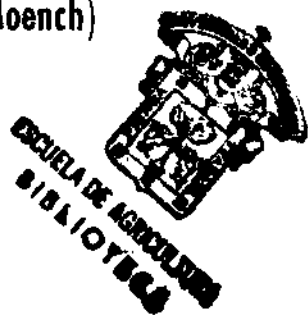




UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA

**Identificación y Métodos de Control de Plagas y Enfermedades de Almacén en Sorgo
(Sorghum bicolor L. Moench)
en Jalisco**



**TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALIDAD EN FITOTECNIA**

JOSE JUAN VALLEJO MORALES

Las Agujas, Zapopan, Jalisco

1985



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Enora 19, 1984.

C. PROFESORES

DR. ALBERTO BETANCOURT VALLEJO, Director.

ING. ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL, Asesor.

ING. ALFONSO NUÑEZ ORTEGA, Asesor.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

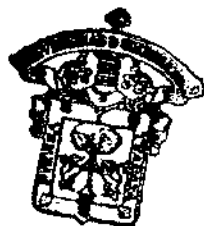
"IDENTIFICACION Y METODOS DE CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE ALMIGEN EN SERGE (*Sorghum bicolor* L. Moench) EN JALISCO."

presentado por el PASANTE JOSE JUAN VALLEJO MORALES han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRAJAJA"
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

hlg.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Enero 19, 1984.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

JOSE JUAN VALLEJO MORALES titulada,

"IDENTIFICACION Y METODOS DE CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES DE ALMACEN EN SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) EN JALISCO."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

DR. ALBERTO BETANCOURT VALLEJO.

ASESOR

ING. ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

ASESOR

ING. ALFONSO MUÑOZ ORTEGA

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Porque además de haberme
dado el ser, sólo hay una
palabra que puede englobar
lo que han hecho por
mí, todo.

A MI HERMANOS Y TIOS

Jero	Fernando
Carmen	Eva
Isabel	Margarita
Manuel	Anita
Lilia	Eduardo
Jorge	Norma
Eva	Pepe

Con afecto y cariño, su sola
presencia me alienta a ser
mejor cada día.

A MIS LINDAS SOBRINITAS

Nancy Anahí
Eva Denisse
Sandra Daniela

Por venir a alegrar mi
existencia.

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Dr, Jesús Alberto Betancourt Vallejo, por su valiosa y atinada dirección de la presente investigación, además quien con su presencia, entusiasmo y sabiduría supo despertar en mí el deseo de superación. Mi más sincero agradecimiento y admiración por él.

De la misma manera, al Ing. Alfonso Muñoz Ortega y al Ing. Antonio Sandoval Madrigal, por su valiosa asesoría en la realización de este trabajo, asimismo, por su invaluable disposición y ayuda desinteresada siempre mostrada.

También mi sincero agradecimiento al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), por las grandes facilidades de operación, recursos e información prestadas para la realización de esta investigación, muy especialmente al Dr. Peter Burnett y al Dr. Arnoldo Amaya.

A la Sra. Ma. Magdalena Montoya de Ramírez, por las magníficas figuras elaboradas.

A la Srita. Margarita Flores Pérez, por las innumerables horas dedicadas a la transcripción del manuscrito.

A mis compañeros y amigos de siempre, un especial reconocimiento a los Ingenieros José de Jesús Luna y Jaime Velázquez, por sus orientaciones y estímulos.

A mi querida Facultad de Agricultura y maestros que la integran, por la generosa sabiduría y confianza con que prepara a la juventud estudiosa.

IDENTIFICACION Y METODOS DE CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES
DE ALMACEN EN SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) EN JALISCO.

CAPITULO	PAGINA
- LISTA DE FIGURAS	VIII
- LISTA DEL APENDICE	IX
- RESUMEN	XI
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	4
Importancia y alternativas para el consumo de sorgo en la región.	4
Determinación bromatológica del grano de sorgo.	5
Principales plagas de insectos según su meta- morfosis en el grano de sorgo almacenado.	6
Causas de infestación y daños que ocasionan.	6
Insectos primarios y secundarios.	9
Principales especies y nombres comunes.	9
Descripción de las principales plagas de inse _{ct} tos del grano de sorgo almacenado.	10
Alternativas para el control de los insectos en granos de sorgo almacenado.	24
Método preventivo	25
Método curativo	28
Hongos causantes de enfermedades en los granos de sorgo almacenados.	32
Características de los hongos de campo y de al macén.	33
Principales daños que ocasionan los hongos del almacén.	36

Factores más importantes que determinan el grado de invasión de los hongos.	38
a) Primarios	38
Alto contenido de humedad del grano.	38
Temperatura	41
Tiempo de almacenamiento	41
Infestación de insectos	42
b) Secundarios	42
Diferencias de humedad entre algunas porciones de un mismo lote de granos.	42
Mezclas de granos con diferentes contenidos de humedad.	43
Métodos para detectar la presencia de hongos durante el almacenamiento de los granos.	44
a) Métodos indirectos	44
Valor de acidez de las grasas	44
Respiración	45
Temperatura	45
Poder germinativo	46
b) Métodos directos	46
Examinación microscópica	46
Cultivo	47
Control de hongos	48
III MATERIALES Y METODOS	49
A. Materiales y sitios de muestreo	49
Tamaño de la muestra	49
Medio de cultivo	50



	PAGINA
B. Métodos	50
Prueba de germinación	50
Aislamiento e identificación de los hongos	50
Identificación directa de los hongos al <u>mi</u> croscopio.	52
Descripción de los insectos de almacén.	52
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	53
Pruebas de germinación	53
Aislamiento e identificación de los hongos en el laboratorio.	53
Identificación de los hongos al microscopio.	55
Descripción de los insectos de almacén.	55
V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES	59
Recomendación metodológica para lograr un buen control de plagas y enfermedades en granos de sorgo almacenados, en el estado de Jalisco.	59
Método preventivo	59
Método curativo	61
VII. BIBLIOGRAFIA	63
VIII. APENDICE	70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCION	PAGINA
1	Barrenador de los granos (<i>Prostephanus truncatus</i> , H.).	11
2	Gorgojo del arroz (<i>Sitophilus oryzae/zeamais</i> , L.).	13
3	Gorgojo de los graneros (<i>Sitophilus granarius</i> , L.).	15
4	Palomilla de los cereales (<i>Sitotroga cerealella</i> , O.).	17
5	Palomilla india (<i>Plodia interpunctella</i> , H.).	20
6	Gorgojo castaño (<i>Tribolium castaneum</i> , H.).	23

LISTA DEL APENDICE

CUADRO	DESCRIPCION	PAGINA
1	Mínimo contenido de humedad requerido en los granos para el desarrollo de las especies de hongos <i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i> .	71
2	Valores aproximados de la temperatura en granos almacenados para desarrollo de hongos de almacén.	72
3	Efecto de la humedad y tiempo en la germinación de cebada almacenada con 16.3% de humedad y el progreso de la invasión por hongos.	73
4	Porcentaje de germinación de sorgos comerciales almacenados en cinco sitios del estado de Jalisco. 1984.	74
5	Frecuencia medida en base al número de cajas de Petri infectadas con géneros de hongos colectados en sorgos comerciales almacenados en cinco localidades de Jalisco. 1984.	75
6	Productos utilizados para el combate de insectos en granos almacenados.	76
FIGURA		
	Características morfológicas de los diferentes géneros de hongos desarrolladas en medios de cultivo.	80
7	<i>Aspergillus</i> sp. (A) Hábito de crecimiento, (B y C) conidióforos con cabezas conidiales.	80
8	<i>Penicillium</i> sp. (A, B y C) tipos de conidióforos, (D) Ramificaciones, filides y cadenas de conidios.	81

FIGURA	DESCRIPCION	PÁGINA
9	<i>Phoma</i> sp. (A) Vista lateral de un picnidio, (B) vista superior de un picnidio, (C y D) sección transversal de un picnidio mostrando conidióforos y conidios.	82
10	<i>Alternaria</i> sp. (A) Conidióforo y cadena de conidios, (B) conidio germinando.	83
11	<i>Fusarium</i> sp. (A) Hifa con conidióforos, (B) macroconidios, (C) microconidios, (D) clamidosporas.	84
12	<i>Curvularia</i> sp. (A, B y C) conidióforos y conidios, (D) conidios.	85
13	<i>Botrytis</i> sp. (A, B) conidióforos y conidios, (C, D) partes superiores de los conidióforos mostrando extremidades dilatadas, (E) conidios.	86

RESUMEN

Se obtuvo en el presente estudio la descripción e identificación de las plagas y enfermedades prevaletentes en el grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), bajo condiciones de almacén, presentándose diversas alternativas de control, para ver si es posible mediante su utilización evitar o reducir pérdidas en los granos.

Se realizó una revisión exhaustiva de diversas fuentes escritas, asimismo, se utilizaron para la identificación de los hongos en el laboratorio cinco muestras de 100 gramos cada una, de grano de sorgo almacenado, en igual número de localidades, representando así diez repeticiones con 50 granos por muestra, siendo éstas, representativas del medio rural y de corporaciones privadas y oficiales en el estado de Jalisco.

Los resultados mostraron que las principales plagas que se encuentran infestando al grano de sorgo almacenado son: Barenador de los granos (*Prostephanus truncatus*, L.); gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae/zeamais*, L.); gorgojo de los graneros (*Sitophilus granarius*, L.); palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella*, O.); palomilla india (*Plodia interpunctella*, H.); gorgojo castaño (*Tribolium castaneum*, H.); y que los géneros de hongos o agentes causales de las enfermedades en estos granos son: *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Phoma* sp, *Alternaria* sp, *Fusarium* sp, *Curvularia* sp y *Botrytis* sp, además se determinó una metodología que permitirá aumentar la eficiencia en la conservación del grano de sorgo almacenado particularmente para el área muestreada del estado de Jalisco.

CAPITULO I
INTRODUCCION

Es conocido que el problema esencial de nuestra época es el de proporcionar una dieta adecuada y equilibrada a grandes sectores de la población; los granos y sus productos principalmente los cereales donde predominan los carbohidratos, juegan un papel de enorme importancia en la dieta humana por constituir una fuente de energía para el hombre en los países en desarrollo comprendidos en América Latina, Asia y Africa, que son las regiones de la tierra más azotadas por el hambre crónica y aguda, aunado a que sus tasas de crecimiento demográfico son las mayores, registrándose actualmente una tendencia a la estabilización que la sitúa en 3.4% anual*. Además son los países donde el régimen alimentario habitual representa un consumo diario menor de 2,500 calorías y se compone principalmente de hidratos de carbono, Hall 1971 (24).

La importancia que guarda la tecnología de almacenamiento y conservación de los granos, particularmente en México, es comprensible si se considera que la producción que se tuvo de cereales en el año de 1970 ascendió a 14.2 millones de toneladas con un consumo per cápita de 134.8 kg, y que para el año de 1980 se requirió de una producción del orden de los 19.2 millones de toneladas y tuvo un consumo per cápita de 128.1 kg, Ramayo 1983 (42).

* Demographic Yearbook 1964 (6).

A pesar del descenso del consumo por persona que se tiene por la sustitución de los cereales con alimentos más ricos en proteínas, la producción requerida se incrementó en un 35% en base a la obtenida en el año de 1970.

El sector agrícola del estado de Jalisco, produce aproximadamente 881,689 toneladas de sorgo anualmente, Betancourt 1980 (9) y anónimo 1983 (1), de las cuales se tiene una grave merma, siendo la principal causa que los agricultores desconocen los sistemas modernos de conservación de granos y control de plagas y enfermedades durante el almacenamiento del producto.

Los granos afectados en los almacenes bajan tanto en peso y germinación como en su valor nutritivo, llegando un momento en el que el grano no es suficiente ni en número ni en calidad requerida para llevar a cabo los planes de trabajo genético y alimenticio necesarios, Jiménez 1972 (26).

Las cosechas de sorgo, frijol, maíz, etc., requieren de un eficiente manejo y de una buena conservación, ya que desde la recolección hasta su almacenamiento son atacadas por una serie de plagas de insectos y por enfermedades fungosas que causan pérdidas estimadas en un 20%, anónimo 1981 (4).

La presencia de esta situación justifica la inversión que se realice con el fin de reducir en lo posible estas pérdidas, y para ello se persiguen los siguientes objetivos en el presente estudio: a) Describir las plagas de insectos e identificar

enfermedades prevaletientes en el grano de sorgo bajo condiciones de almacén; b) Describir alternativas de control para evitar o reducir pérdidas; c) Determinar aquella metodología que permita aumentar la eficiencia en la conservación del grano de sorgo almacenado, particularmente para el área muestreada del estado de Jalisco.

Hipótesis

Ho: Las plagas y hongos de almacén no son numerosas y por tanto no es costeable llevar a cabo programas de control para reducir pérdidas.

Ha: El desarrollo de una metodología apropiada basada en varios criterios, permitirá un mejor control de plagas y enfermedades que son de importancia económica, por lo que se incrementa la eficiencia en la conservación del producto.



CAPITULO II
REVISION DE LITERATURA

Importancia y alternativas para el consumo de sorgo en la región.

A nivel regional el cultivo de sorgo en el estado de Jalisco es de reciente introducción; en 1965 se cultivaron 25,000 hectáreas Betancourt 1980 (9), incrementándose la superficie a 188,214 hectáreas en 1983, obteniéndose una producción de 881,689 toneladas y un rendimiento promedio de 4.7 toneladas/hectárea, anónimo 1983 (1), esto ubica al cultivo de sorgo en el segundo lugar en la región, precedido por el maíz.

Este incremento se debe principalmente a la demanda del grano como producto básico en la elaboración de alimentos balanceados, a su facilidad de mecanización, amplia adaptación y relativa tolerancia a plagas y enfermedades. Su uso en la alimentación animal ha permitido que mayores volúmenes del grano de maíz se destinen al consumo humano; no obstante, el grano de sorgo también es utilizado para la alimentación humana, siendo de gran importancia en algunas partes de Africa, China, India y Centroamérica en donde constituye el alimento principal en la dieta de la población, Betancourt 1980 (9) y Pitner, Lazo, Sánchez 1955 (40).

La obtención de productos alimenticios a partir del grano de sorgo es una de las alternativas de este cultivo que podría complementar lo que se obtiene del maíz, dado que ambos granos

son bastante similares en cuanto a su composición y los productos que se obtienen del maíz podrían obtenerse del sorgo, con la ventaja de que el sorgo es más adaptable a condiciones críticas de humedad, como ocurre en muchas áreas de nuestro país, Martínez 1982 (34).

