

# DETERMINACION DEL CALOR DE FRAGUADO DE CEMENTO POR MICROCALORIMETRIA DE CONDUCCION DE CALOR: Efecto de glucosa y sacarosa como aditivos retardantes

Liliana Giraldo G.\*, Juan Carlos Moreno P. y Liliana M.Páez.

\* Laboratorio de Termodinámica y Calorimetría. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.

**Keywords:** cement, thermosetting heat, additives

## RESUMEN

Se determina el calor de fraguado del cemento Río Claro tipo III (Río Claro, Antioquia, Colombia) por microcalorimetría de conducción de calor; así como también los efectos de la glucosa y de la sacarosa en el proceso de fraguado de este material. Al emplear 0,15 y 0,05% (% en peso) de estos aditivos en la preparación de las pastas, se observan retardos considerables en el fraguado de las mismas. Los aditivos también modifican el calor de fraguado: la pasta libre de estos presenta un valor de 38,03 J/g en tanto que la adición de glucosa y sacarosa producen valores menores, excepto en el caso de la sacarosa al 0,05% donde se observa un efecto térmico de 55,80 J/g.

## ABSTRACT

The thermosetting heat of type III Río Claro cement (Río Claro, Antioquia, Colombia) is determined by conduction microcalorimetry, as well as the effects of the addition of glucose and sucrose in the thermosetting process. Considerable delays in the latter process are observed when 0,15% and 0,05% by weight of the additives are used. The additives also modify the thermosetting heat a value of 38.03 J/g is obtained for the free paste, whereas by addition of glucose and sucrose lower values are obtained; however, with 0.05% sucrose a thermal effect of 55.80 J/g is observed.

## INTRODUCCION

La determinación del calor de fraguado de cementos, proceso de naturaleza exotérmico que se desarrolla lentamente, puede ser efectuada convenientemente por microcalorimetría de conducción de calor [1,2]; esta técnica permite utilizar pequeñas cantidades de muestra (25 g de cemento) con lo cual se reduce notablemente el tiempo de análisis térmico, con respecto a las técnicas usadas comúnmente en estos estudios a nivel industrial [3]. Con el propósito de facilitar el manejo del material y por razones económicas, es necesario modificar alguna de sus propiedades para lo cual se incorporan "aditivos" que son productos agregados en proporciones menores al 5% en el momento de la mezcla de los morteros y hormigones o a su superficie, cuando todavía están frescos [4]. Un aditivo retardante, es un material utilizado para disminuir la velocidad de fraguado del concreto y que permite regular los tiempos de mezcla y el transporte y la colocación de la misma. En este trabajo se observa el efecto que tienen como aditivos retardantes soluciones de sacarosa y glucosa en el tiempo de fraguado y las eventuales modificaciones sobre el calor de fraguado.

## GENERALIDADES

Al preparar las pastas (cemento-agua), estas parecen guardar la misma consistencia inicial durante un tiempo relativamente largo. Taylor [5] comenta al respecto, que esto puede llevar a conclusiones erróneas relacionadas con un período de latencia inicial, sin reacciones químicas aparentes, luego del cual se dan reacciones que ocasionan una rápida solidificación de la pasta. En realidad el fraguado no ocurre así, ya que desde el momento mismo de efectuar la mezcla se producen reacciones exotérmicas tal como se evidencia en los termogramas respectivos.

### Aditivos retardantes

Los productos básicos que entran en la composición de los retardantes comerciales son con frecuencia, sustancias orgánicas como lignosulfonatos, ácidos y sales de ácidos hidroxicarboxílicos y carbohidratos de fórmula general  $C_n(H_2O)_m$ . Los aditivos retardantes son empleados principalmente para reducir el efecto acelerante del clima cálido sobre el fraguado del concreto; además ellos retrasan el fraguado inicial cuando las condiciones de colocación y compactación son dispendiosas (como en el caso de columnas largas) y facilitan el transporte de la mezcla a grandes distancias [6].

## PARTE EXPERIMENTAL

### Determinaciones calorimétricas

Para realizar la determinación del calor de fraguado del cemento se emplea un microcalorímetro de conducción de calor tipo cochada (batch) desarrollado anteriormente en este laboratorio [2]. Los potenciales termométricos generados en las termopilas se leen con un multímetro de precisión Hewlett-Packard 3478A (sensibilidad  $0,1 \mu\text{V}$ ) que está acoplado a un microcomputador IBM PS1 por medio de una interfase GPIB, para la captura y registro de los datos; los cálculos del calor de fraguado se efectúan por medio del programa de computo CETAC [7].

