contacto con el aire caliente, éstos incrementan su temperatura, es decir, ganan un calor que necesitan para estar en condiciones de perder humedad instantáneamente. El aire caliente, ya

cargado de humedad, es expulsado de la torre mediante un ventilador o soplador, convirtiéndose en pequeñas partículas que caen al fondo de la torre de donde se las recoge (Potter, 1973).

La sachapapa morada (*Dioscorea trifida*), es un cultivo de gran potencial, muy apreciado por su sabor y fina textura pero poco estudiado, incluso no se cuenta con datos estadísticos de producción debido a que es un producto nativo poco consumido y su cosecha es pobre, su consumo por los pobladores sólo se limita al cocido. Pero se han hecho estudios a la sachapapa morada para evaluarla como harina sucedánea en producción de galletas, la misma que tuvo resultados satisfactorios. Pero aun así este cultivo no ha sido suficientemente explotado y no ha sido utilizado a pesar de poseer ciertas características agronómicas interesantes tales como su adaptabilidad. Pero una de las desventajas más grandes para su industrialización es su cosecha anual. (Agricultura de las Américas, 1985).

El objeto del trabajo de investigación fue dar a conocer una nueva alternativa para la obtención de colorantes naturales, que son las antocianinas, pigmentos que también se encuentran en la uva y el maíz morado, siendo éstos ya muy difundidos a nivel industrial, habiendo desplazado a los artificiales. De esta manera se puede aprovechar a la sachapapa morada no sólo por su harina sino también por sus pigmentos.

MATERIAL Y MÉTODO

Materias primas

Los frutos de la especie *Dioscorea trifida* (sachapapa morada) fueron comprados en el fundo Ramírez a dos km del caserío Cuyana (río Nanay), en el mes de julio y transportados en sacos de poliestireno. Se

realizaron análisis físico y fisicoquímico.

Extracto acuoso

Los tubérculos luego de ser seleccionados para eliminar productos deteriorados y lavados, se cortaron en rodajas de dos milímetros de espesor y se colocaron en el secador de bandeja a una temperatura de 60 °C por cinco horas consecutivas. La extracción fue con agua destilada a temperatura ambiente, con cambio de agua cada veinticuatro horas por tres veces con una relación 1:0,2; luego se filtró con la ayuda de una bomba de vacío, para luego ser pasteurizados a temperatura de 85 °C por dos minutos para eliminar posibles microorganismos.

Secado por atomización

La homogenización del encapsulante (gelatina, CMC) se realizó con una licuadora casera con diferentes concentraciones (0,1%, 0,2%, 0,3%). Se sometió luego al secado en un atomizador marca Labplant, modelo SD 05. Las temperaturas en estudio fueron de 165, 175 y 185 °C, manteniéndose constantes la temperatura de salida del aire: 90 °C, el flujo de aire en el atomizador: 66 m³/h, la velocidad de flujo masivo: 600 ml/h, la presión del compresor: 0,5 bar.

Producto final

Se determinó la humedad por el método 31.005 del A.O.A.C. utilizando una estufa eléctrica y por el método espectrofotométrico designado por Lock, en MeOH, se hizo un escaneo a diferentes longitudes de onda con un espectrofotómetro marca Thermospectronic, modelo Génesis 6, en la región visible (500 nm, 510 nm, 520 nm, 530 nm, 540 nm y 550 nm) y se tomaron las lecturas de absorvancia para cada longitud de onda. Los valores fueron analizados en el programa estadístico SPSS

versión 11.0.

Obtenida la mejor muestra se realizaron las isotermas de adsorción por el método recomendado por Lees (1969). Se utilizó la ecuación de B.E.T.

$$\frac{a}{M(1-a)} = \frac{1}{M_1C} + \frac{A(c-1)}{M_1C}$$

Para determinar el tiempo de solubilización se utilizó el método recomendado por la A.O.A.C. (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materias primas

El análisis físico realizado a la sachapapa morada dio como resultado cuatro mediciones debido a que dicho tubérculo tiene forma irregular, obligando a tener la medición de dos diámetros tanto en la parte superior como en la parte inferior, siendo la parte inferior la más gruesa y la que se profundiza en la tierra (véase tabla 1).

Los resultados fisicoquímicos obtenidos se reportan en la tabla 2, donde se observa una ligera diferencia con datos presentes en la Enciclopedia Terranova (1995) que muestra los siguientes resultados: contenido en agua de 73%, proteína 2%, grasas 0,2%, carbohidratos 24% y cenizas 0,9%. Los resultados difieren debido a muchos factores en el desarrollo del fruto como el tipo de suelo, época de cosecha, estado de madurez, clima, fertilidad y manejo en poscosecha.

