

MANEJO DE GRANOS EN ALMACENAMIENTO, CAUSAS DE DETERIORO Y PREVENCIÓN

Mario Bolívar Blancas*

El almacenamiento de granos es la etapa donde se originan las mayores pérdidas por problemas referentes a las condiciones de conservación.

Un reporte de FAO de 1993 dice que 25% de los cereales alimenticios post cosecha se pierde en los países del mundo en desarrollo a causa de manipulación inadecuada, deterioro y plagas.

El valor comercial de una cosecha de granos está muy ligado al contenido nutricional que este aporta ya que es el mayor componente del alimento balanceado, en especial el contenido de energía y en menor grado proteína.

Entre las causas principales de deterioro del grano almacenado debemos mencionar:

- Aves y roedores
- Insectos
- Hongos

CONTROL DE AVES Y ROEDORES

La contaminación con orina y excremento de roedores, así como excremento de aves introduce organismos dañinos al grano, por este motivo los lugares de almacenamiento deben estar alejados de zonas de vegetación y fuentes de agua.

Las aves usualmente contaminan los granos antes de llegar a la bodega (puertos), por lo que controles microbiológicos y programas de desratización son necesarios

CONTROL DE INSECTOS

Los insectos causan contaminación del grano con partes de sus cuerpos y excrementos, niveles mayores a 9 insectos por kilogramo califican un lote de granos como infestado (Norma EUA).

Entre los principales insectos contaminantes podemos mencionar los siguientes:

- Gorgojo (*Sitophilus* spp)
- Barrenador del grano (*Rhyzopertha dominica*)
- Escarabajo serrado (*Oryzaephilus* spp)

- Escarabajo de harina (*Tribolium* spp)
- Escarabajo chato (*Cryptolestes* spp)

Gorgojos producen calor y agua metabólica, propiciando aumento de hongos de almacenamiento y deterioro del grano, *Sitophilus* spp y *Rhyzopertha dominica* desarrollan formas no maduras dentro de los granos. Los otros insectos contaminantes no dañan el grano pero si lo contaminan.

CONTROL DE HONGOS

Durante el almacenaje, los hongos causan la mayoría de problemas por calentamiento, compactación y deterioro de granos. Se debe controlar la humedad y temperatura del grano para evitar el desarrollo del hongo.

El uso de inhibidores de hongos retrasa el calentamiento, reduce la tasa de crecimiento del hongo y mantiene el grano seco.

Se consideran factores clave del almacenamiento de grano:

- Condición inicial del grano
- Contenido de humedad
- Temperatura de almacenamiento
- Período de almacenamiento

Dentro de las medidas de prevención que se puede tener en cuenta se debe mencionar:

- Mantener nivel de humedad y temperatura bajos
- Mantener alimento e insumos almacenados en un lugar fresco
- Mantener línea de producción limpia
- Buenas condiciones de transporte y almacenamiento (Temperatura y Humedad)
- Protección de integridad del grano (insectos y roedores)
- Uso de antifúngicos

Adicionalmente hay algunas consideraciones ajenas al almacenamiento propiamente dicho que también se pueden considerar para prevenir el deterioro durante el almacenamiento:

- Cosechar cuando el cultivo esté maduro
- Asegurarse que el equipo de cosecha no dañe la integridad del grano
- Si se cosecha granos que han sufrido previa

* ILENDER Perú S.A.

infestación de insectos, sequía o heladas, almacenar estos granos separadamente

- Secar el grano hasta 14% a 48 horas de cosechado y a 13% si se espera un almacenamiento largo
- Ventilar y enfriar luego del secado y almacenar en condiciones de baja humedad
- El almacén y equipo de traslado deben estar limpios y libres de residuos de granos
- Asegurarse que el lugar de almacenamiento no permita ingreso de agua y esté libre de insectos y roedores
- No llenar en exceso el almacén, esto dificulta las inspecciones y reduce la ventilación
- Chequear periódicamente incluyendo toma de muestras para detectar insectos y puntos calientes de hongos y potencialmente micotoxinas
- Seleccionar grano antes de almacenamiento, granos partidos o muy pequeños son más susceptibles a contaminación y deterioro
- Chequear nivel de aflatoxinas cada vez que el grano sea trasladado o movilizado para su uso
- No usar granos contaminados con micotoxinas, a no ser que los niveles se consideren no riesgosos

El maíz es el grano preferentemente usado en la elaboración de alimento balanceado, por lo menos en el continente americano, cabe entonces preguntarnos: ¿Qué es un grano de maíz?