Para cada uno de los ensayos se utiliza pasta preparada con 20,0 g de cemento Río claro tipo III y 4,8 g de agua; a la cual se adicionan pequeñas cantidades (0,05 y 0,15) de glucosa o sacarosa como aditivos retardantes. Las pastas se colocan en las celdas calorimétricas construidas en material acrílico (dimensiones  $35 \times 35 \times 10$  mm.) y se registran durante aproximadamente 14 horas los potenciales termométricos originados por el proceso exotérmico de fraguado.

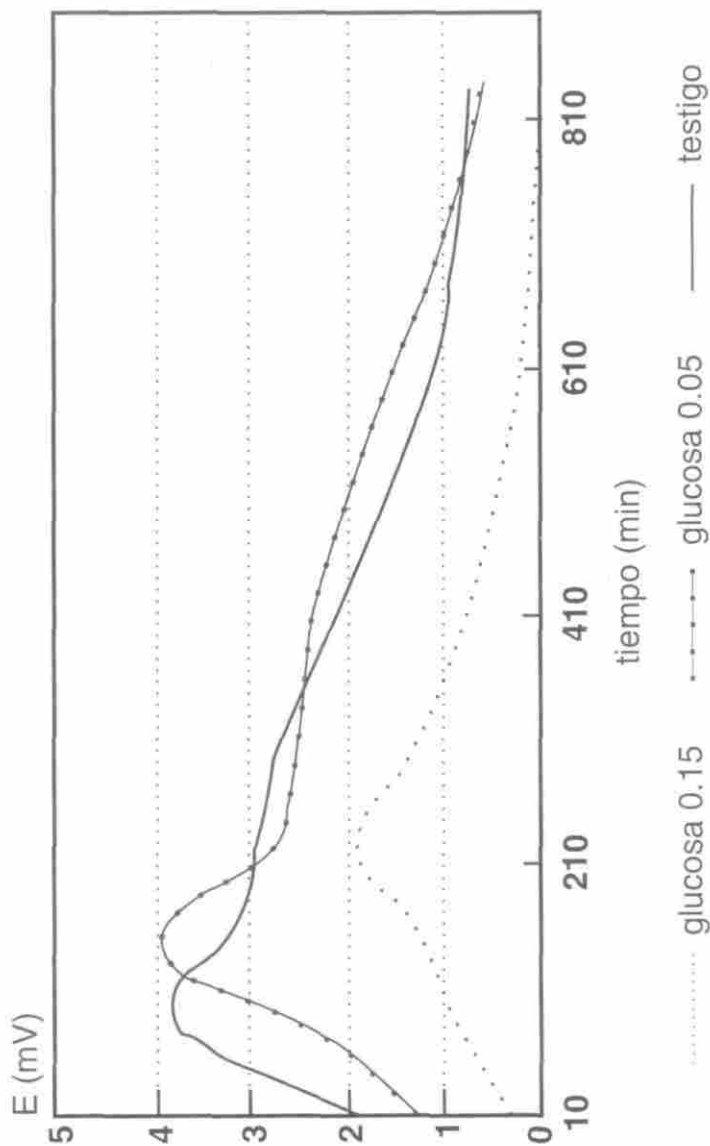
## RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se resumen los resultados obtenidos; en ella se indican: el porcentaje del aditivo agregado, el calor de fraguado (J/g) y el tiempo en minutos desde que se inicia la experiencia hasta que se alcanza el máximo potencial en el termograma.