Tabla 1. Determinación de las características físicas del tubérculo de sachapapa morada.

Grande	X
Peso (g)	206,9 ± 2,4
Largo (cm)	12,5 ± 0,7

Parte inferior (cm)	5,8 ± 1,4
Parte superior (cm)	1,9 ± 0,6

Mediano

Peso (g)	121,3 ± 9,4
Largo (cm)	12,5 ± 1
Parte inferior (cm)	4,2 ± 1
Parte superior (cm)	1,7 ± 0,3

Pequeño

Peso (g)	71,2 ± 1
Largo (cm)	9,7 ± 0,9
Parte inferior (cm)	3,8 ± 0,4
Parte superior (cm)	1,6 ± 0,3

Composición porcentual

Pulpa (%)	98,7
Cáscara (%)	1,2
Densidad (g/cm ³)	0,2

Tabla 2. Composición fisicoquímica del tubérculo de sachapapa morada.

Humedad	75%
Ceniza	1%
Lípidos	0,10%
Proteínas	3%
Carbohidratos	22%
Calorías	98 kcal
Materia seca	25%
pH	5

Secado por atomización

Respecto al tipo y concentración del encapsulante se obtuvieron buenos resultados con relación a la gelatina y al carboxil-metil-celulosa, pero las pruebas con la maltodextrina fueron desalentadoras, ya que las gotitas que se formaban se pegaban en las paredes de la cámara de secado y del ciclón, lo que obligó a desecharlo después de haber realizado seis pruebas sin éxito, pues no se recolectaba

muestra, las gotitas formadas no acababan de secarse en la cámara de secado y terminaban pegándose en sus paredes, lo que implica evidentemente un producto deteriorado.

Potter (1973) hace énfasis en el caso especial de sustancias termoplásticas como los jugos con contenido elevado de azúcar, pues aun cuando están secos se derriten, se adhieren y forman costras en la pared. El problema radica en que las gotitas se secarán dificultosamente viajando a lo largo de la cámara hasta llegar al ciclón sin completar su secado, es decir que en el periodo de velocidad decreciente estas gotitas no terminan con el proceso de formar la estructura rígida del material.

Una de las desventajas en nuestra prueba fue el bajo rendimiento obtenido como producto envasado, habiendo pérdida en la cámara de secado de 0,9% y en el ciclón de 1%. Además, afectaron el rendimiento factores como la determinación de los sólidos totales reportados en el extracto que fue de 1,6%. Aumentar los sólidos totales favorecería el rendimiento, sin embargo Delgado (1989) menciona que al vaporizar el extracto acuoso de maíz morado observa que al aumentar el tiempo de dicho proceso hay una fuerte caída en el contenido de antocianinas que va del 19 al 40%, pero por conveniencia indica que aumentó de un 0,898% inicial al 11,05% de sólidos totales. Esto concuerda con lo que recomienda Fernández (1995): En el caso de pigmentos naturales durante la evaporación, se debe mantener baja la temperatura de ebullición y utilizar tiempos de resistencia cortos de la solución en la zona de calefacción.

La temperatura de salida del secador juega un papel importante en el proceso; Main *et al.* (1978), sostiene que las temperaturas de salida mayores que 1090 °C causan considerable degradación a los

pigmentos antociánicos de uva en el secado por atomización de concentrado que contienen estos productos.

Durante las pruebas no se registraron temperaturas de salida mayores que 100 °C; la temperatura se ha mantenido en un rango de 83 a 98 °C, hecho que favorece en nuestra concentración del pigmento antociánico.

La acumulación de productos asumida como pérdida en la producción fue de $9,8 \times 10^{-3}$ kg/h. Al llevar a cabo un balance de materia con respecto a la humedad y usando la ecuación: $M_{s1}(W_s)_1 + G_{a2}(H_2) = M_{s2}(W_s)_3 + G_{A4}(H_4)$, se obtiene el valor de la humedad absoluta del aire de entrada, H_2 con $5,4 \times 10^{-2}$ kg de agua/kg aire seco, reemplazando los datos en la ecuación general de balance de energía: $M_s(Q_s)_1 + G_a(Q_a)_1 = M_s(Q_s)_2 + G_a(Q_a)_2 + Q_L$ se obtiene la pérdida de calor, Q_L con valor de 8335 kJ/h.

La eficiencia térmica es 66%.

Producto final

Los resultados de humedad del producto obtenido del secado por atomización, a una temperatura de 165 °C y con encapsulante CMC y 0,1 de concentración dio 13,2%.