Los sorgos dulces que tienen jugo abundante son apropiados para el ensilaje, forraje y heno, o bien para la producción de miel y jarabe. Las variedades con endospermo ceroso se utilizan en la fabricación de adhesivos y goma para estampillas y sobres, Martín, Cole, Semple 1936 (33) y Karper 1946 (27).

Del grano de sorgo también puede obtenerse alcohol etílico, almidón, dextrosa, aceites comestibles y harina especial para fabricar barnices, así como variedades con semillas corneas que revientan como el maíz palomero, Martín, Stephens 1941 (32) y Karper, Quinby, Kramer 1951 (28).

Determinación bromatológica del grano de sorgo

Algunos autores Pitner *et al* 1955 (40), reportan en forma aproximada las siguientes determinaciones en el grano de sorgo: agua 13.1%; fibra cruda 1.7%; proteína cruda 14.4%; almidón y azúcares 66.2%; grasas 3.6%; cenizas 2.0%.

Es un cereal que contiene carbohidratos que proporcionan energía al organismo para que desarrolle sus actividades y una menor proporción de proteínas, cantidades variables de algunas vitaminas del complejo B (niacina y tiamina), necesarias para

el buen funcionamiento del sistema nervioso, y minerales como el calcio, importante para la formación de huesos y dientes, anónimo 1980 (5).

Principales plagas de insectos, según su metamorfosis en el grano de sorgo almacenado.

Ramayo 1983 (42), indica que los insectos de los almacenes pertenecen según su metamorfosis a la división holometábola, que pasan por cuatro estadios biológicos que son: el huevecillo, larva, pupa y el estado de madurez (adulto). Dentro de esta división, las órdenes Coleóptera y Lepidóptera, agrupan a los insectos de mayor importancia económica y que causan daños o destruyen a los granos almacenados.

Los estadios dañinos dentro de las órdenes Coleóptera son las larvas y los adultos, y del orden Lepidóptera las larvas.

El estadio de huevecillo es el más difícil de combatir en los trabajos de control. Las larvas constituyen el estadio que mayor daño ocasionan a los granos. Las pupas son el estadio biológico de reposo en estos insectos y no causan daño mecánico.

Causas de infestación y daños que ocasionan

Los insectos constituyen las plagas que mayor pérdida causan a los granos almacenados y su infestación, según Schoenherr 1967 (45), puede ocurrir en el campo, en el transporte o en la bodega. Este autor enumera cada una de las posibles causas como sigue:

En el Campo: Algunas veces, el principal origen de la infestación de los granos por los insectos es desde el campo, precisamente cuando los granos están alcanzando su madurez fisiológica. Gran parte de los huevecillos dejados por las hembras sobre los granos, sobreviven a las operaciones propias de la recolección, al desgrane y al acondicionamiento posterior, hasta que finalmente son depositados en la bodega y bajo condiciones favorables los huevecillos eclosionan, causando daños irreparables a granos almacenados.

En el transporte: Cuando se transportan granos de un sitio para otro y los carros de ferrocarril, camiones, barcos u otra clase de vehículos que se usen para el acarreo de granos, se encuentran infestados por ellos, estas infestaciones pasan con facilidad al grano de transporte. Este método de infestación de granos, es de mucha importancia en los transportes locales, nacionales e internacionales.

Los insectos permanecen alojados en las hendiduras o en lugares en donde se encuentran los granos viejos y en esta forma, en cuanto se coloca grano limpio para ser transportado, emigran hacia él realizando las infestaciones de estos volúmenes, que al ser colocados en los sitios finales quedan ya con infestaciones incipientes, las cuales rápida o lentamente se incrementan en la masa del grano.

En la bodega: Otra de las formas de infestación según, Anónimo 1980 (5) y Schoenherr (45), lo constituyen los granos

o desperdicios infestados que quedan de un año para otro en los mismos almacenes y, que al almacenar el grano de las nuevas cosechas fácilmente se infesta a partir de las poblaciones existentes en los desperdicios mencionados.

Cuando no se efectúan medidas sanitarias o de limpieza adecuada en las bodegas, los insectos viven del grano esparcido y de los residuos que quedan en las esquinas o hendiduras del almacén y al colocar los nuevos volúmenes de grano, los insectos emigran al grano fresco y empiezan a alimentarse de él y a ovipositar sobre el mismo, de tal manera que en poco tiempo, grandes poblaciones de insectos pueden encontrarse en lugares esporádicos, o bien, distribuidos en forma más o menos uniforme a través de la masa del grano, anónimo 1981 (4).

Ramayo 1983 (42), ha clasificado los daños que ocasionan los insectos a los granos almacenados como directos e indirectos.

Los daños directos pueden enumerarse como sigue: 1. Contaminan a los granos con sus secreciones, excrementos y con fragmentos de insectos muertos, los hacen aparecer polvosos, sucios e inaceptables como alimento humano; 2. Se alimentan del mismo grano; 3. Bajan el porcentaje de germinación.

Los daños indirectos: 1. Elevan la temperatura de los granos a consecuencia de su metabolismo, lo cual origina un mal olor, debido al desarrollo de los microorganismos; 2. Transfieren y diseminan las esporas de los hongos en secreciones y tarsos.

Insectos primarios y secundarios

El mismo autor clasifica a los insectos según el daño físico que causan a los granos almacenados, de la siguiente manera:

Primarios. Son los que tienen aparato bucal masticador capaces de romper el pericarpio para introducirse, alimentarse y llevar a cabo la oviposición o a su vez iniciar el deterioro de los productos sanos.

Secundarios. Son los que se desarrollan en el almacén después de que los primarios han deteriorado las mercancías. No tienen la capacidad de romper el pericarpio y difícilmente se desarrollan en granos limpios.

El grupo de insectos primarios es el que mayor daño ocasiona a los productos almacenados, y sus actividades destructivas facilitan la existencia del segundo grupo.

Principales especies y nombres comunes

Las principales especies y nombres comunes de los insectos de mayor importancia económica dentro de la clasificación de Primarios y Secundarios realizada por Ramayo 1983 (42) y anónimo 1981 (4), y que se encuentran infestando al grano de sorgo que se almacena en Jalisco son:

Insectos primarios: Barrenador de los granos (*Prostephanus truncatus*, H.), gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae/zea-mais*, L.), gorgojo de los graneros (*Sitophilus granarius*, L.), palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella* O.), los tres

primeros son del orden Coleóptera y el último pertenece al orden Lepidóptera. A excepción del primero, los tres últimos atacan con mayor incidencia.

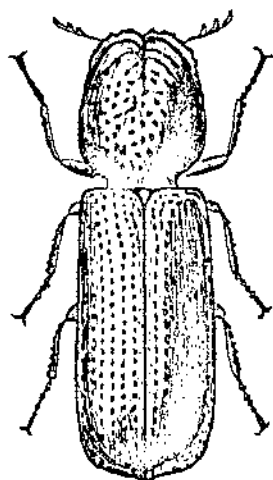
Insectos secundarios: Palomilla india (*Plodia interpunctella*, H.), pertenece al orden Lepidóptera y gorgojo castaño (*Tribolium castaneum*, H.), Coleóptera, el cual ataca con mayor frecuencia.

Descripción de las principales plagas de insectos del grano de sorgo almacenado.

Barrenador de los granos (*Prostephanus truncatus*, Horn). Insecto primario con mayor capacidad de destrucción. Ataca a todos los cereales y sus productos con voracidad; se alimenta del endospermo y de todo el interior del grano dejando sólo la cubierta.

En México se han realizado estimaciones sobre las pérdidas causadas por este insecto, en las cuales no se toma en consideración los posibles cambios en el valor nutritivo, ni los que pudieran ocurrir en el sabor de los granos y sus productos, sino únicamente la pérdida de peso neto.

Descripción. El adulto mide aproximadamente 4.3 mm de largo, es de color café oscuro o castaño y de cuerpo cilíndrico, alargado, con la parte posterior truncada. El protórax tiene protuberancias en el frente y está cubierto con numerosas depresiones circulares. La cabeza es retráctil dentro del protórax. Los ojos son grandes y alargados. Son de vuelo ac



I 3 mm.

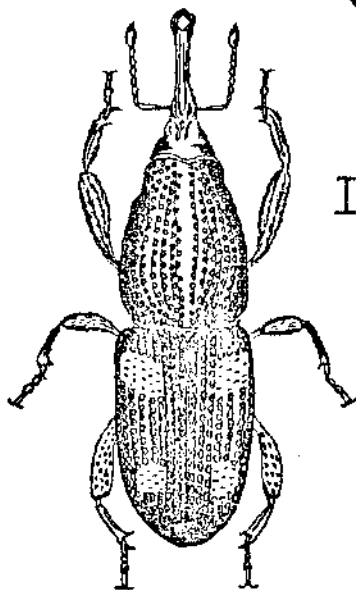
Figura 1. BARRENADOR DE LOS GRANOS
Prostaphanus truncatus (H.)

tivo y ocasionan infestaciones en el campo (Fig. 1). Las larvas son gusanitos pequeños de color blanco.

Ciclo biológico. Las hembras depositan sus huevecillos sobre el grano o en desperdicios de éste. Las larvas al emerger del huevecillo atacan a los granos, viven en su interior o entre el polvo de éstos. Cada generación requiere de 4 a 6 semanas para completar su ciclo biológico, Teetes, Seshu, Leuschner, House 1983 (47) y anónimo 1981 (4).

Gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae/zeamais* L.). Es una de las plagas más importantes por los daños que causa a diversos granos almacenados, y junto con el gorgojo del maíz constituyen las dos plagas más importantes del almacén. En México se encuentra distribuido en las regiones tropicales y semitropicales. Ataca a los cereales, pero sobre todo al arroz, donde proviene su nombre vulgar. En ocasiones se le observa atacando harinas y productos de cereales ya elaborados.

Descripción. El adulto es un pequeño picudo de 2.1 a 2.8 mm de largo, es por tanto más pequeño que el gorgojo del maíz. El protórax se encuentra densamente marcado con punturas redondas. Se diferencia del gorgojo del maíz en que tiene en los ángulos exteriores de sus élitros cuatro manchas de color rojo anaranjado (Fig. 2). Las alas son funcionales de vuelo activo, por lo que causan infestaciones a los granos en el campo antes de ser cosechados. Las larvas son gusanos pequeños de color blanco aperlado, ápodas, de forma curva, con la cabeza más oscura que el cuerpo.



┌ 2,5 mm.

Figura 2. GORGOJO DEL ARROZ
Sitophilus oryzae / zeomais (L.)

Ciclo biológico. La hembra taladra el grano con su pico, depositando un huevecillo en cada agujero. El huevecillo es opaco de color blanco, de 0.7 mm de largo por 0.3 mm de ancho, de forma de pera u ovoide. Cada hembra puede depositar hasta 400 huevecillos durante su ciclo. El período de incubación varía de 3 a 5 días; sin embargo, en climas fríos, son necesarios 10 días para incubar. Las larvas al nacer comen el interior del grano, completando su desarrollo en 3 a 4 semanas, posteriormente, hace una celda pupal dentro del grano y se transforma en pupa después de haber pasado 1 a 2 días como prepupa. En estado pupal tarda de 3 a 6 días, dependiendo de las condiciones ambientales, pudiendo tardar hasta 20 días si éstas son adversas. Cada generación requiere de 35 días en promedio para completar su ciclo biológico, Teetes et al 1983 (47), Ramayo 1983 (42) y anónimo 1981 (4).

Gorgojo de los graneros (*Sitophilus granarius*, L.). A este insecto se le conoce también como gorgojo del maíz. Es de las plagas más conocidas e importantes de los granos almacenados. El adulto está incapacitado para volar, dado que sus alas no son funcionales, por lo que generalmente es el hombre quien lo disemina al movilizar productos infestados.

Descripción. El adulto es un pequeño picudo de 3 a 4 mm de largo, de color café oscuro a negro brillante (Fig. 3). Generalmente es un poco más grande que el gorgojo del arroz. Tiene el cuerpo endurecido, es de forma cilíndrica y alargada, el protórax presenta punturas o grabaciones ovaladas con éli-

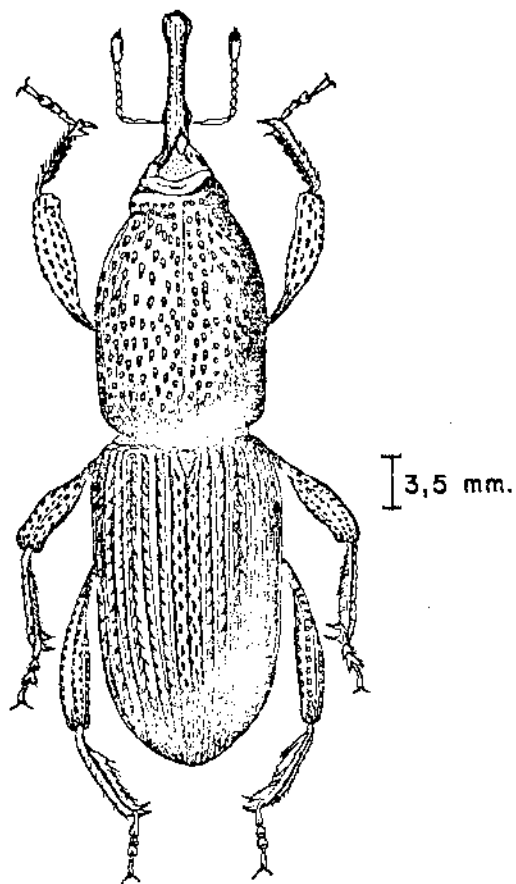


Figura 3. GORGOJO DE LOS GRANEROS
Sitophilus granarius (L.)

tros estriados y alas no funcionales. La cabeza se prolonga en un pico o proboscis curva y delgada. Las larvas son de color blanco perla, ápodas, de forma curva, con la cabeza más oscura que el cuerpo.

Ciclo biológico. La hembra taladra el grano con su pico poniendo un huevecillo en cada agujero, el cual lo cubre con una sustancia gelatinosa que ella misma produce. Los huevecillos miden 0.6 a 0.8 mm. de largo, de forma más o menos elíptica, de color blanco opaco, con la parte superior algo aplastada. Cada hembra pone alrededor de 200 huevecillos. El período de incubación es de 1 a 2 semanas, después de lo cual nace la larva que come el interior del grano. La larva completa su desarrollo en 2 ó 3 semanas, convirtiéndose en crisálida (estado de reposo del insecto). En estado de crisálida tarda de 5 a 7 días, emergiendo el gorgojo. Cada generación requiere 6 semanas más o menos para completar su ciclo biológico, anónimo 1981 (4) y Ramayo 1983 (42).

Palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella*, Olivier). Es una plaga de distribución mundial; se le considera la más común y la que mayores daños causa a los granos almacenados; sin embargo, dado que las temperaturas bajas la afectan sensiblemente, abunda y prospera muy rápidamente en los trópicos y climas cálidos, en donde junto con *Sitophilus oryzae* y *S. zeamais* constituyen las tres plagas más importantes de los cereales.

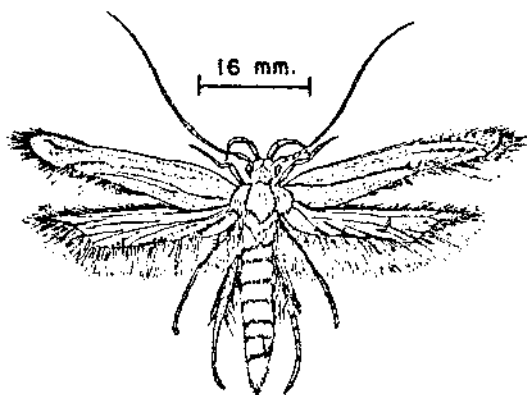


Figura 4. PALOMILLA DE LOS CEREALES
Sitotroga cerealella (Olivier)



En el campo la plaga puede infestar a las cosechas, así que cuando se almacenan granos infestados, ésta se incrementa rápidamente si las condiciones son favorables. Cuando las infestaciones se realizan en el almacén, generalmente sólo las capas superiores de los granos son infestadas, ya que las palomillas no pueden penetrar a través de estas capas sino hasta determinada profundidad. El daño más frecuente por estos insectos se localiza en la parte exterior de los costales o envases, así como en la parte superior de las trojes, silos o almacenes.

Descripción. El adulto es una palomilla de color café amarillento, a veces grisáceo, con las alas extendidas mide de punta a punta de 12 a 18 mm. El primer par de alas presenta manchas oscuras que no tiene el segundo, pero en ambos los márgenes apical y anal tienen una franja de pelos, los cuales son más largos en el segundo par (Fig. 4). Las larvas completamente desarrolladas miden más o menos 5 mm de largo, son de color amarillo pálido y con patas abdominales poco desarrolladas.

Ciclo biológico. La hembra deposita los huevecillos en los granos, en depresiones o grietas, en los pisos o en las paredes del almacén o troje. En el campo, ovipositan en la base de los granos no maduros aún, o en la base de las mazorcas. Cada hembra puede depositar entre 120 a 400 huevecillos. Los huevecillos son de color blanco y a medida que llegan a su madurez, se transforman en un color rojo brillante, son de forma

oval, miden 5 mm de largo con la superficie finamente grabada, eclosionan en una semana más o menos. Las larvas al nacer perforan los granos, preferentemente a través de grietas o lesiones en el pericarpio. Se alimentan y viven dentro del grano hasta completar su desarrollo, el cual tarda 2 a 3 semanas. La larva completamente desarrollada barrena una galería hacia la superficie del grano, dejando sólo una película delgada de la cubierta. Así forma un pequeño cocón dentro del cual se transforma en pupa color café rojizo. En estado de pupa permanece una semana más o menos y de ahí emerge la palomilla, la que para salir quita la delgada cubierta de la galería hecha por la larva y escapa al exterior. Se pueden presentar tres a ocho generaciones anuales de acuerdo a las condiciones ecológicas del lugar, anónimo 1981 (4) y Teetes et al 1983 (47).

Palomilla india (*Plodia interpunctella*, Hubner). Palomilla de distribución mundial. Es una plaga de importancia económica, ya que fácilmente se adapta a los diferentes tipos de alimentos, de ahí su distribución universal. Dada su diversificación de hábitos alimenticios, ha sido reportada alimentándose de granos como trigo, arroz, sorgo y cebada, y en todos ellos la larva tiene preferencia por la parte del germen; además ataca a otros productos alimenticios y en forma preferente a harinas y productos molidos de grano fino. En ocasiones este insecto causa serias infestaciones en almacenes y bodegas.

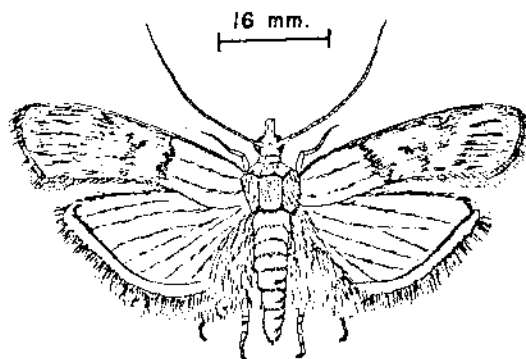


Figura 5. PALOMILLA INDIA

Plodia interpunctella (Hubner)

Descripción. El adulto es una palomilla que mide de 12 a 20 mm de punta a punta de las alas extendidas. Cuando está en reposo, las alas se encuentran plegadas y dispuestas a lo largo del cuerpo y, las antenas descansan sobre ellas. La base del primer par de alas es de color blanco grisáceo, pero de la mitad hacia la punta son de color café rojizo, lo mismo que la cabeza y el torax. Los palpos forman un pico característico en forma de cono, colocado en la parte anterior de la cabeza (Fig. 5).

Las larvas son de color blanco, algunas veces con tinte rosado verdoso y cabeza de color café claro; completamente desarrolladas miden de 8 a 12 mm de largo.

Ciclo biológico. Las hembras depositan sus huevecillos aislados o en grupos sobre los materiales alimenticios. Cada hembra ovíparita de 40 a 350 huevecillos. Los huevecillos son pequeños, ovalados y de color blanco grisáceo. El período de incubación varía de 1 a 2 semanas. Las larvas pocas horas después de haber emergido empiezan a alimentarse de los materiales a su alcance. En casos de infestaciones fuertes, tejen telillas como telarañas que cubren por completo los materiales alimenticios, aún cuando estén encostados. Alcanzan su madurez en 30 a 35 días, después fabrican un cocón de seda en las ranuras y depresiones, preferentemente en lugares inaccesibles en donde pasan al estado de pupa.

Requiere más o menos un mes para completar su ciclo biológico bajo condiciones favorables de humedad y temperatura;

pueden presentarse cinco a seis generaciones anuales, dependiendo de las condiciones ambientales en que se desarrollen, anónimo 1981 (4) y Teetes *et al* 1983 (47).

Gorgojo castaño (*Tribolium castaneum*, Herbst). Es un insecto de distribución mundial. Generalmente ataca a los granos dañados por otras especies de insectos, por lo que se le considera una plaga secundaria; aún cuando se ha demostrado que puede iniciar el ataque en granos sanos, por lo que se le considera también plaga primaria.

Descripción. El adulto mide 3 a 3.7 mm de largo, es aplastado y de color café rojizo. La cabeza, el tórax y el abdomen son diferenciales; las antenas están bien desarrolladas y los tres últimos segmentos se ensanchan bruscamente, siendo más anchos y largos que los superiores. Este carácter es el que lo distingue del *Tribolium confusum*, en el que los segmentos van incrementándose desde la base a la punta (Fig. 6).

Las larvas son gusanos delgados de color amarillo pálido, los segmentos presentan pelos finos, y el segmento terminal posee un par de espinas como pequeños apéndices. Las larvas al completar su desarrollo miden 4.5 mm de largo.

Ciclo biológico. La hembra deposita los huevecillos aisladamente en la harina o subproductos. Los huevecillos son pequeños, delgados, cilíndricos y de color blanquizco. Una sola hembra produce en promedio 450 huevecillos. El período de incubación varía de 5 a 12 días, dependiendo de la temperatu

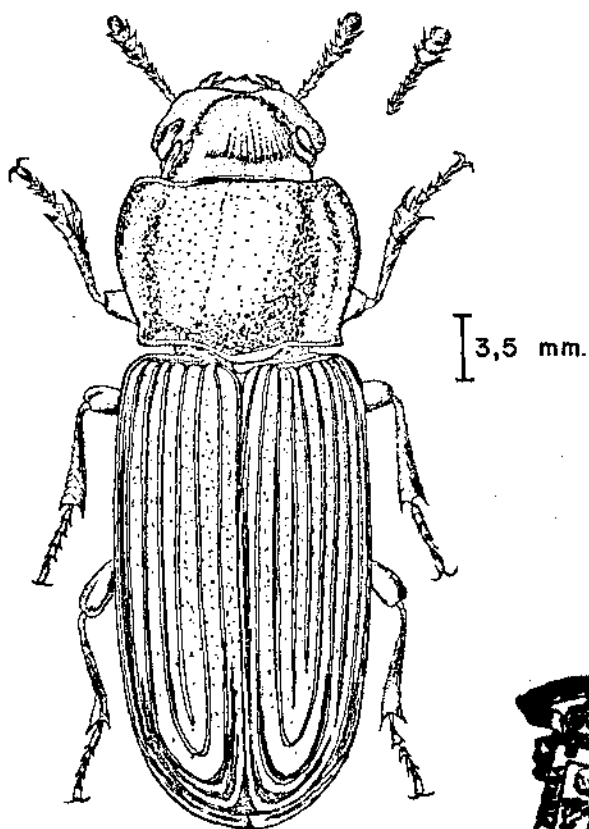


Figura 6. GORGOJO CASTAÑO
Tribolium castaneum (Herbst).

ra, después de lo cual nace la larva. El desarrollo larvario varía de 1 a 3 meses de acuerdo a la temperatura y disponibilidad de alimento. La pupa es desnuda, al principio de color blanco tornándose gradualmente en amarillenta, tiene en la superficie dorsal haces de pelos como en el caso de las larvas. En estado de pupa tarda 6 a 9 días, transformándose después en gorgojo, anónimo 1981 (4), Ramayo 1983 (42) y Teetes *et al* 1983 (47).

Alternativas para el control de insectos en granos de sorgo almacenados.

Una verdadera oportunidad para el control económico de los insectos de almacenamiento, vino primero con las Piretrinas en los años 30's y luego con los Organoclorados en los años 40's y 50's, éstos fueron reemplazados por un número rápidamente incrementado de compuestos organofosforados, los cuales han formado el sostén de las medidas de control hasta la fecha, Champ y Dyte 1977 (14). Actualmente existe una gama considerable de insecticidas efectivos para productos almacenados en varias etapas de desarrollo y familiaridad para los usuarios.

Cabe recordar que por varias razones históricas, económicas y legislativas, la introducción de un nuevo insecticida para uso en granos almacenados generalmente sigue varios años después del desarrollo del producto como insecticida para aplicaciones más generales. Para que un producto químico pueda ser acep-

tado hoy en día en el control de los insectos de granos almacenados, debe poseer una actividad insecticida alta y de amplio espectro y tener baja toxicidad mamífera, anónimo 1982 (2).

En el caso de los granos almacenados el empleo de materiales químicos llamados insecticidas y fumigantes no resuelve todos los problemas del combate de plagas de insectos. Cuando no se complementa con las medidas de limpieza, acondicionamiento, manejo y almacenamiento adecuado de los granos, el resultado del combate químico es desalentador y antieconómico.

Ramayo 1983 (42), clasifica el combate de los insectos que infestan a los granos almacenados en método preventivo o indirecto y método curativo o directo:

Método preventivo

Tiene por objeto prevenir la infestación de los insectos en los granos almacenados mediante la aplicación de un insecticida de efectividad comprobada y de poder residual, además de una serie de medidas preventivas que evitan su proliferación, entre las que podemos mencionar, la limpieza minuciosa de los locales que servirán de almacén, los cuales deberán tener paredes lisas y fácil ventilación, para así poder aplicar algún insecticida de acción residual prolongada pudiendo ser el Malation, Metoxicloro o Piretrinas + Butóxido de Piperonilo, entre otros.

La Administración de Alimentos y Drogas (F.D.A.) de los Estados Unidos de Norteamérica, tiene aprobada la aplicación directa de las Piretrinas y el Malatión al grano destinado para consumo humano. Pruebas desarrolladas en laboratorio de mostraron que son menos efectivas aquellas, que este último y con menos costo de aplicación, por lo que fue considerado el insecticida más prometedor para prevenir el desarrollo de insectos.

Al respecto Mihm* (1984), reporta que el Malatión es el producto más utilizado para el combate de plagas del almacén, aunque él ha utilizado un insecticida llamado Actellic con me jores resultados. También menciona que la resistencia presen tada por algunos insectos a la aplicación de los productos, se debe principalmente a la mala aplicación de los mismos.

Strong y Sburg (46), en 1960 encontraron que el grano con un contenido de humedad del 14% es crítico para la estabilidad del Malatión y que con el 12% de humedad es seguro.

La aplicación del Malatión al grano, es a base de solucio nes o espolvoraciones a una dosis de 10 ppm de ingrediente ac tivo. Para el primer caso se utiliza una solución comercial emulsificable denominada "Malatión E" cuya concentración es de 1,000 gr de ingrediente activo por cada litro de solución y pa ra el segundo, Malatión en polvo que comercialmente está dispo nible a diferentes concentraciones.

* Dr. John A. Mihm (1984). Depto. Entomología, CIMMYT. Comunicación personal.

El tratamiento del grano con el Malatión emulsificable se hace preparando una solución de agua más el insecticida, de tal manera que en cada litro de esta solución estén contenidos 10 gr de ingrediente activo que son los que se aplican a una tonelada de grano. La aplicación se realiza en el momento de estar llenando el almacén sobre el mecanismo transportador de la bodega que da una eficiencia de 60 toneladas por hora dejando gotear por gravedad sobre el grano la dosis recomendable de 10 ppm, o sea, un litro de la solución preparada por tonelada de grano.

Con este tratamiento se eliminan las fumigaciones, el incremento de granos picados y se evita el desarrollo de infestaciones internas, además de las mermas en peso y la degradación de la calidad del grano que siempre precede a una infestación elevada, Lindblad y Druben 1976 (30).

En México es común el almacenamiento de granos encostados y para el tratamiento de costales con insecticidas, Gil en 1970 (23), ideó un método efectivo para evitar la infestación por insectos durante el almacenamiento, el cual consiste en tratar la costalera por inmersión o aspersion en una solución previamente preparada con un insecticida de poder residual, utilizando principalmente los clorados como el Lindano, complementando su control con los fumigantes.

Además dentro de estas medidas preventivas se contempla tener cuidado para no mezclar las nuevas remesas de grano con residuos de la cosecha anterior, así como de fumigarlas antes

de almacenarlas. Es muy importante no almacenar el grano de sorgo con un contenido de humedad superior al 12%, y la revisión periódica de los granos almacenados para detectar la presencia de plagas.