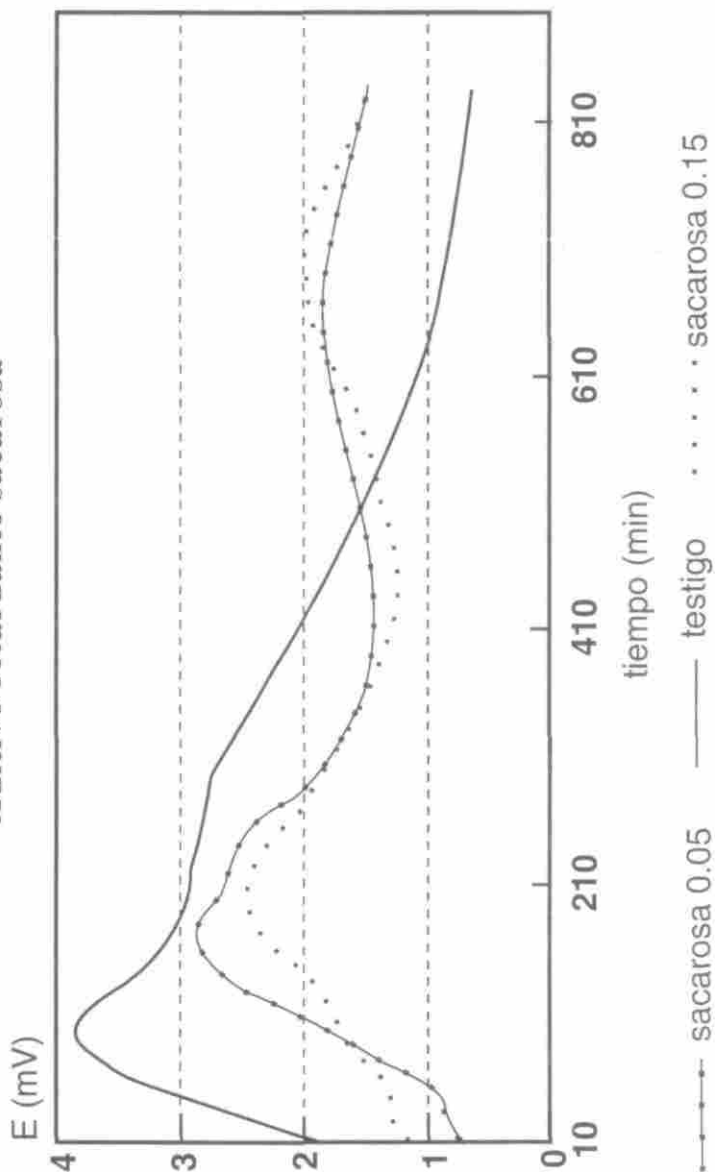
**Tabla 1. Determinación del calor de fraguado del cemento Río Claro tipo III por microcalorimetría de conducción de calor T 25°C**

ADITIVO Porcentaje	Calor de Fraguado (J/g)	tiempo (minutos)
0	38,03	100,2
Glucosa 0,05	55,80	149,4
Glucosa 0,15	25,77	227,5
Sacarosa 0,05	32,72	165,8
Sacarosa 0,15	21,48	217,8

GRAFICA 1  
**CALOR DE FRAGUADO DE CEMENTO**  
 Aditivo retardante glucosa



GRAFICA 2  
**CALOR DE FRAGUADO DE CEMENTO**  
 Aditivo retardante sacarosa



Las gráficas 1 y 2 muestran los termogramas obtenidos en ellos se puede observar que las pastas a las que se ha adicionado sacarosa (gráfica 2), presentan dos picos bien definidos que insinúan la existencia de dos procesos exotérmicos distintos que tienen lugar durante el fraguado de las pastas; por el contrario en el caso de la glucosa (gráfica 1) la presencia de dos picos es menos evidente.

La forma de estas curvas depende de la naturaleza del aluminato que contenga el cemento; los procesos térmicos responsables de los picos exotérmicos, de acuerdo a Calvet [8], pueden ser asociados con la disolución de material anhidro y a la formación de hidratos cristalinos.

Calvet [8] propone además que los picos obtenidos para tiempos prolongados de fraguado, cuando se emplea agua como retardante, pueden corresponder a la hidratación de silicatos dicálcico y tricálcico.

Nuestros resultados muestran en todos los casos el efecto neto de retardo en el fraguado ocasionado por los dos aditivos.

Los valores hallados para el calor de fraguado son menores en presencia de los aditivos, salvo cuando se emplea sacarosa al 0,05%; se observa además que los retardos son proporcionales a las cantidades de aditivo empleadas.

## BIBLIOGRAFIA

1. Swietoslawski W., *Microcalorimetry*., Reinhold Publi. Comp. New York. **1946**
2. Moreno J. C. "*Microcalorimetría de conducción de calor: diseño, construcción, calibración y aplicación al estudio de sólidos porosos*". Tesis de Doctorado en ejecución. Departamento de Química. Universidad Nacional. Santafé de Bogotá. **1995**.
3. Páez L. M. y Sánchez M. V. "*Influencia de los sacáridos en la reacción de hidratación del cemento*". Tesis de grado. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingeniería Química. Santafé de Bogotá. **1995**
4. Sandino A. *Materiales para estructuras*. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá. **1982**
5. Taylor H. *La química de los cementos*. V.I. Ed. Urma. Bilbao. **1967**
6. Venuat M. *Aditivos y tratamientos de morteros y hormigones*. Editores Técnicos Asociados. Barcelona. **1972**.
7. Barragán D. A. *CETAC. Programa de cálculo desarrollado en laboratorio de Termodinámica y Calorimetría*. Departamento de Química. Universidad Nacional de Colombia.
8. Calvet P., Prat H. *Recent Progress in Microcalorimetry*. Ed. Pergamon Press Book. New York. **1963**.