# Modelos predictivos energía-tamaño para la molienda de semillas de quinoa

Sánchez YG (1,2), González LC (1,2), Tolaba MP (1,2), Loubes MA (1,2)

(1) Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Industrias, Buenos Aires, Argentina

(2) CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Tecnología de Alimentos y Procesos Químicos (ITAPROQ). Buenos Aires, Argentina.

Dirección de e-mail: mtolaba@di.fcen.uba.ar

RESUMEN

El desarrollo de nuevos productos promueve el uso de granos no tradicionales y la investigación de procesos para la obtención de nuevos ingredientes. La molienda en molino de alto impacto permite obtener harinas modificadas con características distintivas ya que el proceso puede afectar la estructura de los componentes del grano. En este tipo de molinos se suma a la reducción del tamaño de partícula la acción termo-mecánica, la cual ocasiona desnaturalización parcial o total del almidón, reducción de la cristalinidad (amorfización) y/o incremento del grado de gelatinización. Como los atributos de las harinas dependen notablemente de la granulometría, es importante contar con modelos para predecir el tamaño de partícula en función de las condiciones de molienda. En el modelo generalizado de molienda, Walker postula que la energía requerida para producir un cambio diferencial en el tamaño de partícula puede expresarse como una función potencial del tamaño del material. De la integración resulta la relación entre la energía y el tamaño, representada por una ecuación con C y n como parámetros del modelo. El objetivo fue evaluar la aplicación de las ecuaciones de Walker y Rittinger (ecuación generalizada con n=2) para simular la relación energía-tamaño de partícula de la harina de quinoa. Se realizaron ensayos de molienda con semillas de quinoa provistas por el INTA Abra Pampa (diámetro: 1784 m) utilizando diferentes niveles de energía (0,2 -2,3 kJ/g) en un molino planetario de bolas (PM100, Retsch, Germany), con accesorios de acero inoxidable (jarra y bolas), adoptando una relación de masas bolas/quinoa de 5:1. La distribución del tamaño de partícula se obtuvo por el método de difracción láser en un equipo Malvern 2000 (Malvern Instruments Ltd., UK), registrándose el índice de dispersión (Span), y como medida del tamaño la mediana (D50) y el diámetro de la esfera equivalente (D[4,3]). Para los diferentes niveles de energía se obtuvieron distribuciones de tamaño multimodales. Al aumentar la energía de molienda entre 0,2 y 2,3 kJ/g se redujeron los valores de D50 (62%) y D[4,3] (41%) mientras que los valores de Span se incrementaron linealmente entre 3,0 y 5,2; acentuándose la heterogeneidad de la harina debido a la aparición o al incremento de modas por debajo de 100 m. Para D50, la predicción de la relación energía-tamaño mediante la ecuación de Walker resultó más satisfactoria (R2= 0,97) que la obtenida aplicando el modelo de Rittinger (R2= 0,80). En el caso de D[4,3], solamente se obtuvo un ajuste satisfactorio (R2= 0,76) con el modelo generalizado de Walker. Para ambos diámetros el valor de n ajustado mediante regresión no lineal fue 2,9. Cuando la energía requerida para la molienda de sólidos es proporcional a la nueva superficie producida, tal como establece Rittinger, corresponde n=2. El resultado obtenido señala la importancia de la activación mecánica de las partículas de harina que tiene lugar en el molino planetario y corrobora la habilidad de la ecuación de Walker para simular el proceso de molienda de alto impacto.

Palabras Clave: molino planetario de bolas, energía de molienda, tamaño de partícula.