1º Los granos son organismos vivos muy complejos producidos

como semillas, fruto de las Gramíneas

2º Viven y respiran consumiendo oxígeno y expeliendo anhídrido

carbónico

3º Producen energía generando calor

4º Son atacados por Hongos y Bacterias

5º Son atacados por los Insectos

Parte del conocimiento que conviene tener para consideraciones relativas al correcto almacenamiento de granos es el de las estructuras internas de los mismos y la función y contenido de cada estructura:

EL PERICARPIO

Representa 5% del peso total del grano, contiene casi toda la fibra, contiene concentraciones variables de carotenos y xantófilas

EL ENDOSPERMA

Representa más del 80% del peso total del grano, compuesto en su totalidad por almidón y proteína. El endosperma puede ser translúcido (duro) u opaco (blando) variando la proporción según la variedad de maíz. Las variedades con predominancia de endosperma blando se quiebran con mayor facilidad luego del secado, coincidentemente son por lo general de bajo contenido de pigmentos en el pericarpio.

EL GERME

El germen representa 13% del peso del grano de maíz, aporta 85% de los lípidos y 25% de la proteína. El germen contiene el embrión de la nueva planta y estructuras asociadas.

¿QUÉ OCURRE DURANTE EL ALMACENAMIENTO?

1º A menor temperatura y menor humedad mayor conservación de la calidad del grano

2º Granos con alta humedad respiran más activamente con las siguientes consecuencias:

- Producción de humedad y calor
- Se incrementa la respiración
- Facilita el desarrollo de hongos
- Las altas temperaturas y los hongos destruyen el grano
- Los granos ya dañados no resistirán el ataque de hongos
- Los granos partidos son deteriorados más rápidamente

Considerando el momento en que atacan a los granos se puede clasificar a los hongos como hongos de campo y hongos de almacenamiento, los primeros atacan a la planta antes de la cosecha y los segundos durante el almacenamiento, no obstante, esta clasificación no es estricta, ya que hongos considerados de almacenamiento pueden contaminar la planta antes de la cosecha y viceversa.

HONGOS DE CAMPO

Viven en la tierra e invaden plantas en crecimiento, pueden vivir en raíces, tallos, hojas y semillas, en algunos casos causan enfermedades a las plantas.

Los ejemplos más comunes de hongos de campo son: *Fusarium* y *Alternaria*, *Fusarium* puede producir las toxinas: DON, *zearalenona*, moniliformina, fumonisinas y depositarlas en las semillas.

HONGOS DE ALMACENAMIENTO

Crece en condiciones más secas de las que pueden soportar los hongos de campo, como ejemplos podemos citar: *Aspergillus* y *Penicillium*

Pueden invadir las semillas directamente, *Aspergillus* puede producir toxinas como aflatoxina y ocratoxina, mientras *Penicillium*: Ácido penicílico, citrinina

Los hongos de almacenamiento pueden infestar el grano en el campo si hay algún daño en la chala o tusa.

La relación de la humedad relativa y la humedad del grano con el crecimiento de hongos está claramente demostrada, la razón por la que hongos del género *Aspergillus* son los contaminantes más comunes del grano almacenado es que se adaptan mejor a las

condiciones ambientales en que generalmente se almacena el grano. Esta situación no varía mucho si en lugar de maíz consideramos otros granos como el arroz.

MANEJO DE FINOS Y GRANOS PARTIDOS

Es importante detectar la presencia de finos y granos partidos ya que tienen un valor nutritivo diferente al del grano entero y requieren un manejo diferenciado por su influencia en la conservación del grano durante el almacenamiento.

Las partículas finas en una masa de grano almacenado tienden a concentrarse en la zona central de la línea de carga de los silos (columna central del cono), esta zona de material fino acumulado tiende a calentarse y compactarse rápidamente, es la zona por donde se inicia el crecimiento de hongos y además impide la adecuada aireación de la masa de granos por lo que tiende a causar diferentes puntos calientes durante el almacenamiento.

Una de las recomendaciones básicas para almacenar grano en silos durante períodos prolongados es la de "invertir el cono" que no es otra cosa que retirar parte de esa columna central con alta carga de finos y usarla en lugar de almacenarla, de esa manera se disminuye considerablemente la posibilidad de deterioro del grano almacenado y se facilita la aireación del mismo.

