

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CONTROL DE HONGOS EN GRANOS

ALMACENADOS

SEMINARIO

(OPCION II - A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

PABLO RANGEL MARTINEZ

040.632

T
SB190
R3
c.1

NOVIEMBRE de 1987.

040.632

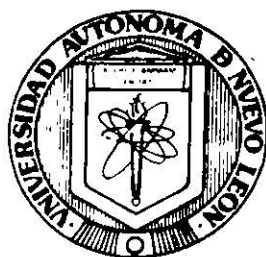
T
SB190
R3
C.1



1080063557

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



CONTROL DE HONGOS EN GRANOS

ALMACENADOS

SEMINARIO

(OPCION II - A)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

PABLO RANGEL MARTINEZ

MARIN, N.L.

NOVIEMBRE de 1987

7513 Ex. 1

T
SB190
R3

040.632

FA 4

1987

C.5


Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F.Tesis


UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

GRACIAS A DIOS.

A MIS PADRES:

Sr. Jesús Rangel Salas

Sra. Escolastica Mtz. de Rangel

Con mi más profundo cariño y eterno agradecimiento por haberme apoyado a lo largo de mi formación profesional.

A MIS HERMANOS:

Jesús

Miguel

Javier

Ernesto

Ruben

Maricela

Arturo

A TODOS MIS FAMILIARES.

A MIS MAESTROS:

Especialmente al Dr. José Luis de la Garza por sus consejos y ayuda que hicieron posible este trabajo.

A MIS COMPAÑEROS, AMIGOS Y AMISTADES.

I N D I C E

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. IMPORTANCIA ECONOMICA.....	3
III. GENEROS MAS IMPORTANTES.....	5
3.1. <u>Aspergillus</u>	5
3.1.1. Taxonomía.....	5
3.1.2. Descripción del hongo.....	5
3.2. <u>Penicillium</u>	5
3.2.1. Taxonomía.....	5
3.2.2. Descripción del hongo.....	6
IV. CONDICIONES QUE PERMITEN LA INVASION DE LOS HONGOS DE ALMACEN.....	8
4.1. Contenido de humedad.....	8
4.2. Temperatura.....	8
4.3. Tiempo de almacenamiento.....	9
4.4. Cantidad de material extraño presente en el grano....	10
4.5. Las actividades de insectos y ácaros.....	10
V. EFECTOS DE LOS HONGOS DE ALMACEN SOBRE LA CALIDAD DE LOS GRANOS.....	12
5.1. Pérdida de germinación.....	12
5.2. Ennegrecimiento o manchado de los granos.....	12
5.3. Calentamiento de los granos.....	13

	Pág.
5.4. Producción de micotoxinas.....	13
5.4.1. Toxinas de <u>Aspergillus</u>	13
5.4.2. Toxinas de <u>Penicillium</u>	15
5.4.3. Toxinas de <u>Fusarium</u>	15
5.5. Pérdida de peso.....	16
5.6. Pérdida del valor nutritivo.....	16
VI. CONTROL DE HONGOS EN GRANOS ALMACENADOS.....	17
6.1. Método legal.....	17
6.1.1. Uso de cuarentenas.....	17
6.1.2. Inspecciones.....	18
6.2. Método cultural.....	18
6.2.1. Erradicación del hospedero.....	18
6.2.2. Saneamiento.....	19
6.2.3. Creación de condiciones desfavorables.....	19
6.2.3.1. Ventilación.....	20
6.2.3.2. Aireación.....	20
6.2.4. Prácticas a realizar en el almacén.....	20
6.2.4.1. Limpieza del almacén.....	20
6.2.4.2. Colocación de la existencia.....	20
6.2.4.3. Barrido del suelo.....	21
6.2.4.4. Limpieza de las paredes.....	21
6.2.4.5. Ventilación.....	21
6.2.4.6. Eliminación de desperdicios.....	21

	Pág.
6.2.5. Limpieza del grano.....	22
6.2.5.1. Prelimpieza.....	22
6.2.5.2. Limpieza de muestras comerciales..	22
6.2.5.3. Limpieza del grano para semilla....	22
6.2.6. Desinfección de los almacenes.....	22
6.2.7. Control de los insectos vectores.....	23
6.3. Método físico.....	24
6.3.1. Tratamiento de los granos almacenados con aire.....	24
6.3.1.1. Secado con aire natural.....	24
6.3.2. Secado solar.....	25
6.3.2.1. Secado solar directo.....	25
6.3.2.2. Secado solar indirecto.....	25
6.3.3. Secado con temperatura (utilizando energía - eléctrica).....	26
6.3.3.1. Secado a alta temperatura-alta velocidad.....	26
6.3.3.2. Secado lento a baja temperatura....	26
6.3.4. Almacenamiento hermético.....	29
6.3.5. Atmósferas modificadas.....	30
6.4. Método biológico.....	32
6.4.1. Mejoramiento genético.....	32
6.4.2. Uso de microorganismos.....	33

	Pág.
6.5. Método químico.....	34
VII. CONCLUSIONES.....	37
VIII. RESUMEN.....	38
IX. BIBLIOGRAFIA.....	40

, I. I N T R O D U C C I O N

La necesidad imperiosa y cada dia mayor de disponer de alimentos de calidad para el consumo humano en una población en constante aumento, obliga al hombre a buscar los medios más idóneos para - conservar sus granos y semillas con el mínimo de pérdidas.

Los alimentos son indispensables para los seres vivos, y hay una lucha constante para obtenerlos. El hombre ha tenido que hacer frente, desde tiempo inmemorial, a la competencia con los demás seres vivos por el aprovechamiento de aquellos productos alimenticios -- que les interesan mutuamente, para la conservación de sus vidas.

Los granos y sus productos, constituyen una fuente de nutrimiento para el hombre y para muchos otros organismos y su disponibi - lidad en un momento dado, significa la satisfacción de una necesidad esencial para el que pueda aprovecharlos primero.

La conservación de los granos alimenticios ha sido, es y será - motivo de preocupación del hombre por su significado en la dieta y - por la necesidad de resguardarlos contra el peligro que significa su aprovechamiento por otros organismos.

El hombre necesita una provisión diaria de grano en su ~dieta, - para garantizar la cual tiene que almacenar grandes cantidades de ce - reales y otros granos alimenticios.

Es común que las áreas de mayor producción de granos se en - cuentren alejadas de los centro de consumo, lo cual implica el trans

porte y almacenamiento de esos productos a lugares estratégicos - para su distribución oportuna cuando sean requeridos.

La conservación de los granos o de las semillas es un problema complicado y difícil de resolver, debido a la concurrencia de diversos factores que influyen en ella y que producen pérdidas en el almacenamiento debidas a diferentes causas, cuya importancia es mayor de la que generalmente se le concede.

En el aspecto agrícola, todos los esfuerzos realizados por el hombre para incrementar la producción alimenticia, pierden virtualmente su valor, si no se dispone de sistemas apropiados para conservar esos productos durante la época crítica de almacenamiento (22).

La responsabilidad del agrónomo no termina con la obtención de una cosecha de rendimiento satisfactorio. La recolección marca la terminación de una fase de la protección de la planta y el inicio de otra que comprende la protección del grano o semilla (21, 26).

Con el movimiento de los alimentos de un lado a otro en un mundo cuya población está creciendo a un ritmo acelerado, los problemas de transporte y almacenamiento van siendo cada vez más importantes. Por consiguiente, es siempre mayor la atención que se presta a la ciencia, control, tecnología, y las prácticas de almacenamiento de alimentos que constituye el tema de este seminario (14).

II. I M P O R T A N C I A E C O N O M I C A

Los granos y semillas almacenados sufren pérdidas por roedores, insectos, ácaros y microorganismos.

Los daños causados por microorganismos son producidos principalmente por hongos. Los principales hongos que causan deterioro en los granos y semillas almacenados son especies de Aspergillus y Penicillium.

