



Fundación ArgenINTA
Delegación BUENOS AIRES SUR

**Almacenaje de Granos en Bolsas Plásticas:
Sistema Silobag**

Informe Final de Trigo

Rodríguez, J. C., Bartosik, R. E., Malinarich H.D.

EEA INTA Balcarce



Materiales y Métodos

En la estancia San Lorenzo, de Zubiaurre S.A., en el partido de Tandil, provincia de Buenos Aires, se realizó un ensayo almacenando granos de trigo (ProINTA–Isla Verde) en bolsas plásticas (sistema silobag), con dos contenidos de humedad diferentes (12.5-13% a 12.5% de humedad y 16% a 16.4% de humedad) durante un período de 150 días (la totalidad del ensayo involucra además granos de maíz, soja y girasol) a los efectos de estudiar la evolución de diferentes parámetros de calidad en el tiempo. Las dimensiones de las bolsas utilizadas son 220 pies de largo, 9 pies de diámetro y 235 micrones de espesor. Las bolsas están confeccionadas con material tricapa, con el interior color negro y la capa exterior color blanco, siendo éstas las bolsas más difundidas en el mercado.

Los ensayos comenzaron en el momento de cosecha del grano y se extendieron durante un total de 150 días aproximadamente. Los ensayos con trigo comenzaron el 2 de enero de 2001 y se prolongaron hasta el 4 junio del 2001.

Muestreo:

La recolección de muestras se realizó al comienzo del ensayo, a los 45 días, a los 80 días y al finalizar el ensayo (150 días). Las muestras se toman perforando la bolsa con un calador sonda, discriminadas según su profundidad (3 profundidades, superior, media e inferior), en tres sitios diferentes (3 repeticiones), totalizando 9 submuestras por cada muestreo y 36 durante todo el ensayo por cada una de las bolsas. Luego del muestreo se sella el orificio con cintas adhesivas para mantener la hermeticidad del sistema. En el caso del ensayo de trigo las muestras iniciales se tomaron a medida que el grano estaba siendo embolsado, por lo que se obtuvo una muestra representativa de la totalidad de la masa de granos, pero no se estableció si hubo diferencias iniciales en los parámetros de calidad del grano según la posición del grano en la bolsa.

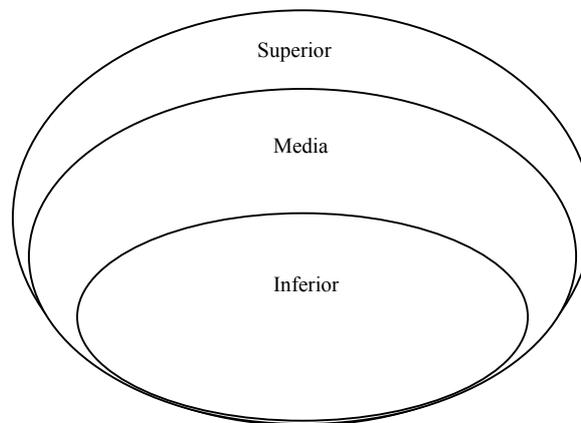


Figura 1. Zonas de muestreo según la posición del grano en la bolsa.



Figura 2. Toma de muestra perforando la bolsa con calador sonda.



Figura 3. Muestra extraída y extendida sobre un catre.



Figura 4. Muestra separada según su ubicación en la bolsa (superior, media e inferior).



Figura 5. Sellado de los orificios producidos por el muestreo.

Parámetros de calidad evaluados:

De cada una de las submuestra se miden parámetros de calidad tales como peso hectolítrico, energía y poder germinativos. Estos análisis se realizaron para todos los granos ensayados con el objetivo de

observar el efecto del embolsado sobre la calidad comercial del producto y también para determinar la factibilidad de uso de esta técnica en el almacenaje semillas. Además de estos análisis generales, se realizan análisis de calidad industrial específicos para cada grano en particular. En el caso de trigo se realizaron ensayos de panificación para observar el efecto de esta técnica de almacenaje sobre la calidad panadera del trigo.

