

## ESTUDIO DE LA RUGOSIDAD DE UN ALIMENTO DURANTE EL SECADO CONVECTIVO USANDO ANÁLISIS FRACTAL

Roberto Campos Mendiola, Humberto Hernández Sánchez, Liliana Alamilla Beltrán, Jorge Chanona Pérez, Gustavo F. Gutiérrez López. ENCB-IPN, Carpio y plan de Ayala S/N, C.P. 11340. Fax (55)57296000 Ext. 62359, Email: jchanona@ipn.mx

*Palabras clave: rugosidad, secado, dimensión fractal*

**Introducción.** En varias áreas de la ingeniería de alimentos hay un creciente interés por entender el efecto de la estructura sobre la calidad final de los productos e incluso sobre el mismo control de proceso, (1). Los procesos de secado también se ven afectados por los cambios de la estructura del material, (2). Uno de los cambios estructurales de alimentos deshidratados es el encogimiento de la superficie o rugosidad en ocasiones también definida como textura. La rugosidad debe considerarse un factor importante de la calidad final del producto pero también puede afectar el proceso de secado del mismo. Una forma de medir la rugosidad es por análisis de imagen y a través de análisis fractal (3).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de los cambios de la rugosidad de los productos de origen biológico sobre la velocidad de secado.

**Metodología.** Se deshidrataron rebanadas de papa y manzana en un secador de túnel acoplado a un sistema de adquisición de imagen y se obtuvieron datos en tiempo real. Se ensayaron diferentes temperaturas y velocidades del aire de secado. La pérdida de humedad fue determinada e imágenes digitales de la microestructura fueron tomadas a lo largo del secado utilizando un estereoscopio e iluminación con reflexión con una fibra óptica. Se determinó la dimensión fractal (DF) por el método de conteo de cajas (3). Los cambios microestructurales fueron correlacionados con las cinéticas de secado.

**Resultados.** Las imágenes digitales que se obtuvieron en tiempo real de la superficie de la manzana (Figura 1) se observa que la rugosidad de la superficie de las muestra tiende a incrementarse con el tiempo de secado, lo cual fue determinado cuantitativamente a través de los valores de DF, mayores valores de DF están asociados a superficies con mayor complejidad o irregularidad. El comportamiento cinético de la DF aumenta rápidamente en los primeros minutos para después tender a un valor más constante (Figura 2), lo cual correlaciona con la velocidad con que se remueve la humedad. Un comportamiento similar fue observado para las rodajas de papa. En los diversos ensayos realizados a diferentes condiciones de secado sobre los materiales de prueba, se observó que existe una disminución de velocidad de secado asociada a mayores niveles de rugosidad (mayores valores de DF), es posible que este efecto de las condiciones de secado sobre la pérdida de humedad este asociado a tensiones internas dentro del material debidas al encogimiento del mismo. Es posible proponer que el transporte de agua a través de la matriz sólida del producto se realice en un medio de naturaleza fractal que limite la migración de la

humedad dentro del sólido, ello puede explicar la disminución de la velocidad de secado para condiciones de deshidratación donde el encogimiento y la dimensión fractal fueron mayores.

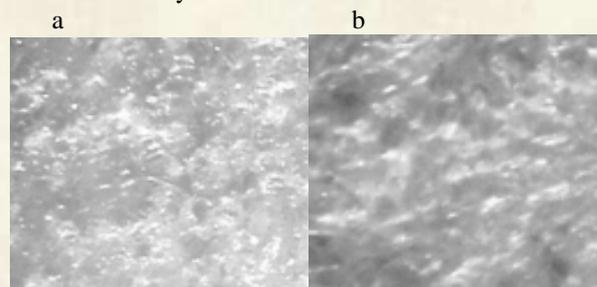


Figura 1. Muestra los cambios de microestructura para las rebanadas de manzana secadas a 2 m/s y 45 °C a)  $t=0$ ,  $DF=2.282$ , b)  $t=120$ ,  $DF=2.352$

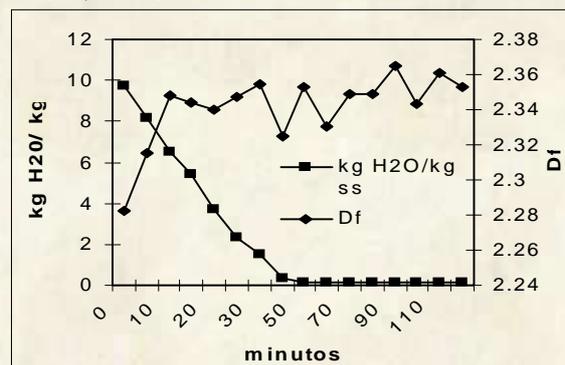


Figura 2. Cinética de secado para manzana y evolución de la DF a lo largo del secado a 2 m/s y 45 °C.

**Conclusiones.** La DF es un parámetro cuantitativo de la rugosidad que permite inferir cual es el papel de la microestructura sobre la velocidad el transporte de humedad en productos biológicos. Esto puede ser relevante para mejorar la calidad de los productos y los procesos de secado utilizados en diversas aplicaciones de la biotecnología y bioingeniería.

**Agradecimiento.** Este trabajo fue realizado con el soporte financiero del Proyecto CGPI-IPN:20050121

### Bibliografía.

1. Fito, P, y Chiralt, A. (2003). Food matrix. Food Sci & Tech Inter. 9(3).
2. Oliveira, L.S. y col. (1994). Conjugate analysis of natural convective drying of biological materials. Drying Tech. 12(5): 1167-1190
3. Chanona, P.J. y col (2003). Description of convective air-drying of food model by means of the fractal theory. Food Sci & Tech Inter. 9(3): 207-213.