

Microorganismos

Su importancia y control

1. Introducción

Existen varios tipos de microorganismos que crecen y se reproducen en todo tipo de alimentos, causando serios problemas de daño y pérdida. Los granos y las semillas también son vulnerables a los microorganismos, especialmente, si no se almacenan a una baja humedad. El desarrollo de los microorganismos depende de una adecuada humedad en el aire y la semilla. Si hay humedad disponible la rapidez del proceso de deterioro por los microorganismos aumenta destruyendo la fuente de alimento.

En general posterior a la cosecha los microorganismos son los segundos en importancia después de los insectos, como causantes de pérdidas de granos después de la cosecha. Sin embargo, dependiendo de condiciones ambientales pueden ser, en ocasiones, los principales causantes.

El deterioro de los granos es causado por tres tipos de microorganismos: hongos, bacterias y levaduras. Cada uno con requisitos específicos de oxigenación, nutrientes, humedad y temperatura. De esta forma las condiciones ambientales determinan el tipo de microorganismos que va a prevalecer en el producto causando la mayoría del daño.

Los microorganismos son tan pequeños que no se pueden ver fácilmente sin la ayuda de microscopios. Sin embargo, sus efectos son claros, decoloran el grano, producen malos sabores y olores, aumentan la temperatura, reducen la germinación, producen semillas arrugadas y en algunos casos hasta toxinas. Todas estas alteraciones tienen un efecto directo en el precio que el productor obtiene por su grano.

2. Hongos

Los hongos son los microorganismos más importantes en el grano. Son aeróbicos (necesitan oxígeno para vivir). Se reproducen por medio de esporas que bajo condiciones climáticas apropiadas producen estructuras filamentosas llamadas hifas. Las hifas penetran la cubierta del grano, avanzan hasta llegar al embrión. Las esporas son muy resistentes a condiciones adversas como frío, calor, sequedad y falta de nutrientes. Los hongos pueden llegar a sobrevivir meses y años como esporas.

Los granos pueden ser invadidos por hongos durante la formación en la planta, durante su cosecha, transporte, acondicionamiento y almacenamiento. Debido a las

condiciones ambientales en las cuales se desarrollan los hongos se han clasificado en hongos de campo y hongos de almacén.

2.1. Hongos de Campo

Los hongos de campo invaden el producto antes de la cosecha. Se desarrollan a humedades relativas mayores de 90%, equivalente a una humedad del grano del 22-23% o más. Estos normalmente no continúan creciendo durante el almacenamiento, debido a que el contenido de humedad del grano está debajo de sus requisitos. Sin embargo, después de la cosecha, ya el daño ha sido hecho.

Los géneros más comunes de hongos de campo son: *Alternaria*, *Fusarium*, *Diplodia*, *Cladosporium* y *Mucor*, pero también se encuentran *Helminthosporium*, *Curvularia* y *Phoma* (Fig. 1). Las esporas son transportadas por el aire o través del suelo. Su existencia varía de acuerdo al cultivo, localidad, sistema de cosecha, y condiciones ambientales. En general, el microclima alrededor del grano posee condiciones de humedad suficientes para su desarrollo.

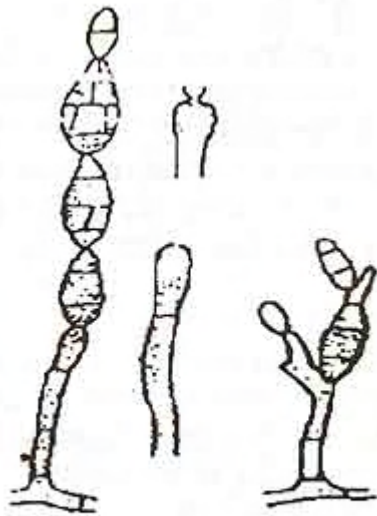
Daños y pérdidas de calidad

- - Las plantas que provienen de semillas enfermizas y débiles.
- - Semillas arrugadas, mal formadas o avellanadas
- - Algunas veces se detectan cambios de coloración y el embrión puede morir
- - Unas pocas especies pueden producir micotoxinas bajo condiciones especiales