Aspergillus y otros hongos de bodegaje, al invadir los embriones de las semillas, hacen que disminuya notablemente el porcentaje de germinación de las semillas infectadas que se utilizan para siembra o como cebada maltera. El hongo mancha también a los embriones y semillas que dañan o destruyen, lo cual disminuye el grado y precio al cual el grano se vende; la harina que contiene más del 20% de granos manchados produce pan con un volumen menor de hogaza y de sabor menos agradable. En muchos casos, casi el 100% de los embriones de trigo pueden estar infectados por Aspergillus sin que estén manchados y ese trigo se utiliza con frecuencia, en la elaboración de pan y otros productos; además, no se sabe si dicho grano representa un peligro para la salud de quien lo consume. La infección de granos de trigo, heno, alimentos, algodón, etcétera almacenados en grandes volúmenes o durante un embarque prolongado, causa incremento en el crecimiento y la respiración de hongos y esto hace que los materiales se ca-

lienten en grado variable; también estos últimos liberan humedad al respirar, la cual hace que aumente la humedad de los granos adyacentes (2).

Las distintas especies del género Penicillium producen "pudriciones por mohos azules y verdes" a las cuales se les denomina también pudriciones por Penicillium. Son comunes y a menudo las más destructivas de todas las enfermedades de postcosecha, ya que afectan a granos, y a muchos frutos como: cítricos, manzanas, peras, membrillos, uvas, cebollas, melones, higos, camotes y otros frutos y hortalizas. En algunos frutos, como ocurre en los cítricos, la infección puede producirse en el campo, pero los mohos azules y verdes son, en esencia, enfermedades de postcosecha y con frecuencia a ellos se debe más del 90% de la descomposición de los órganos durante su transporte, almacenamiento y en el mercado.

Penicillium penetra en los tejidos de su hospedero a través de aberturas en la cáscara o corteza e incluso a través de lenticelas; también, puede propagarse desde los frutos infectados a los sanos por contacto a través de la cáscara (2).

III. G E N E R O S M A S I M P O R T A N T E S

3.1. Aspergillus

3.1.1. Taxonomía.

Clase: Deuteromycetes

Subclase: Hyphomycetidae

Orden: Muciliales

Género: Aspergillus

Especies : A. flavus, A. restrictus, A. repens, A. ruber,
A. candidus, A. niger, A. ochraceus, A. glaucus (3).

3.1.2. Descripción del hongo.

(latin aspergillum = hisopo para rociar con agua bendita). Presenta micelio septado; conidios unicelulares, producidos en numerosas cadenas que forman una esfera, al extremo de conidióforos erectos. La mayoría son saprófitos, pero algunas especies afectan granos y semillas almacenados.

Las cabezas esporóforas dependiendo de su especie pueden ser de diferentes formas; globosas, radiales, claviformes, etcétera (12).

Observar la Figura 1A.

3.2. Penicillium

3.2.1. Taxonomía.

Clase; Deuteromycetes

Subclase : Hyphomycetidae

Orden: Moniliales

Género: Penicillium

Especies: P. rubrum, P. citrinum, P. islandicum, P. notatum

(3).

3.2.2. Descripción del hongo.

(latin penicillus = pincel). Presenta micelio septado, conidios unicelulares, producidos en cadena sobre conidióforos erectos que se ramifican hacia el extremo como escobas. Cuando los conidios han madurado adquieren diversas tonalidades de color verde. La mayoría son saprófitos, pero algunas especies causan pudriciones en órganos vegetales (12).

Observar la Figura 1B.

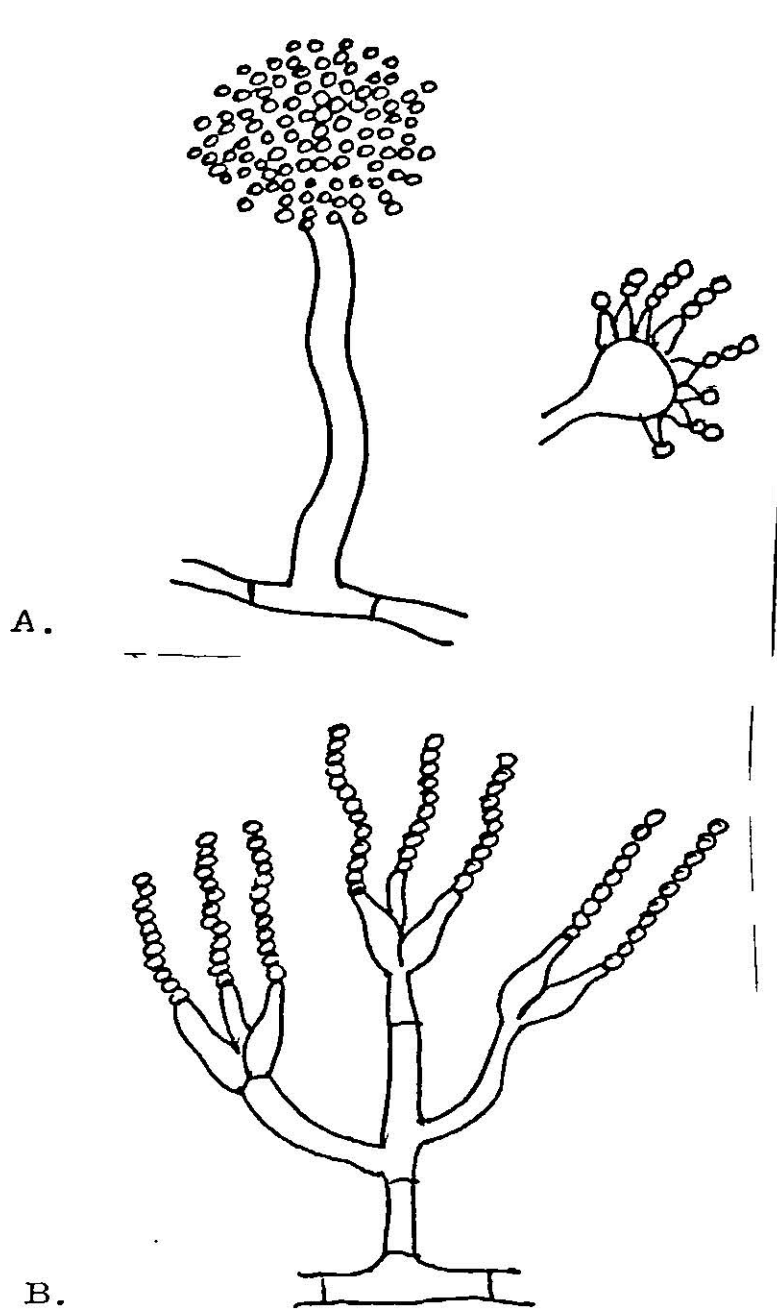


Figura 1. Principales géneros de hongos de granos almacenados,

A. Aspergillus, B. Penicillium:

Fuente: Agrios, G.N. (2).

IV. CONDICIONES QUE PERMITEN LA INVASION DE LOS HONGOS DE ALMACEN

4.1. Contenido de humedad .

Este factor es el más importante; en general los contenidos de humedad en el grano superiores a 13% favorecen el crecimiento de hongos en el grano, perjudicando su calidad (9).

En el Cuadro 1 se muestran los contenidos de humedad (%) que permiten el desarrollo de diferentes especies de hongos de almacén - en semillas de soya, trigo y sorgo.

Cuadro 1. Porcentaje de humedad que permite el desarrollo de hongos de almacén en soya, trigo y sorgo.

Grano o semilla	<u>Aspergillus restrictus</u>	<u>Aspergillus glaucus</u>	<u>Aspergillus candidus</u>	<u>Asperigillus flavus</u>	<u>Penicillium spp.</u>
Soya	12.0-12.5	12.5-13.0	14.5-15.0	17.0-17.5	16.0-18.5
Trigo	13.5-14.5	14.0-14.5	15.0-15.5	18.0-18.5	16.5-19.0
Sorgo	14.0-14.5	14.5-15.0	16.0-16.5	19.0-19.5	17.0-19.5

Fuente: Moreno, E. (20)

4.2. Temperatura

Los hongos de granos almacenados crecen más rápidamente en una temperatura de 25 a 30 °C. Su crecimiento es muy lento a 15 °C y casi cesa a una temperatura de 10 °C. Si se requiere almacenar gra-

no con un contenido de humedad superior a 14 o 15%, es preferible almacenarlo a temperaturas tan bajas como sea posible. De esta manera el deterioro por hongos será más lento, y el grano se podrá tener por un tiempo más largo en el almacén (9).

