

HIGROSCOPICIDAD DE CÚRCUMA (*CURCUMA LONGA*) MOLIDA

Ada Castillo, Isabel Thorndike, Silvia Falco, Daisuky Fernández y Elda Roncal
Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Carretera al Guatao,
km 3 1/2, La Habana, C.P. 19 200, Cuba.
E-mail: ada@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Se determinó la isoterma de adsorción de una muestra de cúrcuma molida recibida con calidad microbiológica aceptable y un contenido de humedad de 8,9 % bs. Se obtuvo un buen ajuste del modelo de G.A.B. a la isoterma de adsorción. La humedad de la monocapa calculada mediante este modelo fue de 1,04 %. La cúrcuma molida evaluada sensorial y microbiológicamente en el equilibrio fue aceptada hasta una humedad relativa de equilibrio de 75,1 %, a la que le correspondió un contenido de humedad de 13,48 % bs.

Palabras clave: cúrcuma molida, actividad de agua, higroscopicidad, isoterma de adsorción.

ABSTRACT

Higroscopicity of milled turmeric (*Curcuma longa*)

The adsorption isotherm of a sample milled turmeric with microbiological good quality and a humidity content of 8.9% dry basis was determined. The adsorption data experimentally obtained was fitted to model proposed by Guggenheim, Anderson and Boer. The monolayer humidity calculated through this model was 1.04%. The milled turmeric evaluated sensory and microbiological at the equilibrium was accepted until a relative equilibrium humidity of 75.10% and the humidity content was 13.48% dry basis.

Key words: milled turmeric, water activity, higroscopicity, adsorption isotherm.

INTRODUCCIÓN

El uso de las plantas con fines terapéuticos en la medicina tradicional es un importante legado que han dejado las generaciones anteriores y forma parte de la cultura de los pueblos. Existen innumerables sustancias químicas vegetales que pueden considerarse fármacos y son empleados en muchos países, de las cuales 74 % fue descubierto a partir de su empleo en medicina (1).

Curcuma domestica L. es una especia procedente de la India. Desde hace más de 4000 años se viene empleando en Asia como condimento, colorante y con fines medicinales. En los países occidentales está siendo, durante las últimas décadas, objeto de muchísimos estudios con el fin de confirmar y explicar el porqué de sus propiedades. El componente activo de la cúrcuma es la curcumina, que le da su peculiar color amarillento (2).

***Ada Castillo Coto:** Ingeniera Química (ISPJAE, 1975). Investigador Titular. Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (IFAL, 1998). Actualmente trabaja en el departamento de Envases. Sus principales líneas de trabajo son: tecnología de envasado de alimentos en envases plásticos, diferentes líneas de envases y máquinas de envases, comportamiento de alimentos en estos materiales y estudio de la durabilidad de alimentos envasados.

Esta planta en el presente ha adquirido gran importancia en el mundo por sus propiedades contra el envejecimiento, cáncer, enfermedad de Alzheimer, como antioxidante y otras propiedades medicinales. En el campo de la alimentación se emplea como un colorante con seguridad alimentaria en quesos, productos de cereales, hojuelas de papas, sopas, helados, yogur, etc. Estudios han indicado que la curcumina no es tóxica en humanos aún en dosis de 8 000 mg/d tomada continuamente (2).

Debido a las propiedades anteriormente descritas, en Cuba también se están llevando a cabo investigaciones sobre esta planta, por lo que con vistas a su comercialización se ha procesado en forma de polvo, requiriéndose de su caracterización y evaluación en diferentes envases.

Teniendo en consideración la elevada humedad de nuestros almacenes (3), lo cual provoca una transmisión de la misma al interior del envase, específicamente en el caso de productos secos envasados en materiales flexibles con determinada permeabilidad al vapor de agua, se definió trazar su isoterma de adsorción a 30 °C, que es la temperatura máxima de mayor frecuencia en los almacenes del país (3), por ser una vía para conocer la humedad del producto a diferentes valores de humedad relativa de equilibrio (HRE) o actividad de agua (HRE/100) y así determinar el contenido de esta hasta el cual el producto mantiene una calidad aceptable microbiológica y sensorialmente.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la isoterma de adsorción de la *Curcuma domestica* L. en polvo a 30 °C cosechada en un municipio del occidente de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recibió del centro de investigaciones Liliana Dimitrova, de Cuba, tres muestras de cúrcuma molida de 500 g cada una, correspondientes a campos de siembra diferentes en el mismo municipio durante la etapa de marzo-abril, que es el período de cosecha de este arbusto, las cuales presentaron una calidad satisfactoria.

