

# EL ALMACENAMIENTO Y LA CONSERVACIÓN DE LOS GRANOS

## Parte 3.- Conservación de los granos mediante embolsado



El almacenamiento de granos puede realizarse en atmósfera normal, en el que el aire que rodea los granos tiene la misma composición de gases que el aire atmosférico, o bien en una atmósfera modificada obtenida al mantener los granos en un recipiente hermético. En estas condiciones, como consecuencia de la respiración de los hongos e insectos que acompañan a los granos, se produce una disminución de la concentración del oxígeno, a la vez que aumenta la de anhídrido carbónico. De esta forma se controla su desarrollo evitando el daño sobre los granos. Esta tecnología conocida desde mucho tiempo atrás, solo puede ponerse en práctica con la puesta en el mercado de las bolsas plásticas de grandes dimensiones y el equipo mecánico que para el llenado y el vaciado de las mismas.

**LUIS MÁRQUEZ,**  
PTE. AENOR/CTN 68. (ESPAÑA)  
**ÓSCAR POZZOLO,**  
DIRECTOR INTA-INGENIERÍA RURAL  
(ARGENTINA)

### Antecedentes de la conservación en atmósfera controlada

Las primeras experiencias van dirigidas a conservar, durante varios meses, los granos enteros o partidos destinados

a la alimentación animal. Prácticamente se produce un ensilado del grano, que a veces se favorece con la incorporación de ácido propiónico, el cual tiene un efecto mínimo sobre la calidad alimentaria de los granos, pero un gran poder

de destrucción para los microorganismos que los acompañan.

Donde la técnica del embolsado de granos se está utilizando de manera generalizada es en algunos países grandes productores de granos para la exportación, como Argentina. En este país,

con una producción anual de granos cercana a los 100 Mt, se dispone de instalaciones fijas para el almacenamiento del 65-70% de la cosecha. Esto ha obligado, durante muchos años, a la venta inmediata de una gran parte de la cosecha, que salía en camiones directamente hacia los puertos. Prácticamente, más del 25% de la cosecha quedaba "almacenada" en los camiones, a la espera de su descarga en los barcos que se utilizan para la exportación, con el consiguiente aumento de las pérdidas y el sobrecoste del producto.

Para resolver este problema, progresivamente se incrementa en Argentina el embolsado de los granos secos, con dos millones de toneladas ya en el año 2001. La técnica se ha perfeccionado, gracias a la investigación aplicada llevada a cabo en colaboración de las empresas fabricantes de las bolsas con el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), de manera que en estos momentos se embolsan más de 35 Mt por año.

Utilizando la tecnología del embolsado del grano durante tres-cuatro meses, frente a su envío directo a las "comercializadoras", para el agricultor argentino significa un ahorro del 20-25% en trigo, 30-35% en maíz, y 20-25% en soja, dependiendo de su distancia a puerto y del sistema de comercialización utilizado.

FIGURA 11.- BATERÍA DE SILOS BOLSA



### Comportamiento del grano embolsado

Las bolsas plásticas son impermeables al agua y ofrecen un elevado grado de hermeticidad frente a los gases (oxígeno y anhídrido carbónico). La respiración de los microorganismos que acompañan a los granos modifica la atmósfera del aire contenido en la bolsa, reduciendo las pérdidas que se pueden producir en el grano almacenado.

La reducción de la concentración de oxígeno afecta a los insectos que pueden acompañar al grano. Si el nivel de  $O_2$  bajan del 3% se produce un control efectivo de los insectos; concentraciones de menos del 1% provoca su muerte rápida.

Simultáneamente a la reducción del contenido de oxígeno en el aire de la bolsa, se produce un incremento del anhídrido carbónico. Cuando el contenido de  $CO_2$  alcanza el 35%, con un tiempo de exposición de 14 días, el control de los insectos es prácticamente total. En este control intervienen la acción combinada de la reducción de la concentración de  $O_2$  y del aumento del  $CO_2$ .

Por otra parte, estos cambios en la atmósfera del aire en el interior de la bolsa tienen efecto sobre el desarrollo de los hongos. Con concentraciones de  $CO_2$  entre el 3 y el 30% se produce un retraso

en el desarrollo de los hongos. Además, la atmósfera modificada afecta a su capacidad para producir toxinas, verificándose esto en condiciones de mayor humedad y temperatura, especialmente cuando aumenta la concentración de  $CO_2$ . Por

otra parte, se observa que las altas concentraciones del  $CO_2$  en la atmósfera no afecta la capacidad de germinación del grano conservado en bolsas y destinado a la siembra.