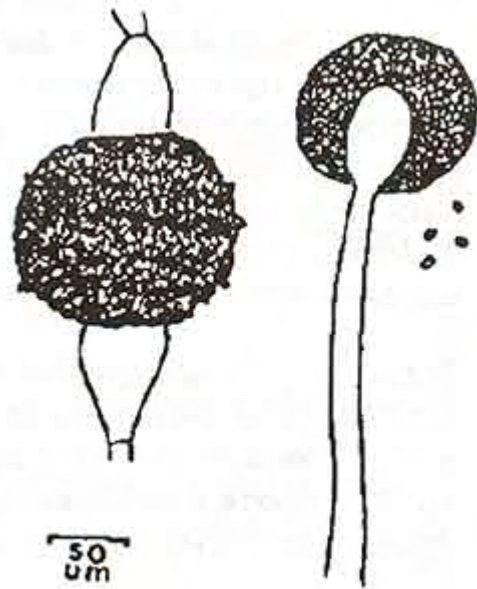
En la prevención de las pérdidas por hongos del campo se enfatiza la prevención de condiciones climáticas que favorecen su desarrollo. No podemos controlar el clima, pero podemos cosechar el grano lo más pronto posible después de su madurez fisiológica. También podemos evitar dejar grano amontonado en el campo y secar (artificialmente o naturalmente) lo antes posible. Debido a la característica de que los hongos del campo no se desarrollan a humedades menores de 90%, su efecto es menor después del desgrane.

También se pueden realizar algunos cambios en las prácticas agrícolas. Estas incluyen sembrar en una fecha que sincronice la cosecha con épocas secas, seleccionar variedades que ofrezcan resistencia al ataque de hongos y el buen uso de casetas, para rápido y natural secamiento después de la madurez fisiológica.

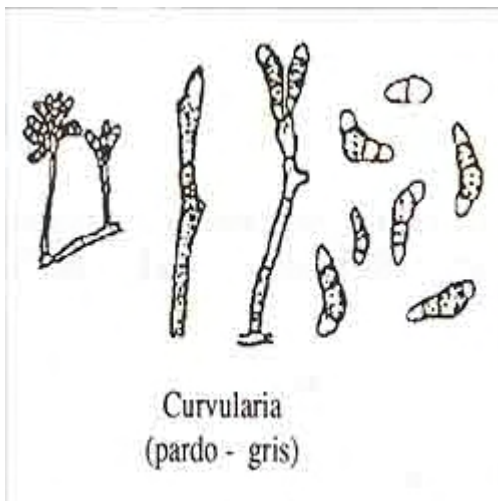
En ciertas ocasiones el número y presencia de algunas especies de hongos de campo, ha servido como indicación de que el grano ha sido cosechado recientemente o que ha sido almacenado bajo condiciones que no han permitido su deterioro. Este ha sido el caso de *Alternaria*, que en proporciones relativamente altas, evidencia el valor de almacenamiento del grano o su buen manejo después de la cosecha.



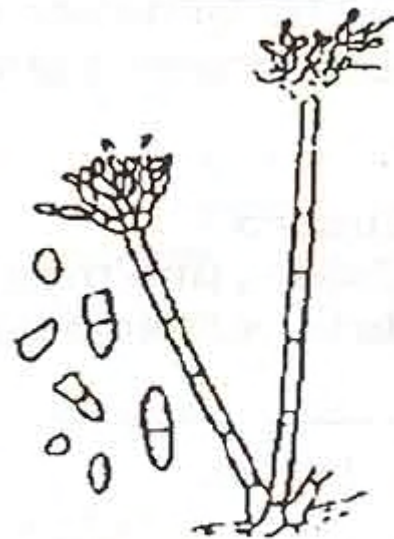
Alternaria
(gris - pardo)



Mucor
(blanco a gris)



Curvularia
(pardo - gris)



Cladosporium
(verde olivo)