Método curativo

Es el que se realiza por medio de productos químicos de nominados fumigantes y requiere la presencia de insectos en los granos para aplicarlo, con el fin de eliminar todos los estados biológicos de la plaga para evitar su propagación y los daños que ocasiona. Estos productos químicos no tienen poder residual.

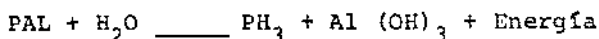
Los fumigantes son insecticidas que ejercen su acción tóxica en forma de gas, y por lo general se almacenan en forma líquida ó sólida, estados físicos que deben de pasar a la forma de gas para ejercer su acción tóxica. Estas sustancias reúnen ventajas sobre otros insecticidas por su gran poder de penetración dado que se introducen en todos los espacios disponibles, tales como pequeñas aberturas, partes de los productos almacenados, ranuras o hendiduras del almacén, en los elevadores, en la maquinaria de los molinos y en general, en todos los sitios que no pueden ser alcanzados del todo por otros métodos de aplicación de materiales químicos.

Las principales desventajas de los fumigantes son que sus vapores se dispersan muy rápidamente, por lo que sólo son efectivos en espacios cerrados. Además, no tienen efecto residual

y su acción termina una vez que los gases escapan.

Los fumigantes más comúnmente empleados de acuerdo a la clasificación que de ellos hacen Ramayo 1983 (42) y Cremlym 1982 (12), se pueden dividir en: Sólidos: Fosfuro de Aluminio y Cianuro de Calcio. Gaseosos: Bromuro de Metilo y Acido Cianhídrico. Son gases comprimidos a altas presiones en forma líquida. Líquidos: Bisulfuro de Carbono y Tetracloruro de Carbono. Tienen altos puntos de ebullición pero con una presión de vaporización más alta que otros líquidos, que al destaparlos se evaporan.

El Fosfuro de Aluminio (PAL), es un fumigante que comercialmente viene en tabletas de 3 cm de diámetro, pesan 3 gr y liberan al reaccionar con la humedad del medio ambiente un gramo de Fosfuro de Hidrógeno (PH_3).



El $\text{Al}(\text{OH})_3$ es un residuo no dañino. El PH_3 es altamente inflamable, por lo que comercialmente se venden las pastillas "Phostoxin" que contienen Carbamato de Amonio y que producen Amoníaco (NH_3) que es un gas inerte no inflamable. Para que la reacción no sea rápida en presencia de humedad se le agrega parafina.

Otra presentación comercial de tabletas a base de PAL son las "Delicias" y en lugar de Carbamato de Amonio y parafina, contienen Urea más Estearato de Aluminio y sus efectos son similares.

El Bromuro de Metilo (CH_3Br) es un gas inodoro, viene en recipientes metálicos a una presión de ocho atmósferas y contienen nitrógeno para alcanzar dicha presión. También viene en envases de una libra de producto. Para detectar las fugas viene mezclado con 2% de cloropirina.

El Acido Cianhídrico (HCN) también viene embotellado y es más tóxico que el Bromuro de Metilo y el Fosforo de Aluminio. Otra forma de presentación es el Cianuro de Calcio llamado "Cianogas G", y su presentación es en polvo y contiene 42% de Cianuro de Calcio y 58% de ingrediente inerte. El Cianuro de Calcio reacciona con la humedad para producir Acido Cianhídrico.

El Bisulfuro de Carbono (CS_2) es muy inflamable y explosivo; para eliminar su peligro se mezcla con el Tetracloruro de Carbono (CCl_4) que es inerte y no inflamable, en una proporción de 20 partes por volumen del Bisulfuro de Carbono y 80 partes del Tetracloruro de Carbono. La mezcla lleva además un antidetonante.

Cremlym 1982 (12), señala que la eficiencia de un fumigante la determina la concentración mantenida en un tiempo dado, letales a las especies de insectos por controlar. Estas concentraciones se verán afectadas por un número considerable de factores que ocurren a la hora de la fumigación, tales como Hermeticidas, absorción, humedad, temperatura, impureza, población de insectos y sus diferentes estados biológicos principalmente.

Henderson y Christensen 1961 (25), explican que el empleo de dosis fijas dan como resultado diferente eficiencia en la fumigación de cereales. Esta eficiencia dependerá de las condiciones del grano y de las zonas donde se efectúen las fumigaciones. En las zonas cálidas y húmedas, mayor cantidad de fumigante será retenido por el grano húmedo, pudiendo controlar únicamente el estado adulto de las especies de insectos presentes y no así un alto porcentaje de estados inmaduros; es por esto, que el grano almacenado en estas zonas reciben frecuentes fumigaciones. En las zonas templadas y secas, y calientes y secas, las dosis fijas pueden ser más efectivas llegando a controlar mayor porcentaje de estados inmaduros.

Cuando el contenido de humedad del grano es mayor del 12%, la dosis necesaria de fumigante crece en forma directamente proporcional. No se han observado diferencias notables de requerimientos cuando el contenido de humedad del grano es menor del 12%, Ramayo 1983 (42).

En general el tiempo de fumigación no debe ser menor de 24 horas, pero a mayor concentración el tiempo de exposición disminuye siendo el tiempo mínimo de 2 horas. La relación entre la temperatura y cantidad de gas para una misma concentración nos indica que a mayor temperatura se requiere de menor cantidad del fumigante para dar la misma concentración.

Krhone y Lindgren 1958 (29), estimaron los requerimientos de Fosfuro de Hidrógeno (PH_3), para un 99% de mortalidad en

Sitophilus oryzae a diferentes tiempos de exposición y a una temperatura de 26.6°C, para los diferentes estados fisiológicos del insecto, y encontraron que durante el estado de larva requiere de 0.500 miligramos/litro de PH_3 durante un período de exposición de 16 horas, esta concentración de fumigante aumentará a medida que se disminuye el tiempo de exposición; y para el estado adulto a 2 y 4 horas de exposición requirieron una concentración de 4.300 y 0.082 mg/l de PH_3 respectivamente.

Hongos causantes de enfermedades en los granos de sorgo almacenados.

En los últimos años se ha reconocido que los daños por hongos representan un porcentaje considerable en el manejo de granos, tanto en el campo como en el transporte y almacenamiento. Ahora que los hongos son señalados como un factor importante en la pérdida de calidad de los granos almacenados, las condiciones que favorecen su desarrollo han sido determinadas. Anteriormente, y debido al poco conocimiento de estos hongos resultaba muy difícil poder desarrollar métodos racionales y prácticas para su control.

Los avances que han surgido en las prácticas de almacenamiento, aproximadamente desde 1950, han sido basados en gran parte sobre el conocimiento adquirido en la investigación sobre hongos del almacén. La aereación de granos almacenados a granel, con aire de baja temperatura, que es ampliamente usada

en la actualidad, es uno de los ejemplos de las técnicas importantes en esos avances, la cual pudo haber sido desarrollada sin tener conocimiento del factor que estaba siendo controlado, pero que se desarrolló con mayor rapidez, efectividad y menor esfuerzo, debido a la información disponible sobre la naturaleza y hábitos de los hongos del almacén. El manejo de los factores que influyen en la intensidad de las enfermedades producidas por hongos es bastante prometedor, entre estos los más importantes son: humedad y temperatura ambientales y contenido de humedad del grano que son necesarios conocer para auxiliarse de ellos en la conservación de granos almacenados.

Los hongos que invaden a los granos, Ramayo 1983 (42) los clasifica en dos grupos según la infestación que se realice en el campo o en el almacén.

Características de los hongos de campo y de almacén

Los hongos de campo invaden a los granos desde que empiezan a madurar en las plantas y el posible daño que ocasionen se les cuantifica hasta antes de entrar a los almacenes, ya que éstos no desarrollan al poco tiempo de ser depositados los granos en las bodegas.

Los principales hongos que invaden a los granos en el campo y que pueden observarse en cosechas recientes, pertenecen a los géneros de *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* y *Helminthosporium*, y constituyen la microflora que puede encontrarse

en granos que no han entrado todavía a los almacenes, así lo reportan Christensen y López 1962 (19), 1963 (18).

Estos hongos requieren para su desarrollo un alto contenido de humedad en el grano, por lo que, los daños que ocasionan en aquellos granos cosechados con humedad elevada, se ven reducidos si estos se someten a un secado para abatir su contenido de humedad.

Saunders 1980 (44), reporta como favorable para el crecimiento de hongos más del 14% de humedad.

De los cuatro géneros de hongos anteriormente mencionados, el de mayor importancia por presentarse más comúnmente en granos de cosecha reciente es el *Fusarium* y le sigue en orden de importancia *Alternaria* y *Cladosporium*.

Los hongos del almacén no infectan los granos antes de la cosecha, sino que atacan a los granos precisamente en el almacén; comprenden cerca de una docena de especies del género *Aspergillus* de las cuales solamente cuatro son las más comunes, y varias especies de *Penicillium* que quedan agrupadas por requerir las mismas condiciones de humedad.

Ogundero 1980 (36), citado por Salcedo 1982 (43) en Nigeria, de 40 muestras de alimento para pollo de engorda constituido por sorgo, aisló con mayor frecuencia *Aspergillus candidus*.

Farnworth 1980 (21), en sorgo almacenado en el Canadá, aisló como especie predominante *Aspergillus flavus*.

El hongo que se encuentra con más frecuencia en el grano de sorgo almacenado en México es el *Aspergillus*, y las especies más importantes dentro de este género son: *A. glaucus*, *A. candidus*, *A. ochraceus* y *A. flavus*. Cada uno de éstos en un grupo de especies e incluye un número de subespecies bien de finidas, Ramayo 1983 (42).

El grupo *A. glaucus* es particularmente importante, porque sus miembros o subespecies (*A. restrictus*, *A. amstelodami*, *A. ruber*, *A. repens* y *A. chevalieri*) invaden el grano que tiene un contenido de humedad más bajo que el que requieren otras especies de *Aspergillus*. Por ejemplo: *A. restrictus*, se desarrolla en grano con un contenido de humedad de 13.5% ó menor, límite en el cual otras especies de hongos no podrían subsistir y humedad considerada como un nivel seguro para la buena conservación de la calidad del grano.

Ciertas especies del género *Penicillium* se encuentran también en los granos almacenados y los cubren con una masa de esporas que dan una coloración azul al pericarpio. Las especies de este hongo requieren para su desarrollo un contenido de humedad entre 15 y 17%, pero pueden invadir lotes de granos con una temperatura más baja (hasta 0°C) que las requeridas por las especies del *Aspergillus*, o sea que la invasión del *Penicillium* se lleva a cabo donde el grano se ha almacenado con un alto contenido de humedad y temperatura moderadamente baja, Barnett y Hunter 1972 (8).

Estudios realizados por Christensen y Kaufman 1969 (16), demuestran que en la superficie de los granos almacenados se encuentran esporas de hongos así como micelio debajo del pericarpio, por lo que pueden clasificarse en microfloras internas y externas desarrollando cuando las condiciones que prevalecen en los almacenes le son favorables.

Estos hongos de los granos almacenados invaden de preferencia el embrión y a medida que la invasión progresa, los embriones se tornan de color gris, luego café y finalmente negro.

Las principales fases del ataque de hongos sólo se pueden localizar mediante el cultivo del grano en medios especiales con el fin de provocar el crecimiento del micelio y poder observarlos. La presencia visible de masas de micelios o de esporas sobre los granos son señales de que están completamente deteriorados o dañados.

Principales daños que ocasionan los hongos del almacén

Los principales tipos de pérdidas causadas por hongos que se desarrollan en granos almacenados son los siguientes:

- 1) Reducción en el poder germinativo;
- 2) Ennegrecimiento total o parcial de los granos, generalmente los embriones;
- 3) Calentamiento y hedor;
- 4) Diversos cambios bioquímicos;
- 5) Producción de toxinas, las que al ser ingeridas pueden ser dañinas al hombre y a los animales domésticos;
- 6) Pérdida de peso. Todos estos cambios afectan la calidad de los granos

para la mayoría de los usos a que son destinados, y por lo general los tres primeros ocurren en ese orden, Christensen y Kaufman 1969 (16).

Los cambios anteriores incluyendo la producción de toxinas, pueden ocurrir sin que los hongos responsables de esos cambios sean visibles a simple vista. Cuando el deterioro ha progresado a su estado final y los tejidos invadidos han tomado una coloración café o negra y han sido en gran parte consumidos, los hongos pueden o no producir una cosecha de esporas visibles a simple vista.

El grano en su estado final de deterioro por hongos del almacén puede estar apelmazado y unido por el micelio del hongo y suele tener un fuerte olor a humedad.

Christensen y López 1962 (19), mencionan que la presencia de microflora en los granos almacenados justifica su relación con el abatimiento del poder germinativo. Los hongos al infectar el embrión de los granos disponen en esta área de una mayor concentración de nutrimentos, por lo cual se reproducen con gran rapidez originando las pérdidas del poder germinativo y reduciendo el valor nutritivo.

El olor y sabor desagradable, característicos de los granos infestados por hongos, reducen su aprovechamiento como alimento humano y de animales domésticos. Los metabolitos que producen, atacan a los carbohidratos, a las grasas y a las proteínas por lo que deterioran su calidad.

El desarrollo de los hongos contribuye al calentamiento del grano almacenado, por la humedad y calor que desprenden como producto de su metabolismo. Si esta humedad y calor que producen no son difundidos, pueden lograr incrementar la temperatura hasta 55°C. Bajo estas condiciones (de alta humedad y temperatura) actúan las bacterias termofílicas que elevan la temperatura en el área del grano infectado a más de 75° C llegando en ocasiones al punto de combustión del producto, fenómeno al cual se le denomina recalentamiento del grano húmedo, Christensen y Kaufmann 1965 (17).

Factores más importantes que determinan el grado de invasión de los hongos.

Según Christensen, Kaufmann 1976 (15) y Ramayo 1983 (42), éstos pueden clasificarse en Primarios: Alto contenido de humedad del grano, temperatura, tiempo de almacenamiento e infestación de insectos. Secundarios: Diferencias de humedad entre algunas porciones de un mismo lote de granos, mezclas de granos con diferentes contenidos de humedad.

a) Primarios

Alto contenido de humedad del grano

El contenido de humedad en el grano es el factor más crítico en el deterioro por hongos de los granos almacenados. A una temperatura de 25 a 30°C y una humedad relativa por encima del 70%, la mayoría de los granos adquieren un punto de equili

brio hídrico superior al del 13% en donde se favorece el crecimiento de los hongos de almacén, perjudicando su calidad, Ramayo 1983 (42).