Para optimizar esta tecnología el INTA ha realizado numerosas experiencias dirigidas a evaluar la evolución de los granos en las bolsas. Entre ellas se puede destacar las del EEA de Barcalce, con maíz,

FIGURA 12.- TOMA DE MUESTRA PARA CONTROLAR EL ESTADO DEL GRANO EN LA BOLSA



trigo, soja y girasol, utilizando bolsas de plástico con tres capas, blanca la exterior y negra la interior. Estas bolsas, de 60 m de largo, 2.74 m de diámetro (9 pies) y 235 micrometros de espesor, permitieron almacenar 200 t de grano en trigo, maíz y soja, y 120 toneladas de girasol.

Del grano almacenado en las bosas se tomaron muestras al inicio, y posteriormente después de 45, 80 y 150 días

FIGURA 13.- EXTRACTORA PREPARADA PARA SACAR EL GRANO DE LA BOLSA



de su llenado, perforando la cubierta plástica en tres lugares de la bolsa, y sacando grano de la superficie, del medio y del fondo para la altura total de la bolsa de 1.70 m, y sellando posteriormente los orificios con cinta plástica especial, con el objetivo de mantener la bolsa hermética.

Las conclusiones de esta experiencia, que pueden servir de referencia general, fueron las siguientes:

- La temperatura del grano almacenado en bolsas plásticas herméticas siguió el mismo patrón de temperatura que la del ambiente de la estación del año. No se observó aumento de la temperatura por actividad biológica. La temperatura del grano no superó los 17 °C (estación fría del año), que se considera límite para el desarrollo de insectos.
- La humedad promedio de la masa del grano no cambió durante el almacenamiento; hay una tendencia a la homogenización, salvo en la capa más superficial de la bolsa, aunque se aprecia estratificación de la humedad en el girasol húmedo, que pasó del 16.4% a 20.8% en la capa superior, después de 150 días de almacenamiento.

- Para el grano almacenado con la humedad comercial de referencia (14% para trigo, 14.5% para el maíz, 13.5% para la soja y 11% para girasol) no se produjeron caídas significativas en la calidad del grano a los 150 días de almacenamiento.
- Cuando se almacena grano húmedo (por encima de la humedad comercial) se reduce la calidad del grano, que empeora a medida que aumenta la humedad, y se incrementa con la temperatura.
- Se produce un aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> a lo largo del tiempo de almacenamiento. La concentración de CO<sub>2</sub> puede utilizarse como indicador de la actividad biológica del grano

FIGURA 14.- EMBOLSADORA DE GRANOS



Por otra parte, las experiencias de embolsado realizadas con arroz cáscara y humedad comercial de referencia (13%), en la EEA de Concepción de Uruguay, permiten concluir que se puede conservar 60 días sin pérdidas de calidad, evolucionando la temperatura del grano de manera similar a como lo hace la temperatura ambiente. La humedad de la masa de grano varía hasta pro-

ducirse un nuevo equilibrio con la temperatura y la humedad relativa del aire en el interior de la bolsa.

Posteriormente, se ha podido contrastar que el arroz embolsado con 16% de humedad se puede conservar sin alteraciones que afecten a su calidad industrial en un periodo de hasta 4 meses. Con humedades de hasta el 20%, la conservación puede llegar a los 40 días sin que se reduzcan los parámetros de calidad. La temperatura en el interior de las bolsas se estabiliza aproximadamente después de 10-15 días.

### El proceso de embolsado de los granos

Los elementos que se necesitan para realizar el embolsado son la bolsa de plástico, la máquina embolsadora y la máquina extractora. Además, conviene disponer de un remolque tolva (conocido en Argentina como tolva autodescargable), que se utiliza para llevar el grano directamente desde la cosechadora a la embolsadora, y que dispone de un tornillo sin-fin que permite la descarga del grano sobre una tolva elevada, o la caja de un camión.

La bolsa de plástico está fabricada por extrusión utilizando polietileno de baja densidad, con tres capas y un espesor aproximado de 235 micrometros. La capa exterior, de color blanco, contiene aditivos que actúan como filtro de la radiación UV y dióxido de titanio para reflejar los rayos solares. La capa media es neutra, y a la interior se le agrega negro de humo, que actúa como protector frente a la radiación ultravioleta y la luz solar.

FIGURA 15.- DETALLE DE LOS SIN-FINES EN UNA EXTRACTORA DE GRANOS



FIGURA 16.- EXTRACTORA DE GRANOS DESCARGANDO SOBRE CAMIÓN



La bolsa es un envase que puede contener hasta 400 toneladas de grano, y se fabrica con diámetros de 5, 6, 9, 10 y 12 pies, y longitudes de 60 y 75 m. El fabricante ofrece una garantía frente a los agentes climáticos de hasta 24 meses, salvo en lo que respecta a la caída de granizo. En los casos en que esto es previsible se puede utilizar una protección superior, conocida como 'media sombra', que también ayuda a reducir la radiación solar sobre la bolsa, bajando la oscilación térmica diaria de su superficie.

