

## **Efecto de la Temperatura Exterior sobre la Atmósfera Interior del Sistema Silo-Bag, durante el Almacenamiento de Granos - 2003**

*Autores: Clemente, G\*; Casini\*\*, C.; Pagliero, M\*. Quartucci, J.\*  
\*\*INTA E.E.A. Manfredi; \*Villa Nueva S.A.*

### **INTRODUCCION**

#### **Importancia:**

Las fluctuantes condiciones macroeconómicas imperantes en nuestro país en los últimos tres años modificaron los patrones de comercialización y almacenaje de los productos agrícolas. De la misma forma el aumento incesante de la producción de granos asociado a contingencias climáticas en los momentos de cosecha, actúan como cuello de botella en la logística de la entrega de granos. Finalmente se producen condicionamientos que resultan en un aumento en los costos totales que deben ser afrontados por el productor.

El gran poder de adaptación del productor de granos encontró, en el almacenaje de granos en bolsas plásticas, una alternativa válida para afrontar esta nueva condición.

Se estima que para la campaña 2002-2003 se almacenarán en origen aproximadamente 14.000.000 de toneladas de granos en bolsas plásticas, lo que representa el 20% de la producción Nacional. La evolución de este sistema, en los últimos años, permitió prácticamente duplicar la capacidad de almacenamiento existente en el campo en la actualidad.

Si bien la tecnología de embolsado de granos ha demostrado que funciona con eficiencia con granos secos, es importante tener en cuenta algunos factores que pueden condicionar la calidad futura de los granos en este tipo de almacenamiento. Este concepto adquiere relevancia si se tiene en cuenta que en la Argentina la tendencia, en el embolsado de granos con destino comercial, es guardarlos con humedad superior a la óptima aconsejada (Casini, 2003) y además prolongar la duración del almacenamiento hasta la primavera y el verano siguiente. Esta es una práctica frecuente ya que un número considerable de bolsas, que normalmente se confeccionan en Abril-Junio, permanecen en el campo hasta el otoño siguiente.

#### **Antecedentes:**

Este sistema de almacenaje de granos en bolsas plásticas (silo-bag) se basa en la restricción del libre intercambio gaseoso con el medio ambiente. Esto se logra por la acción de una barrera (membrana de polietileno con aditivos) que genera una atmósfera automodificada cuyos efectos son una disminución de la tasa respiratoria de los granos, control natural de los insectos e inhibición del desarrollo fúngico (Rodríguez, *et al*, 2002) (Hyde y Burrell, 1982) .

Durante el período de almacenamiento de granos en bolsas plásticas, con humedad superior a la de recibo, los problemas de deterioro comienzan a manifestarse a partir de la primavera cuando comienza el aumento de temperatura ambiente.(Clemente, G. comunic. pers., 2003), (Casini, 2003 a).

En ensayos realizados con el INTA Manfredi se pudo observar pérdidas en cantidad y calidad de los granos con mermas de hasta en 15 puntos en el Peso Hectolítrico en la zona afectada (Casini, *et al.* 1996). Los mismos trabajos también revelaron retrocesos en otros parámetros de calidad y Poder Germinativo.

Los cambios de temperatura en la masa de granos húmedos adquiere importancia si se tiene en cuenta que trae aparejado la evaporación de grandes volúmenes de agua (Mayol y Yanucci, 2000).

También es necesario tener en cuenta el concepto de humedad de equilibrio de los granos. Si la humedad relativa del aire entre los granos es lo suficientemente baja, los granos se mantienen también con baja humedad y los microorganismos no se desarrollan (Christensen y Sauer, 1982).

Los granos almacenados en los silos pueden sufrir procesos de deterioro generados por la influencia de factores externos tales como la temperatura ambiente, relacionada con las estaciones del año. Este proceso, en las instalaciones de silos comunes de chapa puede ser atenuado por medio de los conductos de ventilación (Yanucci, 2002).

En las bolsas plásticas, los procesos migratorios de humedad se ven agudizados ya que la lámina de polietileno impide un libre intercambio del vapor de agua con la atmósfera (Hyde y Burrell, 1982).

Por otra parte, los procesos respiratorios están minimizados ya que la disponibilidad de Oxígeno es limitada. Por lo tanto, la temperatura de la masa de granos almacenados en bolsas plásticas acompaña la evolución de la temperatura ambiente (Rodríguez, *et al.*).

