

## **Ingeniería de Alimentos I**

**Coordinador del Curso:** Dr. José de Jesús Caro Corrales.

**Trimestre:** dos

**Créditos:** 8 (4 aula y 4 trabajo independiente)

**Intensidad (hora/semana/mes):** 8 h/semana/mes

**Estrategias metodológicas:** Clases presenciales, trabajo grupal, evaluaciones individuales y grupales.

**Organización del curso:** Modular con profesores invitados expertos en el tema correspondiente.

**Profesores participantes en el curso:** Profesores de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos y profesores invitados expertos en el área.

**Objetivo del curso:** El alumno será capaz de explicar con base en la aplicación de las leyes de Fourier los criterios de análisis y aplicaciones de la transferencia de calor en alimentos de origen vegetal.

### **CONTENIDO**

- I. TRANSFERENCIA DE CALOR EN ESTADO NO ESTACIONARIO
  1. Ecuación de conducción en estado no estacionario.
  2. Conducción con resistencia interna despreciable.
    - a. Método de parámetros concentrados.
    - b. Número de Biot para placa infinita, cilindro infinito y esfera.
  3. Conducción con resistencia externa despreciable.
    - a. Número de Biot para placa infinita, cilindro infinito y esfera.
    - b. Solución analítica para placa infinita, cilindro infinito y esfera.
  4. Conducción con resistencia interna y externa finitas.
    - a. Solución analítica para un sólido semiinfinito.
    - b. Solución analítica para placa infinita, cilindro infinito y esfera.
    - c. Sistemas bidimensionales y tridimensionales.
  5. Datos de conductividad térmica para alimentos y ecuaciones de predicción.

6. Métodos para determinación de conductividad térmica.
  - a. Método de la fuente lineal de calor (Método de la sonda).
  - b. Método de la historia de temperatura.
7. Datos de difusividad térmica para alimentos y ecuaciones de predicción.
8. Métodos para determinación del coeficiente convectivo.
  - a. Método de parámetros concentrados.
  - b. Método de las soluciones analíticas para placa, cilindro y esfera.
  - c. Correlaciones para el número de Nusselt en convección natural y forzada.

## II. MODELADO CON EL MÉTODO DEL ELEMENTO FINITO

1. División del sistema en elementos y configuración del elemento.
2. Funciones de forma.
3. Método de los residuos ponderados (Método de Galerkin)
4. Tipo de elementos.
5. Creación de la red de elementos.
6. Condiciones de frontera.
7. Obtención de historias y perfiles de temperatura.

## III. PENETRACIÓN DE CALOR – ENLATADO

1. Factores que afectan al tratamiento térmico.
2. Gráfico de supervivencia y tiempo de reducción decimal.
3. Resistencia a diferentes temperaturas letales y valor z
4. Letalidad y gráfico TMT fantasma.
5. Método de la fórmula de Ball.
  - a. Tiempo de levantamiento y tiempo cero corregido.
  - b. Índice y factor de ajuste de velocidad de calentamiento.
  - c. Temperatura pseudo inicial de calentamiento.
  - d. Fórmula de Ball.
  - e. Cálculo del tiempo de proceso.
  - f. Cambio en la temperatura inicial del proceso y en la temperatura de la retorta.
  - g. Cambio en el tamaño de lata.
6. Método de la Fórmula de Stumbo.

7. Método de la Fórmula de Pham.

**Referencias bibliográficas**

- Calderón-Domínguez G., Gutiérrez-López G. F., and Niranjana, K. 2016. "Advances in Heat Transfer Unit Operations: Baking and Freezing in Bread Making". CRC Press.
- Farid, M. M. 2010. "Mathematical Modeling of Food Processing". CRC Press.
- Geankoplis. C. J., Herseil, A. A. and Lepek, D. H. 2018. "Transport Processes and Separation Process Principles". 5<sup>th</sup> ed. Prentice Hall.
- Heldman D. R., Lund, D. B., and Sabilov, C. 2018. "Handbook of Food Engineering". 3<sup>rd</sup> edition. CRC Press.
- Ibarz, A. and Barbosa-Cánovas G. V. 2014. "Introduction to Food Process Engineering". CRC Press.
- Rahman, S. 2009. "Food Properties Handbook". CRC. USA.
- Rao, M. A., Rizvi, S.S.H, and Datta ,A. K. 2014. "Engineering Properties of Food". 4<sup>th</sup> edition. CRC Press.
- Singh, R. P., Heldman, D. R. 2013. "Introduction to Food Engineering". 5<sup>th</sup> edition. Elsevier.
- Truskey, G. A., Yuan F., and Katz D. F. 2009. "Transport Phenomena in Biological Systems". Pearson-Prentice Hall.
- Welty, J., Romer, G. L., and Foster, D. G. 2014. "Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer". 6<sup>th</sup> edition. Wiley.