Monitoreo de la Calidad de Granos Almacenados en Silo-Bolsa

Fuente: www.engormix.com

El sistema de almacenamiento en silo-bolsas genera un ambiente hermético en el interior de la bolsa (sin intercambio de aire con el exterior) en el cual aumenta de la concentración de dióxido de carbono (CO_2) y disminuye en la concentración de oxigeno (O_2). Los cambios de la atmósfera intergranaria propician el control de la actividad de insectos y reducen el desarrollo de hongos. Además, "la bolsa" constituye una barrera física para la entrada de insectos, por lo que si el grano se embolsa libre de infestación, se puede mantener en estas condiciones durante todo el período de almacenamiento sin necesidad de aplicar pesticidas.

Una vez confeccionado correctamente el silo-bolsa, es importante programar el tiempo de almacenamiento de acuerdo a las condiciones del grano a almacenar (calidad comercial y fundamentalmente humedad del grano), con el objetivo conservar la calidad obtenida durante la cosecha. El monitoreo sistemático del silo-bolsa permite prevenir, diagnosticar y solucionar los problemas antes que se afecte la calidad del grano. Dicho monitoreo se puede clasificar en dos etapas no excluyentes:

Monitoreo de integridad física del silo-bolsa

En comparación con otros sistemas de almacenamiento, el silo-bolsa es frecuentemente afectado por factores físicos externos. Dada la relativa fragilidad del plástico que actúa como barrera entre el medio ambiente y el grano, es común que se produzcan roturas por diferentes causas (clima, hacienda, peludos, perros, niños, jabalíes, vehículos, descuidos en la confección del silo-bolsa o muestreo entre otros). El monitoreo periódico del silo-bolsa (idealmente una vez por semana) permite detectar a tiempo roturas y sellarlas evitando que se modifique el ambiente granario próximo a la abertura por la entrada de O_2 y agua. Además, es útil determinar causas y frecuencia de roturas para cuantificar el problema y planificar soluciones (ejemplo: colocar cerco eléctrico para animales, futuro cambio del sitio de ubicación por cercanía de árboles, zonas anegadizas o con extrema pendiente, etc.).

Monitoreo del contenido del silo-bolsa

El objetivo de monitorear el contenido del silo-bolsa es obtener más información para tomar mejores decisiones. Aunque visualmente la integridad física del silo-bolsa no presente ninguna alteración, la calidad del grano puede verse afectada por otros factores, que en su mayoría han sido definidos antes y durante el embolsado. Considerando los de mayor importancia se pueden resumir en los siguientes:

- ***Humedad del grano***: el riesgo de deterioro del grano es alto si el grano presenta humedades por encima de recibo. Si comparamos dos silo-bolsas, uno con grano seco vs. otro con grano húmedo, almacenados durante el mismo período de tiempo, el silo-bolsa con grano húmedo presenta mayor riesgo de deterioro (Tabla 1). Visto de otro modo, el tiempo de almacenaje seguro del silo-bolsa con grano seco es mayor que el silo-bolsa que contiene grano húmedo (Tabla 2).

Tabla 1: Riesgo por humedad del grano (valores orientativos)			
Tipo de grano	**Bajo***	**Bajo-Medio**	**Medio-Alto**
Soja - Maíz - Trigo	Hasta 14%	14-16%	mayor a 16%
Girasol	Hasta 11%	11-14%	Mayor a 14%
*** Para semillas de este valor debe ser de 1-2% menor**			

Tabla 2: Riesgo por tiempo de almacenamiento (valores orientativos)			
Tipo de grano	**Bajo***	**Bajo-Medio**	**Medio-Alto**
Soja – Maíz - Trigo 14% Girasol 11%	6 meses	12 meses	18 meses
Soja - Maíz - Trigo 14-16% Girasol 11-16%	2 meses	6 meses	12 meses
Soja - Maíz - Trigo >16% Girasol >16%	1 mes	2 meses	3 meses
*** Para semillas de este valor debe ser de 1-2% menor**			

- ***Calidad del grano***: si se almacena grano de baja calidad (elevado porcentaje de granos chuzos, partidos, materias

extrañas, etc.), el riesgo de deterioro es mayor que si se almacena grano sano y limpio.

- ***Preparación del terreno y embolsado***: este punto hace referencia a la elección de un terreno alto y sin pendiente (para evitar períodos de anegamiento temporal en el sitio del silo-bolsa), prever el alisado del suelo para eliminar toda fuente de rotura del piso del silo-bolsa (ej. rastrojo), cerrado correcto de la bolsa, etc. Estas prácticas garantizan condiciones de almacenaje adecuadas, disminuyendo el riesgo de deterioro del grano.

