

## EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS Y TÉRMICAS DE DIFERENTES COMPOSICIONES DE CHOCOLATE

Vanessa Fernandes<sup>1</sup>, Alejandro J. Müller\*<sup>1</sup> y Aleida J. Sandoval<sup>2</sup>

1: Dpto. de Ciencia de los Materiales, GPUSB, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela

2: Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela

\* e-mail: amuller@usb.com

## RESUMEN

En este trabajo se estudió el efecto que produce el porcentaje de cacao en las propiedades reológicas y en la cinética de cristalización de un chocolate artesanal. De igual forma, se estudió el efecto de la temperatura en el proceso de cristalización y la viscosidad. Las muestras empleadas fueron de chocolate artesanal *Mis Poemas* con distintos porcentajes de cacao (60%, 70% y 75%). El estudio térmico se realizó por medio de calorimetría diferencial de barrido (DSC). Se encontró que a diferentes temperaturas y tiempos de cristalización, el chocolate presenta un proceso de cristalización en donde los cristales formados van reacomodándose con el tiempo, cambiando entre seis morfologías posibles. De igual forma, se encontró un comportamiento viscoelástico en el chocolate, en donde la incorporación de partículas sólidas en el sistema, causa un aumento de viscosidad de la muestra.

**Palabras Claves:** *Chocolate, viscosidad, reología, calorimetría, morfología*

## ABSTRACT

In this work, the effect produced by the percentage of cocoa and sugar on the rheological properties and crystallization kinetics of an artisanal chocolate was studied. The effect of temperature on the crystallization process and viscosity was also studied. The sample used was the traditional chocolate *Mis Poemas* with different percentages of cacao (60%, 70% and 75%) and also the pure butter and cocoa liquor. The thermal study was performed using differential scanning calorimetry (DSC). It was found that with different crystallization temperatures and times the chocolate has a crystallization process where crystals formed are rearranged over time, changing in between six possible morphologies. Similarly, viscoelastic behavior is found in chocolate, where the incorporation of solid particles in the system (sugar), causes an increased viscosity.

**Keywords:** *Chocolate, viscosity, rheology, calorimetry, morphology.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El chocolate presenta una estructura morfológica que depende de la composición, de los ingredientes utilizados y del proceso de producción. Los cambios en los ingredientes empleados generan modificaciones en la viscosidad que son de alta importancia en el empaquetado final del chocolate para su venta. En el proceso de manufactura del chocolate, la composición del mismo y la cristalización de la manteca de cacao son vitales para la formación de un buen producto. Dependiendo del proceso de cristalización y la composición de triglicéridos durante la producción del chocolate es posible obtener seis (6) polimorfismos ( $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\beta_2'$ ,  $\beta_1'$ ,  $\beta_2$  y  $\beta_1$ ), en donde la estructura más adecuada dentro de la industria del chocolates es la  $\beta_2$  [1,2]. De igual forma, cada paso del procesamiento del chocolate puede generar cambios en las propiedades del producto final, principalmente en la viscosidad y el acabado final del chocolate [3,4]. Dependiendo del proceso de manufactura se ejerce un esfuerzo o deformación determinado, por lo que se necesita una viscosidad adecuada que facilite el procesamiento del mismo y se impida la posible ruptura de la estructura del chocolate.