Papavizas y Christensen 1960 (39), mostraron que la temperatura óptima para la mayoría de los hongos patógenos es entre 20 y 30°C y más del 13% de humedad en el grano.

El grano también puede absorber humedad del aire y por lo tanto, aumentar el contenido del agua que tenía al iniciarse el almacenamiento. Este fenómeno se observa principalmente en las capas superiores del grano almacenado.

Observar en el Cuadro No. 1 del apéndice la ilustración sobre el contenido de humedad mínima que se requiere en los granos para el desarrollo de las especies de *Aspergillus* y *Penicillium*.

Los hongos en los granos almacenados con contenido de humedad como los indicados en el Cuadro 1 del apéndice, desarrollan y producen ciertas toxinas que pueden ser de consecuencia perjudiciales y aún funestas para los organismos que las ingieren. Este es el caso de la producción de los metabolitos de *A. flavus*, denominados Aflatoxinas con prioridades tóxicas de avitaminosis y hasta carcinogénicas con generación histológica, Barnes y Butler 1964 (7).

En México, los primeros en haber experimentado los efectos de la producción de metabolitos de *A. flavus*, fueron las industrias dedicadas a la elaboración de alimentos para anima

les y especialmente para pollos en los que se manifiesta la sintomatología de avitaminosis características de los efectos de las aflatoxinas, Bixler y López 1963 (11).

Qasem y Christensen 1960 (41), almacenaron varias muestras de maíz a temperaturas de 5 a 30°C y humedad de 12-18% durante diferentes intervalos de tiempo, inoculándose con varias especies de *Aspergillus* solas o mezcladas. Las variables consideradas fueron: % de germinación, % de granos con color diferente al normal, y número y tipo de hongos aislados.

Los resultados muestran que hubo fuertes daños al embrión de los granos que fueron inoculados, ya que tomaron un color café cuando se mantuvieron durante dos años a 30°C y 14% de humedad. En granos inoculados y almacenados durante el mismo tiempo pero a 17-18% de humedad y a 10-15°C, los embriones mostraron daños de moderados a fuertes. Los testigos no inoculados permanecieron sanos, aunque al 14% de humedad y 30°C, su germinación se redujo a 88%. Sin embargo, a mayor humedad (17-18%) y menor temperatura (15°C), ésta fue de 96%.

En relación al efecto del daño en el pericarpio sobre el embrión, se observó que esto facilitó la entrada de los hongos repercutiendo en la calidad de los granos. Y se concluye que el contenido de humedad, la temperatura a la que está almacenado el grano, el grado de invasión de los hongos y el daño en el pericarpio, son los principales factores que influyen en el deterioro del grano almacenado, al favorecer el desarrollo de los hongos.

Temperatura

Los hongos de los 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. Las especies de *Penicillium* que requieren mayor contenido de humedad en los granos para desarrollar, lo pueden hacer a temperaturas próximas a 0°C.

El Cuadro No. 2 del apéndice, muestra los valores aproximados de la mínima, óptima y máxima temperatura en los granos almacenados para el desarrollo de los hongos de almacén.

Tiempo de almacenamiento

Cuendert, Christensen y Geddes 1955 (13), señalan que mientras más tiempo estén los granos almacenados, mayor es el riesgo de ser dañados por los hongos del almacén. Un alto contenido de humedad y temperatura en los granos, acortan el tiempo que pueden almacenarse. Los hongos empiezan a desarrollarse a los 3 6 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 y 13% pueden almacenarse por varios años sin riesgo de que haya daños por hongos en el almacén. En el Cuadro No. 3 del apéndice, se muestran algunos resultados obtenidos en el Campo Agrícola Experimental "El Horno",

(Chapingo, México 1959), sobre el efecto de la humedad y el tiempo en la germinación de la cebada almacenada con 15.3% de humedad y el progreso de la invasión por hongos.

Infestación de insectos

Algunos trabajos proporcionan amplia evidencia para indicar que los insectos que invaden a los granos almacenados los inoculan con las esporas de hongos que llevan dentro o fuera de su cuerpo y que a medida que los insectos se desarrollan contribuyen a aumentar la humedad, la cual es absorbida por los granos, así como su temperatura, por lo que se crean las condiciones que facilitan el desarrollo de los hongos.

Los insectos que inoculan y diseminan las esporas de los hongos en los granos, deben considerarse como una relación directamente proporcional; a mayor cantidad de insectos corresponde mayor distribución de microflora. Es decir, estos factores bióticos están estrechamente relacionados entre sí, Ra mayo 1983 (42).

b) Secundarios

Diferencias de humedad entre algunas porciones de un mismo lote de granos.

Las diferencias de humedad que se presentan entre algunas porciones de un mismo lote, ocasionan corrientes de convección en la masa de los granos almacenados que dan lugar a los movimi

mientos de la humedad y consecuentemente a la formación de núcleos en donde prevalecen condiciones óptimas para el desarrollo de los hongos y que posteriormente se transforman en focos de calentamientos húmedos que deterioran la calidad del grano, anónimo 1980 (5).

Mezclas de granos con diferentes contenidos de humedad

La humedad que se determina a los granos almacenados o bien a las partidas que se reciben para su almacenamiento, corresponde al promedio global del lote o partida del cual se obtuvo la muestra. Esta humedad puede corresponder a un valor conveniente para la buena conservación aún cuando el volumen del grano almacenado se encuentren porcentos con contenido de humedad superiores a los aceptables en donde pueden desarrollarse los hongos de almacén y propiciar los focos de calentamientos húmedos, deteriorando así el grano, anónimo 1982 (3).

Un muestreo deficiente durante la recepción de los granos, podría dar lugar a la aceptación de partidas con humedades elevadas y altos porcentajes de impurezas; lo cual contribuye al demérito de la calidad del grano durante su almacenamiento como consecuencia de los focos de calentamiento.

Por otro lado, las tolerancias establecidas en las normas de calidad en lo referente a contenido de humedad provoca que los productores mojen sus granos con tal de lograr un mayor pe

so. Lo anterior se traduce en un beneficio económico para el productor, pero a riesgo de que el grano se deteriore durante su almacenamiento.

Métodos para detectar la presencia de hongos durante el almacenamiento de los granos.

Cuando las causas del deterioro de los granos almacenados eran desconocidas, se pensaba que el grano tenía urgencia de calentarse, sin considerar donde o como se almacenaba.

Mientras se pensara que los incrementos en la respiración, en el valor de acidez de las grasas y en la temperatura eran debidos exclusivamente a las actividades fisiológicas inherentes a los granos, parecía que no había una forma racional para la prevención del daño.

Actualmente, es evidente que en ausencia de insectos y a veces en su presencia, los hongos son la causa principal del daño en granos almacenados, por lo que si un incremento de los hongos de almacén puede ser detectado antes que su desarrollo cause un daño apreciable, significaría que es posible prevenir la mayor parte del daño, Christensen y Kaufmann 1976 (15).

Los mismos autores mencionan que actualmente se cuenta con métodos que nos indican la presencia de los hongos en los granos almacenados y estos se clasifican en:

a) Métodos indirectos

Valor de acidez de las grasas. Trabajos realizados con

maíz por Zeleny y Coleman 1938 (48), demostraron que los incrementos en la acidez de las grasas de granos almacenados, es debido principalmente a los hongos y no a actividades propias de los granos. Si los incrementos en la población de hongos del almacén son acompañados por los incrementos de los valores de acidez de las grasas, la medición de esta característica debe ser una forma rápida y fácil de evaluar el aumento de los hongos del almacén.

Respiración. Christensen y Kaufmann 1976 (15), señalan que a través de la medición de la respiración en los volúmenes de granos almacenados, teóricamente debería ser un buen indicador de la actividad biológica. Sin embargo, si se mide la producción total de dióxido de carbono, uno no puede decir si la respiración es uniforme en todo el volumen de grano, o si en ciertas porciones los hongos y los insectos respiran rápidamente. Por otra parte, los hongos pueden estar creciendo tan despacio que no es detectable el aumento de la respiración.

Aparte de su posible valor teórico, no se conoce ningún caso de daño incipiente que haya sido detectado, durante el almacenamiento comercial de granos por medio de la respiración.

Temperatura. De acuerdo con Oxley 1948 (37), el grano moderadamente seco es un buen aislante, la baja conductividad termal de los granos indica que si se genera calor dentro de un volumen de grano, se disipará lentamente y por lo tanto puede acumularse con la formación eventual de zonas calientes. Si los insectos o los hongos están proliferando en el grano a

su punto óptimo, cada clase de insecto u hongo elevará su temperatura al máximo que puedan soportar, en el caso de los insectos, aproximadamente 40°C y en el de los hongos hasta 55°C.

Pant y Susheela 1977 (38), señalan que un incremento de la temperatura dentro de un volumen de grano, indica que los insectos o los hongos se están desarrollando. Los hongos como *Aspergillus restrictus* y *Aspergillus flavus* con un contenido de humedad de 14 a 15%, no respirarán lo suficientemente rápido para causar una elevación detectable de la temperatura, pero pueden causar una pérdida total del poder germinativo y un gran incremento de daño en el embrión.

Poder germinativo. Christensen y Kaufmann 1976 (15), mencionan que la reducción del poder germinativo, es uno de los indicadores más sensibles del daño incipiente, tan es así que la germinación puede declinar grandemente sin ninguna pérdida de la calidad industrial. Pero en granos almacenados durante varios meses o años, la pérdida del poder germinativo a través del tiempo, indica que algo anda mal, lo más probable es que los granos estén siendo invadidos lentamente por los hongos del almacén, y que estos pueden estar aumentando gradualmente hasta el punto donde su incremento puede ser repentino, rápido y desastroso.

b) Métodos directos

Examinación microscópica. Cuendent *et al* 1955 (13) indican que con ella se puede detectar en muchos granos la inva-

sión tempranera, antes de que el hongo cause suficiente daño ocasionando una reducción en la calidad. Cuando la invasión se haga visible al microscopio, el embrión estará débil o muerto y probablemente aún no esté ennegrecido. La coloración café se presenta después, cuando la invasión ha progresado hasta el punto del total deterioro.

Los hongos también se desarrollan en el exterior de los granos pero comúnmente son desprendidos cuando el grano es removido o transportado. En granos sin cavidad interna como el frijol, chícharo y soya, los primeros estados de invasión casi no pueden ser detectados por inspección al microscopio, lo cual puede realizarse cultivando los granos en un medio con agar.

Cultivo. López 1984 (31) menciona que un medio con agar es el método más común para detectar la presencia de los hongos en los granos, en el cual crecerán hasta revelar su presencia. Casi cualquier medio con agar es selectivo hasta cierto grado, ya que unos hongos crecerán y otros no, o algunos lo harán mucho más rápido que otros, de modo que enmascaran a los que crecen lentamente. Ya que los hongos del almacén crecen a contenidos de humedad en equilibrio con humedades relativas de aproximadamente 70 a 90%, ellos están creciendo sin la presencia de agua libre y en un ambiente de alta presión osmótica. Algunos de ellos, especialmente las especies de los grupos *Aspergillus restrictus* y *Aspergillus glaucus*, no solo soportan sino que requieren una alta presión osmótica para un buen desa

rollo, Del Prado y Christensen 1952 (20).

Control de hongos

Resulta de suma importancia hacer el almacenamiento de granos bajo condiciones de poca humedad para prevenir el ataque de hongos, ya que hasta la fecha no hay ningún método de control que logre eliminarlos una vez que estos han infectado a los granos.

Mediante ensayos efectuados con fungicidas y realizados por Mc. Callum 1983 (35), se ha demostrado que estos no ejercen una acción infalible sobre las especies de hongos que dañan a los granos almacenados y que por el contrario presentan peligros fitotóxicos y toxicológicos.

Según Ramayo 1983 (42), el método más usado para prevenir la invasión y desarrollo de los hongos de almacén en los granos almacenados, consiste en reducir su contenido de humedad y temperatura a niveles inferiores a su desarrollo, dejándolos a una humedad y temperatura límite conveniente que garantice su conservación por períodos cortos o largos de tiempo.

Estando los granos almacenados con una humedad y temperatura bajas, se logra un mejor control. La uniformidad de la humedad y de la temperatura, así como el calor generado por el desarrollo de los hongos fuente principal del calor, se elimina mediante la aereación o movimiento del aire natural a través del grano, o bien mediante la práctica de traspaleo o volteo del grano que puede ser manual o mecánicamente.

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS

A. Materiales y sitios de muestreo

Los materiales empleados en el presente trabajo se obtuvieron de cinco muestras de grano de sorgo comercial almacenado en igual número de localidades, representativas del estado de Jalisco, durante el período 1983-1984.

Los sitios de muestreo fueron los siguientes:

- Muestra 1 Bodegas rurales, Tototlán, Jalisco.
- Muestra 2 Bodegas PRONASE (Productora Nacional de Semillas), Briseñas, Mich.
- Muestra 3 Bodegas ALBAMEX (Alimentos Balanceados), Guadajajara, Jal.
- Muestra 4 Bodegas particulares, Atotonilco, Jal.
- Muestra 5 Bodegas CONASUPO (Cía. Nal. de Subsistencias Populares), Acatlán de Juárez, Jal.

Es en estos lugares donde se almacena el mayor volumen de grano de sorgo en la región, y cada muestra fue obtenida en forma aleatoria teniendo un peso de 100 gr cada una.

Tamaño de la muestra

De un total de 50 cajas de Petri, se colocaron 5 granos de sorgo en cada una de ellas, teniendo entonces diez repeticiones por cada muestra.

Medio de cultivo

El material que se utilizó en la preparación del medio de cultivo fue el siguiente:

INGREDIENTES	CANTIDAD
Papas enteras	250 gr
Dextrosa	20 "
Agar	20 "
Agua destilada	1000 ml

B. Métodos

Prueba de germinación

Previa a la identificación de los hongos en el laboratorio, se realizó una prueba de germinación con el objeto de conocer si hubo daño o no por patógenos en los granos, para ello, se obtuvieron de cada muestra 100 granos de sorgo almacenados y se realizaron dos repeticiones por cada muestra.

Aislamiento e identificación de los hongos

Para el aislamiento e identificación de los hongos patógenos localizados en las muestras, se utilizó el laboratorio de Fitopatología del CIMMYT*, ubicado en el Batán, México, durante el período del 6 al 17 de agosto de 1984, aplicándose la siguiente metodología adaptada de Betancourt 1983 (10):

* Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

- 1) Preparación del material y equipo de laboratorio.
- 2) Preparación del medio de cultivo PDA (Papas-Dextrosa-Agar).