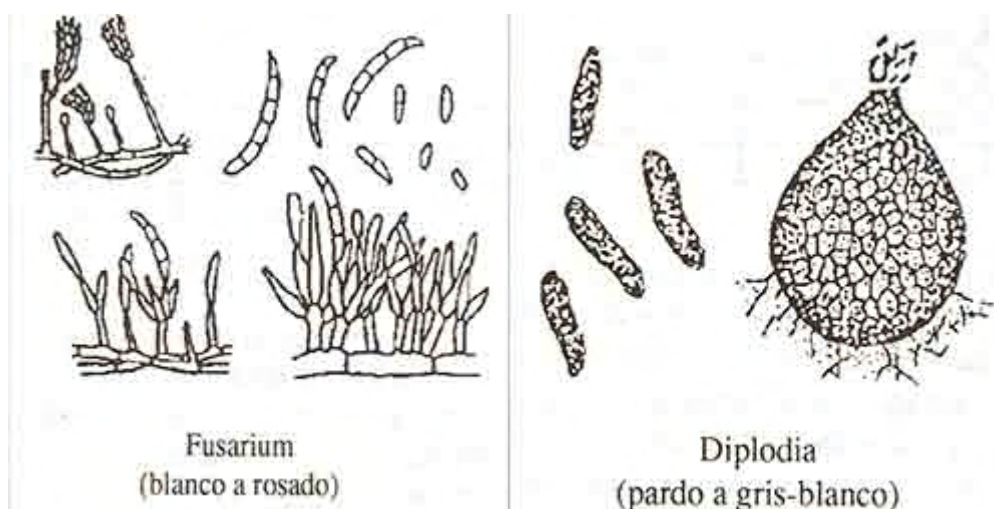


Figura 1. Estructuras reproductivas de los hongos de campo (color entre paréntesis) vistas en microscopios con magnificación aproximada de 400 a 1000 veces del tamaño original.

2.2. Hongos de Almacén

Los hongos de almacén infestan la semilla o el grano durante el almacenamiento. No dañan el grano antes de la cosecha, con la excepción de *Aspergillus flavus* que ha sido reportado en mazorcas de maíz en el campo. Los hongos de almacén pueden encontrarse en toda clase de granos y sus derivados. La presencia de materiales extraños, granos dañados o quebrados, otras especies de granos, malezas partículas del suelo e insectos vivos o muertos pueden propiciar el desarrollo rápido de hongos.

Estos hongos para desarrollarse necesitan humedades relativas en un rango de 70-90% y temperaturas e 25 - 35 °C. El factor más importante en su desarrollo es la humedad interna del grano, la cual debe estar arriba del 14%. Una diferencia de 1% puede determinar que una especie sea la predominante y la velocidad del principio del daño en el grano.

El Cuadro 1 muestra los niveles mínimos de humedad de varias especies de hongos de almacén en varios granos. Las especies más importantes provienen de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* cada una con requerimientos nutricionales y ambientales definidos.

Cuadro 1

Niveles mínimos de contenidos de humedad del grano para el crecimiento de las especies más importantes de hongos de almacén en varios granos.

| Hongos | Humedad en Cereales (%) | Humedad en Soya (%) | Girasol y Maní (%) |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|
| <i>Aspergillus Restrictus</i> | 14.0-14.5 | 12.0-12.5 | 8.5-9.0 |
| <i>A. glaucus</i> | 14.5-15.0 | 12.5-13.0 | 9.0-9.5 |
| <i>A. candidus</i> | 15.5-16.0 | 14.5-15.0 | 9.0-9.5 |

| | | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|
| A. ochraceus | 15.5-16.0 | 14.5-15.0 | 9.0-9.5 |
| A. flavus | 17.0-18.0 | 17.0-17.5 | 10.0-10.5 |
| Penicillium spp. | 16.5-20.0 | 17.0-20.0 | 10.0-15.0 |

En grano seco, el desarrollo de varias especies ocurre en una sucesión biológica según el contenido de humedad del grano en donde crecen (Cuadro 1). La primera especie que atacará el grano es *A. restrictus* a 14.0 - 14.5% humedad y según vaya aumentando la humedad del grano, se irán presentando otras especies adaptadas al contenido de humedad ascendente, llegando sucesivamente a humedades apropiadas para el ataque de bacterias.

Daños y pérdida de calidad

- El mal olor y sabor es común, pero no siempre se presenta.
- Decoloración del grano, mala o poca germinación de la semilla.
- La humedad del producto puede cambiar.
- Algunas especies pueden producir micotoxinas causantes de cáncer, abortos y otros males (ver folleto de "microorganismos")
- La calidad nutricional y digestibilidad del grano es reducida.
- El calentamiento ocurre en la etapa final del deterioro.
- Si el grano está mojado el desmejoramiento total puede ocurrir rápidamente.

La prevención de pérdidas causadas por hongos de almacén, puede lograrse siguiendo ciertas prácticas de manejo. El crecimiento de los hongos de almacén pueden controlarse disminuyendo la humedad en el grano y en acondicionamiento adecuado del almacén.

Después de la cosecha se debe efectuar un secado rápido y eficaz, previniendo el daño al pericarpio o rotura de las semillas.

Durante el almacenamiento: mantener el grano a contenido de humedad apropiado. Medir continuamente la humedad en todo el almacén. En caso de un aumento, investigar la causa y secar el grano nuevamente si es necesario. Un techo con goteras puede crear áreas de humedad de en el almacén, propicias para el desarrollo de hongos.

Controlar los insectos de almacén es muy importante, porque pueden alterar el equilibrio hídrico del grano y dañar el pericarpio provocando la invasión de hongos. Los insectos transportan esporas de hongos a granos no infestados previamente.