Respecto a los análisis estadísticos los valores de absorbancia observados fueron tomados como parámetros de referencia en cada proceso para decidir la elección de cuál de los tratamientos fue el mejor. Dichos valores observados fueron más altos en 530 nm, pero descienden en 540 nm. En los análisis estadísticos se observa en sus efectos principales que hay una variación significativa a un $\alpha = 0,05$ entre cada uno de los tratamientos, por lo que se puede establecer que al cambiar o alterar uno de los factores habrá un aumento o disminución significativo de absorbancia del colorante antociánico. En su efecto doble de la

interacción de los factores en estudio, sale significativo en la interacción tipo de encapsulante y concentración de encapsulante. Es decir, que existe un efecto significativo al usar un encapsulamiento con su concentración respectiva en la absorbancia del colorante antociánico, entonces habrá una dependencia de utilizar un encapsulante y la concentración del mismo para obtener una mayor absorbancia de colorante antociánico. Las demás interacciones no son significativas para la longitud de onda de 500 nm.

Analizamos los efectos simples en relación a su análisis de múltiple rango; se reporta que hay significancia estadística, donde la concentración de 0,1% de encapsulante de la mayor absorción, es decir mayor concentración de colorante.

El análisis de múltiple rango reporta que entre utilizar CMC o gelatina, hay diferencia significativa a un $\alpha = 0,05$ respecto a la variable dependiente, y nos indica que el CMC utilizado a la concentración de 0,1% es la que da mayor absorbancia en términos de promedio a una longitud de onda de 500 nm. Además, al utilizar una temperatura de 175 °C y 165 °C no hay diferencia significativa, pero sí hay con respecto a estos dos con 185 °C a un $\alpha = 0,05$. Con temperatura de 165 °C o 175 °C se obtiene una mayor absorción del colorante, datos que se apoyan en lo que dice Badui (1993), que los tratamientos térmicos son factores externos que también influyen mucho en la destrucción de las antocianinas.

Con el análisis estadístico realizado con una longitud de onda de 550 nm la situación cambia. En lo que respecta a los efectos principales no hay diferencia significativa al usar temperatura o tipo de encapsulante, es decir que es indiferente usar CMC o gelatina en el proceso de secado. Pero en lo que respecta a las interacciones sí hay diferencia

significativa en la interacción tipo de encapsulante-concentración. No obstante, el análisis de múltiple rango-factor: tipo de encapsulante, reporta que entre utilizar CMC o gelatina hay diferencia significativa a un $\alpha = 0,05$ respecto a la variable dependiente, y nos indica que la gelatina utilizada a concentración de 0,1% es la que da mayor absorbancia en términos de promedio a una longitud de onda de 550 nm.

Analizados los resultados obtenidos se aprecia que al aumentar la temperatura existe un mayor efecto degradativo de las antocianinas, ésta nos muestra el Anova donde la temperatura de 185 °C afecta la concentración del colorante con respecto a la temperatura de 175 °C y 165 °C. Esto significa que de todos los tratamientos con temperatura de trabajo de 165 °C fue la que menor efecto degradativo consiguió. Este

resultado concuerda con los resultados obtenidos por Delgado (1989), donde la eficiencia de secado se logró con temperatura de 165 °C frente a temperaturas de 130 °C y 195 °C.

En la isoterma de adsorción (figura 1) el valor de la monocapa es de 4,40g de agua/100g de materia seca, cantidad de agua fuertemente ligada en el producto en polvo; dicho resultado se encuentra dentro de los valores mostrados por Cheftel (1983).

El tiempo de solubilización realizada al colorante en polvo obtenido con parámetros de temperatura de 165 °C y con 0,1% de encapsulante CMC obtenidos en sus tres repeticiones fueron 253, 240 y 245 segundos, tomando como resultado final de disolución 246 segundos por ser el tiempo máximo de referencia.

