

ISOTERMAS DE ADSORCION Y DESORCION DE AGUA EN LECHE EN POLVO ENTERA

Paola Yacanto, Edgar Soteras, Julio Gil, Silvana Muratona, Silvia Esquenoni, Clidia Abaca, María G. Sustersic

Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales. Universidad Nacional de San Luis, 25 de Mayo 384, Villa Mercedes. pyacanto@fices.unsl.edu.ar

INTRODUCCION

La actividad de agua (a_w) es un parámetro indicativo de la mayor o menor disponibilidad de agua de un alimento para las distintas reacciones que se producen, por lo que resulta de importancia para predecir la vida útil de los alimentos.

La relación entre el contenido total de humedad y la correspondiente actividad de agua en un intervalo de valores a una temperatura constante produce una isoterma de sorción de humedad. Las isotermas de sorción se utilizan en cuatro grandes áreas del procesado de alimentos: secado, mezcla, envasado y almacenamiento (Jowitt et al., 1981).

También se constata la dependencia de la actividad del agua (a_w) con la temperatura. Por tal motivo, resulta de interés realizar las observaciones y comprobaciones a distintas temperaturas, dentro de los rangos habituales de fabricación, manipuleo, transporte y almacenamiento del producto. Se realizaron los trabajos a las temperaturas de 15°C, 25°C y 40°C.

La adsorción de agua ocurre inicialmente por formación de una monocapa en la superficie del producto seguida de una adsorción multicapa. Esta consiste en la captación de agua en los poros y espacios capilares, disolución de solutos, y finalmente en el atrapamiento mecánico de agua. Estas fases pueden solaparse y difieren entre los distintos tipos de alimentos, dependiendo de su composición y estructura (Troller y Christian, 1978).

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es determinar las isotermas de adsorción y desorción de agua en leche entera en polvo y correlacionar los datos experimentales con dos modelos de ecuaciones referenciales, como lo son el GAB (Guggenheim-Anderson-de Boer) y el BET (Brunauer-Emmet-Teller)

MATERIALES Y METODOS

Se relacionó el contenido de humedad de la leche entera en polvo con su actividad de agua (a_w).

Se emplearon muestras de leche entera en polvo comerciales. Para la adsorción, muestras desecadas y pesadas se mantuvieron en humidificador a tiempos variables. El contenido de humedad se obtuvo por gravimetría. Para la desorción, se reconstituyó la leche y se secó en estufa a temperatura y tiempos controlados.

Las mediciones de la actividad de agua se realizaron utilizando la técnica de medición del punto de rocío con un equipo Aqualab a las temperaturas mencionadas.

Con la técnica aplicada, no fue posible repetir la determinación del valor de un mismo punto, ya que el peso de la muestra, si bien se obtenía con exactitud, no era siempre el mismo. En caso de intentar pesar siempre la misma cantidad, el pesado originaría una exposición prolongada de la muestra a la atmósfera, lo cual cambiaría su contenido de humedad. Sin embargo, la reproducción de una isoterma completa a la misma temperatura, mostró una dispersión de $\pm 0,0175$ en el contenido de humedad para la misma actividad de agua.

Los datos experimentales, se ajustaron con los modelos de BET y de GAB.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las isotermas experimentales y los ajustes se muestran en las figuras 1 a 5. En la tabla 1 se muestra el valor de los ajustes y en la tabla 2, los valores de las constantes del modelo.

