



OFICINA EN COLOMBIA

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA - IICA  
INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA

PONENCIAS, RESULTADOS Y RECOMENDACIONES DE EVENTOS TECNICOS No. 351

# RECONOCIMIENTO Y MANEJO DE PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN PRODUCTOS ALMACENADOS

CONFERENCIAS

*Bogotá — Colombia*  
*1.984*

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA - IICA  
OFICINA EN COLOMBIA

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA

PONENCIAS, RESULTADOS Y RECOMENDACIONES DE EVENTOS TÉCNICOS No. 351

✓  
RECONOCIMIENTO Y MANEJO DE PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN  
PRODUCTOS ALMACENADOS

(CONFERENCIAS)

RAMÓN MONTOYA HENAO  
EDITOR

BOGOTÁ, COLOMBIA  
1984

## CONTENIDO

Página

### LA FITOSANIDAD EN LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS ALMACENADOS Ramón Montoya H.

#### Introducción

A. Crecimiento Poblacional y Alimentación . . . . .	1
B. El sector Agrícola en los Países Andinos . . . . .	2
C. El Problema Fitosanitario y las Pérdidas en los Productos Alimenticios . . . . .	2
Literatura Consultada . . . . .	4
Cuadro No. 1 - Grupo Andino: Contribución del Sector Agropecuario al Producto Interno Bruto, 1960 - 1980 (Porcentajes). . . . .	5
Cuadro No. 2 - Grupo Andino: Índices de la Producción de Alimentos por Habitante 1971 - 1980 (Índice base 1969 - 71 = 100) . . . . .	5
Cuadro No. 3 - Grupo Andino: Consumo per cápita de algunos Productos Agropecuarios en 1980 (Kgr/persona/año) . . . . .	5
Cuadro No. 4 - Grupo Andino: Importaciones per cápita de cereales 1978-1980 (Kgr/persona/año) . . . . .	6
Cuadro No. 5 - Comparativo de la capacidad de almacenamiento en los países del Grupo Andino relacionada con la producción de granos . . . . .	7
Figura 1 - Incremento de la Población Mundial . . . . .	8
Figura 2 - Incremento en la Producción de Alimentos y Población . . . . .	9
Figura 3 - Producción de Alimentos . . . . .	10
Figura 4 - Proceso de Producción de Alimentos. Incidencia y acción de la Sanidad Vegetal . . . . .	11

EFFECTOS DE HONGOS EN GRANOS ALMACENADOS - Elkin Bustamante R.

A.	Importancia de los Hongos en Almacenamiento . . . . .	12
B.	Acción de los Hongos de Campo y Almacenamiento en Granos y Semillas . . . . .	12
C.	Ecología de los Hongos de Almacenamiento . . . . .	13
Cuadro No. 1	- Hongos de Almacén, de trigo colectivo en varios lugares, desde el campo hasta el silo; los granos fueron sembrados en malta-sal-agar, sin desinfección superficial . . . . .	14
Figura 1	- Condiciones de humedad relativa y temperatura importantes para el desarrollo de diferentes especies de hongos. El código corresponde a los siguientes organismos: a. <u>Aspergillus candidus</u> , b. <u>A. flavus</u> , c. <u>A. fumigatus</u> , d. <u>A. tamaritii</u> , e. <u>A. niger</u> , f. <u>A. glaucus</u> (incluye a <u>A. restrictus</u> ), g. <u>A. terreus</u> , h. <u>Penicillium</u> , i. <u>P. martensii</u> , j. <u>Cladosporium</u> spp., l. <u>Sporendone-ma</u> sp. . . . .	15
Cuadro No. 2	- Porcentaje del contenido de humedad, en base húmeda, de varios granos y semillas, en equilibrio con humedades relativas de 65 a 85 por ciento, a una temperatura de 20°- 25°C. . . . .	16
D.	Problemas Generados por Hongos en Almacenamiento . . . . .	18
E.	Micotoxinas . . . . .	19
Cuadro No. 3	- Material vegetal y alimentos susceptibles a la contaminación natural con aflatoxinas. . . . .	20
Cuadro No. 4	- Información general sobre las principales micotoxinas, agentes productores sustrato natural, especies afectadas y acción tóxica . . . . .	21
	Literatura Consultada . . . . .	22



	Página
PLAGAS EN GRANOS ALMACENADOS - Adolfo León Trochez P.	
Introducción .....	23
Clase de Insectos .....	24
CLAVE PARA ALGUNOS COLEOPTEROS ENCONTRADOS EN GRANOS ALMACENADOS - Adolfo León Trochez P.	
CLASIFICACION DE LOS PRINCIPALES HONGOS PRESENTES EN SEMILLAS ALMACENADAS - José Roberto Jurado N.	
A. Los Chytridiomycetos . . . . .	57
B. Los Plasmodiophoromycetos . . . . .	57
C. Los Oomycetos . . . . .	58
RECONOCIMIENTO FITOSANITARIO EN GRANOS ALMACENADOS Miguel Benavides	
A. Prevencion . . . . .	71
B. Niveles de Infestación . . . . .	71
C. Registro de los Resultados . . . . .	75
RECOLECCION, ENVIO DE MUESTRAS Y MONTAJE DE INSECTOS Guillermo Augusto Carreño Herrán	
Introducción	
A. Recolección . . . . .	76
B. Métodos para matar Insectos . . . . .	78
C. Métodos para Colectar Insectos en Masa . . . . .	80
D. Formas de Manejar y Enviar Insectos Colectados . . . . .	80
E. Montaje de Insectos . . . . .	82
F. Etiquetas para el Insecto Montado . . . . .	84
Literatura Consultada . . . . .	85

