



APLICACIÓN DE UN CAMPO ELECTROMAGNÉTICO DE ALTA FRECUENCIA EN LA EXTRACCIÓN DE CAFEÍNA.

Judith D. Espinoza-Pérez^{1,2}, Miguel A. García-Alvarado¹, Guadalupe del C. Rodríguez-Jimenes¹, Jorge Ortega-Martínez¹, Juan C. Contreras-Esquivel².

¹ UNIDA- Instituto Tecnológico de Veracruz, M.A. de Quevedo 2779, Veracruz, Ver. C.P. 91897, 012299 341478, Ext. 110, Fax. Ext. 201. jdesppinoza@yahoo.com.mx

² Centro de Investigación y Desarrollo. Coyotefoods Biopolymer and Biotechnology S de R L mi. Saltillo, Coahuila.

Palabras clave: extracción de cafeína, transferencia de masa, extracción inducida por microondas.

Introducción. La extracción de compuestos de matrices sólidas aplicando un campo electromagnético de alta frecuencia (microondas: 2450 MHz) ha resultado ser un método eficiente (1). El calentamiento generado por las microondas es volumétrico y con un gradiente de temperatura que se transfiere del interior del material sólido hacia el exterior, características a las cuales se atribuye su eficiencia (2). Aunque existen varios procesos de descafeinado de grano de café verde, no hay reportes de su extracción utilizando microondas. Para describir el proceso de extracción se requiere evaluar las propiedades de transferencia de masa del sistema sólido-líquido (3).

Por lo tanto el objetivo de este estudio fue evaluar los coeficientes de transferencia de masa durante la extracción de cafeína inducida por microondas.

Metodología. Se realizaron cinéticas de extracción a 90 °C utilizando agua como solvente en una relación sólido-líquido 1:5. La extracción se realizó por microondas (M) (MES 2000W); convección natural (CN) y por convección forzada (CF) para así evaluar los coeficientes de transferencia de masa interno ($K_{C\beta}$) y externos ($K_{C\gamma}$) del sistema. La cuantificación de cafeína en el extracto y en el residuo se realizó por cromatografía de gases. Para describir el mecanismo de extracción se propuso un conjunto de ecuaciones diferenciales (Ec 1, Ec 2) que involucran la fase sólida (C_β); líquida (C_γ) y la interfase ($C_{\beta i}$, $C_{\gamma i}$). Las concentraciones en la interfase se obtuvieron del flux interfacial y de la relación de equilibrio (K). El sistema se resolvió aplicando Runge Kutta de cuarto orden.

$$\frac{dC_\gamma}{dt} = k_{C\gamma} (C_{\gamma i} - C_\gamma) \left(\frac{a}{\varepsilon_\gamma} \right) \quad Ec.1$$

$$\frac{dC_\beta}{dt} = k_{C\beta} (C_\beta - C_{\beta i}) \left(\frac{a}{\varepsilon_\beta} \right) \quad Ec.2$$

Resultados y discusión. Los coeficientes de transferencia de masa interno y externo obtenidos por ajuste del modelo en CF, fueron respectivamente: $K_{C\gamma} = 0.6 \text{ mh}^{-1}$ y $K_{C\beta} = 0.0035 \text{ mh}^{-1}$, y en CN: $K_{C\gamma} = 0.0014 \text{ mh}^{-1}$ y $K_{C\beta} = 0.0035 \text{ mh}^{-1}$. La predicción de las cinéticas de M (Fig. 1) se realizó con los coeficientes de transferencia de masa ajustados para CN. El

modelo se validó estadísticamente mediante intervalos conjuntos de confianza al 95% indicando que para CF sólo $K_{C\beta}$ fue significativa. En la validación estadística para M y CN, ambos coeficientes fueron significantes. Este fenómeno se puede evidenciar por la velocidad de extracción de CN que fue igual a la de M como consecuencia de la temperatura utilizada, cercana al punto de ebullición del solvente, y por lo tanto las corrientes convectivas fueron igual de eficientes que el calentamiento de carácter volumétrico. Además, en el caso de M, la extracción no fue tan eficiente como se esperaba, debido al solvente utilizado, el cual no es transparente a las microondas, absorbiendo parte de ellas y generando un calentamiento menor en la fase sólida.

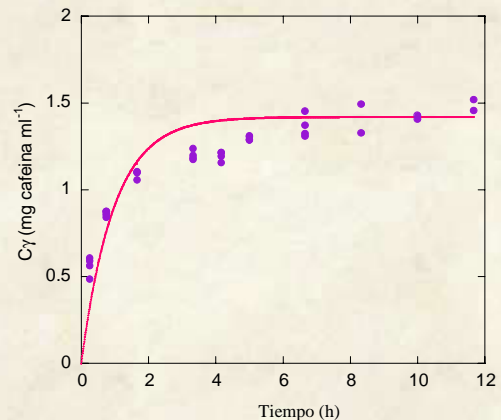


Fig. 1. Predicción de las cinéticas por microondas

Conclusiones. El modelo propuesto describió las cinéticas experimentales. No se encontró evidencia de que las microondas generen un cambio en los coeficientes de transferencia de masa.

Agradecimiento. Los autores expresan su agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Bibliografía.

- Sparr, C, Björklund, E. (2000). Analytical-scale microwave-assisted extraction. *J. Chromatography. A* (902): 227-250.
- Lettellier, M, Budzinski, H. (1999). Microwave assisted extraction of organic compounds. *Analysis*. (27): 259-271.
- Bichsel, B, Gál, S, Signer, R. (1976). Diffusion phenomena during the decaffeination of coffee beans. *J. of Food Technology*. 11: 637-646.