Tabla 1	Modelo GAB		Modelo BET	
	$X = \frac{X_m \cdot C \cdot k \cdot a_w}{(1 - k \cdot a_w) \cdot (1 + (C - 1) \cdot k \cdot a_w)}$		$X = \frac{X_m \cdot C \cdot a_w}{(1 - a_w) \cdot (1 + (C - 1) \cdot a_w)}$	
	ADSORCIÓN	DESORCIÓN	ADSORCIÓN	DESORCIÓN
15 °C				
X^2	9,41935E-5	0,01777	1,51676E-4	0,06896
R^2	0,99807	0,98478	0,99689	0,94094
25 °C				
X^2	7,68164E-5	0,00576	2,04244E-4	0,20364
R^2	0,99671	0,99256	0,99126	0,73698
40 °C				
X^2	6,9289E-5	0,00754	1,26581E-4	0,22529
R^2	0,99855	0,99074	0,99735	0,72358

Tabla 2	Modelo GAB $X = \frac{X_m \cdot C \cdot k \cdot a_w}{(1 - k \cdot a_w) \cdot (1 + (C - 1) \cdot k \cdot a_w)}$			
	Valor	Error Estandar	Valor	Error Estandar
	ADSORCIÓN		DESORCIÓN	
15 °C				
X_m	0,03263	0,00153	0,07113	0,01311
C	5,69512	2,60887	2,02301	4,42692
K	1,00579	0,00148	0,985	0,00361
25 °C				
X_m	0,02596	7,56758E-4	0,57202	2,29265
C	6,28269	2,76812	0,07265	0,31353
K	1,0114	0,00108	0,92064	0,07909
40 °C				
X_m	0,02537	7,07415E-4	0,10574	0,01833
C	22,32522	25,311	1,04917	1,12665
K	1,00377	8,44486E-4	0,96765	0,00503