En el Cuadro 2 se muestran las temperaturas (°C) mínimas, - óptimas y máximas para el desarrollo de los hongos de almacén (20).

Cuadro 2. Temperaturas (°C)mínimas, óptimas y máximas para el desarrollo de los hongos de almacén.

Hongo	Temperatura °C para su crecimiento		
	mínima	óptima	máxima
<u>Aspergillus restrictus</u>	5-10	10-35	40-45
<u>Aspergillus glaucus</u>	0-5	30-35	40-45
<u>Aspergillus candidus</u>	10-15	40-45	50-55
<u>Aspergillus flavus</u>	10-15	40-45	45-50
<u>Penicillium spp.</u>	5-10	20-25	35-40

Fuente: Moreno, E. (20).

4.3. Período de almacenamiento de los granos

Mientras más alto es el contenido de humedad y la temperatura del grano, más corto es el tiempo que el grano puede tenerse almacenado sin riesgo de ser dañado por los hongos de almacén. Los hongos se empiezan a desarrollar a los 3 o 4 meses, cuando la humedad de los granos está entre 14 y 15% y a una temperatura de 20 a 25 °C.

Cuando la humedad está entre 13 y 14% el grano puede almacenarse por un año sin que haya una pérdida considerable en su calidad; los granos con humedad entre 12-13% pueden almacenarse por varios años sin riesgo de que haya daños por hongos en el almacén (9).

4.4. La cantidad de material extraño presente en el grano

El material extraño consiste principalmente de partículas más finas que los granos, tales como granos quebrados, semillas de hierbas, fragmentos de plantas, partes de insectos de campo como grillos y chapulines, así como partículas de suelo. Este material es excelente para propiciar el desarrollo de hongos y de algunas especies de insectos y ácaros. Si este material se encuentra compactado, el aire que se emplea en el silo para reducir la temperatura no penetra a dicha zona y el deterioro puede iniciarse en tales lugares. Entre menos material extraño exista en el grano, es mejor para un almacenamiento prolongado (8).

4.5. Las actividades de insectos y ácaros

Los insectos y ácaros afectan el desarrollo de los hongos de almacén: 1) Aumentando el contenido de humedad del grano, y 2) Acarreamdo esporas de hongos entre los granos.

Como todos los seres vivientes, los insectos y los ácaros transforman gran parte de su alimento en bióxido de carbono y agua, aumentando la humedad del grano en que viven (8).

Griffiths, D.A. et al (13), en muestras de granos de almacenes comerciales encontraron en abundancia infección con ácaros (Acarus siro). El contenido de humedad de dichas muestras estaba en un rango de 13.5-15% , con este contenido de humedad muchos hongos del género Aspergillus spp. fueron encontrados. Este ácaro, cuando se desarrolla en granos contaminados por hongos, transporta las esporas de un lugar a otro, sirviendo de diseminador, ya que en las setas de su cuerpo las acarrea, así como también en su tracto digestivo y sus heces fecales. Se han inoculado algunos almacenes colocando el inóculo en una parte pequeña del granel, y se observa que si existe Acarus siro, en pocos días estará infectado todo el granel.

Estos hongos inician la infección primeramente en granos dañados, quebrados, deteriorados, que se logran por daños mecánicos y de transporte o por la infestación previa de gorgojos, los cuales sirven como diseminadores de esporas y vectores a la vez (1).

V. EFECTOS DE LOS HONGOS DE ALMACÉN SOBRE LA CALIDAD DE LOS GRANOS

Durante su desarrollo en los granos almacenados, los hongos causan diferentes tipos de daño, siendo los principales: pérdida de germinación, ennegrecimiento o manchado de los granos, calentamiento, producción de toxinas, enmohecimiento y compactación de los granos, así como el completo deterioro de los mismos.

5.1. Pérdida de germinación

Los hongos de bodegaje reducen drásticamente el poder germinativo de la semilla. Qasem y Christensen (8), ajustaron maíz libre de humedad, inoculando algunas muestras con varias especies de hongos de almacén dejando otras sin inocular; las muestras fueron almacenadas a varias temperaturas, analizándose periódicamente su germinación y ennegrecimiento del embrión. Las muestras inoculadas con Aspergillus candidus y almacenadas a 18% de humedad y 25 °C durante 4.5 meses, tuvieron una germinación de 9%, y la mayoría de los embriones tenían una coloración café oscura, mientras las muestras no inoculadas y almacenadas bajo las mismas condiciones y por el mismo período de tiempo, tuvieron una germinación del 94% y no presentaban embriones ennegrecidos.

5.2. Ennegrecimiento o manchado de los granos

Es un daño que ocurre por acción de los hongos de almacén, es la coloración o ennegrecimiento del embrión, caracterizándose por la

muerte del mismo .

5.3. Calentamiento de los granos

Los hongos de granos almacenados, como Aspergillus candidus y A. flavus, que crecen en humedades del grano superiores al 16.5%, son capaces de elevar la temperatura del grano hasta 50-55 °C, cuando encuentran condiciones favorables para su crecimiento (20).

5.4. Producción de micotoxinas

Las micotoxicosis son enfermedades de los animales (incluyendo al hombre) causadas por la ingestión de los alimentos contaminados por toxinas producidas por hongos.

Hasta recientemente se ha reconocido la importancia de estas enfermedades en la salud del hombre y los animales domésticos (8).

Algunas micotoxicosis ocasionadas por hongos comunes y de amplia distribución tales como Aspergillus spp., Penicillium spp., Fusarium spp., ocasionan trastornos graves e incluso la muerte.

Las principales toxinas que producen los hongos mencionados son:

5.4.1. Toxinas por Aspergillus.

Aflatoxina: Su nombre se debe al hecho de que originalmente se supo que era producida por Aspergillus flavus, pero se sabe en la actualidad que es producida por otras especies de Aspergillus. Esta toxina puede ser producida en granos de cereales infectados y en la mayoría de las leguminosas, en ellas alcanza una concentración baja que quizá

no sea tóxica. Sin embargo, en los cacahuates, semillas de algodón, harina de pescado, nueces del Brasil, copra y quizá en otras semillas o nueces cultivadas en regiones cálidas húmedas, las aflatoxinas son producidas en altas concentraciones (2).

Inicialmente se descubrieron 4 aflatoxinas, denominándoseles a aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂; esta nomenclatura obedece el color de su fluorescencia azul y verde, bajo la luz ultravioleta (B=blue y G=green) en cromatografía de capa fina. Posteriormente se encontraron otros cuatro compuestos semejantes a los que se les llamó aflatoxinas M₁, M₂, B_{2a} y G_{2a}.

La aflatoxina B-1 es una de los agentes carcinogénicos más potentes que se conocen y desgraciadamente también la más común del grupo. Las aflatoxinas no son destruidas o inactivadas por la cocción de alimentos (24).

Ocratoxinas, las cuales ocasionan la degeneración y necrosis del hígado y el riñón, así como varios otros síntomas en los animales domésticos. Algunas de estas toxinas persisten en la carne de los animales alimentados con forraje contaminado y pueden ser transmitidas a la cadena alimenticia humana planteando posiblemente un problema de salud pública (2).

5.4.2. Toxinas por Penicillium.

Las toxinas del arroz amarillento, producen toxicosis asociadas - con varias enfermedades tales como el beri-beri cardíaco, alteraciones nerviosas y circulatorias, degeneración de los riñones y del hígado, y muchas otras. Estas toxinas son producidas por Penicillium sp. que crecen en el arroz almacenado, en granos de cebada, maíz, y en el pescado seco.

Las toxinas tremorgénicas, que ocasionan temblores notables del cuerpo y una descarga excesiva de orina, seguidas por ataques convulsivos que ocasionan la muerte. Son producidas por especies tanto de Aspergillus como de Penicillium que infectan alimentos almacenados y los que se encuentran en refrigeración así como a granos y productos obtenidos a partir de cereales. Los carneros, caballos y vacas al parecer son los animales domésticos que son afectados con mayor frecuencia por las toxinas tremorgénicas.