Peso hectolítrico: indica la relación que hay entre el peso y el volumen del grano, y se define como el peso de 1 hectolitro de granos (100 litros). Este parámetro es un buen indicador de las condiciones de almacenamiento, ya que es uno de los primeros índices que se afecta cuando las condiciones de almacenamiento no fueron las adecuadas. Es componente del estándar de comercialización.

Poder germinativo: se utiliza para evaluar la viabilidad de la semilla para producir una nueva planta. Se colocan 100 granos en condiciones estándar de temperatura y humedad durante 7 días, finalizados los cuales se realiza un conteo de la cantidad de semillas que dan origen a una plántula viable y se determina el porcentaje. Este índice es muy sensible y permite detectar rápidamente si el grano ha sido “fisiológicamente” afectado por el almacenaje.

Energía Germinativa: test similar al poder germinativo pero más exigente.

Calidad panadera: indica la aptitud del trigo para panificación. Incluye análisis de porcentaje de gluten, alveograma y ensayo de panificación. Análisis realizados por el laboratorio de calidad de trigo de la Chacra Experimental de Barrow.

Humedad de embolsado

Las determinaciones del contenido de humedad de las muestras se realizaron en el laboratorio por medio de estufa. Desde el momento de la recolección hasta la llegada al laboratorio, las muestras se mantuvieron identificadas en bolsas de polietileno de sellado hermético para no producir variaciones en los niveles de humedad

Temperatura

El seguimiento de la temperatura se realizó mediante dataloggers que colectaron valores de temperatura horarias durante todo el periodo del ensayo en ambas bolsas, trigo a 16.4% de humedad y a 12.5% de humedad. Se tomaron valores de temperatura ambiente y de grano. La temperatura del grano fue tomada en tres posiciones dentro de la bolsa, superior, media e inferior. La temperatura de la posición superior corresponde al grano que está próximo a la superficie (0 a 10 cm), la temperatura de la posición media corresponde al grano ubicado aproximadamente en el centro de la bolsa, y la temperatura de la posición inferior corresponde al grano próximo al piso de la bolsa. Los sensores se ubicaron con la ayuda de varillas de hierro para alcanzar los lugares deseados y luego los orificios producidos por la colocación de estos elementos fueron tapados con selladores para mantener la hermeticidad del sistema.



Figura 6. Instalación de sensores de temperatura en el interior de las bolsas. Cada una de las varillas corresponde a una

ubicación dentro de la bolsa (superior, media e inferior).



Figura 7. Instalación de la caja hermética conteniendo los dataloggers para la recolección de datos de temperatura.

Dióxido de carbono:

Se realizó un seguimiento de la concentración de CO₂ durante el período del ensayo a los fines de determinar si se alcanzan valores que permitan realizar un control natural de los insectos. Las concentraciones se midieron a diferentes profundidades en el interior de las bolsas, con la intención de establecer si la concentración de CO₂ es uniforme o si se crean zonas de menor concentración y potencialmente riesgosas para el desarrollo de insectos. La medición de CO₂ se realizó con un analizador rápido de gases ABISSPRINT (Abiss, Viry Chatillon, France).



Figura 8. Determinación de la concentración de O₂ y CO₂ en el interior de las bolsas.

Actividad de insectos:

Para determinar el efecto de la atmósfera modificada que se produce en el interior de la bolsa sobre la actividad de los insectos se colocaron celdas conteniendo gorgojos vivos a diferentes profundidades en el interior de las bolsas. Para ello se confeccionaron tubos de plástico de 1,5 m de longitud con 3 divisiones que se insertaron en la masa de granos. En el interior de cada una de las divisiones se colocaron 50 gorgojos vivos encerrados en una malla plástica rellena de granos de trigo. Los insectos estuvieron expuestos a las diferentes atmósferas conformadas en el interior de la bolsa, desde la zona próxima a la superficie hasta la zona del piso de la bolsa. Por cada bolsa se colocaron 9 tubos (3 repeticiones x 3 épocas de muestreo).



Figura 9. Colocación de los tubos conteniendo celdas con insectos vivos en el interior de las bolsas.

