

# ISOTERMA DE ADSORCIÓN DE UN PRODUCTO HORNEADO

Ada Castillo\*, Marta Álvarez, Minnelly González, Ivania Rodríguez y Maruja González

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria,

Carretera al Guatao, km 3½, La Lisa, La Habana, Cuba, C.P. 19200

Email: ada@iia.edu.cu

## RESUMEN

Se trazó la isoterma de adsorción del panqué a 30 °C. Se determinaron la humedad relativa de equilibrio y el contenido de humedad crítico en el equilibrio respectivamente, mediante evaluación sensorial. Los datos de  $a_w$  y el contenido de humedad en base seca en el equilibrio se ajustaron al modelo de G.A.B. La isoterma presentó un buen ajuste a este modelo. El valor de  $a_w$  crítica hasta el cual fue aceptable sensorial y microbiológicamente la panetela fue 0,842.

**Palabras clave:** actividad de agua, producto horneado, productos de panadería.

## ABSTRACT

### Adsorption isotherm of a baking product

This paper was aimed to determine the adsorption isotherm of pound cake at 30°C. Critical equilibrium relative humidity and critical humidity content were sensory determined. Water activity and humidity content equilibrium were fitted to the G.A.B. model, via regression analysis. The isotherm showed a good fit to the G.A.B. model. Critical water activity value of layer cake at it was sensory and microbiological accepted was 0.842.

**Key words:** water activity, baking product, bakery products.

## INTRODUCCIÓN

El panqué es un producto típico cubano obtenido de un batido de grasa horneado, de coloración amarillo, mostrando algunas grietas de un color más claro en su parte posterior (1). Los batidos de grasa se preparan mezclando grasa, azúcar, harina de trigo, agua, leudante, sal y aromas, pudiendo o no contener huevo, leche, almidón, frutas confitadas, cocoa, semillas, harinas de otros cereales o leguminosas y otros ingredientes opcionales y aditivos para alimentos.

Los mohos constituyen la causa más frecuente y por tanto la más importante de las alteraciones de la mayor parte de los productos de repostería (2,3). Una de las formas de evitar las alteraciones de origen microbiano, así como numerosas reacciones químicas de deterioro es mediante el control de la actividad de agua ( $a_w$ ) del producto (4). Los microorganismos requieren valores de  $a_w$  muy altos para poder crecer y la mayoría de ellos se inhiben en valores de  $a_w$  menores de 0,6 (5).

Para cada alimento existe un contenido de humedad óptimo en el que la estabilidad frente a las alteraciones es máxima. Esto es debido a que la capacidad de que en un alimento se produzcan las reacciones deteriorativas en las que interviene el agua dependen

---

\*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.

de la disponibilidad de ésta en los alimentos, que puede ser correlacionada con la propiedad termodinámica: actividad de agua.

El conocimiento de la isoterma de adsorción para determinados productos alimenticios almacenados en climas tropicales es importante para la selección del envase y para predecir la estabilidad de su almacenamiento. Las limitaciones de durabilidad de productos alimenticios en general son establecidas por pérdidas de las características organolépticas del producto, el crecimiento microbiano, actividad enzimática, oxidación de lípidos y pérdida de nutrientes, las cuales pueden verse aceleradas o reducidas por la protección que brinda el envase. La velocidad de estas reacciones se puede predecir como una función de la  $a_w$  del alimento (5, 6).

El objetivo de este trabajo fue el trazado de la isoterma de adsorción del panqué.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró un panqué a cuya fórmula básica se le añadió una combinación de emulsificantes de la firma *Palsgaard Industry* (México, D.F.), con la finalidad de mejorar la suavidad de la mezcla y la estabilidad del batido.

Se realizaron tres corridas experimentales de producción de panqué, de cada una de ellas se tomaron tres panqués. Cada uno se cortó en tres partes iguales, se desecharon los extremos. Se unieron los centros, disgregándolos finamente, mezclándolos completamente hasta lograr su homogenización. Se tomó una muestra y se colocó en una placa Petri de 15 cm y se situó en una desecadora que contenía pentóxido de difósforo durante una semana.

La calidad inicial del panqué se determinó mediante evaluación sensorial, microbiológica (7) y determinación del contenido de humedad (8). Para determinar la calidad sensorial inicial del panqué se empleó una comisión de siete catadores adiestrados en este producto, los cuales por consenso elaboraron la ficha descriptiva cualitativa del producto. Se evaluaron los atributos: color, desarrollo, olor típico, sabor típico, frescura, elasticidad, dureza y desmoronamiento. Se evaluó además la calidad global del mismo.

Para obtener la isoterma de adsorción se utilizó el método de *Landrock y Proctor*, a 30 °C (9).

Con la finalidad de determinar la humedad relativa de equilibrio crítica correspondiente en el equilibrio (HREC), las muestras se evaluaron sensorialmente por los mismos expertos que calificaron la calidad inicial del panqué. Se realizó una valoración global de aceptación o rechazo, donde además se tuvo en cuenta la aparición de mohos.