A dichas muestras se les determinó contenido de humedad inicial (4), conteo total de microorganismos mesófilos aerobios viables (5), conteo de coliformes

totales (6) mohos y levaduras viables (7) y se evaluó sensorialmente mediante una comisión compuesta por siete evaluadores adiestrados en este producto, con el método de análisis descriptivo. Los atributos seleccionados fueron: color y soltura del grano, que son los susceptibles a variar con el aumento de la humedad del producto.

Una vez corroborado que los índices de calidad estaban dentro de límites aceptables; para el montaje de la isoterma de adsorción, se obtuvo una muestra homogénea con las tres recibidas, tomándose aproximadamente 100 g, la que se secó en una desecadora que contenía pentóxido de difósforo como agente desecante durante una semana.

Para obtener la isoterma de adsorción se utilizó el método de Landrock y Proctor (8). El mismo consiste en pesar con exactitud hasta la milésima cifra decimal alrededor de 2 g de polvo en un porta muestra suspendido dentro de un frasco de vidrio de 10 cm de alto y 6 cm de diámetro (Fig. 1). La determinación se hizo por triplicado para cada porcentaje de humedad relativa. La Tabla 1 muestra que en cada frasco la humedad relativa se mantuvo con un valor constante conocido mediante soluciones saturadas de determinadas sales, a una temperatura constante de 30 °C, que es la temperatura máxima de mayor frecuencia en los almacenes de alimentos de nuestro país (3). Cada frasco contenía 50 mL de solución saturada de sal.

Se determinó periódicamente mediante pesadas analíticas la ganancia de humedad hasta alcanzar el equilibrio. Los valores medios de ganancia de humedad en base seca correspondiente a cada porcentaje de humedad relativa se graficaron contra el tiempo, obteniéndose el porcentaje de humedad en base seca en el equilibrio para cada humedad relativa, en este caso humedad relativa de equilibrio (HRE).

Con la finalidad de determinar la humedad relativa de equilibrio crítica (HREC), una vez alcanzado el equilibrio, se les realizó a las muestras de cúrcuma en polvo de cada frasco conteo total de microorganismos mesófilos aerobios viables (5), conteo de coliformes totales (6) mohos y levaduras (7). Se evaluaron sensorialmente por los mismos catadores que analizaron el producto inicialmente. Los atributos evaluados fueron igualmente color y soltura del grano. Se empleó una prueba de aceptación o rechazo.

Tabla 1. Soluciones salinas saturadas y sus respectivas humedades relativas a 30 °C

Sales	Humedad relativa (%)
LiCl	11,20
CH ₃ COOK	22,30
MgCl ₂ .6H ₂ O	32,40
K ₂ CO ₃	41,30
NaBr	53,30
KI	67,90
NaCl	75,10
KCl	83,60
BaCl ₂	90,00