Lugares de almacenamiento, frescos, ventilados y secos ofrecen las mejores condiciones de conservación de granos contra el ataque de hongos. Los hongos tienden a crecer más lentamente a temperaturas de 25° C y no a 30° ó 35° C.

Si se utiliza un silo de metal o un barril bien manejado, el grano se mantendrá seco y fresco, ya que se encuentra dentro de un envase que no permite desde afuera el paso rápido de la humedad.

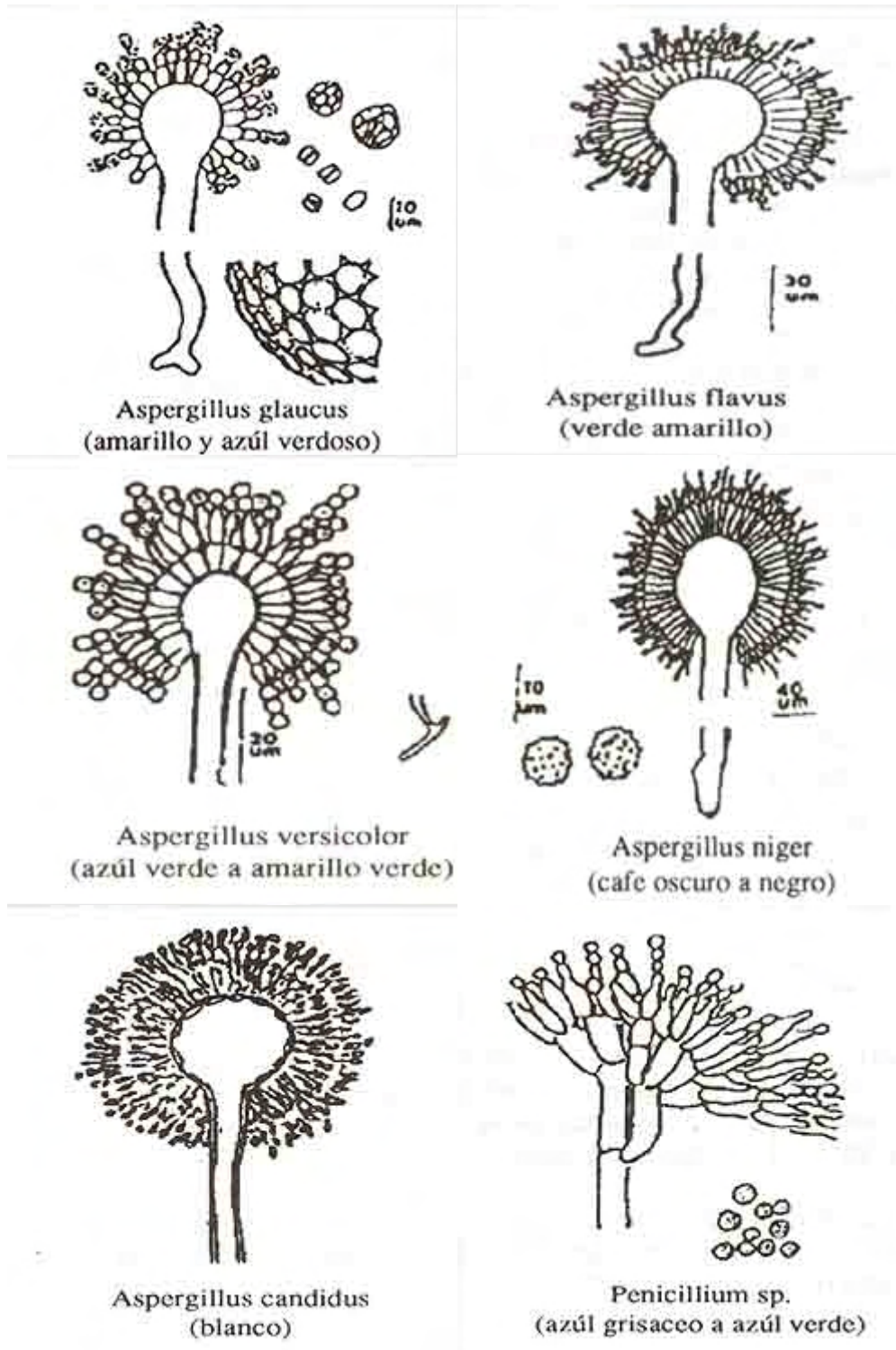


Figura 2. Estructuras reproductivas de los hongos de almacén (color entre paréntesis) vistas en microscopios con magnificación aproximada de 400 -10000 veces el tamaño original. La célula que une la estructura reproductiva con el micelio es representada si difiere de las demás.

