

## MODELADO DE LAS VELOCIDADES INTERNAS DE CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DE FRUTOS. CASO: LIMÓN MEXICANO

### MODELING OF THE HEATING AND COOLING INTERNAL RATES IN FRUITS. CASE: MEXICAN LIME

Salvador Valle-Guadarrama\*, Rosa Lidia Hernández-Álvarez e Ignacio Covarrubias-Gutiérrez

Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carr. México-Texcoco. 56230, Chapingo, Edo. de México. Tel: 01 (595) 952-1500 Ext. 5592.

\* Autor para correspondencia (svalle@correo.chapingo.mx)

#### RESUMEN

Los tratamientos de calentado y enfriado son prácticas aplicadas con frecuencia a frutas cosechadas, para alargar su vida útil. En ambos casos es fundamental conocer el tiempo requerido para que el centro del material alcance una temperatura determinada. El objetivo de este trabajo consistió en desarrollar una metodología confiable para la determinación del tiempo de calentamiento o enfriamiento en frutas, que aporte elementos que permitan mejorar su manejo postcosecha. Se tomó como sujeto de estudio al fruto de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle]. Se hizo un modelado de los mecanismos de conducción y convección de calor que se producen en el interior del fruto y entre éste y el medio circundante, respectivamente. Los modelos sirvieron para determinar el coeficiente de difusividad térmica del sistema de estudio, que resultó igual a  $10.2 \times 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ , y el coeficiente de convección térmica del proceso que varió entre 19 y  $58 \text{ W m}^{-2} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Se definió también que el tiempo de acondicionamiento de la temperatura es mínimo si el aire en contacto con el fruto se desplaza con velocidad de  $3.7 \text{ m s}^{-1}$ .

**Palabras clave:** *Citrus aurantifolia*, coeficiente de convección térmica, difusividad térmica, tiempos de calentamiento y enfriamiento.

#### SUMMARY

Heating and cooling treatments are frequently applied to harvested fruits to extend their shelf life. In both cases it is fundamental to know the time required to reach certain temperature at the center of the material. In this work we developed a reliable methodology to determine the heating or cooling time in fruits and for providing elements that allow improving their postharvest management. The mexican lime [*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle] fruit was taken as study subject. A modeling of the heat conduction and convection mechanisms occurring inside the fruit and between it and the external environment, was developed. Models determined a thermal diffusivity coefficient of  $10.2 \times 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  and a thermal convection coefficient ranging between 19 and  $58 \text{ W m}^{-2} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . The models predicted that the time for temperature conditioning is minimal if the air in contact with the fruit is moving at  $3.7 \text{ m s}^{-1}$ .

**Index words:** *Citrus aurantifolia*, thermal convection coefficient, thermal diffusivity, modeling, heating and cooling time.