Conclusiones

- La temperatura del grano en las bolsas sigue la evolución de la temperatura ambiente lográndose un marcado descenso de la temperatura durante el tiempo de almacenaje. Dicha evolución fue influenciada por la posición del grano en la bolsa. El grano de la parte superior presenta un descenso casi inmediato de la temperatura, por disipación del calor al aire ambiente más frío que el grano. El grano ubicado en la parte inferior de la bolsa disipa el calor al piso, pero a una menor velocidad, en tanto que el grano del centro de la bolsa es el que más tiempo tardó para bajar su temperatura. Las diferentes velocidades de disipación del calor según la zona de la bolsa trajo aparejado diferencias en el régimen térmico del grano según su ubicación. A medida que transcurre el tiempo las diferencias entre las zonas de la bolsa se hacen menos notables. Otro aspecto destacable fue que la bolsa de grano a 12.5% de humedad siempre presentó temperaturas promedios inferiores al grano a 16.4% de humedad.
- No se ha observado variación alguna en el contenido de humedad tanto en la bolsa de trigo a 12.5% de humedad como la de a 16.4% de humedad durante todo el período de almacenamiento. Tampoco se ha observado estratificación de humedad según la posición del grano en la bolsa.
- Los parámetros que conforman el estándar de calidad del trigo no fueron afectados por el almacenaje en bolsas. El peso hectolítrico no tuvo una importante disminución en el tiempo, tanto en el grano a 16.4% de humedad como en el a 12.5% de humedad. Dicha disminución no causó un cambio en el grado del trigo. De todos los parámetros que conforman el estándar de trigo el peso hectolítrico es el más susceptible a ser afectado por el almacenaje, por lo que se considera que si el peso hectolítrico no se vio afectado, los demás parámetros de calidad no deberían ser afectados por el almacenaje en bolsas.
- Tanto la energía germinativa como el poder germinativo no fueron alterados durante los 150 días de almacenamiento del trigo a 12.5% de humedad en ninguna de las posiciones de la bolsa. En el trigo a 16.4% de humedad se observa una disminución marcada de dichos parámetros en la zona media e inferior de la bolsa, mientras que en la zona superior dichos parámetros no son afectados sino después de 80 días de almacenaje. Esto sugiere que el prolongado tiempo que las semillas fueron expuestas a elevadas temperaturas afectaron la viabilidad de las mismas, y que si se tiene la precaución de embolsar las semillas húmedas con bajas temperaturas, se pueden mejorar las condiciones de almacenabilidad.
- El trigo a 12.5% de humedad no sufre ningún deterioro importante en su calidad panadera, en tanto que el trigo embolsado a 16.4% de humedad es afectado fundamentalmente en la zona media e inferior de la bolsa. El período de almacenaje de 150 no parece ser crítico para la conservación del grano a 12.5% de humedad, en tanto que para el grano a 16.4% de humedad se observa el deterioro de algunos parámetros de calidad a partir de los 45 días de almacenaje. Cuando el trigo es almacenado a 16.4% de humedad la calidad panadera es afectada por el almacenaje. Esto se debe fundamentalmente a un efecto combinado de elevadas temperaturas y altas humedades.
- La respiración del grano produjo un aumento en la concentración de CO₂ y disminución de O₂ en el interior de las bolsas. La variación de la concentración de dichos gases fue influenciada por el contenido inicial de humedad del grano, presentando la bolsa de grano a 16.4% de humedad siempre concentraciones más altas de CO₂ y más bajas de O₂ que la bolsa de grano a 12.5% de humedad. Con el transcurso del tiempo de almacenamiento se observa un incremento en la concentración de CO₂ y disminución en la de O₂ en ambas bolsas. No se observaron diferencias en la concentración de gases relacionadas con la posición del grano en la bolsa, lo que indica que no se produjo estratificación de gases.
- No se observó la presencia de un solo insecto vivo en ninguno de los momentos de medición, tanto en la bolsa de trigo a 16.4% de humedad como de a 12.5% de humedad. Esto sugeriría que la relación concentración de CO₂ alcanzada en el interior de las bolsas y tiempo de exposición a dicha concentración fueron suficientemente tóxicas como para causar 100% de mortalidad en los insectos.