La preparación de un medio sólido servirá para cultivar diversos hongos patógenos y mediante el aislamiento y posterior identificación conocer el tipo de patógenos existentes.

- 3) Técnica de laboratorio.

Se esterilizaron las cajas de Petri en estufa a 180°C por espacio de 2-3 horas. Se cortaron las papas en cuadritos y se cocieron en 500 ml de agua destilada. Aparte se calentaron 500 ml de agua hasta hervir, y se añadió el agar granulado mientras se meneó, reduciendo la flama ya que puede hacer espuma, cuando el agar se disolvió, se añadió la dextrosa y se combinó la infusión de papas y la solución dextrosa-agar haciendo 1000 ml.

Nota: La esterilización del agar se llevó a cabo en un autoclave durante 20 minutos a 15 lbs. de presión/pulg².

Se dejaron enfriar las cajas de Petri, y cuando el PDA aún estaba tibio y antes de que se coagulara, se agregaron 25 gotas de ácido láctico diluido para evitar contaminación por bacterias, después se hizo el vaciado en las cajas de Petri cerca de la flama de un mechero y dentro de la cámara de siembras y transferencias con rayos ultravioleta llamada microboid, agregando de 20 a 30 ml del medio dependiendo de la capacidad de éstas, y se dejaron reposar durante 24 horas.

Identificación directa de los hongos al microscopio

Después de aproximadamente 72 horas de reposo en el incubador a temperatura ambiental con luz controlada o cámara de luz, se observó el crecimiento de algunos hongos cultivados en el PDA y se procedió a la identificación de acuerdo a sus características morfológicas; para lograr lo anterior, se removió una porción del micelio del hongo con agujas de disección y se depositó en una gota de aceite de inmersión, Inmersión Soel 518C ó Cepar wood oil for Inmersión lenses, previamente colocada en un porta-objetos; después se colocó un cubre-objetos.

Se examinó al microscopio electrónico Zeiss West Germany, empleando los objetivos 40/0,65 y 100/1,25 acromático, así como el manual de Barnett y Hunter 1972 (8), para la identificación de hongos imperfectos.

Descripción de los insectos de almacén

La identificación y descripción de los insectos de almacén, se obtuvo comparando los insectos colectados en las muestras completamente al azar con las fuentes escritas sobre el tema, así como con algunos agricultores que fueron entrevistados.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

Pruebas de germinación

Los resultados de las pruebas de germinación mostraron que los granos de sorgo bajo condiciones de almacén son afectados en su poder germinativo por diversos patógenos e insectos, encontrándose una diferencia en la germinación de más de un 20% entre los granos almacenados de una manera rústica y los que emplean técnicas modernas durante su almacenamiento (ver Cuadro 4) del apéndice.

Se observó que los granos muestreados en almacenes rústicos presentan mayor grado de deterioro, quebrados y con impurezas en comparación con los granos de las bodegas particulares, debiéndose principalmente al ataque de insectos y hongos, así como a las condiciones y tiempo de almacenamiento.

Resultados similares a los de la presente investigación fueron encontrados por Christensen y Kaufmann 1976 (15), Jiménez 1972 (26), Barnes y Butler 1964 (7), Qasem y Christensen 1960 (41), cuando utilizaron diversos granos almacenados como el maíz, frijol, arroz, sorgo, trigo y cebada, como consecuencia del deterioro por insectos y hongos, así como de un manejo inadecuado de los granos en el almacén.

Aislamiento e identificación de los hongos en el laboratorio

La identificación de los hongos en laboratorio, demostró

que los hongos que se presentan con mayor frecuencia en los granos de sorgo durante su almacenamiento en el estado de Jalisco fueron: *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Phoma sp*, *Alternaria sp*, *Fusarium sp*, *Curvularia sp* y *Botrytis sp*, observándose sus porcentajes de aparición en el Cuadro 5 del apéndice. Estos géneros se presentan en las Figuras 7 al 13 del apéndice, ilustrándose las características morfológicas de cada patógeno.

Resultados similares fueron encontrados por Christensen y López 1962 (19) y 1963 (18), Saunder 1980 (44), Ogundero 1980 (36), Farnworth 1980 (21), Christensen y Kaufmann 1969 (16), al aislar con mayor frecuencia en granos de cosecha reciente a *Fusarium sp* y *Alternaria sp*; y en granos almacenados por períodos largos de tiempo se encontró varias especies de *Aspergillus* y de *Penicillium*, debiéndose principalmente a que son granos cosechados con un contenido de humedad elevado (15-18%). En ninguno de los casos se encontró *Phoma*, que en esta región es uno de los hongos que con mayor frecuencia aparece en los granos de sorgo. En contraste, el hongo que se presenta con mayor frecuencia en el campo es del género *Curvularia sp*. en el que se argumenta que su capacidad de infección es mayor dado que penetra por diferentes partes del grano y en floración, en esta investigación estas ventajas del hongo no son evidentes y por tanto su incidencia es similar a las de otros patógenos.

En conclusión, los granos de sorgo almacenados se ven mayormente afectados cuando el contenido de humedad de los granos y las condiciones del almacenamiento no son adecuadas, por

lo tanto, se subraya la importancia de seguir una metodología eficiente para el almacenamiento del producto.

Identificación de los hongos al microscopio

En las Figuras 7 al 13 , se presentan las características morfológicas de los patógenos que fueron identificados al microscopio, dado que no fue posible obtener fotografías de los cuerpos fructíferos de estos en el presente trabajo; se obtuvieron los resultados en base a las ilustraciones de la publicación de Barnett y Hunter (8), así como de las apreciaciones personales hechas en el laboratorio.

Descripción de los insectos de almacén

De acuerdo a varias publicaciones sobre el tema, los insectos constituyen las plagas que mayor pérdida ocasionan a los granos de sorgo almacenado y su infestación ocurre principalmente en el campo, transporte y bodega.

Los insectos más comúnmente encontrados infestando al grano de sorgo que se almacena en Jalisco fueron: Barrenador de los granos (*Prostephanus truncatus*, H.); gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae/zeamais*, L.); gorgojo de los graneros (*Sitophilus granarius*, L.); palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella*, O.); palomilla india (*Plodia interpunctella*, H.) y gorgojo castaño (*Tribolium castaneum*, H.)

Ramayo 1983 (42), anónimo 1981 (4), Schoenherr 1967 (45), Teetes *et al* 1983 (47), en estudios realizados en diversas bodegas de México y muchos otros países, encontraron éstos mismos tipos de insectos infestando al grano de sorgo almacenado.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

A través de los criterios tomados de diversos autores referentes a la identificación y control de plagas y enfermedades de almacén, y al observarse el trabajo efectuado en laboratorio, así como las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo se obtuvieron las siguientes conclusiones:

a) Se deduce a través de este estudio que las principales plagas que atacan y mayor daño ocasionan a los granos de sorgo almacenado en el estado de Jalisco son: Gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae/zeamais*, L.); Gorgojo de los graneros (*Sitophilus granarius*, L.); Palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella*, O.) y Barrenador de los granos (*Paestephanus truncatus*, H.); dentro de los insectos clasificados como primarios. Palomilla india (*Plodia interpunctella*, H.) y Gorgojo castaño (*Tribolium castaneum*, H.), como insectos secundarios.

Las enfermedades en los granos de sorgo almacenados, son producidas por hongos comunmente encontrados y que a continuación se mencionan: *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Alternaria* sp, *Fusarium* sp, *Phoma* sp, *Curvularia* sp y *Botrytis* sp.

b) Es posible que mediante la descripción de plagas e identificación de enfermedades, el agricultor tenga conocimiento de los hábitos y formas de incrementarse de los insectos y hongos que tanto daño ocasionan en los granos almacenados, y poder así

combatirlos de una manera efectiva, a través de las diversas alternativas de control que aquí se mencionan; tanto en la revisión de literatura, como en la recomendación metodológica que se presenta al final de este trabajo y en el apéndice.

La metodología recomendada para lograr un control eficiente de insectos y hongos que atacan a los granos almacenados, integra medidas de combate preventivos y curativos utilizados por instituciones oficiales y agricultores progresistas que a través de la aplicación de las mismas, han logrado aumentar la eficiencia en la conservación del producto en la región.



CAPITULO VI
RECOMENDACIONES

Recomendación metodológica para lograr un buen control de plagas y enfermedades en granos de sorgo almacenados, en el estado de Jalisco.

Las plagas y enfermedades siempre han afectado la producción y calidad de los granos durante su almacenamiento, por ello, se han desarrollado técnicas y métodos para poder emplear plaguicidas lo más eficazmente posible. Gracias a las investigaciones de éstos se han podido disminuir considerablemente las pérdidas ocasionadas por insectos y hongos.

Con la integración de medidas sanitarias se aumentan las posibilidades de lograr el control efectivo de las diversas plagas y enfermedades que atacan al grano de sorgo durante su almacenamiento.

De ahí que se recomienda la siguiente metodología, basada en diversas fuentes escritas, para mantener a los almacenes libres de plagas y enfermedades o conservar sus poblaciones a niveles que no produzcan daños económicos.

Para el desarrollo de esta metodología se ha clasificado en método preventivo y método curativo.

Método preventivo

Comprende una serie de medidas básicamente de limpieza con la finalidad de eliminar todo escondite que sirva de protección al insecto.

1. Se recomienda practicar un aseo minucioso en los locales que servirán de almacén, antes y después de ser usados para eliminar toda plaga escondida y residuos de cosechas anteriores que pudiera constituirse en un foco de infección para los nuevos productos que se almacenen.

Una vez aseado el local se deben rociar las paredes, el techo y el piso con una solución de insecticida de acción residual prolongada, con el fin de evitar la propagación de las plagas provenientes del exterior o bien las que pudieran venir en los mismos productos. Para este propósito se recomienda aplicar los insecticidas siguientes: Metoxicloro 50%, P.H. (Marlate), 0.5 kg por cada 10 litros de agua, para cubrir una superficie de 100 m^2 y utilizando boquilla tipo abanico 8004; también se puede aplicar Actellic 50% E., 0.5 litros disueltos en 15 a 50 litros de agua. De esta solución se deben usar 10 litros para cubrir una superficie de 100 m^2 , procurando hacer un tratamiento uniforme y completo de las paredes y pisos. O bien puede utilizarse Malatión 1000E (emulsión deodorizada) en dosis de 500 cc/100 litros de agua impregnando todo el local.

2. Los locales destinados para almacén, deben tener las paredes lisas, si es posible pintadas y de fácil ventilación con el fin de fumigar los productos allí almacenados, de ser necesario esta práctica.

3. Toda nueva remesa se debe revisar y en caso de estar

plagada, fumigarla antes de almacenarla junto al producto sa
no o ya fumigado.

4. No debe almacenarse el grano de sorgo con un conte-
nido de humedad superior al 12% y la humedad relativa no debe
de exceder del 70%. El grano almacenado con estos porcenta-
jes de humedad no corre riesgo de deterioro por hongos.

5. Mediante el secado y aereación se logra reducir el
contenido de humedad y temperatura en los granos almacenados
a niveles inferiores al desarrollo de los hongos y mantener
así la calidad del grano.

6. Antes del almacenamiento del grano de sorgo en la bo
dega ya sea a granel o encostalado, es necesario tratar el gra
no con insecticidas como Malatión 4% deodorizado, de 1 a 2 gra
mos por kilogramo (1 a 2 kg de insecticida por tonelada de gra
no), o Actellic 2% polvo de 1 a 2 gramos por kilogramo de gra
no.

7. Revisión periódica, por lo menos cada mes, de los gra
nos almacenados para detectar oportunamente la presencia de
plagas y proceder a fumigarlas de ser necesario.

Método curativo

Se realiza por medio de productos químicos denominados fu
migantes y para su utilización se requiere de la presencia de
insectos plaga en los granos almacenados.

8. Cuando a través de las revisiones periódicas se detecta la presencia de insectos en estado adulto infestando a los granos de sorgo almacenados, es recomendable aplicar cuanto antes el producto que más le convenga, presentándose varias alternativas en el Cuadro 6 del apéndice.

9. Evitar los tratamientos químicos si las condiciones climáticas no son favorables, como cuando llueve, hay vientos fuertes u otras situaciones que pueden interferir en las aplicaciones.

10. Seguir cuidadosamente las indicaciones que marcan las etiquetas de los envases, antes de hacer uso del producto para tener en cuenta forma de uso, categoría del insecticida y precauciones durante su manejo.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

1. Anónimo, 1983. Información agropecuaria y forestal. Subsecretaria de Agricultura y Operación. SARH. Dirección General de Economía Agrícola (DGEA) México.
2. Anónimo, 1982. Armazenamento e controle de plagas do Milho. Sembrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Brasília, Brasil. p. 13-14.
3. Anónimo, 1982. Semillas. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Edit. CECSA. Washington, D. C. 45-47 p.
4. Anónimo, 1981. Principales plagas de los granos almacenados. Dirección General de Sanidad Vegetal. SARH. México, D.F. p. 11-37.
5. Anónimo, 1980. Manual de granos y semillas. Centros Conasupo de Capacitación. CECONCA. México, D.F. p. 3-4.
6. Anónimo, 1984. Demographic yearbook. Statistical office of the united nation. Department of Economical and Social Affairs. New York. U.S.A.
7. Barnes, J.M. y W.H. Butler, 1964. Carcinogenetic activity of aflatoxin to rats. Nature. 202:1016.
8. Barnett H.L. y B.B. Hunter. 1972. Illustrated genera of Imperfect fungi burgess publishing company. Third edition. Minneapolis, Minnesota, U.S.A. p. 241.

9. Betancourt, V.A., 1980. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el estado de Jalisco. INIA. Tepatitlán, Jalisco. p. 25-30.
10. Betancourt, V.A., 1983. Notas del curso de fitopatología. Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Inédito.
11. Bixtler, F. y L.C. López, 1963. Estudios preliminares de aves sobre la toxicidad de los granos atacados por *Aspergillus flavus*. Técnica Pecuaria en México. No. 2.
12. Cremlyn R., 1982. Plaguicidas modernas y su acción bioquímica. Editorial Limusa. México, D.F. p. 37-52.
13. Cuendert, H.L., C.M. Christensen y W.F. Goddes, 1955. Grain storage studies 17: Effect of mold growth during temporary exposure of wheat to high moisture contents upon the development of germ damage and other indices of deterioration during subsequent storage. Cereal Chemistry. 31:270-285.
14. Champ, R.R. y C.E. Dyte, 1977. FAO global survey of pesticide susceptibility of stored grain pest. FAO Plant Protection Bulletin 25(2): 49-67.
15. Christensen, C.M. y H. Kaufmann, 1976. Contaminación por hongos en granos almacenados. Editorial Pax. Mexico 1, D.F. p. 132-149.
16. Christensen, C.M. y H. Kaufmann, 1969. Grain storage, the role of fungi in quality loss. Rev. Phytopath

University of Minnesota. Minneapolis, Minnesota.