La amplitud térmica debida a los cambios de temperatura ambiente durante el día, provoca procesos de convección y modificaciones de la atmósfera intergranaria de los silos bolsas. Este observación fue realizada por primera, durante los ensayos realizados en el INTA EEA Manfredi (Casini, 2003). Esta condición favorecería el desarrollo de microorganismos que afectaría la conservación de los granos (Christensen y Sauer, 1982).

Ante esto, surgió como objetivo de este trabajo: atenuar la incidencia de la temperatura exterior sobre las bolsas plásticas y estudiar su efecto en la atmósfera interior del silo y sobre la calidad de los granos allí almacenados. Para lo cual se utilizó una malla de media sombra para proteger la bolsa plástica donde se almacenó el grano.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo fue realizado por técnicos de la EEA INTA Manfredi y de Villa Nueva S.A. con las siguientes características:

**Lugar:** Establecimiento La Jacinta propiedad de Bañuelos y Cia. S.A., localidad de Huanguelen provincia de Buenos Aires.

**Embolsado y Extracción:** Juan Carlos Pisano, contratista.

**Bolsa:** MÁXIMA de 9 x 250 pies (250 toneladas)

**Cantidad:** 1 bolsa.

**Tipo de grano:** Maíz

**Humedad de almacenaje:** 19.5%  
**Fecha de embolsado:** 20/06/02  
**Fecha de sombreado:** 30/11/02.  
**Fecha de observación:** 10 – 14 de Febrero 2003.  
**Inversión:** \$2,5 por tonelada (incluye materiales y mano de obra)  
**Amortización:** 3 años (\$ 0.83 por tonelada año)  
**Tipo de sombra:** tejido media sombra al 80%

Para comparar el efecto del sombreado y no sombreado, se destapó la mitad de la bolsa el día 8 de Febrero del 2003. A partir del día 10 se realizaron las mediciones en forma continua, cada dos horas y durante tres días.

**Instrumental:** medidor de humedad y temperatura del espacio intergranario marca Stagtron y medidor portátil de humedad de grano marca Wile 55.

**Observaciones:** Se registró la temperatura y humedad del interior de la bolsa con y sin sombra. Para ello se realizaron tres repeticiones y en cada una de ellas se tomaron tres niveles de observación, arriba medio y abajo. Los datos se tomaron cada 2 horas durante 3 días consecutivos.

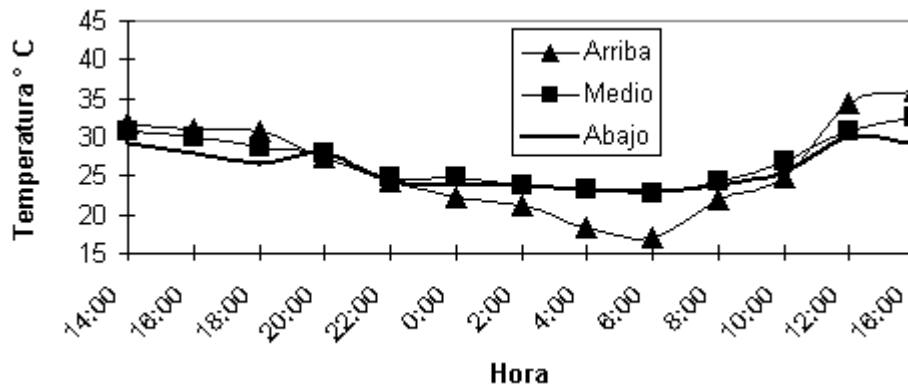
**Parámetros de calidad:** Para determinar el efecto de los cambios ambientales sobre la calidad del grano se evaluó la variación del Peso Hectolítrico y Poder germinativo.

**Análisis Estadístico:** Se analizaron estadísticamente las variables de calidad observadas (Peso Hectolítrico y Poder Germinativo). Se utilizó un diseño de parcelas completamente aleatorizadas con tres repeticiones. Para comparar los resultados de los diferentes tratamientos se efectuaron análisis de Varianza (ANOVA). A los tratamiento que resultaron significativamente diferentes, se les realizó una separación de medias por el Test DGC (Di Rienzo, Guzmán y Casanoves), 2002. Las conclusiones se efectuaron en base a un nivel de significancia del 5 % (Alfa: 0.05.)