EL ACONDICIONAMIENTO DE LOS GRANOS - José Annuar Soto

A. El contenido de Impurezas . . . . .	86
B. Determinación del Contenido de Impurezas . . . . .	87
C. Peso Aproximado de los distintos Granos y cantidad de Granos en un Gramo . . . . .	89
D. El Contenido de Humedad en los Granos. . . . .	89
Tabla 1 - Porcentaje de Humedad Final y Porcentaje de Impurezas Inicial . . . . .	95

PROGRAMAS DE FUMIGACION

A. Fumigación a la Presión atmosférica y en vacío para combatir las Plagas que Infestan los Productos Vegetales Envasados . . . . .	96
B. Fumigación de Fábricas, Locales Vacíos y Almacenes de Tabaco . . . . .	108
C. Fumigación de Semillas . . . . .	111
Cuadro No. 1 - Humedad (porcentaje) - Producto concentración x tiempo (mg/1/horas) . . . . .	113
Cuadro No. 2 - Humedad (porcentaje) - Producto concentración x tiempo (mg/1/horas). . . . .	113
Cuadro No. 3 - Período de exposición, 16 a 24 horas . . . . .	114
Cuadro No. 4 - Residuos de bromuros Inorgánicos en ciertos productos alimenticios crudos y fumigados con bromuro de metilo a la presión atmosférica . . . . .	115
D. Fumigantes Locales para Fábricas . . . . .	116
E. Efectos Perjudiciales sobre Materiales Diversos . . . . .	117
F. Detección de Vapores . . . . .	119
Cuadro No. 5 - Reacciones coloreadas aproximadas de las lámparas detectoras de fugas de haluros . . . . .	119
G. Cuidado y Funcionamiento de las Lámparas . . . . .	120

	Página
H. Tubos Detectores . . . . .	120
I. Determinación de los Lugares de Fumigación . . . . .	120
J. Determinaciones en el Laboratorio . . . . .	121
K. Aplicación . . . . .	122
L. Precauciones . . . . .	124
Cuadro No. 6 - Tiempo máximo que se sugiere debe emplearse un filtro en las fumigaciones con bromuro de metilo (filtros del tipo empleado para vapo- res orgánicos . . . . .	125
M. Primeros Auxilios . . . . .	126
APLICACION DE INSECTICIDAS Y FUMIGANTES EN GRANOS ALMA- CENADOS - Germán Espinosa González	
Introducción	
A. Fuentes de Infestación . . . . .	128
B. Labores Previas . . . . .	129
C. Aplicación de Insecticidas . . . . .	129
D. Concentrados Emulsionables . . . . .	129
E. Productos Nebulizables . . . . .	131
F. Polvos Dispersables y Mojables . . . . .	132
G. Mezcla Directa con los Granos . . . . .	132
H. Insecticidas de Uso Preventivo . . . . .	132
I. Tratamiento Curativo . . . . .	135
J. Fumigantes . . . . .	136
K. Factores que Afectan el Uso de los Fumigantes . . . . .	136
L. Factor Concentración por Tiempo . . . . .	137
M. Principales Fumigantes de Granos Almacenados . . . . .	139

	Página
N. Equipos de Seguridad . . . . .	142
O. Medidas de Seguridad Cuando se Trabaja con Fumigantes . . .	142
P. Empleo de Carpas de Fumigación . . . . .	142
ROEDORES Y AVES PLAGAS EN GRANOS ALMACENADOS	
Danilo Valencia G.	
A. Generalidades . . . . .	144
B. Especies Involucradas . . . . .	144
C. Cálculo de la Población de Roedores . . . . .	145
D. Control . . . . .	145
Literatura Consultada . . . . .	148
ALERTA CON LAS RATAS - Jairo Gallego S.	
A. Controlemos las Ratas . . . . .	151
Literatura Consultada . . . . .	159
CONCEPTOS Y PROCEDIMIENTOS GENERALES SOBRE FUMIGACION	
Homero R. Mora Medina	
A. Principios Generales sobre los Gases . . . . .	160
B. Objetivo de una Fumigación . . . . .	162
C. Características de un Buen Fumigante . . . . .	162
D. Estructuras para Fumigación . . . . .	163
E. Fumigación Bajo Carpas . . . . .	163
F. Requerimientos y Acciones . . . . .	167
CONCEPTOS SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN PRODUCTOS AL-	
MACENADOS - Jaime A. Jiménez G.	
Introducción	
A. Consideraciones Ecológicas . . . . .	172