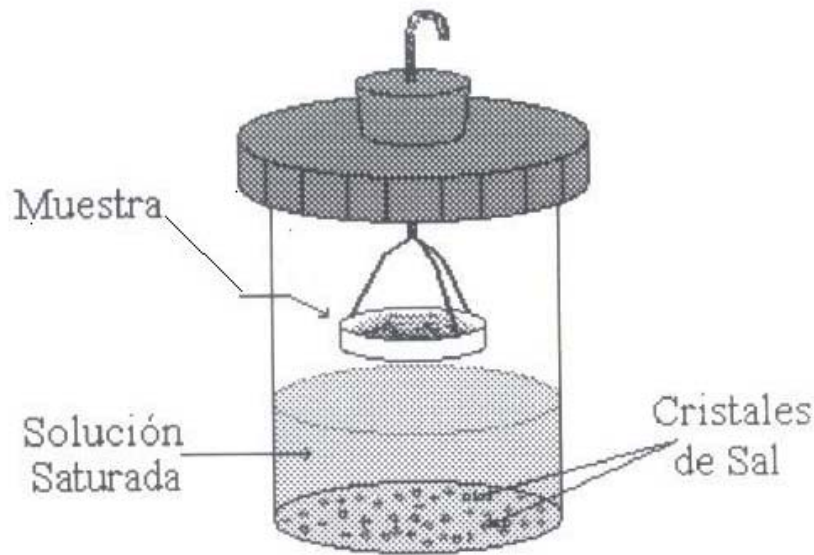


Fig. 1. Esquema de porta muestra para obtener el equilibrio a temperatura constante.

Los datos de a_w y el porcentaje de humedad en base seca en el equilibrio se ajustaron de acuerdo al modelo propuesto por Guggenheim, Anderson y Boer (G.A.B.) (II) mediante análisis de regresión. La ecuación sugerida es la siguiente:

$$A_w/W = a_w^2 + \beta a_w + \delta \quad (I)$$

Donde:

A_w = Actividad de agua

W = Porcentaje de humedad en base seca

$$\alpha = K/W_m(1/C-1)$$

$$\beta = 1/W_m(1-2/C)$$

$$\delta = 1/W_mCK$$

C = Constante de Guggenheim

W_m = Contenido de humedad correspondiente a la capa monomolecular y se determinó mediante el sistema de ecuaciones.

K= Factor de corrección de las propiedades de las moléculas de la multicapa con respecto al bulbo líquido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La humedad inicial de la cúrcuma en polvo, determinada analíticamente fue de 8,9 % bs (DS = 0,1).

La calidad microbiológica inicial de la cúrcuma en polvo fue la siguiente:

Índices microbiológicos ufc/g

Conteo total de m.o. aerobios mesófilos viables
 $2,9 \times 10^2$

Coliformes totales (ufc/g) < 10

Mohos y levaduras (ufc/g) < 10

Como en otros trabajos donde se han estudiado polvos obtenidos de plantas aromáticas tales como el Romero (12), debe señalarse que no existen especificaciones de calidad microbiológica establecidas. En este caso, también la cúrcuma en polvo se incluye dentro de las especificaciones para especias y condimentos que son productos muy similares y que poseen como requisitos de calidad microbiológica:

Conteo total de mesófilos < 10^6 ufc/g

Hongos y levaduras viables < 10^3 ufc/g

Ausencia de *E. coli* y *Salmonellas*

La muestra de cúrcuma en polvo estudiada tiene buena calidad microbiológica. Los conteos totales se obtuvieron en el orden de 10^2 ufc/g y tanto los conteos de mohos y levaduras como de coliformes totales son menores de 10 ufc/g. No se evidenció tampoco la presencia de *Salmonellas* ni *E. coli*. Este comportamiento se atribuye a la presencia de compuestos curcuminoides, entre ellos curcumina (*diferuloyl methane*), *demethoxycurcumina* y *bisdemethoxycurcumina* que presentan un marcado efecto antimicrobiano (2).

Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con lo referidos por Schuck y col. (13), quienes determinaron que tanto los extractos acuosos como la fracción volátil de cúrcuma presentan una excelente actividad

antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *C. albicans*, *Bac. subtilis* y *Bac. licheniformes*. También se han referido otros autores a la actividad antifúngica provocada por tales compuestos curcuminoides sobre los hongos tanto patógenos como contaminantes ambientales y de alimentos (2).

La descripción sensorial de la cúrcuma en polvo recibida correspondió a un polvo suelto de color amarillo intenso, lo que concuerda con lo reportado en la literatura (1, 2).

La Tabla 2 refleja los valores experimentales de la isoterma de adsorción de la cúrcuma en polvo. El coeficiente de regresión y la ecuación del ajuste de los datos experimentales fueron:

$$\alpha = 0,392; \beta = -0,720; \delta = 0,057; r^2 = 0,95; a_w/w = 0,392 a_w^2 - 0,72 a_w + 0,057$$

La humedad de la monocapa calculada mediante el modelo de G.A.B. fue de 1,04 % bs. La importancia de conocer los parámetros de la monocapa se debe a que a este valor de humedad existe la mayor estabilidad para la mayoría de los alimentos, por ser mínimas las reacciones de deterioro (14).