3: 60-84.

17. Christensen, C. y H. Kaufmann, 1965. Deterioration of stored grain by fungi. Minneapolis, University of Minnesota. Rev. Phitopath. 3: 60-84.
18. Christensen, C. y L. López, 1963. Pathology of stored seeds. Proc. Int. Seed Test. Ass. 28: 701-711.
19. Christensen, C. y L. López, 1962. Daños que causan en México los hongos de granos almacenados. Folleto Técnico No. 44. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D.F.
20. Del Prado, F.A. y C.M. Christensen, 1952. Grain storage studies 12: The fungus flora of stored rice seed. Cereal Chemistry 29: p. 456-462.
21. Farnworth, E.R., 1980. Analysis of corn seeds sor fungi and mycotoxins. Canadian Journal Plant. Sci. 60: 727-733.
22. Funder Sigurd, 1968. Practical Mycology. Manual for identification of fungi. 2nd. Ed. Hafner Publishing Company Inc. 146 p.
23. Gil, G., 1970. Tratamiento de costales con insecticidas. Almacenes Nacionales de Depósito. Folleto Técnico. S.N. México.
24. Hall, C. W., 1971. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. Roma, FAO.

25. Henderson, L.S. y C. M. Christensen, 1961. Postharvest control of insects and fungi. In. USDA Yearbook of Agriculture. Government Printing Office, Washington, D. C. p. 348-356.
26. Jiménez, R.F., 1972. El almacenaje hermético como método de control en plagas de granos almacenados. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. p. 1-3.
27. Karper, R. E., 1946. Possibilities for industrial uses of grain sorghum. Chemurgic reprint series 40 (from the chemurgic digest, february, 1946).
28. Karper, R. E., J.R. Quinby y N.W. Kramer, 1951. New varieties of sorghum. Texas Agricultural Experimental Station Progress. Report. 1367.
29. Krohne, H. y D. Lindgren, 1958. Susceptibility of life stages of *Sitophilus oryzae* to various fumigates. J. Econ. Entomol. 51 (1): 157-158.
30. Lindblad C. y L. Druben, 1976. Small farm grain storage. Appropriate technologies for development. Program & Training Journal No. 2 . p. 11-64.
31. López Aceves, G. F., 1984. Manejo de hongos fitopatógenos. Depto. de Enseñanza e Investigación en Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, Méx. p. 13-130.
32. Martín, J. H. y J.C. Stephens, 1941. The culture an use of sorghum for forage. U.S. Department of Agriculture Farmers. Bulletin 1844.

33. Martín, J.H., J.S. Cole y A.T. Semple, 1936. Growing and feeding grain sorghums. U.S. Dept. Agr. Farmers. Bul. 1764.
34. Martínez, C.J., 1982. Evaluación de sorgos por calidad de granos, resistencia a enfermedades y adaptabilidad en el Municipio de Ocotlán, Jal. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Tesis Profesional 798, Fitotecnia. P. 5-11.
35. Mc Callum, D. J., 1983. ICI plant protection division, fernhurst. Haslemere surrey, England. p.240-245.
36. Ogundero, U. W., 1980. Fungal flora of poultry feeds. micología Vol. 72. p. 200-202.
37. Oxley, T.A., 1948. The scientific principles of grain storage. Northern Publishing Co. Liverpool, England.
38. Pant, K. C. y T. P. Susheela, 1977. Effect of storage and insect infestation and nutritive value of grain sorghum. Journal of the science of food and agriculture 28(11) : 963-970.
39. Papavizas, G.C. y C.M. Christensen, 1960. Grain storage studies 29 effect of invasion by individual species and mixtures of species of *Aspergillus* upon germination and development of discolored germs in wheat. Cereal Chemistry 37: 197-203.
40. Pitner, J.B., J.L. Lazo de la Vega y N. Sánchez. 1955. El cultivo del sorgo. SAG. México, D.F. Folleto No. 15.

41. Qasem, S.A. y C.M. Christensen, 1960. Influence of various factors an the deterioration of stored corn fungi. *Phytopathology* 50: 703-709.
42. Ramayo, R.L., 1983. Tecnología de granos. Depto. de Industrias Agrícolas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 67-72.
43. Salcedo Campos, M.S., 1982. Aislamiento y clasificación de hongos en alimentos para pollo de engorda en el área metropolitana de Guadalajara. Tesis Profesional. Facultad de Veterinaria, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.
44. Saunder, D.B., 1980. Fungal growth, aflatoxin and moisture equilibration in mixture sof wet and dry corn. *Phytopathology*. Vol. 70 No. 6 p. 516-521.
45. Schoenherr, W. H., 1967. Insect pests of the food industry lau hoff grain company danville, Illinois. Biological Control Department. p. 1-6.
46. Strong, R.G. y D.E. Sburg, 1960. Influence of grain moisture and storage temperature on the effectiveness of malathion as a grain protectant. *Jour. of Econ.* 53: 341-349.
47. Teetes, G.L., K.V. Seshu, K. Leuschner, y L.R. House. 1983. Sorghum insect identification handbook. Information bulletin No. 12 Patancheru, A.P. India : International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. p. 107-121.

48. Zeleny, L. y D. A. Coleman, 1938. Acidity in cereals and cereal products, its determination and significance. Cereal Chemistry. USDA 15. p. 580-595.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Cuadro 1. Mínimo contenido de humedad requerido en los granos para el desarrollo de las especies de hongos *Aspergillus* y *Penicillium*.

Especie	Humedad (%)
<i>A. restrictus</i>	13.0 menos
<i>A. ruber</i>	13.5 - 14.0
<i>A. repens</i>	13.5 - 14.0
<i>A. ochraceus</i>	15.0 - 15.5
<i>A. candidus</i>	15.0 - 15.5
<i>A. flavus</i>	17.0 - 18.5
<i>Penicillium</i> sp	15.0 - 17.0

Fuente: Christensen, Clyde. Storage of cereal grains and their products. Volume II (revised). St. Paul: American Association of cereal Chemists, Inc. 1974.

Cuadro 2. Valores aproximados de la temperatura en granos almacenados para desarrollo de hongos del almacén.

Especie	Temperatura °C		
	Mínima	Óptima	Máxima
<i>A. restrictus</i>	5-10	30-35	40-45
<i>A. glaucus</i>	0- 5	30-35	40-45
<i>A. candidus</i>	10-15	45-50	50-55
<i>A. flavus</i>	10-15	40-45	45-50
<i>Penicillium</i>	5- 0	20-25	35-40

Fuente: Christensen, Clyde, Storage of cereal grains and their products. Volume II (revised). St. Paul: American Association of cereal Chemists, Inc. 1974.

Cuadro 3. Efecto de la humedad y tiempo en la germinación de cebada almacenada con 16.3% de humedad y el progreso de la invasión por hongos.

Tiempo de almacenamiento (meses)	Germinación %	% de granos infestados con:	
		Hongos de almacén	Hongos de campo
1	86	30	100
2	71	92	22
3	50	100	0

Fuente: Campo Agrícola Experimental "El Horno", Chapinígo, Méx. 1959.



Cuadro 4. Porcentaje de germinación de sorgos comerciales almacenados en cinco sitios del estado de Jalisco. 1984.

No. de muestra y localidad	% de germinación		Promedio de germinación (%) ^{a/}
	Rep. 1	Rep. 2	
1. Tototlán (Rural)	55	59	57
2. Briseñas (PRONASE)	89	83	86
3. Guadalajara (ALBAMEX)	88	82	85
4. Atotonilco (Particular)	91	97	94
5. Acatlán de Juárez (CONA SUPO)	85	85	85

^{a/} Obtenido de dos repeticiones en base a 100 granos de sorgo.

Cuadro 5. Frecuencia medida en base al número de cajas de Petri infectadas con géneros de hongos colectados en sorgos comerciales almacenados en cinco localidades de Jalisco. 1984.

No. de muestra y localidad	No. de cajas de Petri infectadas ^{a/}						
	<i>Phoma</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Curvularia</i> sp.	<i>Botrytis</i> sp.
1. Tototlán (Rural)	4	2	2	7	1	1	0
2. Briseñas (PRONASE)	0	0	0	2	9	0	0
3. Guadalajara (ALBAMEX)	3	0	4	2	0	0	0
4. Atotonilco (Particular)	2	1	0	6	1	0	0
5. Acatlán de Juárez (CONASUPO)	0	0	1	7	0	1	1
\bar{x} general ^{b/}	9	3	7	24	11	2	1
Porcentaje estimado del total	18	6	14	48	22	4	2

^{a/} 10 cajas por localidad

^{b/} 50 cajas en cinco localidades

Se presenta una alternativa para el control de insectos, debiéndose escoger la más conveniente, de acuerdo a la plaga presente, al tipo de almacén, disposición económica y comercial del producto. Se indica la dosis por m^3 de ingrediente activo por aplicar, dándose en algunos casos la mínima y la máxima, esto, generalmente de acuerdo con la temperatura reinante de la localidad y la forma de aplicación de estos productos, a menos que se indique otra cosa en las instrucciones de aplicación de cada producto, en cuyo caso se tendrá mayor éxito.

Cuadro 6. Productos utilizados para el combate de insectos en granos almacenados^{a/}

Tipo de almacenaje e insecto	Insecticida	Dosis/ m^3 de ingrediente activo a menos que se indique otra cosa.	Instrucciones de aplicación	Precauciones
ENCOSTAJADO Gorgojo del arroz (<i>Sitophilus oryzae/zeamais</i> , L.) Gorgojo de los graneros (<i>Sitophilus granarius</i> , L.) Palomilla de los cereales (<i>Sitotroga cerealella</i> , O.) Palomilla india (<i>Plodia interpunctella</i> , H.)	Fosforo de Hidrógeno o de Aluminio (Gas)	45 tabletas en 28.32 m^3	En lonas impermeables, coloque las tabletas en charolas en las esquinas de la pila. <u>Exposición</u> Días Temperatura. 5 12.2°C-15°C 4 15.5°C-20°C 3 20.5°C ó más	Los fumigantes deben ser aplicados por operadores experimentados.
	Bromuro de Metilo (GAS)	64-96 gr	Aplíquese en el espacio por fumigar. La dosis menor se aplica arriba de 15.5°C y la mayor a menos de 15.5°C.	Ventile después de haber fumigado con Bromuro de Metilo.

a/ Adaptado de diversas fuentes (4), (12) y (23).



Cont. Cuadro 6

Tipo de almacenaje e insecto	Insecticida	Dosis/m ³ de ingrediente activo a menos que se indique otra cosa.	Instrucciones de aplicación	Precauciones
En cariones fletados o vagones de trocas. Gorgojos de los granos, barrenador, palomillas de los cereales y de la india	Bromuro de Metilo (GAS)	64-96 g	Recirculación del fumigante. Arriba de 21°C se aplicará la dosis menor y la mayor abajo de 21°C.	Los fumigantes deben ser aplicados sólo por operadores experimentados. Ventile después de fumigar.
A GRANEL Almacenaje extendido. Gorgojos de los granos, barrenador, palomillas de los cereales y de la india.	Fosfuro de Aluminio (GAS)	3 tabletas/ton 6 9 tabletas/ 3.520 m ³ .	Distribución del fumigante por gravedad. Exposición Días Temperatura 5 12.2°C-15°C 4 15.5°C-20°C 3 20.5°C ó más	No circule Fosfuro de Aluminio.
	Bromuro de Metilo (GAS).	64-80 g	Distribución forzada del fumigante. Recirculación cerrada o de un solo paso. Arriba de 15.5°C se aplicará la dosis menor y la mayor abajo de 15.5°C.	Ventile después de fumigar con Bromuro de Metilo.

Cont. Cuadro 6

Tipo de almacenaje	Insecticida	Dosis de ingrediente activo	Tiempo de exposición
A granel encostalado	Bromuro Metilo	20-30 g/m ³ 15-20 g/m ³	60 - 72 hrs 48 - 72 hrs
A granel encostalado	Phostoxin o Delicias	3-4 tabletas/ton. 2-3 tabletas/ton.	60 - 72 hrs 48 - 72 hrs
A granel	Fosforo de Hidrogeno o de Aluminio	80-30 g/m ³ 6 sea 3-4 tab/ton	60 - 72 hrs
Encostalado		15-20 g/m ³ 6 sea 2-3 tab/ton	48 - 72 hrs



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS
DE LOS DIFERENTES GENEROS DE HONGOS
DESARROLLADAS EN MEDIOS DE CULTIVO