	Página
B. Plagas que Atacan los Productos Almacenados . . . . .	173
Figura 1 - Elementos necesarios para que se de la condición de daño o ataque a un producto determinado y sus características . . . . .	174
C. Problemas Presentados en el Control de Plagas en Almacenamiento . . . . .	179
D. El Concepto del Nivel de Daño Económico . . . . .	181
Figura 2 - Límites físicos aproximados de las actividades de agentes biológicos que descomponen alimentos almacenados . . . . .	182
E. Inspección y Muestreo . . . . .	182
Figura 3 - Diferencias en el concepto de nivel de daño económico en condiciones de campo abierto y almacenamiento . . . . .	184
Tabla No. 1 - Inspección General de Edificios o Vehículos (E) . .	185
F. Formas de Control Utilizadas en Granos Almacenados . . . . .	187
Figura 4 - Dispositivos para atrapar insectos plagas en productos almacenados . . . . .	188
Tabla No. 2 - Inspección Cuantitativa . . . . .	189
Tabla No. 3 - Los niveles tentativos de infestación por insectos y la necesidad de una acción remediadora . . . .	190
Tabla No. 4 - Hoja de Registro de Inspección . . . . .	191
G. Aplicación del Principio de Manejo Integrado de Plagas en Productos Almacenados . . . . .	194
Conclusiones . . . . .	196

#### LEGISLACION AGRONOMICA SOBRE PLAGUICIDAS

Pablo E. Claviño N.

#### Introducción

A. Reseña Histórica . . . . .	197
B. Reglamentación General . . . . .	198

	Página
C. Normas sobre Plaguicidas Agrícola . . . . .	203
D. Control Oficial y Sanciones . . . . .	223
Literatura Consultada . . . . .	225
EL GORGOJO KHAPRA ( <i>Trogoderma granarium</i> Eyerts)	
PLAGAS EXOTICAS EN PRODUCTOS ALMACENADOS - Homero R. Mora M.	
A. Importancia Económica . . . . .	226
B. Clasificación . . . . .	226
C. Ciclo de Vida, Apariencia y Hábitos . . . . .	226
D. Indicios de una Infestación . . . . .	228
E. Diseminación . . . . .	228
F. Métodos de Control . . . . .	228
Literatura Consultada . . . . .	230
Programa para la Fumigación de Mercancías contra el Gorgojo Khapra . . . . .	231
EVALUACIÓN TOXICOLOGICA Y RESIDUALIDAD DE ALGUNOS PLA- GUICIDAS EN PRODUCTOS ALMACENADOS - Ruby Londoño Uribe	
Introducción	
A. Límites Máximos de Resíduos (LMR) . . . . .	233
B. El concepto de Ingestión Diaria Aceptable y su Aplicación a los Plaguicidas . . . . .	235
C. Aceptación de los L.M.R. . . . .	238
D. Fumigación en Alimentos Almacenados . . . . .	239
Cuadro No. 1 - Informe Segunda Reunión Conjunta FAO/OMS . .	242
Literatura Consultada . . . . .	246

EL PROBLEMA DE LAS MICOTOXINAS EN PRODUCTOS ALMACENADOS  
Leda Beatríz Mendoza S.

A.	Aflatoxinas . . . . .	248
B.	Zearalenone . . . . .	250
C.	Ochratoxinas . . . . .	251
D.	Los Tricotecenos . . . . .	251
	Literatura Consultada . . . . .	253

EVALUACION DE PERDIDAS EN PRODUCTOS ALMACENADOS  
Ramiro Gómez Quiroga

Introducción

A.	Importancia de la Evaluación de Pérdidas . . . . .	256
B.	Naturaleza de las Pérdidas . . . . .	257
C.	Metodología de Evaluación . . . . .	257
Figura 1	- El Sistema, para Evaluar Pérdidas en Productos Almacenados . . . . .	258
Figura 2	- Importancia de las Condiciones de Temperatura y Humedad Relativa en el Desarrollo de Plagas de Productos Almacenados . . . . .	259
Figura 3	- Importancia de las Condiciones de Temperatura y Humedad Relativa en el Desarrollo de Hongos de los Productos Almacenados . . . . .	260
Tabla 1	- Máximo Contenido de Humedad Permisible para el Almacenamiento seguro de diversos Productos Básicos (Contenido de humedad en Equilibrio con una Humedad Relativa del 70%, a aproximadamente 27°C.)	261
D.	Conclusiones . . . . .	263
	Literatura Consultada . . . . .	264

## PRESENTACION

Las pérdidas de post-cosecha en productos agropecuarios constituyen un problema de gran importancia debido a los altos volúmenes que se deterioran en los canales comerciales por deficientes condiciones de almacenamiento, transporte y manipulación, las cuales facilitan la acción indeseable de insectos roedores, hongos y bacterias. Se considera que a nivel mundial el porcentaje de pérdidas sobrepasa el 15% en peso, y en algunos países de Latinoamérica estos porcentajes son mucho mayores.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), con la finalidad de promover programas de prevención y manejo de problemas fitosanitarios de productos en almacenamiento, vienen desarrollando actividades de capacitación a nivel nacional. Uno de los propósitos explícitos y centrales de la capacitación desarrollada, es el de estimular a nivel de las diferentes regiones, el desarrollo de estudios de reconocimiento y evaluación de pérdidas, así como la formulación y ejecución de proyectos necesarios para llevar a cabo acciones de prevención y control.