La Fig. 2 muestra la isoterma de adsorción de la cúrcuma molida obtenida mediante el ajuste de la ecuación del modelo de G.A.B., con una forma sigmoideal informada para la mayoría de los alimentos (14).

Para los valores de a_w inferiores a 0,751 el contenido de humedad presenta un aumento moderado con el aumento de la a_w . A partir del valor crítico de a_w (0,751) puede observarse de la isoterma, que el producto se torna más higroscópico, o sea, el aumento del contenido de humedad es considerable en comparación con el aumento de la a_w .

La Tabla 3 presenta los resultados del conteo total, coliformes, mohos y levaduras de las muestras en el equilibrio. El producto, con relación al conteo de microorganismos aerobios mesófilos viables, no tuvo variación y los mismos permanecieron constantes a pesar de la variación de la humedad, lo mismo ocurrió con el conteo de coliformes y de levaduras. Sin embargo, para los hongos aparece un ligero incremento a partir de la $a_w = 0,836$; los que fueron incrementándose hasta casi 10^3 ufc/g para la a_w de 0,90, aunque debemos señalar que siguen estando dentro de las especificaciones establecidas para condimentos.

Tabla 2. Valores experimentales de la isoterma de adsorción de cúrcuma molida

HRE (%)	Humedad de equilibrio (% bs)
11,20	1,23 (0,58)
22,30	2,84 (0,10)
32,40	4,54 (0,23)
41,30	5,58 (0,09)
53,30	6,98 (0,32)
67,90	11,46 (0,51)
75,10	13,48 (1,43)
83,60	19,01 (1,62)
90,00	27,93 (2,40)

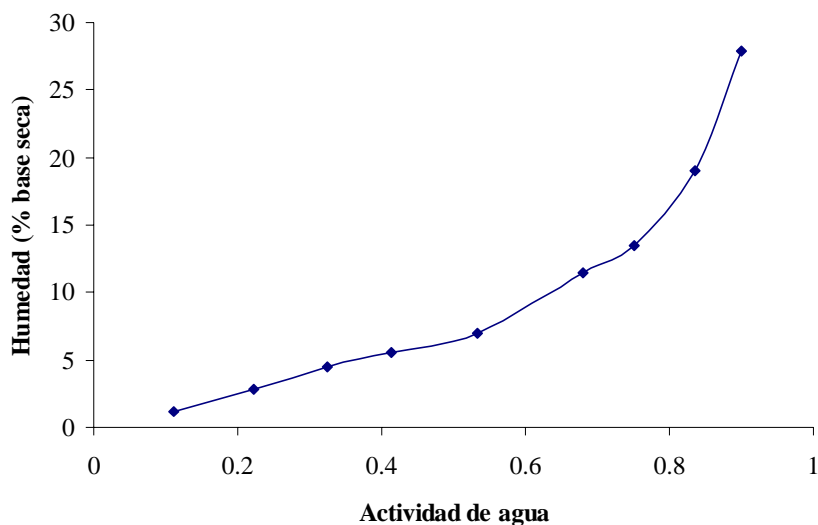


Fig. 2. Isotherma de adsorción de cúrcuma molida a 30 °C.

Tabla 3. Resultados microbiológicos de la cúrcuma en polvo expuesta a diferentes a_w en el equilibrio

a _w	Recuento total de mesófilos viables (ufc/g)	Recuento total de coliformes (ufc/g)	Recuento total de mohos (ufc/g)	Recuento total de levaduras viables (ufc/g)
0,112	1,5 x 10 ²	< 10	< 10	< 10
0,223	3,1 x 10 ²	< 10	< 10	< 10
0,324	2,6 x 10 ²	< 10	< 10	< 10
0,413	2,9 x 10 ²	< 10	< 10	< 10
0,533	1,8 x 10 ²	< 10	< 10	< 10
0,679	3,0 x 10 ²	< 10	3 x 10 ¹	< 10
0,751	2,5 x 10 ²	< 10	7 x 10 ¹	< 10
0,836	3,3 x 10 ²	< 10	4,9 x 10 ²	< 10
0,90	3,6 x 10 ²	< 10	8,7 x 10 ²	< 10