5.4.3. Toxinas de Fusarium.

Dos grupos de toxinas, la zearalenona y el tricoteceno y sus derivados correspondientes, son producidos por varias especies de Fusarium principalmente el maíz enmohecido. La zearalenona, conocida también como la micotoxina F-2, es producida por Fusarium roseum, F. moniliforme, F. tricinctum y F. oxysporum.

Las tricotecinas, de las cuales la más común se conoce como la mico

toxina T-2 son producidas por las mismas especies y por otras distintas al género Fusarium.

Los síntomas en los cerdos son anomalías y degeneración del sistema genital, conocidas como "síndrome estrogénico", esto es causado por el primer grupo (zearalenona). En lo que se refiere a las tricótecnos los síntomas son, desgano o inactividad, degeneración de las células de la médula ósea, diarrea, hemorragia e incluso la muerte, esto ocurre en cerdos. Sin embargo, otros animales, como el caso de las vacas, polluelos y los corderos, también son afectados (2)

5.5. Pérdida de peso

La pérdida de peso es un resultado de la actividad alimenticia de los patógenos (21).

5.6. Pérdida del valor nutritivo

Entre las unidades químicas de valor nutritivo que podemos encontrar en el grano están los azúcares, los ácidos grasos y los aminoácidos. La cantidad y la clase de estas materias constitutivas determinarán la naturaleza y el valor nutritivo del grano. Estas sustancias le sirven al grano como fuente de energía en la respiración, y también de reserva alimenticia para el embrión.

Si los hongos al infectar el grano producen cambios químicos que conducen a la deterioración de estos compuestos, esto indica que su calidad disminuirá y su clase se reducirá o alterará, lo cual significa que habrá pérdida en el valor nutritivo (21).

VI. CONTROL DE HONGOS EN GRANOS ALMACENADOS

6.1. Método legal

Para prevenir la introducción y propagación de fitopatógenos en los países o en sus Estados, se han establecido ciertas leyes y disposiciones federales y estatales que regulan las condiciones bajo las cuales los granos pueden distribuirse entre Estados y países, con indicaciones para su uso. Dicho método de control se aplica mediante cuarentenas e inspecciones (2).

La ley de sanidad fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos fue promulgada el 13 de Diciembre de 1974, y señala en el artículo 120: La secretaría de agricultura y ganadería establecerá cuarentenas para los animales y vegetales enfermos, portadores de contagio afectados por plagas, enfermedades o que sean transmisores de ellas, y dictará las medidas de seguridad adecuadas e inmediatas para su prevención, control y erradicación en su caso (25).

6.1.1. Uso de cuarentenas.

La cuarentena vegetal es un reglamento que prohíbe o restringe, dentro de áreas designadas, la existencia de o el transporte de determinadas plantas o productos vegetales, o de determinadas enfermedades vegetales, insectos u otros animales conocidos como plagas de plantas, o de productos animales, de otros artículos o materiales conocidos o sospe

chosos de albergar o ser pestes de las plantas y/o productos vegetales.

Los objetivos principales de las cuarentenas son:

- a) Prevenir la introducción o dispersión de plagas o enfermedades.
- b) Detener el avance, o bien, controlar o erradicar plagas o enfermedades ya introducidas (24).

6.1.2. Inspecciones.

El personal técnico debe realizar durante la cosecha las inspecciones que sean necesarias, para verificar que el grano se esté cosechando en la forma más apropiada. También inspeccionan los almacenes con la frecuencia que sea necesaria para comprobar que el grano se maneja en forma apropiada y que las condiciones del almacén permiten mantenerlo sano durante el tiempo que sea necesario

6.2. Método cultural.

Incluye las actividades del hombre que tienen como objetivo controlar las enfermedades mediante prácticas. Algunas de estas medidas se utilizan para eliminar al patógeno por medio de la erradicación del hospedero, otras para aumentar la resistencia del hospedero ante el patógeno para crear condiciones desfavorables para el patógeno.

6.2.1. Erradicación del hospedero.

Este consiste en quemar todos los granos de consumo humano hos

pederos que hayan sido infectados por un patógeno o que se tenga la sospecha de que lo contengan. Esto da como resultado la eliminación de ese patógeno y la prevención de pérdidas considerables que se producirían si se propagara hacia otros granos.

6.2.2. Saneamiento.

El saneamiento es el conjunto de todas las actividades que tienen como objetivo eliminar o disminuir la cantidad de inóculo presente en una planta, o almacén, así como prevenir la propagación de los patógenos hacia otras plantas sanas o a los productos que se obtienen a partir de ellas. Así, el hecho de eliminar los granos infectados que pudieran contener a esos patógenos, disminuye la cantidad y la propagación de los patógenos y el grado de enfermedad que pudieran producir (2).

La eliminación de fuentes de inóculo que sobreviven en el invierno o verano en los granos, generalmente son eficaces y se emplean como medio de control de enfermedades (23).

Otras consideraciones pertinentes al saneamiento se incluyen más adelante en prácticas a realizar en el almacén y desinfección de los almacenes.

6.2.3. Creación de condiciones desfavorables para el patógeno

La ventilación adecuada de los productos almacenados acelera la desecación de su superficie e inhibe la germinación e infección que pudieran ocasionar los hongos patógenos que contienen (2).

6.2.3.1. Ventilación.- Una de las finalidades del almacenamiento debe consistir en asegurar que se mantengan al mínimo las fluctuaciones de temperatura dentro del almacén, y que no se produzcan condiciones de alta humedad relativa que lleven a la formación de condensación. Hay veces en que puede hacerse necesario poner en práctica la ventilación del almacén con objeto de disminuir la temperatura del aire dentro del mismo o para retirar el aire cargado de humedad (14).

6.2.3.2. Aireación.- En la aireación el objetivo principal es evitar la acumulación de humedad por medio de la forzada de pequeñas cantidades de aire a través del grano. La aireación no es sustituto del secado, aunque usualmente con este proceso se registra una disminución de la humedad dependiendo del contenido relativo del aire y el grano (4).

El aire es usado para conducir el calor al grano y para acarrear el vapor húmedo del grano (11).

6.2.4. Prácticas a realizar en el almacén.

6.2.4.1. Limpieza del almacén.- La limpieza tiene especial importancia, y deberá hacerse hincapié en ella en todo momento y en todas las situaciones.

6.2.4.2. Colocación de la existencia.- El almacén tiene que utilizarse de tal modo que la limpieza periódica de paredes y pisos, todo alrede-

dor de las pilas de productos quede facilitada y no estorbada o entorpecida.

6.2.4.3. Barrido del suelo.- Tiene que mantenerse limpio el espacio al descubierto del piso, entre las pilas y en torno de todas ellas. Los almacenes, en los que hay movimiento diario de productos, deben barrerse por lo menos una vez al día.

6.2.4.4. Limpieza de las paredes.- También han de conservarse limpias las paredes, y se deberá cepillarlas todas y cada una de las veces que se les vea polvorientas (15).

6.2.4.5. Ventilación.- Hay veces en que puede hacerse necesario poner en práctica la ventilación con objeto de disminuir la temperatura del aire dentro del almacén o para retirar aire cargado de humedad.

El éxito de los procedimientos de ventilación depende no sólo de las condiciones climáticas que imperen en el momento en que se ponga en práctica, sino también de la forma del edificio para almacenamiento y del modo en que se haya apilado y dispuesto el producto almacenado (14).

6.2.4.6. Eliminación de desperdicios , materiales de desecho y derrame

Toda la tierra y basura, inclusive cualesquiera de los productos echados a perder o infectados o los que no se pueden aprovechar, deberán destruirse sin pérdida de tiempo, ya sea quemándolos o por medio de los servicios urbanos de recolección de basura, si éstos acuden a diario (15).