Hasta la fecha se han llevado a cabo dos Cursos de Capacitación sobre el Manejo de las Plagas y Enfermedades de los Productos Almacenados, en los cuales se ha contado con la participación de profesionales de universidades, federaciones, agremiaciones y entidades de Gobierno relacionadas y vinculadas al sector agropecuario.

Como resultado de estos eventos, se ha elaborado la presente publicación que contiene las conferencias dictadas por los especialistas en las diferentes áreas temáticas que fueron tratadas,

Ramón Montoya Henao  
Especialista en Sanidad Vegetal



## L. FITOSANIDAD EN LOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS ALMACENADOS

Ramón Montoya H.\*

### Introducción.

Este artículo es el resumen de la conferencia de apertura del primer curso Internacional de Reconocimientos de Problemas Fitosanitarios en Granos Almacenados, realizado en Santa Marta - Colombia entre los días 13 -19 de noviembre de 1983. Por lo tanto, el tema control, persigue motivar a los participantes sobre los diferentes tópicos específicos que comprende el programa horario, y que serán abordados por especialistas en las materias seleccionadas; en este sentido la exposición tiene dos objetivos.

En primer lugar, mostrar la importancia económica y social del problema de alimentación a nivel mundial y en el área Andina, en atención a la participación de Técnicos de Colombia, Perú y Venezuela, países que son objeto de apoyo del programa de Sanidad Vegetal del IICA.

En segundo término, se procurará resaltar el papel y la responsabilidad que le corresponde a las dependencias de investigación y de Sanidad Vegetal para que a través de una acción interdisciplinaria e institucional, se le de atención a los problemas de prevención, control, manejo y evaluación de las pérdidas causadas por las plagas (hongos, insectos, ácaros y roedores) en los productos alimenticios, bajo condiciones de Post-cosecha y de almacenamiento, con el fin de contribuir a incrementar la disponibilidad de alimentos y a mejorar la calidad y seguridad nutricional.

### A. Crecimiento Poblacional y Alimentación

Desde su origen el hombre ha tenido como preocupación asegurar sus necesidades alimentarias como una condición inseparable de su propia existencia. Puede afirmarse que todas las actividades del hombre, de los Gobiernos, los Científicos y Tratadistas, giran en torno a solucionar el problema alimenticio, como etapa primaria para alcanzar otras satisfacciones, bienestar y esperanzas de vida. Por ello, los economistas justifican todo programa y planificación con base en esas dos variables, crecimiento poblacional y alimentación. Inclusive, la historia moderna, se ha llegado a dividir en etapas de pesimismo y optimismo para la humanidad, atendiendo a los fríos pronósticos de Malthus en el siglo pasado, que momentáneamente fueron

---

\* Especialistas en Sanidad Vegetal del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

aliviados por los resultados positivos de la Revolución Verde de los años 65 - 75 pero que nuevamente han sumido en la incertidumbre a los más pesimistas que pronostican hacia el año 2000 una duplicación de la actual población mundial (4.400 millones) y un déficit alimentario por el ritmo apreciablemente menor de crecimiento de la producción agrícola con relación al incremento de la población, especialmente en los países del tercer mundo, o en vía de desarrollo. La Figura 1, indica el crecimiento de la población a nivel mundial y su duplicación entre 1925 al pasar de 2000 a 4000 millones de habitantes. Por su parte, las Figuras 2 y 3, comparan lo que ocurre en los países desarrollados en cuanto a crecimiento de la población y disponibilidad de alimentos, en comparación con los países en desarrollo /1 .

No puede dejar de llamar la atención el panorama sombrío que espera a los países del tercer mundo, cuando se llega a afirmar, que en la actualidad de los 4.400 millones de habitantes, mil millones pasan hambre.

Con optimismo hay que confiar que próximamente gracias a la ingeniería genética, se crearán nuevas fuentes de alimentos y se podrán cultivar millones de hectáreas con cultivos gigantes y resistentes a las heladas, la sequía y a las plagas y enfermedades.

#### B. El sector Agrícola en los países Andinos

Los Cuadros 1, 2, 3, 4 y 5, muestran la participación del sector agrícola en el contexto de la economía de los países andinos, los índices de producción de alimentos per capita, el consumo, las importaciones de cereales y la capacidad de almacenamiento de granos en los mismos cinco países. No puede dejar de advertir la depresión que ha tenido el sector en todos los países del área, por desestímulo de los gobiernos y problemas naturales incontrolables, con las graves consecuencias de una dependencia cada vez mayor de las importaciones de terceros países, hacia los cuales migra gran cantidad de divisas que podrían evitarse, dando mayor producción, empleo y bienestar. Todo esto sucede en países que la historia y las condiciones climáticas, los reconocen como ideales y tradicionalmente agrícolas /3.