3. Identificación

Al identificar el tipo de hongo podemos decir si el grano puede ser potencialmente tóxico o si las condiciones durante el almacenamiento no fueron apropiadas. También es posible predecir como se podrá almacenar el grano en el futuro, si se conoce además el contenido de humedad.

Los hongos son más difíciles de observar que los insectos debido a que prefieren vivir en el embrión, este se decolora indicando la presencia del hongo. Existen varios tipos que producen decoloración. Para identificar exactamente el hongo necesitamos la ayuda de un lente de aumento o microscopio. Sin embargo, unos pocos hongos, especialmente los de almacenamiento, pueden ser identificados por el color de sus estructuras reproductivas o esporas, por ejemplo *Aspergillus glaucus* tiene un aspecto peculiar ya que exhibe dos formas reproductivas al mismo tiempo, una azul verde y otra amarilla. *A. niger* es de café oscuro a negro y el *A. candidus* es totalmente blanco durante el período reproductivo.

La mayoría de los hongos necesitan ser examinados con el microscopio para verificación de su especie. En las Figuras 1 y 2 se pueden apreciar como se verá el cuerpo reproductivo de los hongos bajo el frente de un microscopio de 400 hasta 1000 veces su tamaño normal.

Un técnico de laboratorio puede permitir que un hongo crezca en un grano bajo condiciones de humedad apropiada dentro de un plato petri con tapadera, evitando el deterioro de su delicada estructura. Posteriormente, el técnico podrá identificar en el microscopio el tipo de células y esporas presentes. Los hongos más comunes encontrados en el maíz en Honduras son: *Fusarium*, *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus flavus* y *Aspergillus niger* (CESCCO, 1992)

Cuadro 2. Características de los principales hongos de almacenamiento.

| Hongos | Efectos | Toxicidad | Toxicidad |
|-------------------------------|---|---------------|--|
| <i>Aspergillus Restrictus</i> | Mata y decolora el germen después de algunos meses no hay calentamiento | No demostrado | Mohoso en el almacenaje a largo plazo a 14% contenido de humedad |
| <i>A. glaucus</i> | Mata y decolora el germen Mohoso, apelmazado, aterronado y un poco de calentamiento | No demostrado | Incidencia del 20% indica que puede haber problemas |
| <i>A.candidus</i> | Mata y decolora rápidamente el germen, causa el calentamiento seguido de la podredumbre total | No demostrado | Deterioro rápido en días a semanas |

| | | | |
|------------------|---|--|--|
| A.ochraceus | Mata y decolora el germen | Ochratoxina posible | No es una especie predominante en los granos que se deterioran |
| A. flavus | Mata y decolora el germen, se pudre, causa el calentamiento | Aflatoxina posible | Un aumento indica el deterioro, aireación a temperatura baja ayuda a evitar la producción de aflatoxinas |
| Penicillium spp. | Mata y decolora el germen mohoso, apelmazado y aterronado | Causa enfermedades y/o bajo peso en los animales; varias micotoxinas | Puede desarrollarse a baja temperatura algunas especies encontradas en el campo |

4. Bacterias

Las bacterias son el último microorganismo causante de pérdidas de grano, siguiendo la sucesión biológica de deterioro. Para desarrollarse necesitan una humedad relativa de 100% y un contenido de humedad del grano mayor del 35%. Su presencia es indicación de máximos niveles de deterioro y siguen generalmente al ataque de insectos y hongos.

Dentro de los daños causados se encuentra la producción de potentes toxinas causantes de diarreas e intoxicaciones. La germinación de semilla es destruida, la temperatura dentro del grano llega a niveles tan altos que ocasiona la combustión del producto. Granos con menos del 30% de contenido de humedad no están expuestos al crecimiento de bacterias.

5. Levaduras

Las levaduras son organismos unicelulares anaeróbicos (no necesitan oxígeno para sobrevivir) asociados al proceso de fermentación. Bajo condiciones de poco o ningún oxígeno, las levaduras metabolizan azúcar para formar alcohol. Este proceso ha sido usado por miles de años para producir bebidas alcohólicas utilizando granos y otros productos vegetales. También la fermentación es el proceso usado en la producción de ensilaje para alimento animal. Durante este proceso las levaduras producen olores peculiares y fáciles de detectar. Usualmente, las levaduras no causan ningún daño en el grano almacenado. Sin embargo, se encuentran siempre presentes en el ambiente y fermentarán el grano si las condiciones son apropiadas.