La embolsadora es la máquina que se utiliza para cargar el grano sobre la bolsa plástica. Dispone de una tolva de recepción, un túnel sobre el que se coloca la bolsa plegada, y un sistema de frenos mediante el que se regula el llenado y el estiramiento de la bolsa. Su accionamiento se realiza con la toma de fuerza del tractor. A medida que la bolsa se va llenando la embolsadora avanza hasta que se realiza el llenado completo de la misma. Se pueden embolsar aproximadamente 250 t de grano por hora.

La extractora es la máquina que permite vaciar la bolsa. Para ello utiliza un conjunto de tornillos sin-fin que sacan el grano de la tolva y lo des-

**Se debe realizar un buen llenado de la bolsa expulsando la mayor cantidad posible de aire, procurando que no quede floja**

cargan en el vehículo que se encarga del transporte del grano. También se accionan por la toma de fuerza del tractor, y disponen de una capacidad de descarga entre 150 y 180 t/h.

El plástico se va recogiendo, a medida que se descarga el grano, y queda enrollado en una bobina.

### La práctica del embolsado

Para el almacenamiento del grano en bolsas se aconseja, al igual que cuando se realiza el en silos convencionales, que el grano esté seco, sano, limpio y frío, lo cual no siempre resulta posible.

Se considera necesario para mantener el grano en buen estado de conservación:

- Realizar un buen llenado de la bolsa expulsando la mayor cantidad posible de aire, procurando que no quede floja, o que se supere el límite de estiramiento establecido por el fabricante de la misma.
- Conviene levantar unos 30 cm del suelo la embolsadora y realizar el llenado esti-

TABLA 1.- TIEMPOS ACONSEJADOS PARA LA PERMANENCIA DEL GRANO EN LAS BOLSAS

Tipo de grano (humedad)	Riesgo por tiempo de almacenamiento (meses)			Riesgo por humedad
	bajo	medio	alto	
• Soja-maíz-trigo (<14%) • Girasol (<11%)	6	12	18	bajo
• Soja-maíz-trigo (14-16%) • Girasol (11-16%)	2	6	12	medio
• Soja-maíz-trigo (>16%) • Girasol (>16%)	1	2	3	alto



rándola lo más posible para reducir el contenido de aire.

- La calidad de la bolsa es esencial; debe asegurar la estanquidad, con el adecuado estiramiento durante todo el periodo en el que se mantiene el grano en la bolsa.
- Las bolsas hay que situarlas en sitios secos y elevados, alejado de las zonas con árboles, sobre un piso firme y liso, lo que ayuda a la conservación y también al vaciado de la bolsa.
- Se debe procurar llenar las bolsas con granos a una humedad que no supere la de base de comercialización.
- Con grano más húmedo el riesgo de pérdidas aumenta, por lo que solo se recomienda en condiciones emergencia. En estas circunstancias conviene proteger la bolsa con el sistema de "media

sobra" y controlar más frecuentemente el estado del grano.

- Se debe controlar periódicamente el estado del grano embolsado, mediante la toma de muestras que deben ser selladas posteriormente para evitar la entrada de aire atmosférico.
- Hay que verificar que la bolsa se mantiene en buen estado y que no se producen perforaciones que afectarían a la conservación del grano.

Los tiempos de permanencia del grano en las bolsas recomendados en función del contenido de humedad del grano son los indicados en la tabla 1.

Cuando se embolsan granos húmedos se deben extremar las precauciones durante el llenado de la bolsa, realizando la primera inspección a los 15 días de

la formación en tres lugares en los que se espere mayor riesgo de deterioro del grano. Si el resultado de las inspecciones es favorable, la siguiente inspección se debe hacer un mes después. No conviene abusar de las inspecciones, ya que las perforaciones en la bolsa favorecen la entrada de aire. Después de cada inspección hay que sellar la bolsa con cinta aislante de buena calidad. ■

### BIBLIOGRAFÍA

- Almacenamiento de granos en bolsas plásticas. Resultados de investigación. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. ISSN 1667-9199.
- Stockage et conservation des graines a la ferme. Guide pratique. Ed. Institut Technique des céréales et des fourrages. Francia. ISBN 2 86492 082 4.
- Vademecum de maíz. Ed. Carlos De Liñán Vicente. España. ISBN 84 87480 50 0

## Cultivador de discos compactos y arrastrado AMAZONE CATROS



- Especialista en el trabajo superficial con mezcla intensiva requiendo para el laboreo del rastrojo tras la cosecha.
- En la versión arrastrada, el tren de rodaje ya integrado, ya que el rodillo compactador de anillos de goma sirve como rueda de transporte.
- Ajuste de la disposición de las dos filas de discos mediante bulones excéntricos.
- Nivelación del terreno mediante las dos filas de discos cóncavos con amortiguación mediante cuatro tacos de goma que ofrecen protección frente a sobrecargas.