6.2.5. Limpieza del grano

La inversión en una máquina limpiadora, viene justificada por los beneficios que se obtienen al encontrar el grano limpio, una mejor cotización en el mercado, y mayor tiempo de conservación en el almacén.

Las tres operaciones fundamentales en que pueden dividirse los trabajos de limpia son:

6.2.5.1. Prelimpieza.- Es decir, la limpieza a que se somete el grano con el fin de facilitar el secaje y asegurar el almacenado.

6.2.5.2. Limpieza de muestras comerciales.- Realizada para obtener un grano limpio de tal modo que, sin llegar a obtenerse un grano ideal como para las semillas, supone una operación que mejora la calidad comercial.

6.2.5.3. Limpieza de grano para semilla.- Aquí el nivel del trabajo se eleva al ideal, para asegurar la potencia germinativa de las semillas, sin perder su valor por impurezas o por falta de uniformidad (5).

6.2.6. Desinfección de los almacenes

Para prevenir las infecciones de los productos almacenados que pudieran ocasionar los patógenos de otros años y que hubieran quedado -

en el almacén, es conveniente que este último se limpie inicialmente - y que se eliminen y quemén los desperdicios que contenga. Esto comúnmente se logra al limpiar las paredes y los pisos del almacén con una solución de sulfato de cobre (50 gramos de este compuesto en 20 litros de agua), o al rociarlos con una solución de formaldehído en una proporción de 1:240. Los almacenes que puedan cerrarse herméticamente y en los que pueda mantenerse la humedad relativa hasta en un 100 % mientras que la temperatura oscila entre 25 y 30 °C, pueden fumigarse eficientemente con cloropicrina (gas lacrimógeno) en la proporción de 16 gramos por metro cúbico (una libra por cada 1000 pies cúbicos). La fumigación de los almacenes puede también llevarse a cabo mediante la combustión de azufre en el almacén, en la proporción de 460 gramos por cada 300 metros cúbicos de espacio. En cualquiera de los casos, debe permitirse que los fumigantes actúen por lo menos durante 24 horas, antes de que se abran las puertas del almacén, para que éste se ventile (2).

6.2.7. Control de los insectos vectores.

Cuando un patógeno ha sido introducido o diseminado por un insecto vector, el control de este último es tan importante y en ocasiones más fácil que el control del patógeno mismo. La aplicación de insecticidas para controlar los insectos portadores de esporas de hongos ha tenido un gran éxito y con frecuencia se recomienda para controlarlos de manera eficiente. Se ha logrado disminuir en forma considerable -

las pérdidas que ocasionan esas enfermedades mediante el control de sus insectos vectores, por lo que siempre es necesario llevar a la práctica un eficiente control de insectos (2).

6.3. Método físico

6.3.1. Tratamiento de los granos almacenados con aire.

El tratamiento de algunos órganos de almacenamiento con aire caliente elimina el exceso de humedad de sus superficies y acelera la curación de sus heridas previniendo así la infección de algunos patógenos débiles (2).

6.3.1.1. Secado con aire natural o ambiental.- Este método de control consiste en airear el grano amontonado o a granel con aire natural. Este método se ha usado para prevenir el movimiento de humedad de una parte del granel a otra, ya que si esto sucede además de la acumulación de humedad habrá un incremento acelerado de mchos. Algunas veces, este tipo de aireación es desarrollado como una alternativa para evitar "vltear el grano" o sea, estarlo cambiando de un recipiente a otro, con lo cual se ahorra en dinero y tiempo, además de evitarse dañar el grano por estarse éste moviendo.

Este método de control es muy económico, pero sólo puede llevarse a cabo en regiones secas. Si se efectúa en lugares húmedos causa condensación de vapor de agua y acumulación de humedad (27).

6.3.2. Secado solar.

6.3.2.1. Secado solar directo.- Es uno de los métodos más rústicos - que existen, aunque también de los mejores en muchos sentidos. El - secado solar consiste en colocar al grano bajo la acción solar, donde la temperatura del aire es incrementada y la humedad es evaporada - rápidamente. Este método es mucho más rápido que el anterior, ya - que además de la influencia del sol está aunada a la del aire natu - ral. Es el método más eficiente y el más económico, pero sólo se - usa en las estaciones del año calurosas y donde hay poca probabilidad de lluvias. Se ha demostrado que este método es efectivo hasta en re - giones que presentan alta humedad relativa (27).

6.3.2.2. Secado solar indirecto.- En el secado solar indirecto se ca - lienta el aire del ambiente por medio de radiación solar y se le hace circular a través del material a secar. Este proceso es muy similar al secado por medio de aire calentado con un quemador, con la dife - rencia fundamental de que el total de energía térmica suministrada al aire proviene del sol. En general, el secador solar consiste en un - captador solar, o calentador solar de aire, un ventilador que toma ai - re del ambiente, lo succiona a través del calentador solar y lo conduce al material a secar, y los ductos o tuberías que permiten la conexión entre las partes.

La construcción del calentador solar de aire puede hacerse de - muy diversos materiales (fierro, cobre, madera, plástico, etc.).

El arreglo de un secador solar se ilustra en las Figuras 2 y 3. El ventilador toma aire del ambiente y lo hace circular por el colector solar, que puede ser el techo del silo. En el colector solar, el aire se calienta típicamente de 10 a 25 °C, abatiendo por tanto la humedad relativa a la mitad o menos de la humedad del ambiente. El aire así caliente se conduce del captador solar al entrepiso, de donde fluye verticalmente hacia arriba a través de los granos, secándolos lentamente (17).

6.3.3. Secado con temperaturas (utilizando energía eléctrica)

6.3.3.1. Secado a alta temperatura-alta velocidad.- Este método de control a diferencia de los anteriores requiere de más gastos de operación, ya que además de los instrumentos mecánicos que se utilizan necesita de energía eléctrica para funcionar, lo cual requiere otro gasto.

El método es muy rápido, además el grano seco con este método absorbe la humedad del ambiente fácilmente. El secado a alta temperatura representa más de 70 °C y la alta velocidad representa que el proceso se complete en menos de 4 horas (27).

Un secamiento excesivo (contenido de humedad bajo:4%) puede dañar algunos granos (10).

6.3.3.2. Secado lento a baja temperatura.- Este método de control también es muy costoso, más que el anteriormente descrito, pues la

