

# ELABORACIÓN DE ISOTERMAS DE SORCIÓN PARA Phaseolus vulgaris Y CÁLCULO DE PARÁMETROS TERMODINÁMICOS DE SORCIÓN

Dení Nava A., Ma. Teresa Cruz V., Irasema Anaya S.  
ENCB-IPN. Carpio y Plan de Ayala s/n C.P. 11340, México, D.F. Tel: 5729-6000 ext 62458. Fax: ext 62359.  
deni\_nava@hotmail.com

*Palabras clave: isotermas, sorción, frijol*

**Introducción.** La relación entre el contenido de agua y la actividad acuosa o la presión de vapor relativa es conocida como isoterma de sorción. A partir de el conocimiento de las isotermas de sorción, pueden obtenerse algunos parámetros termodinámicos que proporcionan información acerca de la estabilidad del alimento a una humedad y temperatura determinada y una aproximación a la cantidad de energía necesaria para su deshidratación (teórica) (4). Las semillas de leguminosas, entre ellas, el frijol (Phaseolus vulgaris), son una fuente importante de proteínas y carbohidratos en la dieta de grandes grupos poblacionales. La semilla seca es apreciada debido a su larga vida de almacén, buenas propiedades nutricionales y facilidad de almacenamiento y preparación. El objetivo de este estudio fue elaborar las isotermas de sorción para frijol en forma entera y molida, así como determinar los parámetros termodinámicos (calor de sorción, energía libre, entalpía y entropía) que describen la interacción agua alimento a partir de dichas isotermas.

**Metodología.** Las isotermas de sorción se determinaron por medio del método gravimétrico de registro discontinuo de peso (Wink)(2). El frijol utilizado fue del tipo bayo mecentral, proporcionado por el laboratorio de Calidad del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campo Experimental Valle de México.

**Resultados y discusión.** Las isotermas, en general, presentan forma sigmoidal con dos porciones de distinta concavidad, la primera es similar a una isoterma de Langmuir (zona de bajas presiones de vapor) y la segunda (de elevadas presiones de vapor) correspondiente a la condensación capilar. Entre estas dos secciones, una porción recta de pendiente positiva, que la teoría de B.E.T. afirma corresponde a la adsorción de varias capas moleculares de agua (3). Al aumentar la temperatura, la pendiente de la porción recta de la isoterma desciende haciendo que las isotermas se desplacen de izquierda a derecha. Este comportamiento es atribuido a la reducción en el número de sitios activos debido a cambios físicos y químicos inducidos por la temperatura. Se puede notar que al aumentar la  $a_w$ , la isoterma de mayor temperatura cambia su pendiente cruzando a las dos anteriores, esto puede ser atribuido a un incremento en el calor de sorción a bajos contenidos de agua y el efecto contrario que se observa a altas  $a_w$ , podría deberse a la disolución de azúcares y otros constituyentes del alimento ya que el fenómeno es endotérmico. En todas las isotermas se presentó el fenómeno de histéresis siendo éste efecto más pronunciado en el caso del frijol entero.

*Cuadro 1. Valores de monocapa obtenidos para frijol bayo.*

ISOTERMA	T (°C)	G.A.B. (%b.s.)	B.E.T. (%b.s.)
Adsorción entero	4	4.385	3.23
	25	4.4162	3.782
	35	5.0904	4.861
Desorción entero	4	7.684	7.050
	25	4.807	4.237
	35	3.471	3.352
Adsorción molido	4	5.514	4.908
	30	6.285	5.289
	40	5.08	4.333
Desorción molido	4	6.504	9.613
	30	8.813	7.89
	40	6.135	5.508

Se determinaron los valores de las constantes de diferentes modelos que describen isotermas, en el caso del de GAB, la aproximación al comportamiento experimental fue mejor. Al aumentar la temperatura, disminuyó el contenido de humedad de monocapa (cuadro 1), dicho comportamiento puede ser atribuido a la reducción en el número de sitios activos debido a cambios físicos y químicos inducidos por la temperatura (4). Los valores de calor de sorción ( $Q_s$ ) disminuyeron al aumentar el contenido de humedad, aproximándose al calor latente del agua. Los valores de energía libre y energía de enlace calculados, fueron negativos lo que indica que el fenómeno de sorción es espontáneo y endotérmico, además los valores de energía libre (menores a 400KJ) indican que el fenómeno es fundamentalmente físico (1).

**Conclusiones.** Las isotermas de frijol bayo son del tipo II presentándose en todas el fenómeno de histéresis; el comportamiento experimental es descrito en forma más adecuada por el modelo de GAB. La sorción de agua en éste sistema alimenticio es un fenómeno físico, espontáneo y endotérmico.

## **Bibliografía.**

1. Castellan, G.W.(1987) En: *Fisicoquímica*. Addison-Wesley Iberoamericana. México, pp. 113-117
2. Labuza, T. P. (1984) *Moisture Sorption: Practical Aspects of Isotherm Measurement and use*. Editado por The American Association of Cereal Chemist. E.U.A., pp. 56-59
3. Leung, H. K. (1986) *Water Activity and other colligative properties of foods*. En: Physical and Chemical properties of foods. Editado por Okos, M. American Society of Agricultural Engineers. USA.
4. Rao, M.A., Rizvi, S.S.H. (1986) *Engineering Properties of foods*. Marce Dekker Inc. New York. pp. 166-173.