

ANÁLISIS DE LA AIREACIÓN DE GRANOS MEDIANTE SIMULACIÓN COMPUTACIONAL

Alien Arias Barreto, Rita Abalone y Analía Gastón

*Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario,
Av. Pellegrini 250. (2000) Rosario, Argentina, {abarreto, rabalone, analiag}@fceia.unr.edu.ar*

Resumen. Cuando se almacena el grano en silos y celdas convencionales, se recurre a la aireación para reducir el deterioro de los mismos. La transferencia de energía y masa asociada a este proceso puede analizarse empleando un modelo de equilibrio térmico y sorpcional entre el aire que circula y el grano almacenado. Bajo esta hipótesis, como el aire que ingresa no está en equilibrio con el granel, se forman tres zonas (A, B y C) separadas por dos frentes de onda (llamados de temperatura y humedad) que se propagan a través del granel en la dirección del flujo de aire. En la zona A, el grano alcanza rápidamente el equilibrio a las condiciones del aire de entrada al silo. En la zona C, el grano no ha sido afectado por el proceso de aireación ya que mantiene la temperatura y contenido de humedad inicial. Las condiciones que se alcanzan en la zona B dependen fuertemente de la humedad relativa del aire empleado para airear así como del contenido de humedad inicial del grano. Esta zona se encuentra limitada por el frente de temperatura y el de humedad. La velocidad con que se propaga el frente de temperatura es mucho mayor que la del frente de humedad, por lo que luego de cierto tiempo de aireación la mayor parte del granel adquiere las condiciones de la zona B. Por lo tanto es de gran interés poder predecir las condiciones que prevalecen en dicha zona. Los sistemas de aireación operan en respuesta a las variaciones climáticas estacionales y deben diseñarse de tal forma de asegurar que la temperatura de bulbo húmedo del aire intergranario así como el contenido de humedad del grano sean lo suficientemente bajos para prevenir el desarrollo de insectos y hongos que aseguren condiciones de almacenabilidad. La determinación de la velocidad de los frentes de temperatura y humedad en función del caudal de aire y de las propiedades higroscópicas del grano permite estimar el tiempo de operación y el gasto energético asociado.

En este trabajo las ecuaciones de conservación de energía y masa se reducen a dos ecuaciones hiperbólicas en término de dos potenciales característicos definidos en función de la temperatura y la humedad absoluta del aire. Estas ecuaciones se resuelven por el método de las líneas características obteniéndose la temperatura, contenido de humedad del grano y humedad relativa del aire en la zona B así como las velocidades de ambos frentes.

El modelo se empleó para determinar las condiciones alcanzadas en la zona B y tiempos de aireación para condiciones climáticas típicas de Argentina. Se analizó la influencia del modelo empleado para describir el comportamiento higroscópico de los granos en la predicción del estado B y velocidad de los frentes de temperatura y humedad.

Finalmente, la distribución de temperatura y humedad del grano obtenida mediante esta metodología se comparó con la obtenida con un modelo de equilibrio y con otro de no equilibrio obteniéndose buena concordancia entre los resultados. En particular, estos últimos han sido validados comparando sus predicciones numéricas con datos experimentales de ensayos a campo realizados por el INTA.