

## **POSTCOSECHA DE GRANOS. DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PREDICTIVAS PARA EL ALMACENAMIENTO SEGURO BASADAS EN EL ANÁLISIS DE PROCESOS DE TRANSPORTE**

**Código:** ING295

**Período:** 2010-2013

**Director:** Gastón, Analía G

**E-mail:** [analiag@fceia.unr.edu.ar](mailto:analiag@fceia.unr.edu.ar)

**Integrantes:** Abalone, Rita M; Severino, Marcelo

### **Objetivos**

Un manejo ineficiente de los granos durante su almacenamiento, tanto en atmósfera normal (silos convencionales) como en atmósfera automodificada (silos-bolsa), genera un deterioro de la calidad e importantes pérdidas económicas.

En los silos y celdas convencionales, se recurre a la aireación para reducir el deterioro de los granos. Esta opera en respuesta a las variaciones climáticas estacionales y usualmente se intercala con períodos sin ventilación. Para independizarse de las condiciones climáticas, otra técnica consiste en el enfriamiento de los granos con equipos de refrigeración artificial que acondicionan el aire que se insufla en el silo. El uso incorrecto de estos sistemas es una de las causas principales de deterioro y pérdida de calidad de los granos, como así también de costos adicionales por consumo eléctrico excesivo.

En Argentina, ante el crecimiento de la producción granaria y la falta de capacidad de almacenamiento fijo, el silo-bolsa ha adquirido gran difusión. No obstante, no se dispone de una metodología avalada por investigaciones sistemáticas que contribuyan a controlar los diversos factores asociados a esta técnica ni de una tecnología de fácil aplicación para el monitoreo de la calidad de los granos embolsados. El muestreo con un calador demanda tiempo, pone en riesgo la hermeticidad de la bolsa y sólo permite determinar el estado del producto extraído. La termometría o la aireación no son aplicables en este caso. Estudios del INTA muestran que el monitoreo de la concentración de CO<sub>2</sub> es una alternativa de control, que indica la actividad biológica del granel y puede relacionarse con las condiciones de almacenabilidad del producto. El objetivo general de este proyecto es el desarrollo de herramientas predictivas para minimizar pérdidas en el almacenamiento de granos. El empleo sistemático de esta herramienta permitirá definir estrategias de almacenaje seguro en silos-bolsa y de aireación en silos convencionales basadas en la modelización de los procesos de transferencia de energía, masa y momento.

Objetivos Específicos:

#### i) Modelos de simulación computacional

1. Desarrollo de un modelo de simulación de las concentraciones de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> en el espacio intergranario acoplado con la transferencia de momento, energía, y contenido de humedad del grano almacenado en silos-bolsa.
2. Desarrollo de un modelo de simulación de la transferencia de energía, masa y momento durante la aireación de silos convencionales (convección forzada)
3. Validación de los modelos. Comparación de las predicciones numéricas con mediciones experimentales o datos de la literatura

#### ii) Aplicaciones tecnológicas

1. Determinación de las condiciones de almacenamiento seguro en silos-bolsa
2. Asistencia al desarrollo de una metodología para determinar el nivel de riesgo de almacenamiento en silos-bolsa mediante la medición de CO<sub>2</sub>

### 3. Elaboración de estrategias de aireación y refrigeración artificial en silos convencionales

#### Resumen Técnico

El objetivo general de este proyecto es definir estrategias de almacenaje seguro en silos-bolsa y de aireación en silos convencionales basadas en el análisis de los procesos de transferencia de energía, masa y momento.

Para el almacenamiento de granos en silo-bolsa, se desarrollará un modelo de simulación acoplado las ecuaciones de balance de energía, masa y momento con el balance de las concentraciones de  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  en el aire intergranario, para determinar la evolución de factores claves que intervienen en los procesos de deterioro (temperatura y humedad del granel, procesos respiratorios). Este modelo incorporará condiciones de contorno realistas que consideren los cambios estacionales de la temperatura ambiente, la radiación solar y el viento, factores que generan gradientes de temperatura que inducen la migración de humedad.

La validación del modelo se realizará mediante la comparación de las predicciones numéricas de la temperatura y humedad y concentración  $\text{CO}_2$  con mediciones experimentales realizadas en silos-bolsa por la estación del INTA Balcarce.

El conocimiento de la respuesta del sistema, la predicción de condiciones de deterioro potencial y de los parámetros de calidad del grano contribuirá a definir prácticas de almacenamiento y a desarrollar estrategias de monitoreo adecuadas para el sistema silo-bolsa, donde ni la termometría ni la aireación son factibles como técnicas de control durante el almacenamiento. Estos modelos se emplearán para analizar el almacenamiento de cultivos extensivos como soja, trigo y maíz bajo un amplio rango de condiciones.

En forma similar se desarrollarán modelos que permitan analizar diferentes estrategias de aireación y de refrigeración de granos almacenados en silos convencionales. Para un dado caudal de aire y condiciones de almacenamiento (temperatura y contenido de humedad inicial del grano, condiciones climáticas de la zona agrícola), el modelo de simulación calculará la evolución de la temperatura y el contenido de humedad del grano, las horas de ventiladores, los costos de funcionamiento y las pérdidas económicas por sobresecado y por pérdida de materia seca. Del análisis de estos resultados surgirá la estrategia de aireación que resulte económicamente más adecuada para las condiciones de almacenamiento consideradas.

**Disciplinas:** Física, Ingeniería

**Especialidades:** Fenómenos de transporte, Mecánica, Agronomía

**Palabras Clave:** granos almacenados - conservación - simulación numérica - atmósfera modificada