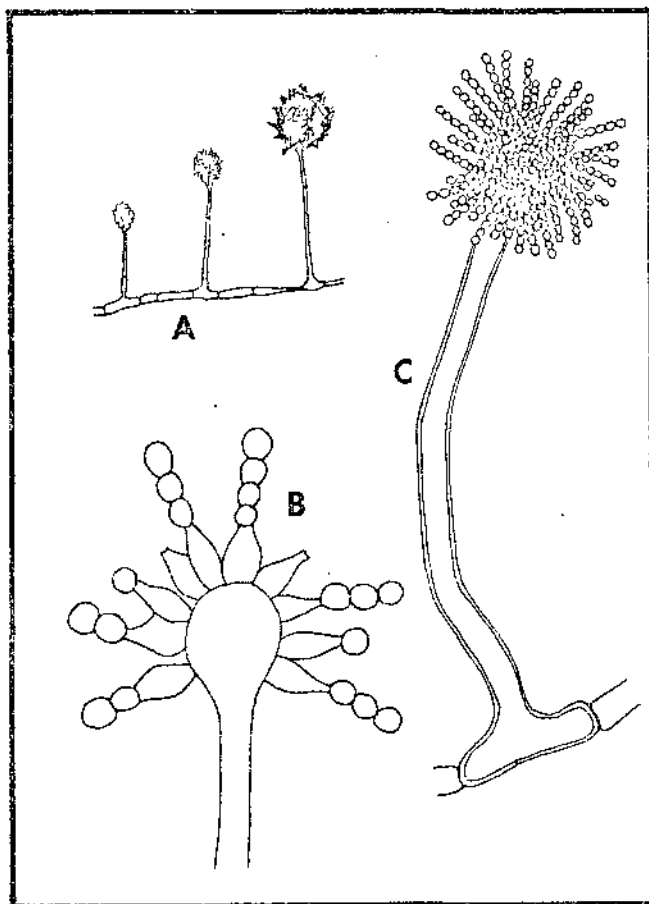
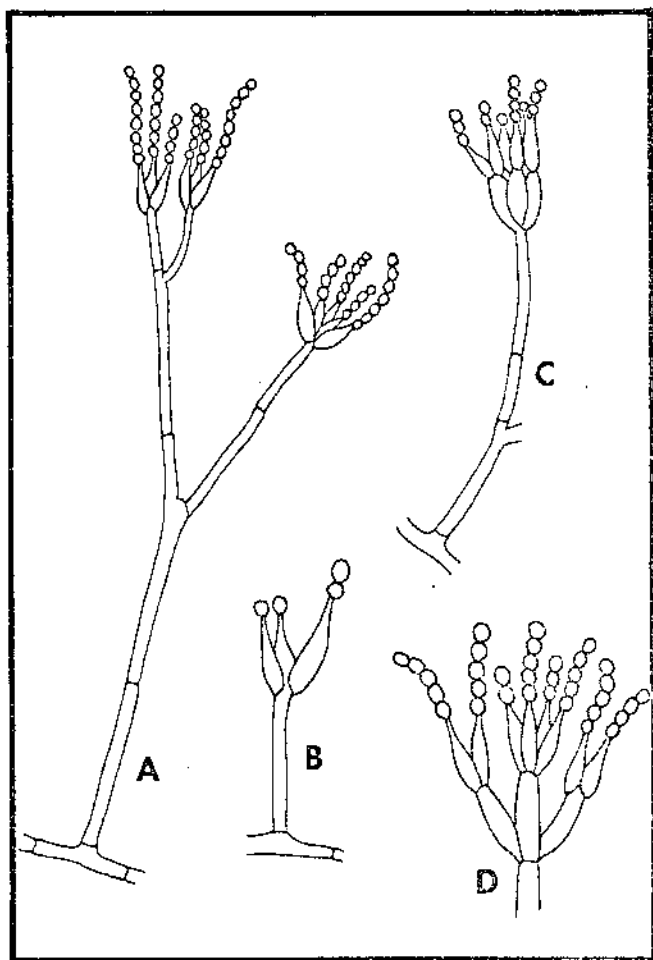


Figura 7. *Aspergillus* sp. (A) HABITO DE CRECIMIENTO, (B y C)
CONIDIOFOROS CON CABEZAS CONIDIALES



Figuro B. *Penicillium* sp. (A, B y C) TIPOS DE CONIDIOFOROS,
(D) RAMIFICACIONES, FIALIDES Y CADENAS DE CONIDIOS

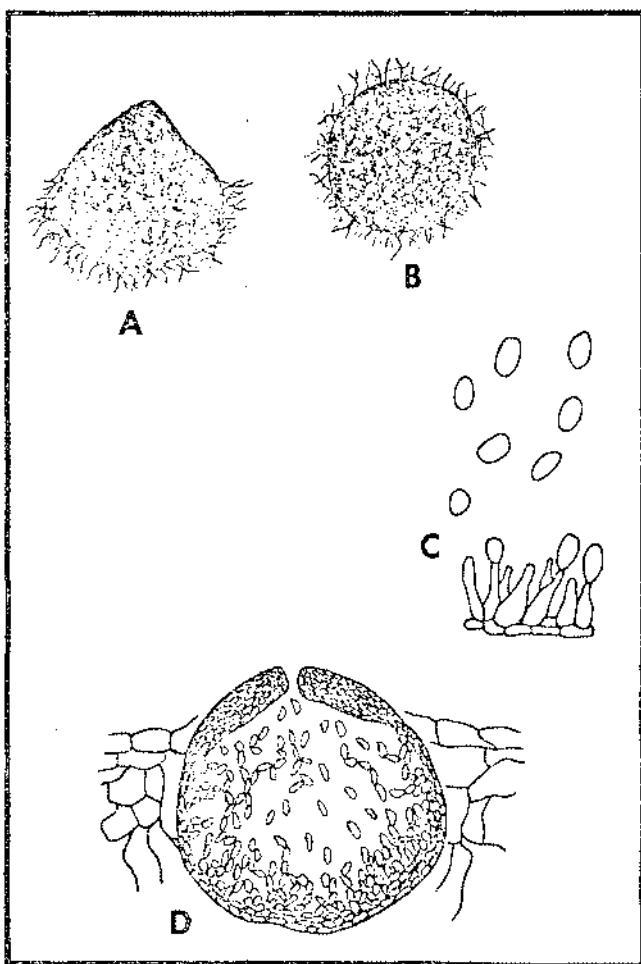


Figura 9. *Phoma* sp. (A) VISTA LATERAL DE UN PICNIDIO, (B) VISTA SUPERIOR DE UN PICNIDIO, (C y D) SECCION TRANSVERSAL DE UN PICNIDIO MOSTRANDO CONIDIOFOROS Y CONIDIOS

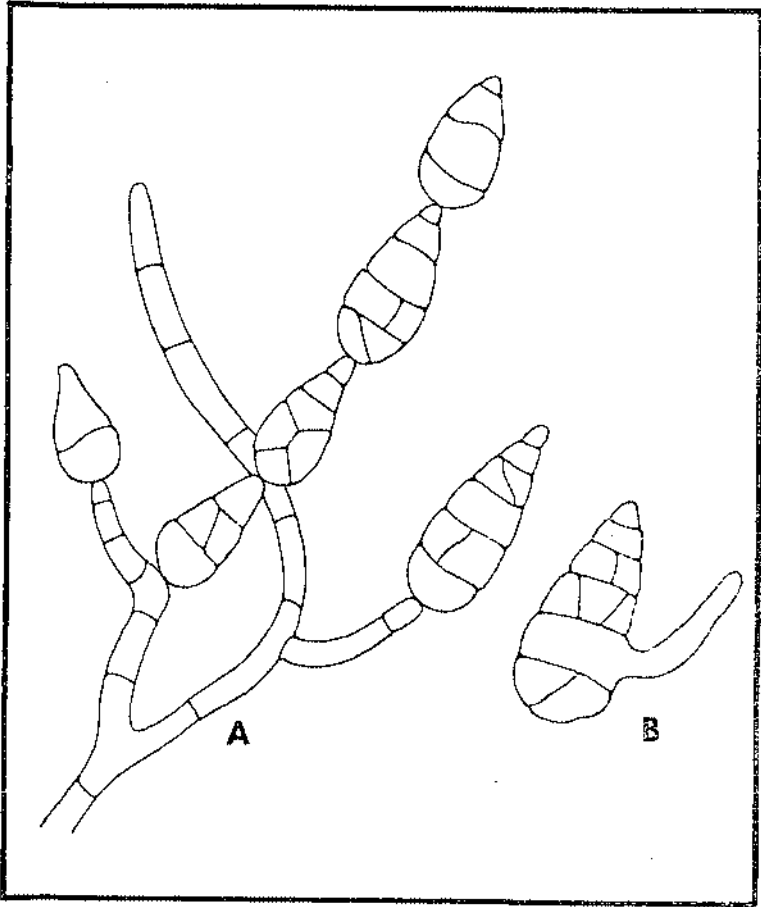


Figura 10. *Alternaria* sp. (A) CONIDIOFORO Y CADENA DE CONIDIOS,
(B) CONIDIO GERMINANDO

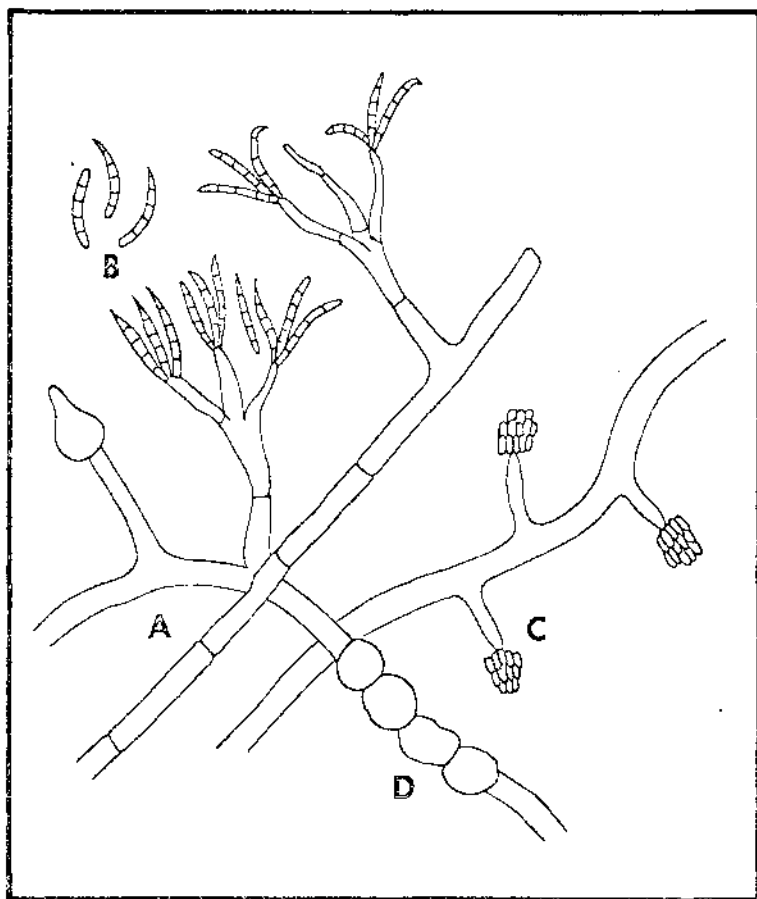


Figura II. *Fusarium* sp. (A) HIFA CON CONIDIOFOROS, (B) MACROCONIDIOS, (C) MICROCONIDIOS, (D) CLAMIDOSPORAS

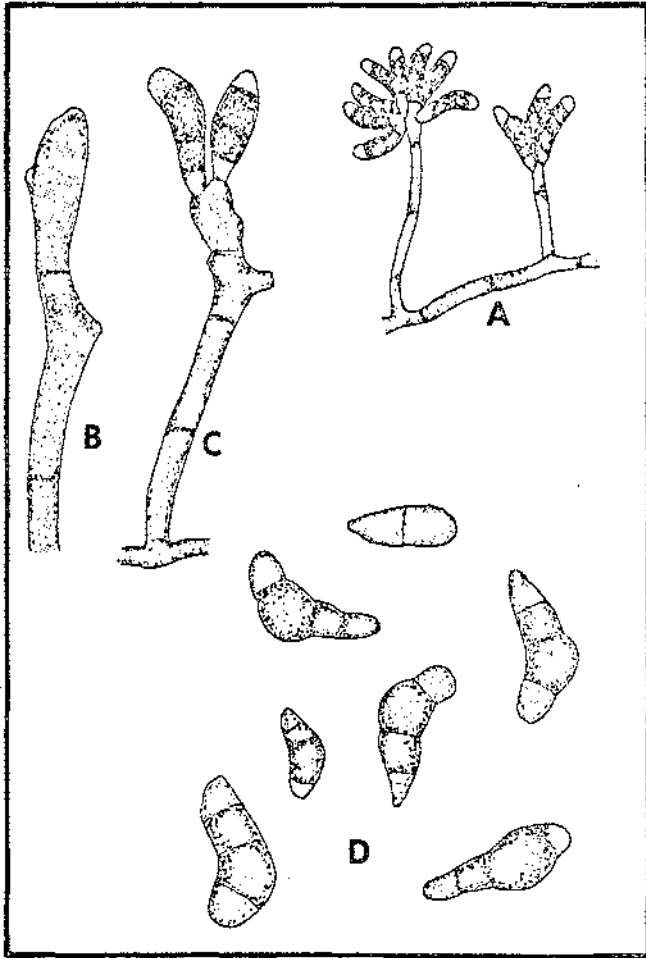


Figura 12. *Curvularia* sp. (A, B y C) CONIDIOFOROS Y CONIDIOS
(D) CONIDIOS

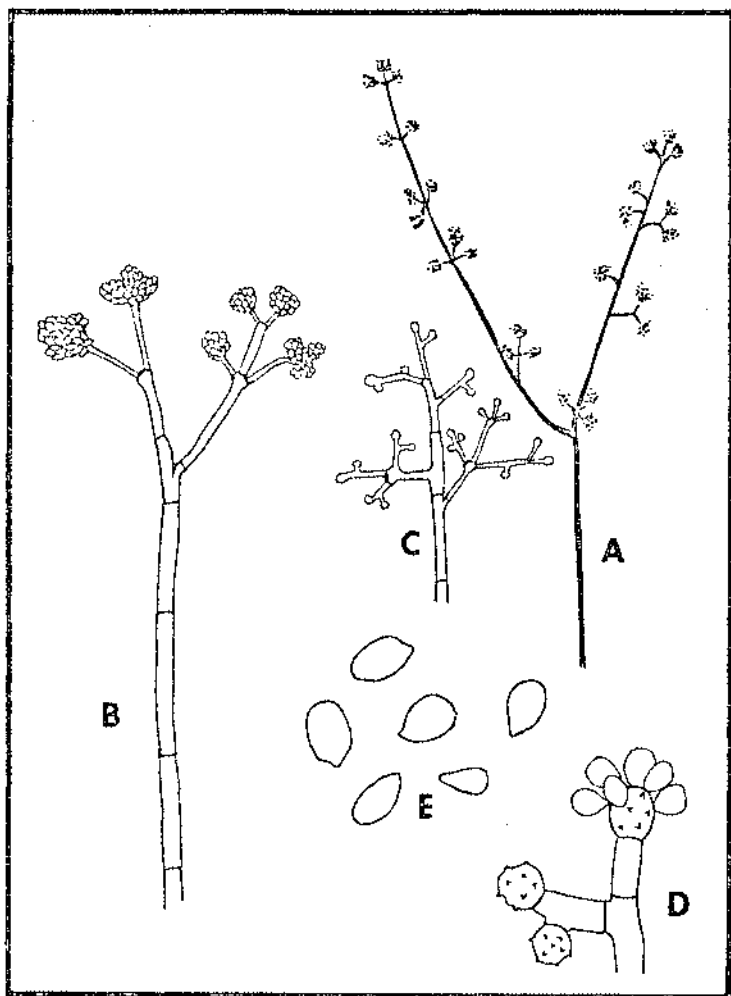


Figura 13. *Botrytis* sp. (A, B) CONIDIOFOROS Y CONIDIOS, (C, D) PARTES SUPERIORES DE LOS CONIDIOFOROS MOSTRANDO EXTREMIDADES DILATADAS, (E) CONIDIOS