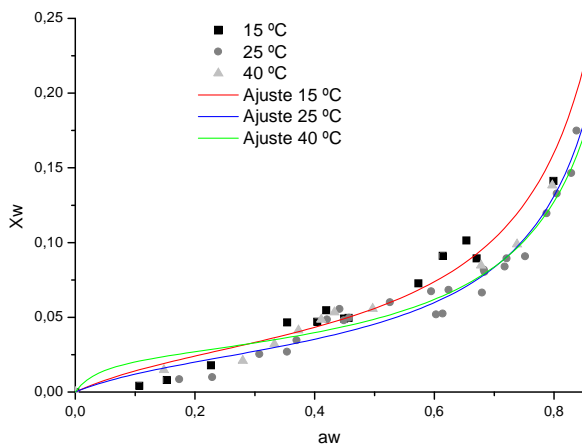


Figura 1 Adsorción

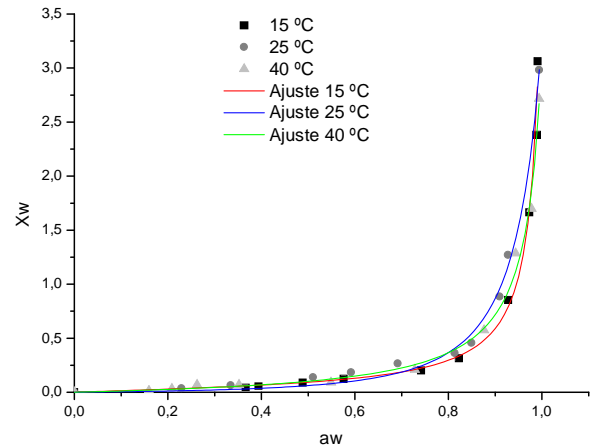


Figura 2 Desorción

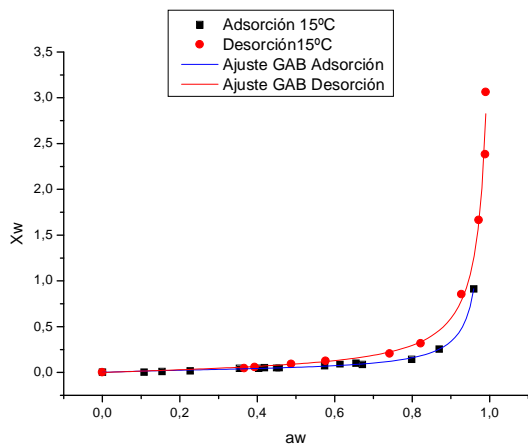


Figura 3

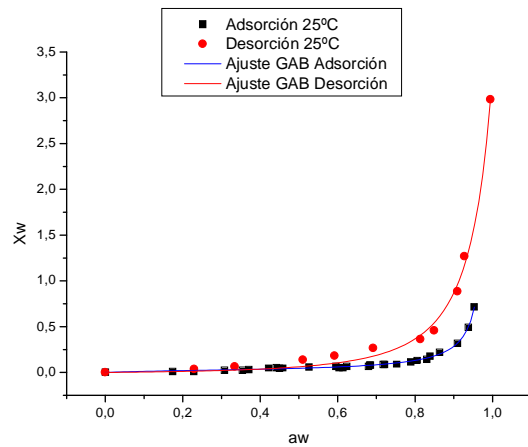


Figura 4

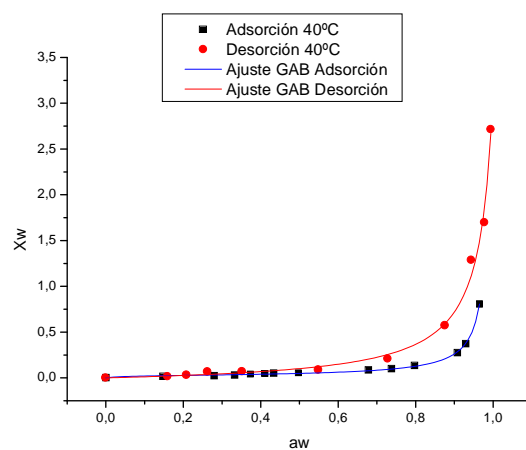


Figura 5

Las isothermas de adsorción experimentales originan curvas de forma sigmoidea, mostrando la formación de multicapas (Fig 1). Este fenómeno no es notorio en las curvas de desorción (Fig. 2)

El fenómeno de histéresis es notable para $a_w > 0,5$ (Figs. 3 a 5).

CONCLUSIONES

El efecto de la temperatura, T, es muy importante debido a que los alimentos no son mezclas ideales y la a_w cambia con T.

Las curvas de sorción presentan un crecimiento muy lento hasta $a_w = 0,5$. Luego, aparece un marcado cambio en la pendiente originado por la formación de multicapas y/o atrapamiento de agua dentro de las cadenas proteicas.

El ajuste de los datos experimentales fue mejor para el modelo de GAB, tanto para la adsorción como en la desorción de la leche entera en polvo, como ocurre con una apreciable cantidad de alimentos.

REFERENCIAS

- Adamson W., Gast A. P. Physical Chemistry of surfaces, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc. (1997).
- AOAC International (1990). Oficial Methods of Analysis. Association of oficial analytical chemists.
- Barbosa - Cánovas, G. V. Vega-Mercado, H. Deshidratación de Alimentos. Editorial Acribia S.A. (2000).
- Bronlund J., Paterson T., (2003). Moisture sorption isotherms for crystalline, amorphous and predominantly crystalline lactose powders. Internacional Dairy Journal.
- Jouppila K., Roos Y. H. (1994). Water sorption and Time-Dependent Phenomena of Milk Powders. Journal of Dairy Science, 77:1798-1808.
- Lin S. X. Q., Chen X. D., Pearce D. L., (2004). Desorption isotherm of milk powders at elevated temperaturas and over a wide range of relative humidity. Journal of Food Engineering 68: 257-264.
- Shrestha A. K., Howes T., Adhikari B. P., Bhandari B. R. (2006). Water sorption and glass transition properties of spray dried lactose hydrolysed Skim milk powder. Swiss Society of Food Science and Technology.
- Stencl J., (1999). Water activity of skimmed milk powder in the temperature range of 20 – 45°C. Acta VET. BRNO 1999, 68:209-215.
- Vega Gálvez A., Aravena E. L., Mondaca R. L. (2006). Isotermas de Adsorción en harina de maiz. Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26 (4): 821-827, out.-dez.