#### C. El Problema Fitosanitario y las pérdidas en los Productos Alimenticios

Al visualizar el proceso de producción de alimentos dentro de un sistema de producción, distribución y utilización, y si consideramos además las diferentes operaciones a las que son sometidos los productos y cosechas desde el momento en que alcanzan la madurez fisiológica en el campo, hasta el punto del consumo directo o de su utilización en la elaboración de alimentos o en procesos de molinería y agroindustria, observamos la importancia de los problemas fitosanitarios como factores de deterioro y pérdida, las interacciones de los agentes causales con los productos, el clima y el papel que le corresponde a la Sanidad Vegetal para reducir la incidencia. prevenir y controlar los daños y la oportunidad de su acción interdisciplinaria para llegar a obtener y conservar los productos en óptimas condiciones de sanidad y calidad nutritiva.

La Figura 4, indica las diferentes etapas del proceso de producción, la oportunidad y el efecto que causan las plagas en cada una de ellas y permite apreciar el campo de acción de la Sanidad Vegetal, desde la siembra en el campo hasta completar el proceso cosecha, almacenamiento, exportación y consumo /2 .

La importancia de evitar las pérdidas en los productos alimenticios es reforzada por algunos estudios de organismos internacionales que afirman que el problema alimenticio, a nivel mundial podría solucionarse si se redujera las pérdidas y se alcanzara una distribución de los suministros entre los países, dentro de los países, dentro de las comunidades y aún dentro de las familias.

Al observar la Figura 4, tenemos que reconocer que hasta el momento, la investigación y los programas fitosanitarios, se han concentrado esencialmente en la etapa de la producción, y sin que se haya obtenido una estructura institucional y desarrollado una metodología integral de control sanitario, no puede dejarse de advertir la urgencia de dedicar recursos para atender el problema de los granos almacenados.

En esta etapa, de almacenamiento, se requiere la introducción de programas, estrategias y metodologías de evaluación de pérdidas y de control de plagas, a lo largo de las diferentes operaciones por las cuales pasan los productos: la recolección, el transporte, el recibo en las áreas rurales y plantas de adecuación y mercado, la limpieza y secamiento, y finalmente la comercialización y el consumo. En cada una de estas etapas intermedias es claro el papel que le corresponde a la Sanidad Vegetal y a la investigación, pues debemos reconocer que ha habido más preocupación por incrementar la producción que por reducir las pérdidas y es en este aspecto donde se obtienen éxitos más sorprendentes, rápidos y duraderos, para solucionar el problema alimentario.

## LITERARURA CONSULTADA

1. AMEZQUIZA, R. y LA GRA , J. A methological approach to identifying and reducing postharvest Food losses. IICA. Miscel. Public. No.219 Sto. Domingo. D. Republic. 1979
2. HARRIS, K, L. y LINDBLAD, G. J. Postharvest Grain Loss Assessment Methods. AID inpress. N. York, 1979.
3. RAMIREZ, A. Conferencia de inauguración. Curso sobre tecnología de Almacenamiento de Granos. CIAT. JUNAC. Cali - Colombia, 1982,

Cuadro No. 1

GRUPO ANDINO: Contribución del Sector Agropecuario al Producto Interno Bruto, 1960 - 1980. (Porcentajes).

País	1961/70	1971/75	1976	1977	1978	1979	1980
Bolivia	20,5	18,0	17,1	16,0	15,9	15,9	16,1
Colombia	28,2	25,1	24,6	24,0	24,0	23,8	23,4
Ecuador	35,0	25,8	23,4	22,3	21,3	20,6	20,2
Perú	16,7	14,2	12,9	12,8	12,9	12,9	11,6
Venezuela	77,0	6,6	5,8	5,9	6,1	6,2	6,6

Fuente: BID.

Cuadro No. 2

GRUPO ANDINO: Indices de la Producción de Alimentos por Habitante. 1971 - 1980 (índice base 1969 - 71 = 100)

País	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Bolivia	98	98	103	105	113	116	107	104	103	99
Colombia	101	103	103	107	113	110	109	120	122	128
Ecuador	99	100	100	102	110	108	118	117	116	123
Perú	102	98	96	100	97	99	94	82	79	73
Venezuela	100	97	99	103	109	103	116	116	119	116

Fuente: USDA

Cuadro No. 3

PACTO ANDINO: Consumo per capita de algunos Productos Agropecuarios en 1980 (Kgr/ persona/ año)

País	Arroz	Maíz	Soya
Bolivia	9.10	58.71	7.90
Colombia	41.97	38.74	5.74
Ecuador	47.12	29.05	4.99
Perú	38.24	51.51	0.74
Venezuela	44.50	106.72	2.95
Total Grupo Andino	39.65	56.17	4.04

Fuente: Cálculos del IDEMA con base en los Anuarios FAO de Producción y de Comercio de los años 1978 - 1980 y Celade, boletín No.25, año XIII, Enero de 1980.