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

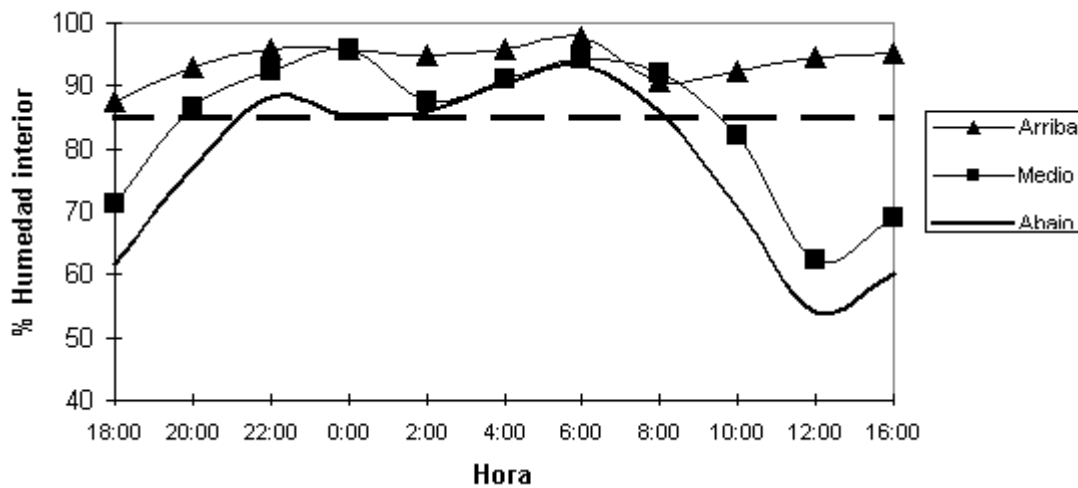
Se observa en la Figura N°1 que en el silo expuesto al sol directamente, sin la protección de la media sombra, presenta una amplitud térmica de 20° C propia del medio ambiente. Es decir que la temperatura varía de acuerdo con la variación de la temperatura externa, coincidiendo con lo encontrado por Rodríguez, *et al* (2002) durante los ensayos que llevaron a cabo con soja, maíz y girasol.

**Figura N° 1:** Evolución de la Temperatura interior, observada durante 24 horas, del silo bag sin cobertura de media sombra.



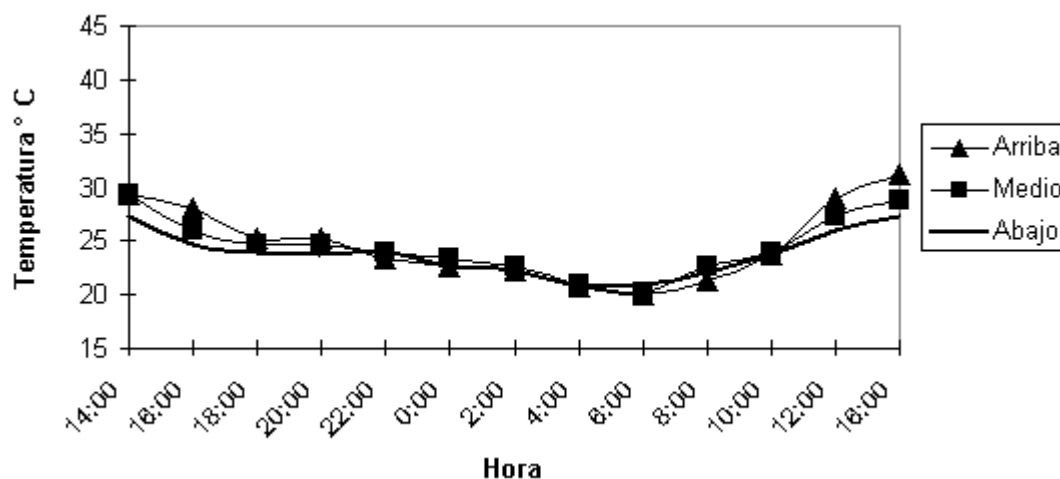
En esta situación observamos que la humedad relativa interior del silo , respondiendo a esa amplitud térmica, varía en forma significativa superando el 85% y llegando a condensar agua en la parte superior del silo (Figura N° 2). Aquí vemos que llegan, a su máxima expresión, los factores que predisponen al desarrollo de los microorganismos y al deterioro de los granos (Halloin, 1986).

**Figura N° 2:** Evolución de la humedad relativa, observada durante 24 horas, interior del silo bag, sin cobertura de media sombra.