- ***Temperatura ambiente***: La temperatura regula la velocidad de cualquier proceso biológico; si la temperatura es alta el proceso en cuestión se acelera, y si es muy baja lo retarda. El efecto de la temperatura generalmente no se analiza por si sola sino que cobra importancia cuando mayor es la humedad del grano. Temperaturas extremadamente altas durante el embolsado de grano húmedo influyen en el deterioro inicial del mismo. Además, el deterioro del grano almacenado húmedo puede acentuarse por una alta temperatura ambiente (sobre todo en el estrato superior de la misma). Esto debe tenerse en cuenta al determinar una frecuencia de muestreo (según época, la zona geográfica en cuestión, etc.).

La frecuencia del monitoreo: la periodicidad del muestreo de calidad del grano debe aumentar conjuntamente con el riesgo de almacenamiento. En la Tabla 3 se presentan distintas frecuencias de muestreo, según varían las condiciones de humedad del grano, condiciones de embolsado y época del año. Los lapsos mencionados son orientativos y de utilidad solo si el silo-bolsa visualmente mantiene su integridad física (se consideran los riesgos por roturas en la zona inferior del silo-bolsa). En la medida que el almacenamiento se aparte de las condiciones óptimas, mayor debe ser la frecuencia de muestreo con el fin de detectar cuanto antes el deterioro de calidad. Según experiencias registradas en el sudeste bonaerense, los factores que mayormente influyen en el deterioro del grano son la humedad almacenamiento y condiciones incorrectas de embolsado. Aunque, en menor medida, la calidad del grano también determina el riesgo de almacenaje. Si se producen roturas en la zona inferior del silo-bolsa, la posterior entrada de agua ocasiona un rápido deterioro en una capa de unos pocos centímetros, pero se pero aumentará según se extienda el tiempo de almacenamiento. Ante dicho suceso, con el muestreo por calado difícilmente se pueda captar el deterioro inicial del grano pero debería ser posible detectarlo antes que las pérdidas de calidad se tornan importantes. Lo observado en cada muestreo se debe comparar con datos del material cosechado o recientemente embolsado (por lo tanto se debe prever tener estos

datos). Una disminución sustancial de los parámetros evaluados mediante el muestreo significa que hubo actividad biológica en el silo-bolsa, y por lo tanto es riesgoso continuar con el almacenamiento.

Tabla 3: Frecuencia de muestreo con distintas condiciones del grano y ambiente.

		Frecuencia de muestreo		
Condiciones de embolsado	**Humedad (%)**	**Calidad de grano**	**Invierno***	**Verano***
Adecuadas	1 punto < a recibo	Buena	3 meses	3 meses
	1 punto > a recibo	Buena-Media	45 días	35 días
	2 o más puntos > a recibo	Buena	35 días	20 días
	2 o más puntos > a recibo	Media-baja	20 días	15 días
Inadecuadas	Aumentar la frecuencia conforme al riesgo de entrada de agua al silo-bolsa: ***Riesgo de rotura inferior por rastrojo o malezas + riesgo de anegamiento (dado por la ubicación en el relieve y frecuencia de lluvias durante el almacenaje).***			
*** En otoño o primavera considerar lapsos intermedios a los de invierno y verano.**				

Sitios de muestreo: se debe tomar un mínimo de 3 sitios a calar por silo-bolsa. Si el silo-bolsa no presenta signos de deterioro se recomienda calar ambos extremos del silo (dejando por lo menos 5 metros entre el extremo del silo y el lugar a calar) y el medio exacto del silo-bolsa (Figura 1). En caso de surgir roturas es preciso calar en zonas adyacentes dado que se trata de una zona en riesgo. Cada vez que se muestrea se debe realizar un nuevo orificio a la bolsa distanciado horizontalmente por lo menos 50 cm del antiguo sitio de muestreo. Los motivos para no realizar los muestreos espaciados en el tiempo en los mismos sitios son:

- Una vez que realizamos el calado se disturba las condiciones de almacenaje existentes en ese sitio (entrada de aire, faltante de grano, etc.).

- Aunque se podría suponer que al sumar un nuevo corte por muestreo es más riesgoso, esto no es así ya que siempre es mas dificultoso volver a sellar un sitio donde se retiró la cinta. Esto básicamente se debe a que el pegamento de la cinta retirada queda adherido a la superficie del silo-bolsa, y es trabajoso quitarlo totalmente.