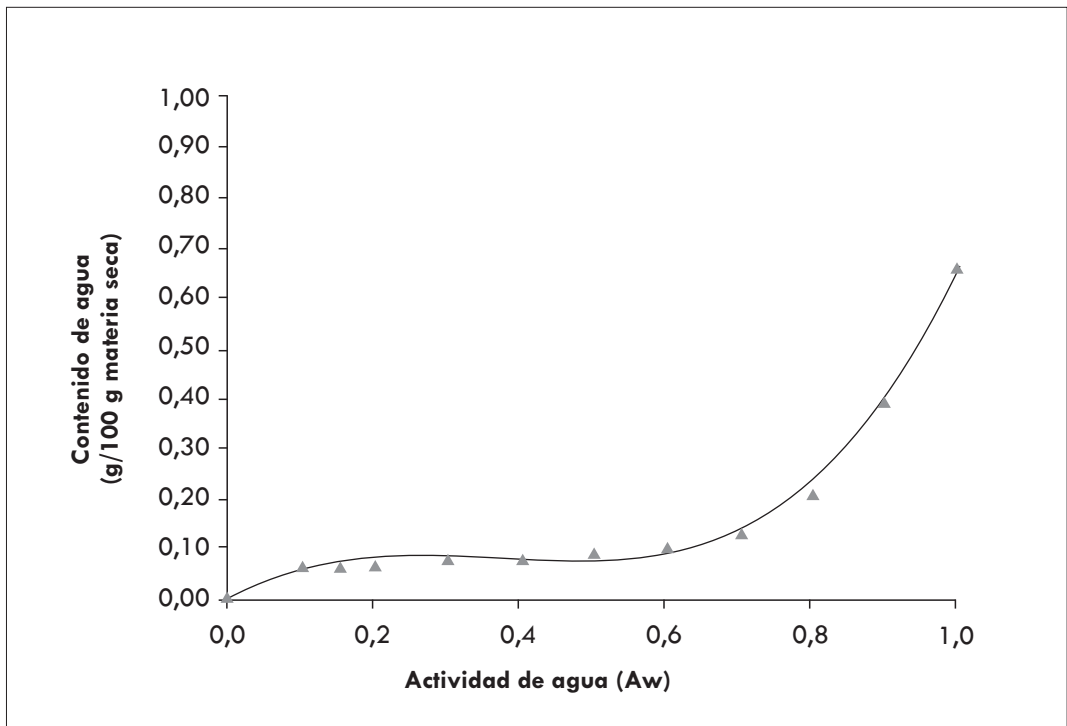


Figura 1. Isoterma de adsorción del colorante en polvo de sachapapa morada (*Dioscorea trifida*).

AGRADECIMIENTO

A la UNAP por el financiamiento del proyecto "Estudio de colorantes del fruto de zapote (*Matisia cordata*) y de su extracto etanólico, y del extracto etanólico de la sachapapa morada (*Dioscorea trifida*)". A las ingenieras Ligia Rivas y Nathalie Fachín por su ayuda desinteresada durante la ejecución del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agricultura de las Américas. 1985. Edición de agosto. PIS, Petoseed. Cal. Graphies, EUA.
- A.O.A.C. Internacional. 1998. Official Methods of Analysis. Decimasexta edición y cuarta revisión. Washington D.C.
- Badui S. 1993. Química de los alimentos. Segunda reimpresión. Longman de México Editores, S.A. de C.V. México.
- Cheftel JC *et al.* 1983. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Volumen I. Editorial Acirbia, S.A. Zaragoza, España. Pp. 17-38.
- Delgado J. 1989. Ensayos sobre el uso de microencapsulantes en el secado por atomización de concentración de maíz morado (*Zea mays* L.) Trabajo profesional de la Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. P. 150.
- Enciclopedia Terranova. 1995. Producción agrícola 2. Terranova Editores Ltda. Pp. 338-340.
- Fernández N. 1995. Estudio de la extracción y prepurificación de antocianinas de maíz morado (*Zea mays* L.) Trabajo profesional de la Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Pp.14-55.
- Foust A. 1978. Principio de operaciones unitarias. Onceava impresión. CECSA. Ciudad de México, México. Pp. 433-438.
- Lees R. 1969. Análisis de los alimentos métodos analíticos y control de calidad. Segunda edición española. Editorial Acirbia, S.A. Zaragoza, España. 288 pp.
- Lozano J, Rosales J, Marcelo A. 2003. Obtención del colorante rojo en polvo por atomización a partir de la betarraga (*Beta vulgaris*). Facultad de Ingeniería Química y Manufacturera. Universidad Nacional de Ingeniería. Boletín de la Sociedad Química del Perú. Lima, Perú. Pp. 175-183.
- Main JH, Clydesdale FM, Francis FJ. 1978. Spray drying anthocyanin concentrates for use as food colorants. Journal of food science.
- Potter N. 1973. La ciencia de los alimentos. Primera edición. Editorial Edutex, S.A. México D.F. Pp 290-296.
- Salva B, Campos D. 2003. Utilización de enzimas en la extracción de colorante a partir de semilla de achiote (*Bixa orellana* L). Lima, Perú. Pp. 2-17.