Como el salto ocurrió a partir de 0,836; se consideró el valor crítico en $a_w = 0,751$; al que le corresponde un contenido de humedad crítica de 13,48 % bs. Este valor coincide en la evaluación visual realizada a las muestras en el equilibrio, pues a partir de él se observó una ligera compactación del polvo. La Tabla 3 muestra que para las a_w de 0,836 y 0,90 el polvo estaba totalmente compactado, aunque no se apreció un crecimiento de hongos evidente. Estos resultados corroboran el efecto antimicrobiano de la cúrcuma y argumentan su posible empleo en la industria de los alimentos.

Si analizamos el contenido de humedad inicial de la cúrcuma en polvo (8,9 % bs) y observamos la gráfica de la isoterma de adsorción, vemos que este valor se encuentra por debajo del contenido de humedad crítica (13,48 %) por lo que este producto es factible de envasarse en materiales flexibles, cuyo tiempo de durabilidad estaría en función de la barrera al vapor de agua del material de envase empleado.

CONCLUSIONES

Se encontró un buen ajuste del modelo de G.A.B a los datos experimentales de la isoterma de adsorción de la cúrcuma molida a 30 °C cosechada en un municipio del occidente de Cuba. Este producto, evaluado sensorial y microbiológicamente en el equilibrio, fue aceptado hasta una humedad relativa de equilibrio de 75,1 % a la que le correspondió un contenido de humedad de 13,48 % bs.

REFERENCIAS

1. Rojas-Hernández, N.; Matos-Aguilera, M. y Romeu-Álvarez, B. 2004. Actividad antibacteriana de *Boldoa purpurascens* Cav. Revista Cubana de Plantas Medicinales. Vol. 9, No. 2, en http://bvs.sld.cu/revistas/pla/vol9_2_04/pla03204.htm
2. Ravindran, P.; Normal, K. y Sivaraman, K. Turmeric the genus *Curcuma*. Ed. Taylor y Francis Group. New York, 2007, p. 97-153.
3. Castillo, A. y Núñez de Villavicencio, M. Determinación de las condiciones climáticas de temperatura y humedad relativa de mayor frecuencia en los almacenes de productos alimenticios del país. Informe Técnico. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, La Habana, 1985.
4. ISO 939 1980 *Especies y condimentos-Determinación del contenido de humedad-Método establecido*. Segunda ed.
5. NC-ISO 4833. 2002. *Determinación del Conteo Total de Microorganismos Aerobios Mesófilos Viables*.
6. NC-ISO 4032. 2002. *Determinación del Conteo de Coliformes Totales*.
7. NC-ISO 7954. 2002. *Determinación de Mohos y levaduras*.
8. Landrock, A. and Proctor, B. A new graphical interpolation method for obtaining humidity equilibria data, with special reference to its role in food packaging studies. *Food Technology*. 5:332-337, 1951.
9. Resnik, G.; Chirife, J. y Ferro, F. J. *Food Sci.* 48, 1983, pp. 534-536.
10. Kitec, D.; Pereira, D. y Resik, S. J. *Food Sci.* 15, 1986, pp. 1037-1041.
11. Shar, W. y Ruíz, G. The evaluation of G.A.B. Constants from Water Vapour Sorption data Federal dairy Research Institute. Switzerland, 1984.
12. Thorndike, I.; Castillo, A.; Falco, S.; Fernández, D. y Roncal, E. Higroscopicidad de romero en polvo. Informe Técnico, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, La Habana, 2010.
13. Schuck, V.; Fratini, M.; Rauber, C.; Henriques, A. y Schapoval, E. Avaliação da atividade antimicrobiana de *Cymbopogon citratus*, *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas* 37 (1): 20-28, 2001.
14. Kapsalis, J. Moisture sorption en Water activity: Influence on Food Quality, Academic Press Inc., New York, 1981, pp. 143-177.