Se recomienda adaptar el número de sitios de muestreo a la homogeneidad de la mercadería (cuanto más despareja es la calidad del grano, humedad, etc., mayor debe ser el número de sitios a muestrear).

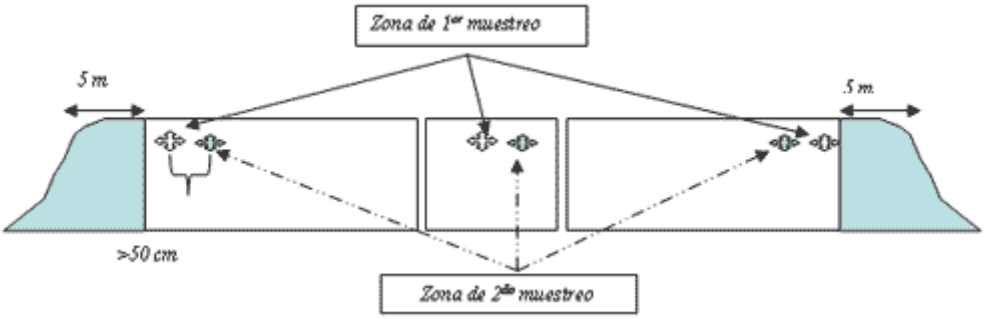

Figura 1: Muestreo del silo-bolsa espaciado en el tiempo.

Como muestrear: Utilizar un calador de camiones de 1,8 m de largo o similar (es conveniente de celdas no unidas). Efectuar un pequeño corte vertical (5 a 8 cm, Figura 2) a 60 cm rectos del centro del vertical del silo-bolsa (Figura 4). Al efectuar el corte, notar si hay algún tipo de olor (anotar). Insertar el calador en forma oblicua con una inclinación que permita tomar grano del estrato inferior de la bolsa pero sin perforar el piso de la misma (ej. 30° de la vertical, Figura 4). Como se verá mas adelante, el número de caladas por sitio varía según la cantidad de grano necesaria para las distintas determinaciones y objetivo de los mismos.

Figura 2: Corte vertical del silo-bolsa para realizar el muestreo

Figura 3: Calado del silo-bolsa.

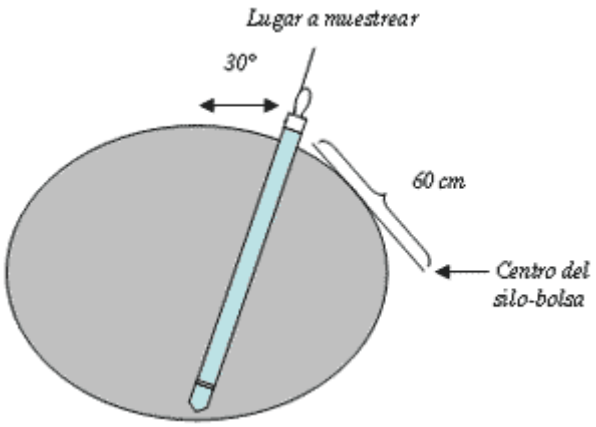

Figura 4: Corte transversal del silo-bolsa.

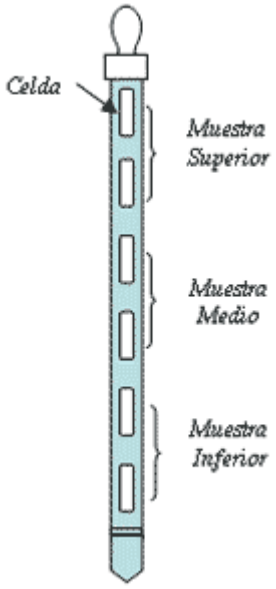

Figura 5: Calador de camiones de celdas divididas y división del contenido para muestreo por estratos.

- Determinaciones a realizar con el contenido del calado:

- *Inspección visual*: Volcar el contenido del calador en una lona (o catre) y observar si en el grano hay presencia de moho (o verdín), insectos vivos o muertos, o cualquier anormalidad que usted considere necesario destacar. En caso de notar algún signo deterioro, pueden realizarse determinaciones adicionales para obtener el grado del mismo.