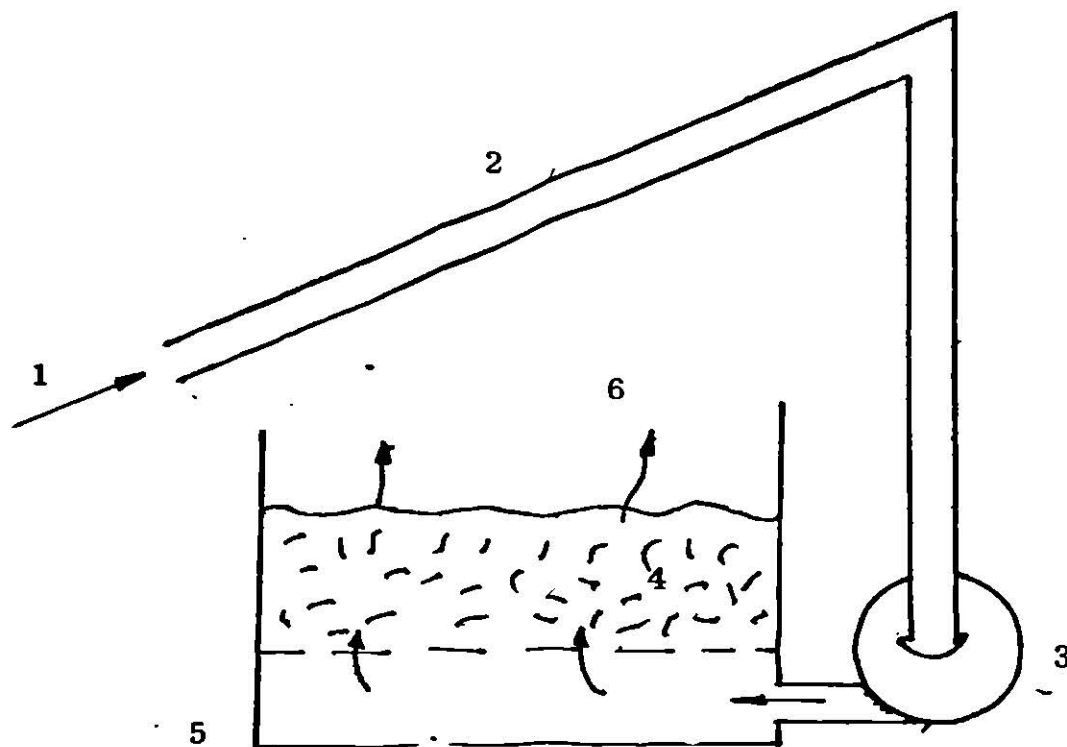
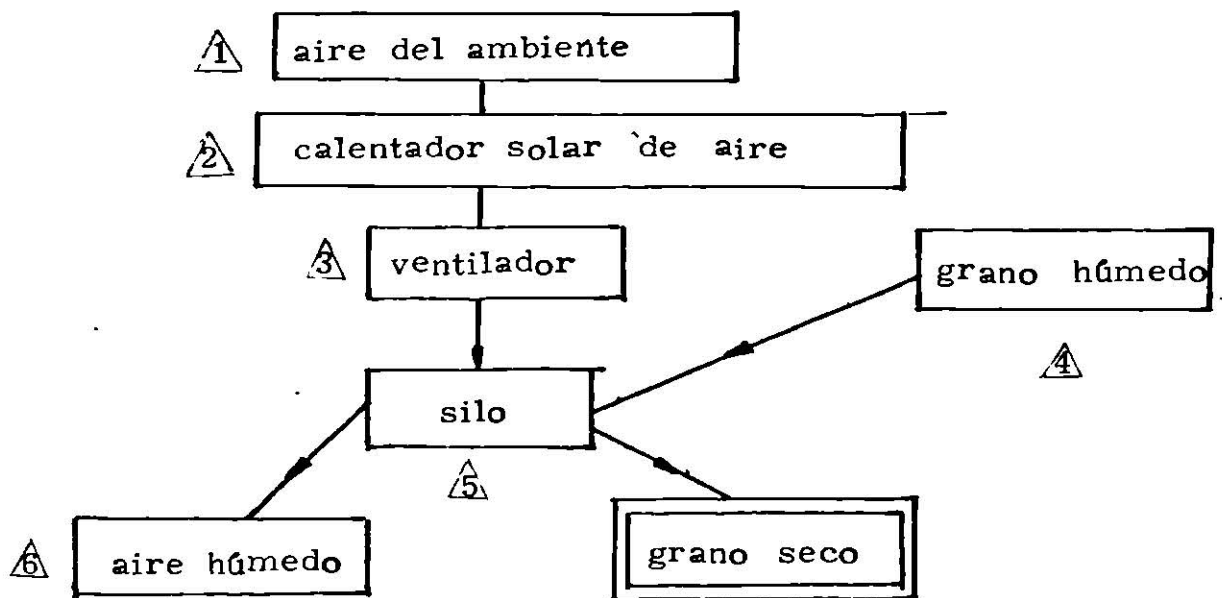


Figura 2. "Diagrama que ilustra la secuencia de calentamiento solar del aire del ambiente, su circulación a través de la cama de granos donde se humidifica, secando el grano, y las partes de equipo más relevantes en el proceso de secado solar"

Fuente: Moreno, E. y Ramírez, M. (17).

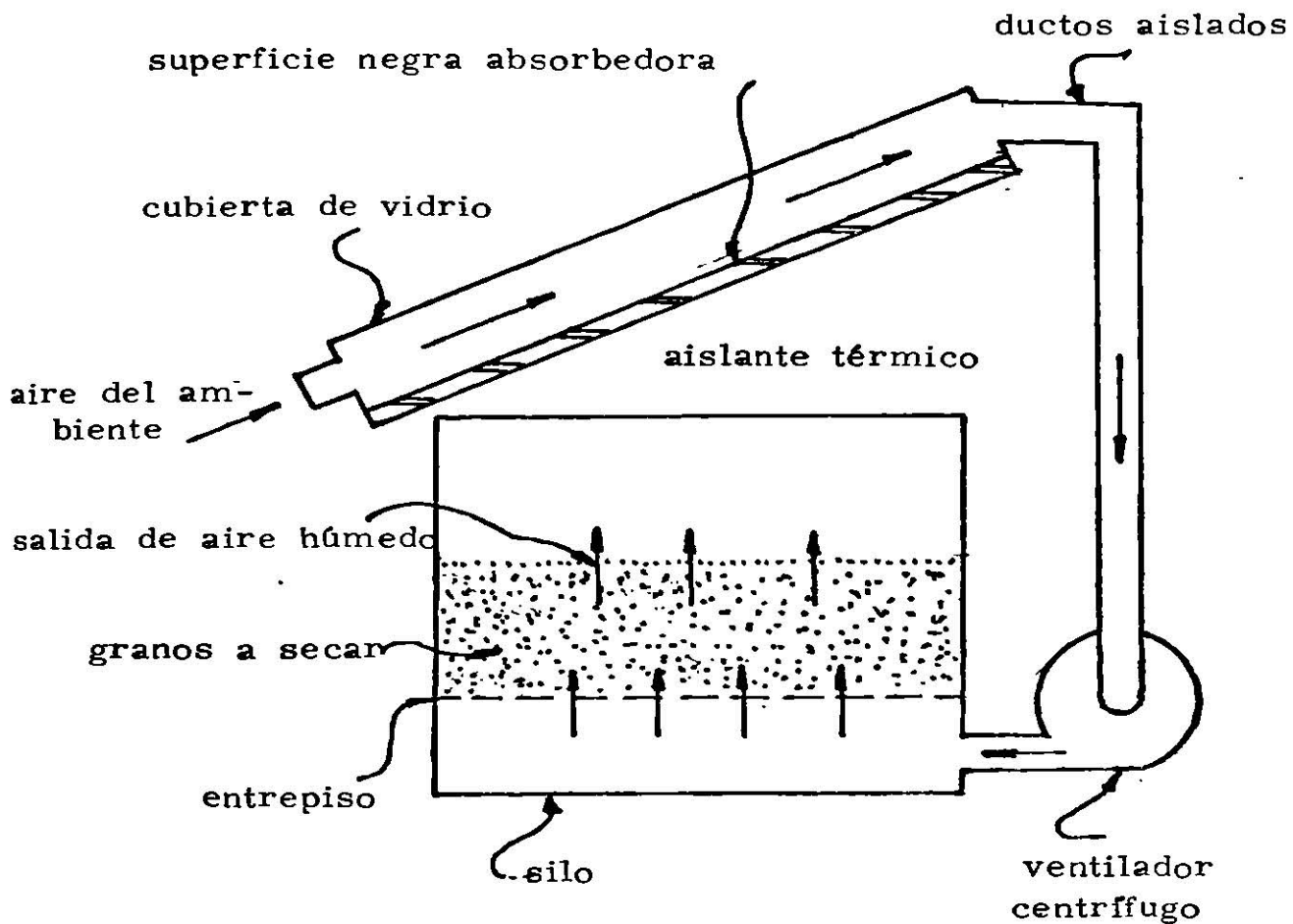


Figura 3. "Arreglo general de un secador solar de granos por lotes.

En ocasiones, el calentador solar de aire se utiliza, como muestra el esquema, a manera de techo del silo. En silos de gran tamaño, el calentador solar de aire es independiente del silo."

Fuente:Moreno, E. y Ramírez, M. (17).

energía necesaria para lograr las bajas temperaturas es mayor y ésto lo hace más caro. El secado consiste en someter el grano a bajas - temperaturas que inhiban el desarrollo de los hongos; esto es, lograr temperaturas de 6 a 7 °C en el almacén, lo cual se hace con un seca do lēnto, es decir poco a poco se va reduciendo la temperatura, ya - que si se hace rápidamente el grano sufre daños físicos y químicos.- El grano almacenado a bajas temperaturas con secado lento puede man tener sus características nutritivas sin alteración hasta varios años (27).

