



## Medición de propiedades dieléctricas en alimentos

Alejandro M. Henze (1), Vanesa E. Zerpa (2), Rodolfo H. Mascheroni (3), Javier R. Arballo (3,4)

(1) *Departamento de Ingeniería Electrónica, UTN-FRBA, Buenos Aires, Argentina*

(2) *Departamento de Ingeniería Química, UTN-FRBA, Buenos Aires, Argentina*

(3) *Centro de Tecnologías Químicas, UTN-FRBA, Buenos Aires, Argentina*

(4) *Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos, (CIDCA) (CONICET CCT La Plata, CICBA, UNLP), 47 y 116, La Plata, Argentina*

Dirección de e-mail: ahenze@frba.utn.edu.ar, vanesaestefaniazerpa@gmail.com, rmasche@yahoo.com, jraballo@conicet.gov.ar

El objetivo del presente trabajo es medir el valor de la permitividad en alimentos que sean sometidos a un proceso de deshidratación osmótica o por microondas, y así obtener una relación con su contenido porcentual de agua.

Para ello se utilizó un sistema de medición compuesto por un Analizador de Redes Vectorial (VNA) Keysight Fieldfox y una sonda coaxial tipo "open ended" con conector SMA construida en la UTN-FRBA. El método se basa en medir el coeficiente de reflexión de la muestra y, mediante un algoritmo de cálculo realizado en MatLab, se obtiene el valor complejo de su permitividad  $\epsilon^* = \epsilon' + j\epsilon''$  donde la parte real es la constante dieléctrica y la parte imaginaria corresponde al factor de pérdidas dieléctricas. La calibración del VNA se realiza en base a la medición de tres referencias a ser: circuito abierto (aire), cortocircuito (lámina de cobre) y agua destilada. Para este líquido de referencia se corrige su  $\epsilon^*$  en base al modelo de Debye simple y a valores empíricos para un rango entre 15 °C y 25 °C por tratarse de un líquido cuyo comportamiento dieléctrico es relativamente sensible a la temperatura de medición. Posteriormente se mide propan-2-ol al 99,5 % de pureza como líquido de verificación. Si bien en este caso las frecuencias de interés se centran en 915 MHz y 2.450 MHz, este sistema permite obtener valores de permitividad entre 100 MHz y 4 GHz en cuestión de pocos segundos y el resultado se guarda en archivos tipo Touchstone (extensión 's1p'). Otra ventaja es que, al ser totalmente portátil, este equipamiento no necesita permanecer en un laboratorio sino que se puede montar incluso cerca del lugar de procesamiento del alimento y por lo tanto realizar la medición de la muestra en tiempo real.

Se midieron primeramente la permitividad en líquidos, como soluciones de sacarosa entre 0 % y 60 % a temperatura ambiente, debido a que se obtienen mejores resultados y repetibilidad porque la sonda queda sumergida dentro de la muestra, a diferencia de los sólidos donde el contacto es superficial.

Posteriormente se realizaron pruebas en distintas muestras de frutas a temperatura ambiente como manzana roja "red delicious" y verde "Granny Smith", banana (en rodaja, rallada o puré), pera y papa. Los mejores resultados



obtenidos, coincidentes en su mayoría con resultados de otras publicaciones similares, fueron los medidos en muestras en forma semi-líquida o rallada evitando así la formación de fases o grumos (mezcla homogénea). En caso de medir en rodajas o cubos, los valores de  $\epsilon'$  y/o  $\epsilon''$  muestran cierta dispersión entre las distintas muestras. Estas diferencias pueden ser debidas principalmente a la variación del contenido de agua y azúcares según la medición se realice más cerca de la pulpa o de la superficie. Además de las variaciones intrínsecas del producto (grado de madurez y la procedencia de la muestra) que afectan sus propiedades dieléctricas.

Palabras Clave: Equipamiento Portatil, Sonda Coaxial, Propiedades Dieléctricas, Alimentos.