IMPORTANCIA DEL CONTROL DE CALIDAD DEL MAÍZ

1º Asegura la Composición Nutricional del Alimento Completo

- Energía, Carbohidratos libres
- Pigmentos naturales

2º Asegura la calidad del producto final

3º Evita el uso de granos con presencia de hongos que puedan propiciar el desarrollo de toxinas

4º Evita el uso de granos con presencia de plagas típicas como roedores e insectos que generan mermas y potencian el riesgo de contaminación microbiológica

INFORMACIÓN GENERAL

1º Clasificación

Gramínea (Zea mais)

2º Procedencia (Maíz utilizado en el País)

- Americano
- Argentino
- Nacional

Programa de Control de calidad

A. Calidad en el Origen

A.1. Comunicación con Proveedores

A.2. Establecimiento de Estándares de Compra

A.3. Visitas a Chacras/Almacenes

A.4. Entrenamiento al Proveedor y su personal

B. Calidad en la Recepción en Planta

B.1 Muestreos

B.2. Evaluaciones

B.3. Decisiones

B.1. Muestreos

B.1.1. Antes del ingreso a la Planta

B.1.2. Inspección General

B.1.3. Muestreos en forma de X, W o M

B.1.4. Instrumentos

.Sondas de canal abierto("pluma")

. Sondas con ventanas

B.2. Evaluaciones

B.2.1. Oficina de Control de Calidad

"pruebas rápidas para poder decidir sobre SI o NO sobre el ingreso del Maíz"

a. Textura (%Finos, Granos Partidos)

b. Impurezas (Corontas, Parte Foliar, Otras Semillas)

c.Pruebas Organolépticas

(color,olor,sabor,otros)

d. Humedad (Factor Crítico)

e. Insectos (Factor Crítico)

B.2.2. Análisis Químicos (claves en los resultados)

. Análisis Proximal (Proteína, Grasa, Fibra, etc.)

. Micotoxinas (Aflatoxinas, T2, Ochratoxina, Vomitoxina, y zearalenona, principalmente)

. Otros (Residuos de Pesticidas, Acidez libre, Peróxidos, etc.)

B.3. Decisiones

B.3.1. Aceptación

B.3.2. Rechazo

CONTROL DE PLAGAS

I. Control Cultural

1.1. Ingreso de Materiales infestados

Tremendo riesgo de hacer la plaga propia. Es bueno recordar que las plagas migran, se reproducen y se protegen, esperando mejores condiciones

1.2. Orden y Limpieza

- Orden y Limpieza: "Regla de oro" en el trabajo con calidad

- Evitar acumulación de Materiales que propicien el desarrollo de plagas

- Evitar acumulación de Maleza que sirva de escondite principalmente a roedores

- Manejo adecuado de los granos :

. Arrume sobre parihuelas. Sacos en buen estado (evitar fugas que atraigan a los vectores)

. Movilización de Materiales

. Rotación de Inventarios (Primeras Entradas / Primeras Salidas)

II. Control Químico

2.1. Riesgos en el uso de Productos químicos

- Intoxicación del Personal no entrenado
- Contaminación del grano con altos niveles de insecticida (residualidad)
- Uso inapropiado de plaguicidas que generen resistencia
- Pérdida económica

2.2. Beneficios del uso de Productos Químicos

- Ataque de plagas desarrolladas en Planta
- Programa de Prevención complementario al Programa Cultural
- Estratégico en el Manejo de granos: Prevención y ataque
- Evita pérdidas mayores en los granos ya infestados

2.3. Tipos de Plaguicidas

Existen diversas clasificaciones, las mismas que están definidas en función a :

- Mecanismo de acción (modo en que interactúa con la plaga)
- Proceso metabólico que altera
- Grupo Químico (carbamato, organoclorado, organofosforado, piretroide, a. Fenoxiacético, tiocarbamato, etc.)
- Formulación (presentación)
 - . Líquidos (solución normalizada, emulsión concentrada)
 - . Polvos Mojables
 - . Suspensiones Concentradas
 - . Polvo Seco
 - . Gases (estado sólido para sublimación, estado gaseoso)
 - . Rodenticidas en Bloques y Pellets (Dosis única, Dosis múltiple)
 - . Rodenticidas líquidos

2.4. Plan de Acción

Existen diferentes planes y programas de ataque contra plagas de los cuales podemos sintetizar lo siguiente:

- Insectos:
 - . Polvo seco: Alta residualidad, pisos y superficies de preferencia
 - . Polvo mojado: Alta y Media residualidad para aplicación homogénea sobre superficies
 - . Líquidos: Residuales para superficies
- Baja residualidad, sobre granos en aspersión ligera
- . Gases: Aplicados en lotes infestados. Se requiere sistema impermeable que permita la acción del gas sobre los granos y no escape a la atmósfera. Existen en el mercado la Fosfamina, el Bromuro de metilo y el gas cianhídrico. Es más general y seguro el uso de fosfamina por personal entrenado

- Roedores:

. Dosis única: Baja dosis mínima letal. Reportes de experimentos con animales que consumen roedores afectados muestran cuadros hemorrágicos

Alto riesgo en Plantas de Alimentos

. Dosis múltiple: Menor riesgo en Plantas de Alimentos

Importante la formulación utilizada

Debe existir un plan de seguimiento de los roedores afectados, así como retiro de animales muertos