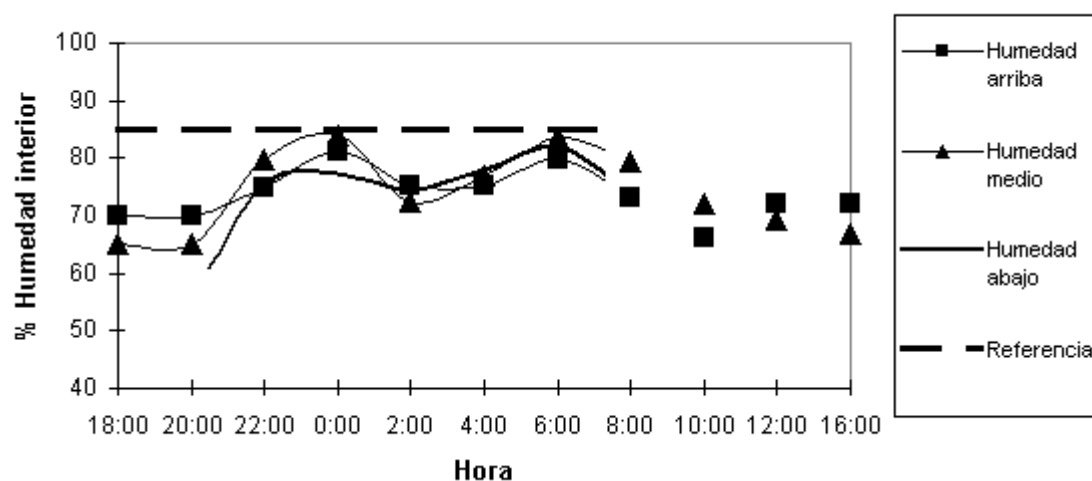
Esto es un factor a tener muy en cuenta ya que estos cambios de temperatura producen movimientos de aire que también arrastran grandes volúmenes de agua. En teoría, cada cinco grados de aumento de temperatura en la masa de granos pueden llegar a evaporarse aproximadamente 40 litros de agua por tonelada (Mayol y Yanucci, 2000). De aquí se deduce la relevancia que tiene poder disminuir la incidencia de la temperatura sobre el silo bolsa.

**Figura N° 3:** Evolución de la temperatura interior, observada durante 24 horas, del silo bag con cobertura de media sombra.



Como vemos en la Figura N° 3 la media sombra produjo un efecto amortiguador sobre la temperatura, disminuyendo la amplitud térmica y normalizando la atmósfera interna de la bolsa.

**Figura N° 4:** Evolución de la humedad relativa interior, observada durante 24 horas, del silo bag con cobertura de media sombra.



Estas condiciones no provocan los desplazamientos de humedad a través del espacio intergranario en forma de vapor agua. Este efecto de atenuar la amplitud térmica repercute sobre la humedad relativa interna de la bolsa, evitando que condense agua en la parte superior de la masa de granos. La humedad interna no supera el 85%, lo que se considera como el nivel crítico por sobre el cual se aceleran los procesos de deterioro (Halloin, 1986).

El deterioro de los granos se midió por medio de dos parámetros de calidad: Peso Hectolítrico y Poder germinativo. En el primero no hubo cambios significativos ya que el tiempo de exposición fue breve. En cambio el Poder Germinativo sufrió una disminución significativa en el silo expuesto al sol directo (Cuadro N° 1).

**Cuadro 1:** Comparación del Poder germinativo del maíz con el 19,5 % de humedad, almacenado en bolsas plásticas con y sin sombra.

Profundidad	Observación	E.G. (%)	Promedio PG (%)
Arriba	Con Sombra	46 b	49 b
Abajo		65 a	70 a
Arriba	Sin Sombra	11d	18 c
Abajo		11 d	20 c

Letras distintas indican diferencias significativas( $p < 0.05$ )

El Poder Germinativo es un parámetro de calidad muy sensible ya que es lo primero que se deteriora del grano frente a condiciones adversas. Llama la atención, que por el corto plazo que la bolsa estuvo expuesta al sol directo, se produjo un alto deterioro en la germinación del maíz. Se manifestó un efecto similar al Envejecimiento Acelerado, que es un prueba de Vigor que se utiliza para someter a la semilla, en corto plazo ( 48 – 72 horas), a un gran estrés (Copeland y McDonald, 1985).

También se observa una diferencia significativa, bajo media sombra, entre los valores del extracto superior y el inferior. Esto posiblemente se deba a una mayor exposición al ambiente de los granos en la parte superior de la bolsa, aún bajo sombra.