Desde 1965 se ha incrementado la investigación acerca del uso de - refrigeración en la conservación del grano almacenado.

Granos a 20% o más de contenido de humedad y temperaturas cerca - nas al punto de congelación permiten un buen almacenamiento.

Algunos hongos pueden crecer a temperaturas abajo del punto de congelación, si el contenido de humedad es mayor de 22%, sobre to - do en cereales, pudiendo desarrollarse bacterias que causan un daño incipiente en 24 horas (6).

6.3.4. Almacenamiento hermético

Su funcionamiento está basado en el agotamiento del oxígeno en un contenedor o almacén a prueba de entrada de aire. Este es un mé todo efectivo para controlar las poblaciones de insectos y aminorar - el desarrollo de hongos aerobios (17).

Es un método probado que consiste en preservar el grano con -

con humedad elevada para ser utilizado como forraje. El grano de alta humedad es almacenado en arcones revestidos de vidrio u otros arcones herméticamente cerrados que tienen un sistema de respiradores para prevenir presiones diferenciales y limitar el intercambio de gas dentro y fuera del almacén. El grano sufre fermentación, disminuye el contenido de oxígeno y aumenta el bióxido de carbono por la respiración del grano, así como de los hongos. El inconveniente de este tipo de control es que el ambiente creado favorece la formación y crecimiento de microorganismos anaeróbicos, como son las bacterias; además, una vez que el grano se saca del almacén es altamente vulnerable a enmohecerse en pocos días, por lo cual debe utilizarse rápidamente (27).

6.3.5. Atmósferas modificadas (con disminución de oxígeno)

Con infestaciones fuertes en grano seco, o cuando el contenido de humedad es alto, se producen concentraciones bajas en oxígeno en envases herméticos en pocos días por la respiración de los insectos y hongos en el grano, a menos que la temperatura sea baja. No obstante, si la infestación es ligera y el contenido de humedad es relativamente bajo (16-18%), la disminución del oxígeno puede también ser lenta, como para controlar la plaga dentro de corto tiempo y es conveniente reducir la concentración del oxígeno artificialmente. Henderson (1969) estableció que el bióxido de carbono es más efectivo que el Nitrógeno para eliminar los insectos, por que con un 35% de bióxi

do de carbono elimina la mayoría de las especies comunes de insectos, o bien puede obtenerse esto si el oxígeno residual disminuye aproximadamente al 14%. Una alta concentración de bióxido de carbono puede aplicarse por inyecciones de gas desde cilindros, pero esto también puede obtenerse agregando hielo seco (bióxido de carbono sólido) a un silo antes de que sea sellado.

Una alternativa; el aire de la estructura hermética puede circular a través de un quemador para eliminar el oxígeno por la combustión, - seguido por la recirculación del aire dentro de la estructura (7).

Moreno y Ramírez (19), en un experimento que realizaron, observaron el efecto de diferentes atmósferas en la semilla de maíz almacenada, utilizaron semilla de maíz de la variedad V-524; 10.4% de contenido de humedad y no presentó invasión por hongos de almacén.- La semilla se almacenó en dos condiciones: invadida y no invadida - por hongos de almacén en tres sistemas, hermético, atmósferas modificadas (CO₂) y almacenamiento abierto.

Resultados, en el experimento con semilla no invadida por hongos de almacén, el contenido de humedad de la semilla alcanzó 16-17%. De los tres sistemas de almacenamiento utilizados, el hermético fue el único que mantuvo la germinación de la semilla arriba del 90% durante 60 días. Se observó un efecto fitotóxico del bióxido de carbono a concentraciones mayores de 80%. Los sistemas hermético y de atmósferas modificadas no permitieron el desarrollo de los hongos, por lo

que puede ser una alternativa en la conservación de granos destinados a la alimentación.

En el experimento con semilla invadida por hongos el contenido de humedad de la semilla alcanzó 16-17%. En este experimento ninguno de los tres sistemas de almacenamiento mantuvo el porcentaje de germinación mínimo (85%) requerido para propósitos agrícolas, aunque se observó un efecto protector del almacenamiento hermético con respecto a los otros dos sistemas.

6.4. Método biológico

El control biológico de enfermedades se logra mediante selección y producción de plantas resistentes a ciertos patógenos o mediante la utilización de otros microorganismos que sean antagónicos a ellos o que los parasiten (2).

6.4.1. Mejoramiento genético.

El control de enfermedades del almacén puede recibir cierta ayuda del mejoramiento de plantas; por ejemplo, desarrollando variedades con resistencia al ataque de insectos en el campo y en el almacén, así como un grano resistente a los daños por cosecha, transporte y de manejo se logra indirectamente disminuir las enfermedades de almacén; o en forma directa desarrollando variedades resistentes al ataque de hongos de campo y almacén o inhibiendo la producción de micotoxinas.

Se pueden desarrollar variedades con grano de secado rápido, o con testa endurecida, para dificultar la penetración de hongos. Simplemente, obtener variedades resistentes al ataque de insectos es una gran ventaja, pues reduce indirectamente el desarrollo de hongos (27).

El cultivo de variedades resistentes no sólo elimina las pérdidas que ocasionan las enfermedades, sino también los gastos debidos a aspersiones y a otros métodos de control, no contamina el ambiente con compuestos químicos tóxicos que, de otra manera, tendrían que utilizarse para controlar las enfermedades (2).

Conocer el comportamiento de cada variedad en el almacenamiento, puede servir para facilitar su conservación y mantener su alta calidad alimenticia por períodos más largos de tiempo (16).

6.4.2. Uso de microorganismos.

El control biológico clásico está basado en la reducción de la actividad del patógeno por medio de otros microorganismos. Los efectos pueden ser biocidas (un organismo mata a otro) o biostáticos (un organismo inhibe a otro) (23).

Los hongos de bodegaje producen con frecuencia toxinas, si estas toxinas pueden eliminarse de algún modo, esto permitiría el uso del grano como forraje o para consumo humano.

Basado en la metabolización de la toxina por otros microorganismos. Teynisson y Robertson, observaron según Vaqueiro y Morales (28), que el protozooario Tetrahymena pyriformis es capaz de disminuir el contenido de aflatoxina B-1 en un 58% en 24 horas y hasta un 67% en 48 horas, produciendo una substancia fluorescente azul con un Rf de 0.52, en comparación con el 0.59 para la B-1 y 0.55 para la B-2. En otro experimento, células sometidas a inanición y posteriormente lavadas, mostraron índices de disminución del orden de 50% en 10 horas, 75% en 30 horas, produciéndose el compuesto con fluorescencia azul y Rf 0.52. La aflatoxina G₁ no fue degradada por el protozooario.

Sin embargo se requiere realizar más investigación al respecto.

6.5. Método químico

Los compuestos químicos inhiben la germinación, el desarrollo y la reproducción de los patógenos.

La mayoría de los compuestos o productos químicos que se aplican sobre las plantas o sus productos sólo los protegen de las infecciones subsecuentes, pero no pueden impedir o sanar una enfermedad una vez que se ha iniciado (2).

Se ha intentado eliminar los hongos en los almacenes en forma general, con el uso de fungicidas, estos intentos no han sido muy satisfactorios, primeramente porque la mayoría de los fungicidas no son

activos a humedades relativas de 75-85%, rango de humedad en el que prosperan los hongos, y aquellos fungicidas que son efectivos bajo tales condiciones, por la acción de sus vapores tóxicos, matan a la semilla antes que a los hongos.

Una buena sustancia química debe tener un grado de toxicidad muy bajo para los mamíferos y al mismo tiempo debe tener propiedades durables para inhibir los microorganismos (27).

El uso de los productos químicos en la prevención o inhibición del desarrollo de los hongos del almacén no ha tenido éxito y el uso de sustancias químicas es muy limitado.

Entre los inhibidores de hongos más utilizados se encuentran los ácidos propiónico, acético y fórmico (17).