Debe existir un plan de inspección y renovación de los cebos colocados

Importante: Cubrir agujeros y desagües por donde ingresan los roedores a la Planta

Uso de antifúngicos

No existen ingredientes milagrosos en la preservación de granos, otros insumos y alimento completo para animales. Los ácidos orgánicos son ingredientes aprobados para el control de microorganismos en alimento. Otros factores como la corrosión y el manipuleo deben ser tomados en cuenta al seleccionar un preservante de alimento

Se usa para este fin ácidos orgánicos como el propiónico y combinaciones de propiónico y fórmico, también puede usarse sales de ácidos orgánicos como antifúngicos, en este caso las presentaciones más usadas son propionato de calcio (polvo) y propionato de amonio (líquido).

Se recomienda la adición de antifúngicos tanto a ingredientes almacenados (granos) como a alimento, la adecuada dispersión es fundamental para que el antifúngico trabaje adecuadamente, si usamos productos en polvo, el tamaño de partícula del carrier utilizado debe ser pequeño.

Ingredientes proteicos como torta de soya y harina de pescado tienden a reducir la eficiencia de ácidos orgánicos, mientras la grasa tiende a mejorar su eficiencia.

Procesos como peletizado y extrusión mejoran la eficiencia de los ácidos orgánicos, concretamente el calor del proceso es responsable de la mayor actividad de los ácidos orgánicos.

Eficacia comparativa de preservantes

Las evaluaciones de eficacia de los preservantes de insumos y alimento deben basarse en parámetros bioquímicos significativos y relevantes, además de altamente correlacionados con el crecimiento microbiano, como la producción de CO₂, usando sustratos como maíz o alimento completo y reproduciendo condiciones climáticas y de

almacenamiento similares a las que los insumos o alimento tienen que enfrentar, como 30°C , 15% humedad, 85% RH 10-20 días de almacenamiento

El resultado de esta prueba de laboratorio que nos sirve de ejemplo indica que a igualdad de condiciones, los preservantes con mayor concentración de ácido propiónico, retrasan el crecimiento de hongos, tomando la producción de CO₂ como indicador.

Pérdida de materia seca

El componente más importante del deterioro del grano es la pérdida de materia seca, los hongos aceleran la respiración aeróbica del grano consumiendo carbohidratos, grasas y proteínas.

Este proceso se minimiza al usar inhibidores de hongos. La pérdida de materia seca está en directa relación a las condiciones de temperatura y humedad durante el almacenamiento. A mayor temperatura y humedad de almacenamiento se acelera la pérdida de materia seca del grano.

Recomendaciones

1° Fijar niveles de aceptación/rechazo. Especificar contenido máximo de humedad 14% - 14.5%

2° Tamizar el maíz antes de almacenarlo para retirar material fino

3° Rotación de existencias. Usar el grano más antiguo primero a no ser que otro se esté calentando.

4° Invertir el cono. Extraer el centro de la masa del grano antes de almacenarlo para disminuir las columnas centrales y nivelar el grano para una aireación eficiente

5° Condiciones sanitarias. Limpiar fondo de depósitos y equipo de manejo, retirar acumulaciones de grano

6° Control de humedad. No almacenar grano con más de 14.5% de humedad, monitorear grano aceptado durante almacenamiento

7° Control de temperatura. Monitorear temperatura del grano durante almacenamiento

8° Aireación

- De acuerdo al monitoreo de temperatura del grano se determina cuando empezar el proceso de aireación

- Se debe usar la aireación para controlar la temperatura del grano , no para secarlo

- Se debe iniciar aireación si la temperatura del grano excede la temperatura diaria promedio o parte de la masa se empieza a calentar

- Se debe operar los ventiladores cuando la temperatura del aire es menor que la temperatura promedio diaria , a no ser que existan puntos calientes

- La tasa de flujo de aire recomendada es de 0.3 m³

de aire/minuto/ m³ de grano para climas tropicales y 0.08 m³/min/m³ para climas templados

- Se puede usar ventiladores de extracción (en el techo del silo) para enfriar el aire sobre el grano.

REFERENCIAS

· BASF Research Material, 2001. Comparative efficacy of feed preservatives

· Bern , C ; Hurburgh , C . 1992 . Characteristics of fines in corn : review and analysis

· Claridades Agropecuarias. Febrero 2005. Almacenamiento de maíz en climas tropicales

· Christensen , C ; Sauer , D . 1982 . Storage of cereal grains

· Navarro , S ; Noyes , R . 2001 . The mechanics and physics of modern grain aeration management.

· Rice Quality Workshop 2003. Managing rice decay during storage

· Thompson, T. 1972. Temporary storage of high - moisture shelled corn using continuous aeration