



**ESTUDIO DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE ISOTERMAS DE SORCIÓN DE AGUA DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES DE QUITOSANO**

Aguirre-Loredo, R. Y.<sup>a</sup>, Díaz-Cruz, C. A.<sup>a</sup>, Rodríguez-Hernández, A. I.<sup>b</sup>, Velázquez, G.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Querétaro, Instituto Politécnico Nacional. Cerro Blanco No.141 Col. Colinas del Cimatario, C.P. 76090, Querétaro, Querétaro, México.

<sup>b</sup> Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Avenida Universidad km 1, Rancho Universitario, CP. 43600, Tulancingo, Hidalgo, México.

\*yane.loredo@gmail.com

*Palabras clave: isotermas, películas comestibles, quitosano*

**Introducción.** El efecto de la temperatura sobre la isoterma de sorción es de gran importancia dado que los alimentos están expuestos a una gama de temperaturas durante el procesamiento y almacenamiento y su  $a_w$  cambia con la temperatura. Los datos obtenidos en las isotermas de sorción pueden ajustarse a diversos modelos matemáticos empíricos o teóricos, la mayoría de estos modelos no contempla a la temperatura como un parámetro en la ecuación. Algunos modelos se han modificado para añadir la temperatura al ajuste, los cuales no siempre son efectivos para ajustar los datos experimentales en todo el rango de  $a_w$ . Por lo que es necesario conocer el tipo de modelo que describe mejor el comportamiento de sorción de agua de películas biodegradables comestibles.

El objetivo de este trabajo fue comparar dos tipos de modelos matemáticos para determinar el más adecuado para describir el efecto de la temperatura en el comportamiento de adsorción de películas de quitosano evaluadas a 15, 20, 25 y 30 °C en escala de 0.2 a 0.9  $a_w$ .

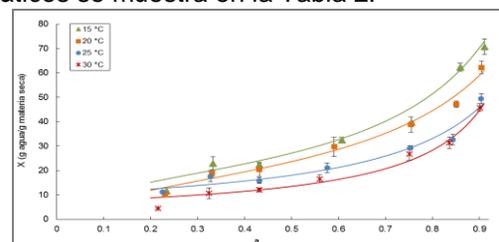
**Metodología.** Se realizó una comparación en la calidad del ajuste de cada uno de los modelos originales (sin efecto de temperatura) y los modelos modificados (Tabla 1) [1, 2]. Se aplicaron ambos tipos para determinar el modelo más adecuado para describir el comportamiento de sorción de las películas. Los parámetros de cada ecuación fueron estimados ajustando los modelos matemáticos a los datos experimentales, utilizando el método de regresión no lineal en para minimizar la suma de cuadrados.

**Tabla 1.** Modelos matemáticos empleados para el ajuste de isotermas de adsorción de películas de quitosano.

Modelo	Original	Modificado
GAB	$X = \frac{x_m c k a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + c k a_w)}$	$X = \frac{x_m + k + \frac{c}{T} + a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + \frac{c}{T} + k a_w)}$
Henderson	$X = 0.01 \left( \frac{-\log(1 - a_w)}{10^4} \right)^{\frac{1}{2}}$	$X = \left[ \frac{-\ln(1 - a_w)}{A * (B + T)} \right]^{\frac{1}{2} c}$

**Resultados.** Las isotermas de adsorción de películas de quitosano obtenidas en función de la temperatura de almacenamiento se observan en la Figura 1. Al incrementar la temperatura, el contenido de humedad adsorbida disminuye significativamente. El ajuste de los

datos experimentales con ambos tipos de modelos matemáticos se muestra en la Tabla 2.



**Fig. 1.** Isotermas de adsorción de agua de películas de quitosano en función de la temperatura. Las líneas son al ajuste obtenido con el modelo original de GAB.

**Tabla 2.** Valores de los parámetros de ajuste de los modelos matemáticos empleados.

Model		Parameters				
		Temp (°C)	$x_m$	c	k	
GAB	$a_w$ Range	0 - 0.9	15	16.34	10.88	0.85
	R <sup>2</sup> =	0.9837	20	16.24	7.57	0.82
	%E=	7.9196	25	10.04	-7.12	0.87
Modified GAB	$a_w$ Range	0 - 0.9	15	16.27	10.94	0.85
	R <sup>2</sup> =	0.9847	20	16.79	7.85	0.81
	%E=	8.3945	25	11.22	18.40	0.84
Henderson	$a_w$ Range	0 - 0.9	15	1.28	-4.90	-
	R <sup>2</sup> =	0.9666	20	1.34	-5.06	-
	%E=	11.8945	25	1.48	-5.38	-
Modified Henderson	$a_w$ Range	0 - 0.9	15 - 30	0.00055	1.15	1.32
	R <sup>2</sup> =	0.9729	-	-	-	-
	%E=	11.0574	-	-	-	-

Los modelos original y modificado de GAB fueron los que obtuvieron mejor ajuste de los datos experimentales. Las ecuaciones modificadas de GAB y Henderson, en las cuales se considera a la temperatura, fueron las que ajustaron mejor el comportamiento de sorción en toda la escala de  $a_w$  a temperaturas de 15 a 30 °C, en comparación con las ecuaciones originales, resultados semejantes se han reportado para distintos productos [3].

**Conclusiones.** Los modelos modificados fueron los más adecuados para describir el comportamiento de adsorción de agua de las películas biodegradables de quitosano, al tomar en cuenta el efecto de la temperatura se obtiene un mejor ajuste de los datos experimentales.

**Bibliografía.**

1. Furmaniak, S., et al. *Food Research International*, 2009. **42**(8): p. 1203-1214.
2. Ayala Aponte, A., L. Serna Cock, and G. Rodriguez de la Pava. *DYNA*, 2011. **78**: p. 7-14.
3. Srinivasa, P.C., M.N. Ramesh, and R.N. Tharanathan. *Food Hydrocolloids*, 2007. **21**(7): p. 1113-1122.