Cuadro No. 4

GRUPO ANDINO: Importaciones per capita de cereales 1978- 1980 (Kgr/ persona/ año)			
País	1978	1979	1980
Colombia	25.41	30.95	31.18
Bolivia	53.53	29.73	66.24
Ecuador	34.43	30.45	46.12
Perú	60.47	66.44	93.36
Venezuela	156.07	146.95	171.86
Total Grupo Andino	64.74	64.18	80.86
Otros países de América Latina			
Brasil	49.30	56.74	55.40
Chile	116.56	99.49	140.89
México	56.15	69.17	134.49

Fuente: Para importaciones: FAO, Anuarios de Comercio Exterior 1978-1980  
para población: Celade, boletín No. 25, Año XIII, Santiago de Chile, Enero de 1980.

Cuadro No. 5

Comparativo de la capacidad de almacenamiento en los países del Grupo Andino relacionada con la producción de granos.

Países	(1.978)		
	Capacidad de almacenam.	Producción granos <u>1</u>	Relación almac. Por prod. (%)
	000 tons.	000 tons.	
Colombia	2,032	2.996	68
Venezuela	1,376	1.708	81
Perú	999	1.001	99.8
Bolivia	34	348	10
Ecuador	165	553	30
Total	4.606	6.606	69.7

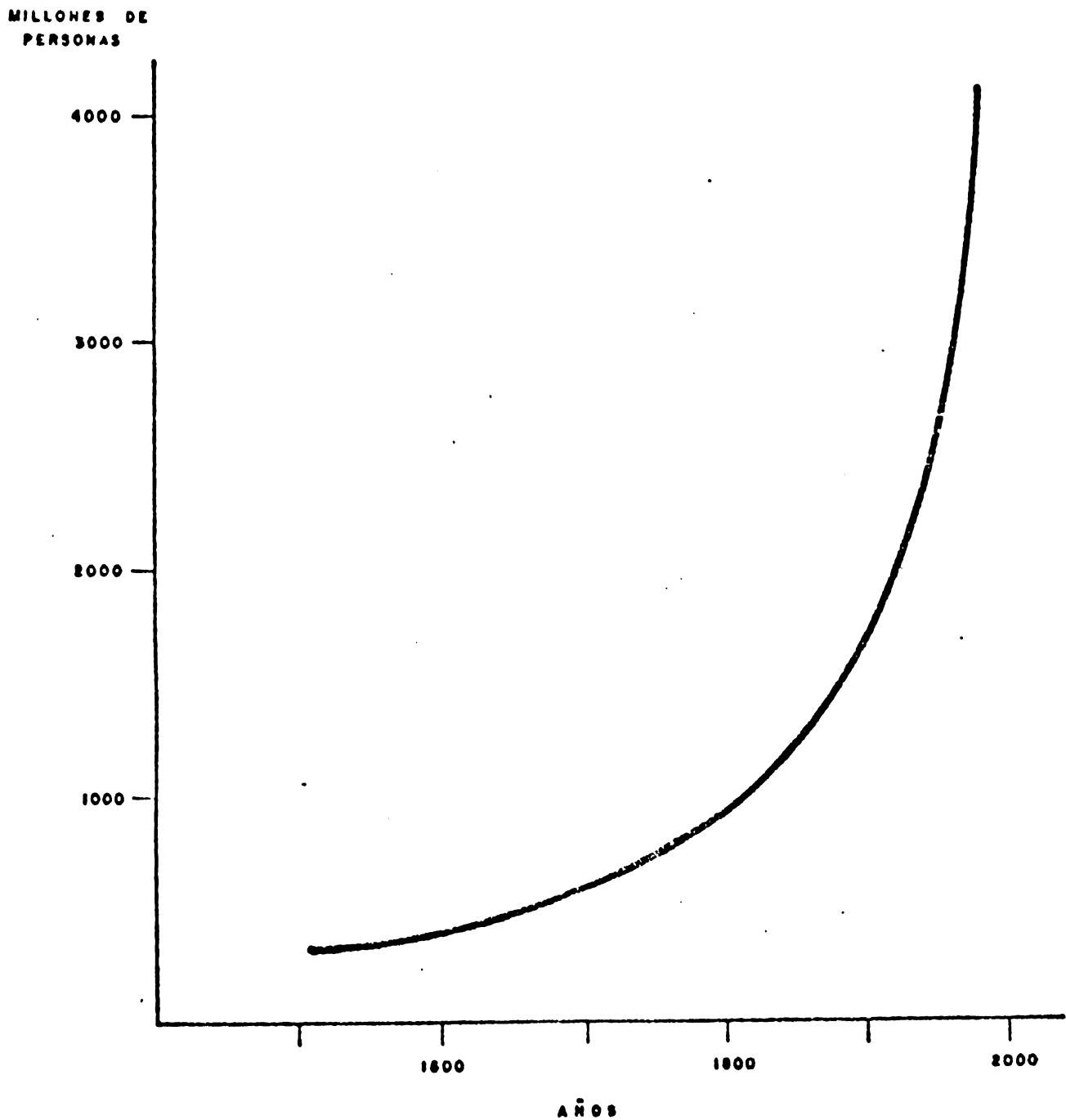
1/ Incluye: arroz, trigo, sorgo, maíz.