En general, de las observaciones realizadas durante el desarrollo del experimento, se notan las siguientes tendencias:

**A. Bolsa sin sombra:**

1. Parte superior: permanece las 24 horas del día bajo condiciones de alta humedad predisponente para el deterioro de los granos
2. Parte media: durante mas de 13 horas existen condiciones predisponente para el deterioro de los granos.
3. Parte inferior: durante mas de 11 horas existen condiciones predisponentes para el deterioro de los granos.

**B. Bolsa con sombra:**

1. Bajo sombra en ningún momento supero el 85% de humedad relativa, condición no predisponente para la degradación del grano.

Los valores de la amplitud térmica, para las bolsas con sombra, fueron un 50 a 70 % mas bajos que los observados en la bolsa sin sombra, dependiendo de la capa medida.

## **CONCLUSIONES:**

El sombreado artificial, realizado por una media sombra para atenuar el efecto de la temperatura externa, fue eficiente para minimizar la amplitud térmica diaria y evitar la condensación de humedad en los extractos superiores del silo bag. De esta forma no se crean las condiciones de alta temperatura y humedad interna del silo y se minimiza el desarrollo de microorganismos, que son los principales factores responsables del deterioro de los granos.

Un beneficio adicional, al antes expuesto, es la posibilidad que estas mallas tipo media sombra mejoren la performance del polietileno en el largo plazo manteniendo intactas las propiedades físico mecánicas de la bolsa y disminuyan el riesgo de daño por granizo.

## **BIBLIOGRAFIA:**

Casini, C.; Bragachini, M. y Cuniberti, M. 1996. Ensayo de simulación de almacenamiento de trigo en silo "Bag". Proyecto: Intensificación en la Producción de Granos - INTA EEA Manfredi. Córdoba Argentina. 4 pp.

Casini, C. 2002. Guía para almacenar granos secos en Silo - Bolsa. Proyecto Regional: Producción Agrícola Sustentable. INTA EEA Manfredi. Córdoba, Argentina. 4 pp.

Casini, C. 2003. Guía para almacenar granos secos en bolsas plásticas. Proyecto Regional: Producción Agrícola Sustentable. INTA EEA Manfredi. Córdoba, Argentina. 4 pp.

Casini, C. 2003 a. Silos Bolsa. Almacenamiento. Seed News. Revista Internacional de Semillas. Año VII - N° 2; Marzo-Abril 2003. Pelotas , Brasil. pp: 20-22.

Christensen, M.C. y Sauer, B.D. 1982. Microflora. In: Storage of Cereal Grains and Their Products. ed. by Christensen, C. M. American Association of Cereal Chemists, Inc. Minnesota, USA. 7: 219-240.

Copeland, L. O. Y McDonald, M.B. 1985. Seed vigor and Vigor Tests. In. Principles of Seed Science and Technology. Macmillan Pub. Co. USA. 7: 121 – 144.

Di Rienzo, J.; Guzmán, W.; y Casanoves, F. 2001. D.G.C., Test de Comparación de Medias. InfoStat Versión 1.1/Profesional. Grupo InfoStat. Facultad de

Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina, 2002.

Halloin, M.J. 1986. Microorganisms and seed deterioration. In: Physiology of Seed Deterioration. Crop Science Society of America, Inc. Wisconsin, USA. 5: 89-99.

Hyde, M. B. y Burrell, N. J. 1982. Controlled atmosphere storage. In: Storage of Cereal Grains and Their Products. ed. by Christensen, C. M. American Association of Cereal Chemists, Inc. Minnesota, USA.13: 443-478.

Mayol, P. y Yanucci, D. 2000. Principios de Secado. Granos y Postcosecha Latinoamericana, de la Semilla al Consumo. Libro de Actualización Técnica N° 1. 1:13-40. Rodríguez, J.C.; Bartosik, R.E.; Malinarich, H.D.; Exilart, J.P. y Nolasco, M.E. 2002. Soja. Sistema Silobag. Almacenaje de granos en bolsas plásticas. INTA EEA Balcarce. Ipesa; Martínez y Staneck S.R.L. 8 pp.

Yanucci, D. 2002. El Granel: Factores que afectan su conservación. En Conservación de Granos y Semillas en Post-cosecha. Granos y Postcosecha Latinoamericana, de la Semilla al Consumo. Libro de Actualización Técnica N° 3. 1:10-54.