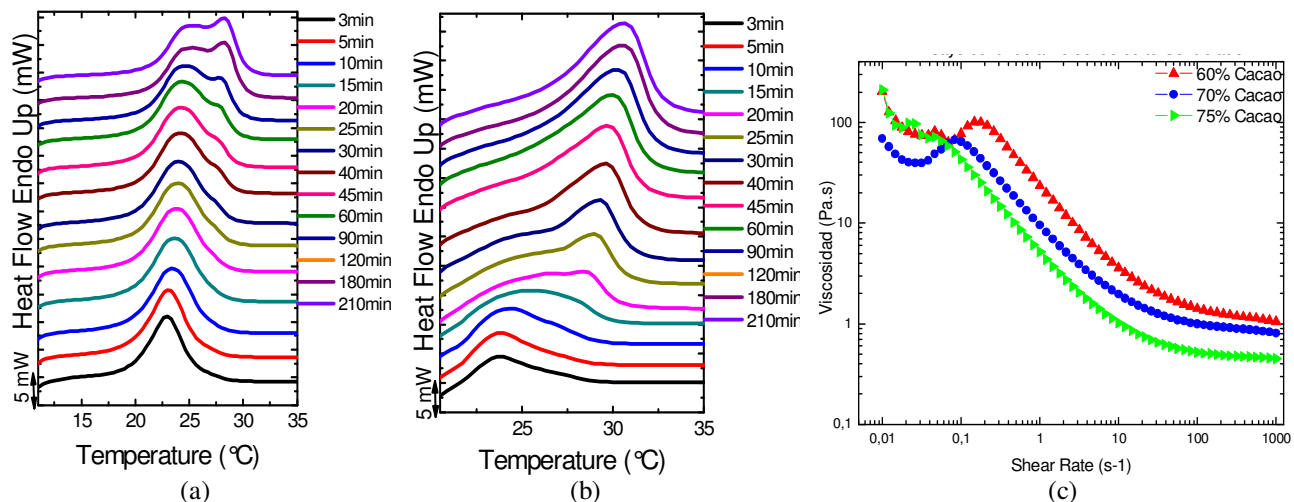
## 2. PARTE EXPERIMENTAL

Se utilizaron muestras comerciales del chocolate artesanal *Mis Poemas* (60%, 70% y 75% cacao). Para el análisis mediante DSC (Perkin-Elmer, DSC-7) se encapsularon (en cápsulas herméticas de aluminio) alrededor de 5 mg de muestra las cuales fueron calentadas hasta 50 °C por 3 minutos. Posteriormente, se enfrió desde 50°C hasta la temperatura de cristalización ( $T_c$ ) estudiada (20°C, 10°C y 0°C) a 60 °C/min y finalmente se dejó

a la  $T_c$  a diferentes tiempos para luego registrar barridos de calentamiento desde la  $T_c$ . Para el estudio reológico se empleó un reómetro (Physica modelo MCR301) con geometría Couette y se realizaron ensayos continuos tanto a esfuerzo de corte como a velocidad de corte controlado a cuatro temperaturas distintas (35°C, 40°C, 45°C y 50°C).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los barridos de calentamiento se pudo observar un cambio significativo en la temperatura de fusión con respecto al tiempo a una temperatura de cristalización fija. Este cambio se ha atribuido a cambios en la estructura cristalina del chocolate [1,2]. A medida que el tiempo aumenta, el cristal se va modificando hasta llegar a una estructura más estable llamada  $\beta_2$ . De igual forma, la temperatura de cristalización también influye en el tipo de cristal que se genera en la muestra. A medida que la temperatura de cristalización es más alta, se obtiene una temperatura de fusión mayor, por lo que es posible llegar a la estructura más estable del chocolate a un menor tiempo de cristalización. En las Figuras 1 (a) y (b) se observa el cambio experimentado en una muestra con 75% cacao a una temperatura de cristalización de 20°C y 10°C. A temperaturas de cristalización de 0°C, la estructura es muy poco estable, presentando temperaturas de fusión por debajo de los 25°C. Esto se debe a que a bajas temperaturas, la poca movilidad en el sistema impide la modificación de los cristales. En cuanto al porcentaje de cacao de la muestra, a medida que se aumenta el porcentaje del mismo, la energía de fusión es mayor, por lo que se obtiene mayor cristalización. Esto se puede atribuir a que el cacao contiene la manteca de cacao, el cual es responsable del proceso de cristalización. En cuanto al estudio reológico, se pudo observar la influencia de la temperatura en la viscosidad de las muestras, mostrando una reducción de la misma a medida que se aumenta la temperatura de trabajo. De igual forma, la incorporación de cacao al sistema, aumenta la cantidad de elementos grasos por lo que se genera una disminución de la viscosidad como lo muestra la Figura 1 (c).



**Figura 1.** Barridos de calentamiento (DSC) a diferentes tiempos de cristalización para una muestra de chocolate con 75% de cacao a (a)  $T_c=20^\circ\text{C}$  y (b)  $T_c=10^\circ\text{C}$ . (c) Ensayo reológico continuo a velocidad de corte controlada a  $45^\circ\text{C}$  para chocolates a diferentes porcentajes de cacao.

### 4. REFERENCIAS

- [1]. Marangoni A., McGauley S. "Relationship between Crystallization Behavior and Structure in Cocoa Butter". *Crystal Growth and Design* 2003; 3 (1): 95-108
- [2]. Dewettinck K., Foubert I., Basiura M., Goderis B. "Phase Behavior of Cocoa Butter in a Two-Step Isothermal Crystallization". *Crystal Growth and Design* 2004; 4 (6): 1295-1302
- [3]. Taylor J., Van Danne I., Jonne M., Routh S., Wilson D. "Shear Rheology of Molten Crumb Chocolate". *Journal Of Food Science* 2009; 74 (2): 55-61
- [4]. Afoakwa E., Paterson A., Fowler M. "Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate". *Trends in Food Science and Technology* 2007; 18: 290-298