Actualmente el ácido propiónico ha sido uno de los más efectivos. El ácido acético y el ácido fórmico son menos inhibitorios, pero se les usa en combinación con el ácido propiónico (27). Estos inhibidores están siendo usados principalmente para preservar granos con alto contenido de humedad, pero tienen el inconveniente que son altamente corrosivos, dañando los silos metálicos, imparten sabores y olores desagradables y destruyen el poder germinativo de los embriones. Por lo tanto, su uso queda limitado a granos destinados a la alimentación animal (17).

El uso de fungicidas no ha sido efectivo y a la fecha no se utiliza ningun fungicida en forma extensiva para el combate de estos hongos sin tener resultados que sean lo suficientemente satisfactorios para ser recomendados en la práctica (18, 20).

En frijol experimentalmente se ha logrado inhibir el desarrollo de hongos y evitar el deterioro del grano mediante tratamientos con Tiabendazol (2-(4 tiazolil) benzimidazol), un producto no tóxico y de uso comercial agrícola veterinario; sin embargo, estos tratamientos químicos requiere de mayores investigaciones para usarlos en forma comercial (16).

VII. C O N C L U S I O N E S

Considerando las grandes pérdidas causadas por el desarrollo de hongos en los granos alimenticios, así como la posible presencia de metabolitos tóxicos, es de gran importancia ejercer un control estricto de ellos durante la cosecha, almacenamiento y procesado de productos, tales como cereales y oleaginosas, ya que, debido al gran consumo que se hace de los mismos pueden estar seriamente dañados y contener micotoxinas.

El buen manejo de los granos es la mejor forma de combatirlos, dicho manejo, consiste en mantener los granos bajo condiciones desfavorables para el desarrollo de estos microorganismos. Lo anterior implica almacenar los granos bajo condiciones de baja humedad y del ambiente en el almacén, y bajo temperaturas que inhiban el desarrollo de los hongos.

VIII. RESUMEN

Los granos almacenados sufren grandes pérdidas debidas a las actividades de los hongos de almacén. Los hongos más importantes - que atacan a los granos en el almacén son especies de los géneros - Aspergillus y Penicillium.

Las especies de Aspergillus predominan en las áreas tropicales y sub tropicales, mientras que las de Penicillium prosperan mejor en condiciones de mayor humedad y temperaturas más bajas.

Las condiciones que los hongos necesitan para crecer y desarrollarse son: humedad relativa mínima de 70-75%, temperaturas óptimas de 25-30 °C, contenido de humedad en el grano superior al 13%, abundante oxígeno, tiempo prolongado de almacenamiento, daños mecánicos y por insectos a los granos.

Los daños de los hongos de almacén en el grano son: disminución de la germinación, ennegrecimiento o manchado del grano, calentamiento de los granos, producción de micotoxinas, pérdida de peso, y disminución del valor nutritivo.

El control de los hongos que atacan a los granos almacenados se lleva a cabo por los siguientes métodos: 1) Método legal, que incluye las prácticas de inspección y cuarentenas. 2) Método cultural, incluye las actividades del hombre que tienen como objetivo controlar

mediante prácticas, como, limpieza del grano, desinfección de almacenes etc. 3) Método físico que incluye el secado de los granos al aire, secado solar, a bajas temperaturas, controlando la atmósfera y/o manteniendolos en un almacén herméticamente cerrado. 4) Otro método sería el biológico que comprende prácticas de mejoramiento genético de los granos y el empleo de microorganismos. 5) Por último el control químico, que no es de mucha utilidad debido a que los productos no encuentran las condiciones ambientales para que actúen los ingredientes activos.

Analizando cada uno de los métodos de control de los hongos de bodega la mejor forma de combatirlos es almacenar, los granos bajo condiciones de baja humedad en el grano, en el ambiente y bajas temperaturas que inhiban el crecimiento de los hongos. Se debe evitar que los granos sufran daños mecánicos.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. Agrawal, N.S., Christensen, C.M., Hudson, A.C. 1957. Grain storage fungi associated with granary weevil. J. Econ. Entomol. 50; 659-663.
2. Agrios, G.N. 1985. Fitopatología. Ed. LIMUSA. México. 725 pp.
3. Alexopoulos, C.J. 1976. Introducción a la Micología. Ed. Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 615 pp.
4. Anónimo. 1976. Secadores de granos. Recurso final y decisivo. Agric. Amér. 25(1):12.
5. Berry, P.E. et al. 1963. Deseccación y Almacenamiento de Granos. Ed. ACRIBIA. Zaragoza, España. 207 pp.
6. Cruz-Martínez, P. y Navarrete, R. 1981. Interrelación del gorgojo del maíz Sitophilus zeamais y hongos del grupo Aspergillus en el deterioro de maíz almacenado. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. pp 51-52.
7. Christensen, C.M. 1982. Storage of cereal grains and their pro -

ducts. Amer. Assoc. Cereal Chem., Inc. St. Paul, Minn.
pp 472-473.

8. Christensen, C.M. 1976. Contaminación por hongos en granos almacenados. Ed. Pax-México. México. 199 pp.
9. Christensen, C.M. y López, L.C. 1962. Daños que causan en México los hongos de granos almacenados. Inst. Nac. Inv. S.A.G. México. Fdl. Téc. N°44. 30 pp.
10. Deluche, J.C. 1981. Preceptos para el almacenamiento de la semilla. Conferencia mimeografiada. IV Curso intensivo en tecnología de semillas. U. Minnessota, St. Paul. pp 219-252.
11. Desroiser, N.W. 1977. Conservación de alimentos. Cia. Ed. Continental. México, D.F. p 161.
12. González, L.C. 1976. Introducción a la fitopatología. Ed. IICA. San José, Costa Rica. p 32.
13. Griffiths, D.A., Hodson, A.C., and Christensen, C.M. 1969. Grain storage fungi associated with mites. J. Econ. Entomol. 52:514-518.

14. Jamieson, M. y Jobber, P. 1974. Manejo de los alimentos; ecología del almacenamiento. Ed. Pax-México. México, D.F. p 177.
15. Jamieson, M. y Jobber, P. 1974. Manejo de los alimentos; prevención de pérdidas. Ed. Pax-México. México, D.F. pp 144-149.
16. López, L.C. y Crispin, A. 1971. Resistencia varietal del grano de frijol almacenado al ataque por hongos. Agric. Téc. Méx. pp 67-69.
17. Moreno, E. y Ramírez, M. 1983. Memorias del coloquio internacional sobre conservación de semillas y granos almacenados. U.N.A.M.-México, D.F.
18. Moreno, E. y Ramírez, M. 1983. Efecto de fungicidas en el control de los hongos de almacén. Bol. Soc. Mex. Mic. 17:95-98.
19. Moreno, E. y Ramírez, M. 1978. Efecto de diferentes atmósferas en la semilla de maíz almacenado. Memorias XIV Cong. Nal. Fitopat. Morelia, Mich. p 31.
20. Moreno, E. 1977. Los hongos y la calidad de los granos y semillas. Bol. Soc. Mex. Mic. 11:127-135.

21. Nañes, E.L. 1983. Los problemas que causan los hongos en los granos almacenados. Semianrio. Fac. de Agronomía, U.A.N.L. Monterrey, N.L. México. 44 pp.
22. Ramírez-Genel, M. 1966. Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas. Cia. Ed. Continental. México, D.F. 300 pp.
23. Rodríguez-De la Torre, M. 1978. Manejo y control de plaga de insectos. Ed. LIMUSA. México, D.F. 300 pp.
24. Samperio-Gutiérrez, J. 1970. Simposio latinoamericano sobre almacenamiento, manejo y conservación de productos agrícolas. Ed. ANDSA. México, D.F. pp 55-62.
25. SARH. Dirección General de Sanidad Vegetal. 1974. Ley de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos. Manual Fitosanitario.
26. Stakman, L.J. y Harrar, J.G. 1968. Principios de patología vegetal. Ed. Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 603 pp.
27. Tuite, J. y Foster, G.H. 1979. Control of storage diseases of grain. Ann. Rev. Phytopathol. 12:303-330.
28. Vaqueiro, C. y Morales, J.C. 1975. Aflatoxinas. Rev. Tec. Alimentos. México. 1: 50-58.

