



# XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería



## SIMULACIÓN MATEMÁTICA DEL SECADO DE ZANAHORIAS UTILIZANDO FLUJO DE AIRE REVERTIDO.

Adolfo Amador Mendoza, Erasmo Herman y Lara, Cecilia Eugenia Martínez Sánchez e Irving Israel Ruiz López, Departamento de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Juan Rodríguez Clara, Veracruz, C.P. 95670, fito\_adamme@hotmail.com.

*Palabras clave: Simulación, Secado, Revertido.*

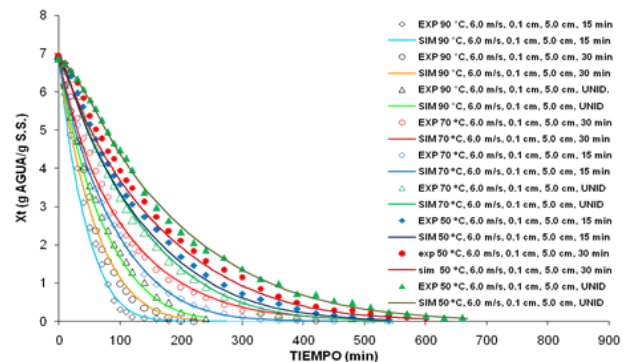
**Introducción.** El secado es uno de los métodos más antiguos para deshidratar alimentos, el cual involucra de manera simultánea la transferencia de materia y energía. De aquí la importancia de obtener cinéticas de secado con zanahoria a diferentes temperaturas (50, 70 y 90 °C), velocidades de secado (2.0, 4.0 y 6.0 m/s), alturas de lecho (5, 10 y 15 cm), espesores del producto (0.1, 1.0, 2.0 cm) y tiempos de reversión del flujo de aire (15, 30 min y sin reversión). Posteriormente se desarrolló un modelo mecanicista a partir de balances de materia y energía, que consideró parámetros termo-físicos, de transporte, y de equilibrio del aire y producto. Este modelo es representado como un sistema de ecuaciones diferenciales no lineales, se programó y resolvió para las cinéticas experimentales de secado. Los resultados demostraron que existió diferencia significativa utilizando un flujo revertido con respecto al unidireccional. Las cinéticas de secado simuladas por el modelo mecanicista predijeron adecuadamente la conducta experimental con una  $R^2$  de 0.9787.

**Metodología.** Se obtuvieron cinéticas de secado con zanahoria a diferentes temperaturas (50, 70 y 90 °C), velocidades de secado (2.0, 4.0 y 6.0 m/s), alturas de lecho (5, 10 y 15 cm), espesores del producto (0.1, 1.0, 2.0 cm) y tiempos de reversión de la dirección del flujo de aire (15, 30 min y sin reversión). Posteriormente se desarrolló un modelo matemático a partir de balances de materia y energía, que consideró parámetros termo-físicos, de transporte, y de equilibrio del aire y producto. Este modelo representado como un sistema de ecuaciones diferenciales no lineales, se programó y resolvió para las cinéticas experimentales de secado. El criterio de optimización empleado fue el tiempo necesario para alcanzar una humedad de producto de 0.1 g de agua/g de s.s., variando la velocidad de aire, frecuencia de la inversión del flujo y la temperatura.

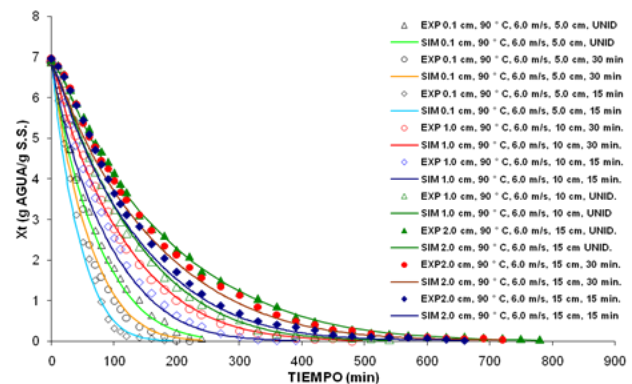
**Resultados.** Se obtuvieron curvas de secado experimentales y simuladas a las mismas condiciones de temperatura, velocidad de aire de secado, alturas de lecho, espesor, flujo unidireccional y revertido empleadas en la parte experimental (Figuras 1 y 2).

**Conclusiones.** El modelo mecanicista predijo las cinéticas experimentales de secado tanto en partículas delgadas cuyo fenómeno predominante fue el externo,

como en partículas gruesas cuyo fenómeno dominante fue el interno regido por la difusión.



**Fig. 1.** Cinéticas de secado experimental y simuladas de la zanahoria a una velocidad de aire de secado de 6.0 m/s, espesor de partícula de 0.1 cm, altura de lecho de 5.0 cm con diferentes temperaturas y flujos de aire de secado.



**Fig. 2.** Cinéticas de secado experimental y simuladas de la zanahoria a 90 °C, velocidad de aire de 6.0 m/s con diferentes espesores de partícula, alturas de lecho y flujo de aire.

**Agradecimiento.** Al I.T.S.J.R.C. por su financiamiento brindado para la presentación del presente trabajo.

### Bibliografía.

1. AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemist. *Official Methods of Analysis* 1st. Ed. Arlington, Virginia, pp 934.
2. E. Herman-Lara, M.A. Salgado-Cervantes, M.A. García-Alvarado, (2005). "Mathematical simulation of convection food batch drying with assumptions of plug flow and complete mixing of air".
3. I.I. Ruiz-Lopez, C.E. Martínez, R. Cobos-Vivaldo, E. Herman-Lara., (2008). "Mathematical modeling and simulation of batch drying of foods in fixed beds with airflow reversal".