- *Muestras para determinaciones posteriores*: Además del porcentaje de humedad, la determinación del porcentaje de granos dañados, peso hectolítrico y viabilidad del grano son parámetros útiles para diagnosticar deterioro del grano

almacenado. Una disminución del peso hectolítrico o aumento del porcentaje de granos dañados indican actividad biológica dentro del silo-bolsa. El análisis de poder germinativo (viabilidad) es un buen indicador de la calidad de la semilla. Si el poder germinativo se mantiene en el tiempo, las condiciones de almacenamiento han sido buenas. Este test es especialmente recomendable cuando se almacena semillas o trigo de calidad. Para obtener la muestra a analizar utiliza simplemente el contenido del calado. Si por alguna razón se busca mayor rigurosidad de muestreo, se puede dividir el calado en dos o más estratos. Si por ejemplo se desea dividir el contenido del calado en 3 estratos (Figura 4) se recomienda encargar todas las muestras sobre un catre para obtener una muestra compuesta y luego dividirla en tres estratos, superior, medio y embolsarlos por separado con la identificación correspondiente. En este caso, se deberá realizar por lo menos 3 caladas por sitio para obtener suficiente grano para realizar los distintos análisis

Sellado de lugares muestreados: El sellado se debe realizar exclusivamente con cinta adhesiva especial para tal fin ya que posee resistencia a las inclemencias climáticas. Existe en el mercado variada calidad de cintas, y por lo tanto un espectro de resultados bastante amplio. Dada la importancia de un correcto sellado, se debe elegir aquellas cintas que tengan buen adhesivo. Al momento de sellar los cortes es imprescindible limpiar bien la zona donde se adhiere la cinta utilizando preferentemente un trapo con alcohol. En caso de no contar con una zona bien limpia se reduce notablemente el tiempo de duración del cierre por una mala adherencia. Dado que el sellado debe ser permanente, si es necesario se pueden utilizar distintas opciones para lograr dicho fin (Figura 6 y 7):

- Utilizar cinta con malla de tela para el sellado: esta cinta posee buen adhesivo y es de fácil utilización.

- Utilizar pegamento siliconado para sellar los bordes de la cinta: si los bordes de la cinta no se encuentran bien sellados es solo cuestión de tiempo que los agentes ambientales (polvo, agua, etc.) la despeguen.

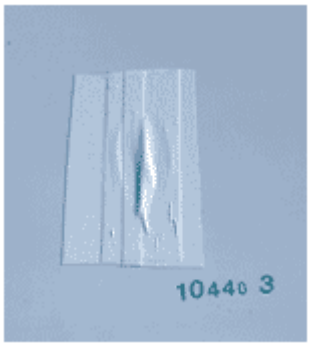

Figura 6: Uso de cinta adhesiva con trama de tela para sellado del silo-bolsa.

Figura 7: Sellado mediante pegamento siliconado en los bordes de la cinta.

Manipuleo de la muestra de granos: Es conveniente colocar las muestras en bolsa de papel si se determina humedad inmediatamente o en bolsas herméticas de polietileno (tipo ziploc) si la determinación de humedad es posterior al muestreo (ejemplo por método de estufa o medidores no portátiles). Durante el muestreo se debe tomar el recaudo de no exponer las muestras ya obtenidas al sol. Se recomienda prestar especial atención en la calibración de los humedímetros, cuando se trabaja con temperaturas superiores a los 30°C es aconsejable realizar determinaciones indirectas (estufa, a 103°C durante 72 h.) al azar para mantener un control. Guardar las muestras en lugares secos y frescos (en caso de que el grano tenga alta humedad se deben almacenar en heladera) e identificarlas correctamente. En caso de enviar muestras a un laboratorio para su análisis, identificar las muestras de manera entendible y conservar una lista del material remitido.

¿Cómo utilizar la información obtenida?: Si se detecta signos de deterioro en el grano, se debe programar la venta del mismo antes de que se produzcan pérdidas de calidad comercial importantes.**Tener en cuenta que el grano de mayor calidad es el que mejor se conserva**, por lo tanto conviene programar primero la venta de :

- Grano de silo-bolsas donde se detectó deterioro del grano en el tiempo.
- Grano con alta humedad, (por encima de humedad de recibo).
- Grano de silo-bolsas que sufrieron roturas (animales, clima, manejo, etc.).

- Los granos de silo-bolsas ubicadas en zonas que se anegaron (tener presente que un silo-bolsa no es completamente impermeable).
- Granos con alto porcentaje de grano dañado.
- Granos sucios (revolcados), o con alto porcentaje de materias extrañas.
- Silo-bolsas provenientes de campañas anteriores.
- Grano proveniente de silos o celdas que luego se almacenó en silo-bolsas. En este caso el grano generalmente posee humedad de recibo o inferior y es factible que haya presencia de insectos. Como se mencionó anteriormente, si el grano está seco no se produce la suficiente concentración de CO_2 para lograr el control de insectos.