

# **SORCIÓN DE AGUA Y TRANSICIONES DE FASE EN HARINA DE AMARANTO (*A.***

*Cruentus)*

Marta E. Rosas Mendoza<sup>1</sup> y Ma. de la Luz Zambrano Zaragoza.

## **RESUMEN**

Cuando un almidón húmedo se calienta por encima de un intervalo crítico de temperatura, distinto para cada almidón, las regiones amorfas hidratadas del gránulo se vuelven flexibles [1].

Por otro lado, la reducción en contenido de humedad en un sistema polimérico causará un incremento en la temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ), la cual es generalmente más alta que el intervalo de temperaturas ambiente sobre el cual se determinan sus propiedades o se les almacena normalmente. Por lo tanto, la mayoría de los alimentos de baja humedad son sólidos vítreos o frágiles a temperatura ambiente. Aún así, el estado vítreo en alimentos no necesariamente necesita ser homogéneo en términos de propiedades mecánicas y aquellas relacionadas; éstas pueden ser modificadas por la presencia de diluyentes que actúen como plastificantes o antiplastificantes, como el agua, por lo que también se esperan cambios en las propiedades fisicoquímicas del mismo.

Conceptualmente, la antiplastificación se refiere estrictamente a las propiedades mecánicas de la mezcla polímero-diluyente, pero las interacciones entre ambos afectan inevitablemente la movilidad y las propiedades fisicoquímicas del diluyente; entonces, los cambios abruptos de estas propiedades son un reflejo indirecto de la antiplastificación mecánica del polímero. Si las discontinuidades de las propiedades fisicoquímicas del agua sorbida por las macromoléculas se conoce como “agua ligada”, parece razonable considerarla equivalente a un intervalo, en el contenido de humedad, de antiplastificación [2].

---

<sup>1</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM Av. 1° de mayo s/n, Col. Atlanta, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, C.P. 54740. merosas@servidor.unam.mx

## INTRODUCCIÓN

El estado físico de los componentes alimenticios afecta sus propiedades durante el procesamiento, almacenamiento y consumo. La eliminación de agua en sistemas alimenticios con frecuencia resulta en la formación de un estado amorfo. El cambio más importante, característico de éste estado, se ve en la temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ), la cual involucra la transición de un sólido “vítreo” a un estado “plástico”. La principal consecuencia de la transición vítrea es el aumento de la movilidad molecular y del volumen libre por arriba de la  $T_g$ , que puede resultar en cambios físicos y fisicoquímicos deteriorativos. La velocidad de los cambios fisicoquímicos en alimentos con frecuencia depende del contenido de humedad y de la actividad acuosa ( $a_w$ ) [3].

Es por esto que el objetivo de este trabajo es el de establecer los valores críticos de actividad acuosa y contenido de humedad para harina de amaranto acondicionada a diferentes temperaturas y humedades, a partir de los cambios en la  $T_g$ .

## METODOLOGÍA

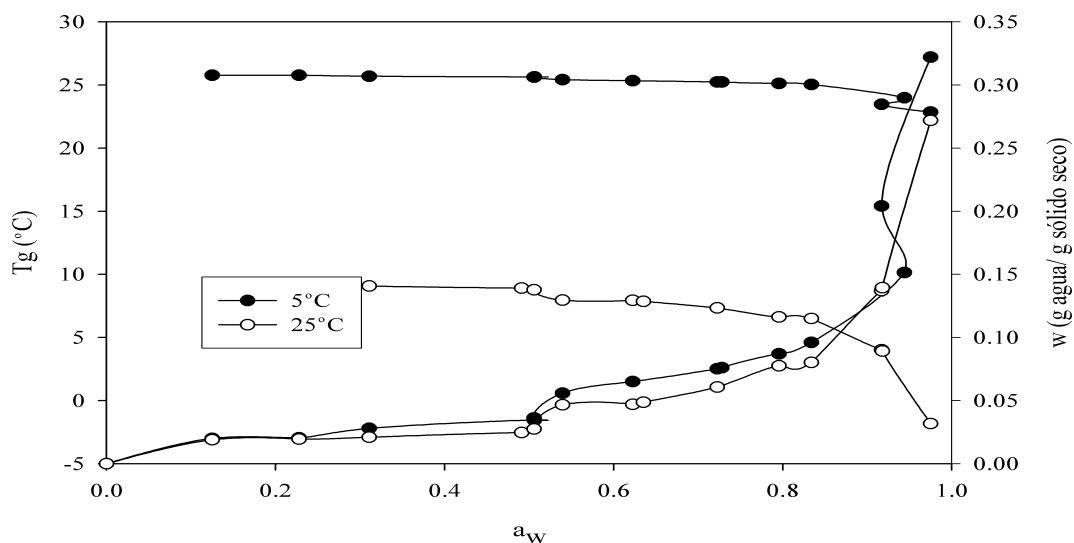
Las isotermas de sorción de la harina se obtuvieron por un método isopiéstico [4] a 5°, 25° y 35°C; la determinación de  $a_w$  para las soluciones utilizadas así como para las muestras se realizó en un equipo Aqua-Lab CX-2 Decagon Devices Inc. El contenido de humedad ( $w$ ) se obtuvo por el método 44-19 de AACC (1985), y la  $T_g$  con un Calorímetro Diferencial de Barrido Modulado (MDSC) 2920 de TA Instruments, a partir de los cambios en la capacidad calorífica de las muestras, gracias a la descomposición de la señal del flujo de calor total en sus contribuciones reversibles y no reversibles [5]. El cálculo de las  $T_g$  no experimentales se realizó con la ecuación linealizada de Gordon y Taylor:

$$T_g = T_{gs} + k \frac{w(T_{gw} - T_g)}{(1 - w)} \quad (1)$$

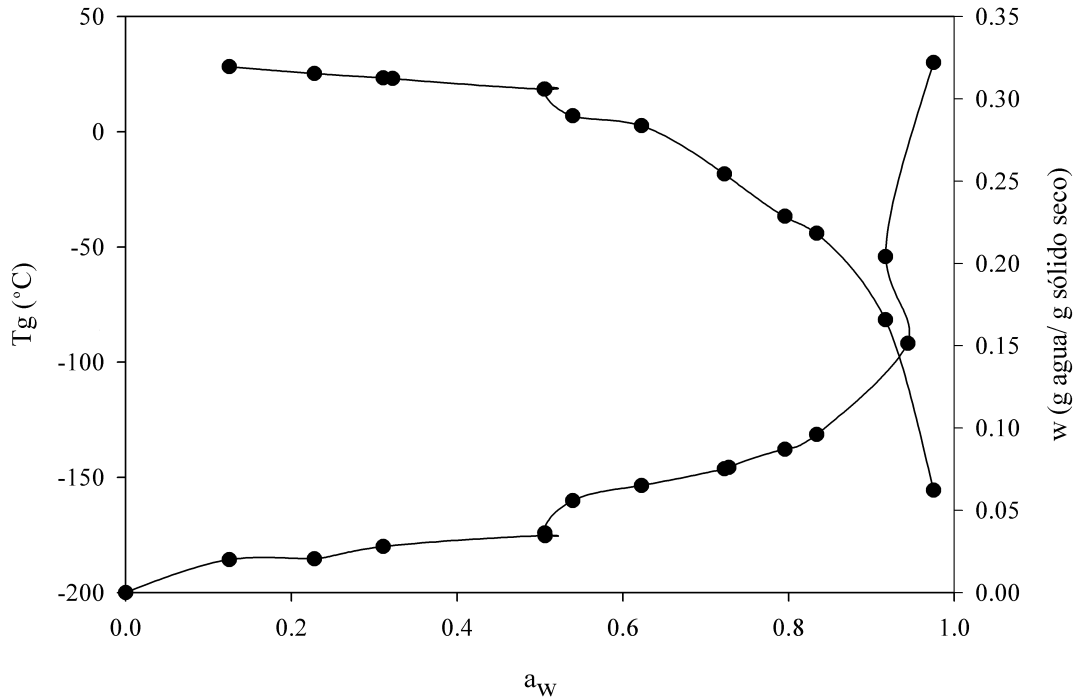
la cual se ajustó a los datos experimentales de Tg obtenidos por calorimetría, considerando como  $-135^{\circ}\text{C}$  la Tg del agua pura (Tgw) [6].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figura 1 y 2 se puede ver la relación entre la temperatura de transición vítrea y el contenido de humedad en equilibrio con la actividad acuosa. Se considera que el almidón de la harina estaba pregelatinizado, dado su proceso de obtención, y se sugiere que el estado físico de la harina es parcialmente amorfo de alta viscosidad, en donde la adsorción del agua ocurre lentamente y la movilidad de los segmentos se ve retrasada por la presencia de lípidos y proteínas. Esto puede considerarse como un efecto antiplastificante del agua [2,6] hasta un contenido de humedad de aproximadamente 7.5%, donde la isoterma crece más rápidamente y donde se observa un cambio de pendiente en la relación de la Tg con respecto a la  $a_w$ . Las temperaturas de transición vítrea permanecen mas o menos constantes, esto se puede explicar como que la adsorción de humedad es un proceso principalmente entálpico donde los movimientos moleculares, es decir la entropía, se compensa y por lo tanto la temperatura en que ocurre el cambio de estructuras flexibles a rígidas es muy similar.



**FIGURA 1.** Relación entre Tg,  $a_w$  y contenido de humedad para  $5^{\circ}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ .



**FIGURA 2.** Relación entre  $T_g$ ,  $a_w$  y contenido de humedad para 35° C.

## CONCLUSIONES

En las pruebas calorimétricas se pudo observar que la relación entre las  $T_g$  y la  $a_w$  no es lineal, si no que presenta un cambio en el valor de la pendiente después del valor crítico de humedad (7.5%), es decir donde se presume que las muestras pasaron a un estado más plástico, de mayor flexibilidad, como se observó en las relajaciones entálpicas que presentaron la mayoría de ellas en la señal del flujo de calor no reversible.

## REFERENCIAS

1. Bowers, J., *Food theory and applications*, 2ª. ed., Macmillan Publishing Co., E.U.A., 1992.
2. Seow, C.C., Cheah, P.B., y Chang, Y.P., Antiplasticization by water in reduced-moisture food systems, *J. Food Sci.*, 64, 576, 1999.
3. Roos, Y.H., Glass transition-related physicochemical changes in foods, *Food Tech.*, 50, 97, 1995.

4. Kanade, B.P. y Pai, S.J., Moisture sorption method for hygroscopic samples using a modified proximity equilibration cell, *J. Food Sci.*, 53, 1218, 1988.
5. Verdonck, E., Schaap, K., y Thomas, L.C., A discussion of the principles and applications of Modulated Temperature DSC (MTDSC), *Int. J. of Pharma.*, 192, 3, 1999.
6. Roos, Y.H., *Phase transitions in food*, Academic Press, San Diego, CA, 1995.