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*, mediante análisis de regresión (6). La ecuación sugerida es la siguiente:

$$a_w/W = \alpha a_w^2 + \beta a_w + \delta$$

donde:

$a_w$  = actividad de agua

W = porcentaje de humedad en base seca

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

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

$$\delta = 1/W_m CK$$

C = constante de *Guggenheim*

$W_m$  = contenido de humedad correspondiente a la capa mono molecular y se determinó mediante la solución del 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 del panqué fue de 20,61 % (0,120). El conteo de coliformes, mohos y levaduras fue menor de 10 ucf/g. La evaluación sensorial realizada arrojó que la calidad global era calificada de muy buena, presentando muy buenos resultados respecto a dureza y desmoronamiento con un olor y sabor típicos del producto.

La Tabla 1 muestra los valores experimentales de la isoterma de adsorción del panqué.

El coeficiente de regresión y la ecuación obtenida del ajuste de los datos experimentales a la ecuación de G.A.B. fueron:

$$\alpha = -3,1 \quad \beta = 2,23 \quad \gamma = 0,0381 \quad r^2 = 0,93$$

$$a_w/w = -3,1 a_w^2 + 2,23 a_w + 0,0381$$

La Fig. 1 muestra la isoterma de adsorción obtenida, la misma presenta la forma sigmoidal típica de la mayoría de los productos alimenticios, lo cual se atribuye a diferencias cualitativas en la afinidad del agua por los sólidos higroscópicos (10).

La evaluación sensorial realizada a las muestras en el equilibrio (isoterma de adsorción) arrojó que el punto crítico estaba delimitado por el crecimiento de mohos. El análisis microbiológico (7) realizado a las muestras expuestas al valor de  $a_w$  inmediato superior (0,889) al punto crítico, arrojó un contenido de mohos de  $1 \times 10^2$  ufc/g lo que corroboró que el valor de  $a_w$  correspondiente al punto crítico era 0,842, pues para este valor de  $a_w$  las muestras no presentaron desarrollo de moho.

El alto contenido de humedad inicial del panqué y su respectiva actividad de agua nos permite inferir de la isoterma de adsorción que este producto presenta una corta durabilidad, pues su actividad de agua inicial está muy cercana al valor de  $a_w$  crítica.

Tabla 1. Datos experimentales de humedad relativa de equilibrio (HRE) y humedad de equilibrio en base seca

Humedad relativa de equilibrio (%)	Humedad de equilibrio (% b s.)
24,2	2,56
37,3	4,13
43,2	4,95
56,5	5,47
66,9	8,00
75,2	13,50
84,2	25,97
88,9	38,89

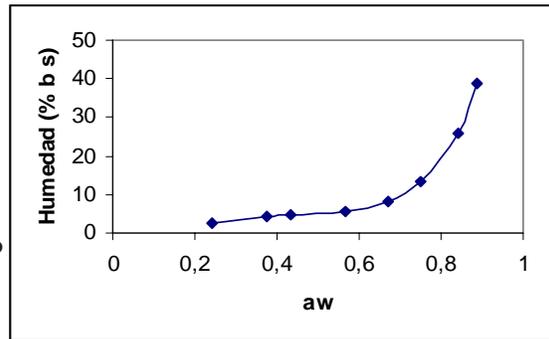


Fig. Isotherma de adsorción de panqué

## CONCLUSIONES

Se obtuvo un buen ajuste de la ecuación de *Guggenheim, Anderson y Boer* a los datos experimentales de la isoterma de adsorción del panqué. El punto crítico estuvo delimitado por el crecimiento de mohos, obteniéndose una  $a_w$  crítica de 0,842.

## REFERENCIAS

1. Zelch, R. Technical bulletin, Vol XXIII, 3; 21-22, 2001.
2. Frazier, W. Microbiología de los alimentos. Zaragoza, Ed. Acribia, 1984, pp. 85-80.
3. Leveaus, J. y Bouix, M. Microbiología Industrial, Zaragoza, Ed. Acribia, 2000, 39 p.
4. Labuza, T. Food Technol. 34: 36-41, 1980.
5. Leung, K. y Steinberg, M. J. Food Sci., 46: 558-559, 1989.
6. Fito, P. Propiedades relacionadas con la transferencia de material. Universidad Autónoma de Madrid, 1996, pp 107-136.
7. NC ISO 7954: 2002. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Conteo de Mohos y Levaduras viables*. Cuba, 2002.
8. AOAC. *Oficial Methods of Analysis 13 th ed. Association of Official Analytical Chemist*, Washington, D.C. 1980.
9. Labuza, T. Interpretation of sorption data in relation to the state of constituent water. R. B. Duckworth. Academic Press. Chicago, 1975, pp. 155-172.
10. Labuza, T. Theory determination and control of physical properties of food materials. Reydel Publishing Co., Chicago, 1975, pp48-51.