Fuente: Minagricultura "Capacidad instalada de almacenamiento y secamiento en bodegas y silos 1977". Incluye capacidad del sector oficial y la de los Almacenes Generales de Depósito.

Fuente: Junta Acuerdo de Cartagena. Estudio de infraestructura de Comercialización Agropecuaria para granos y oleaginosas en la sub-región Andina, Agosto 1981.

Informe final capítulo 2 p.p. II. I a III. 16.

**FIGURA 1 : INCREMENTO DE LA POBLACION MUNDIAL**

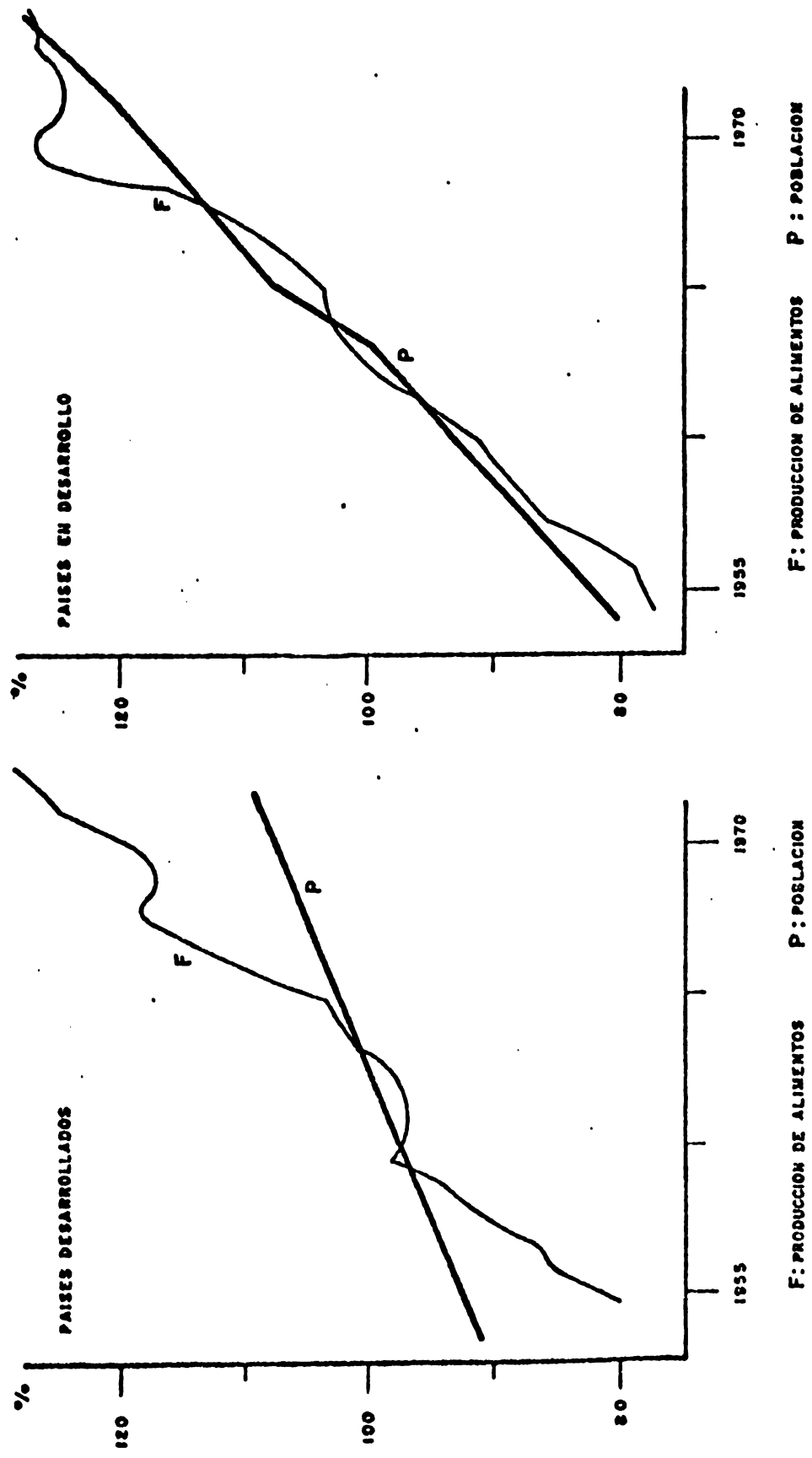


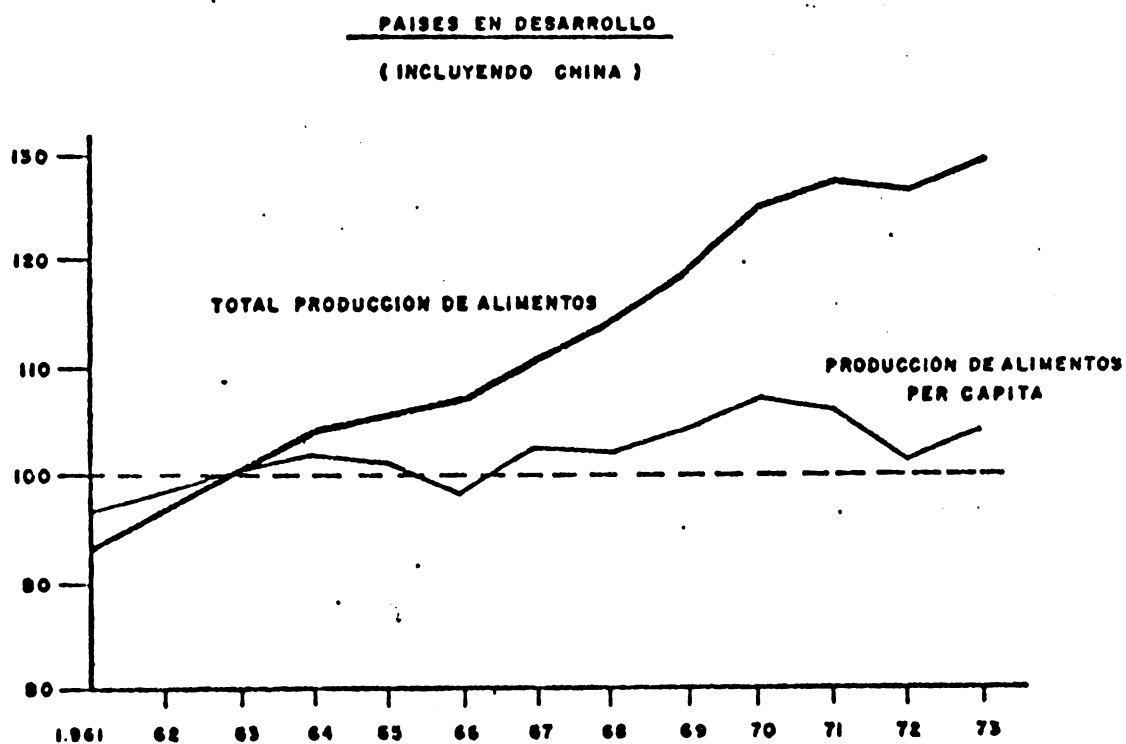
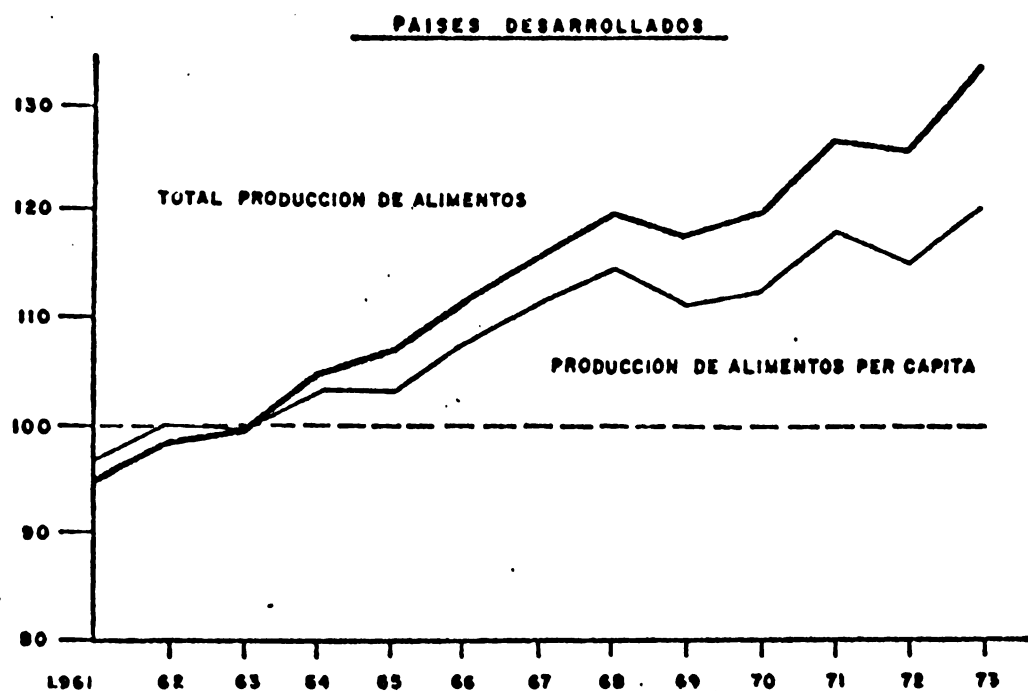
FUENTE : TECH. FORECASTING ; MEYER, 1979



FIGURA 2: INCREMENTO EN LA PRODUCCION DE ALIMENTOS Y POBLACION

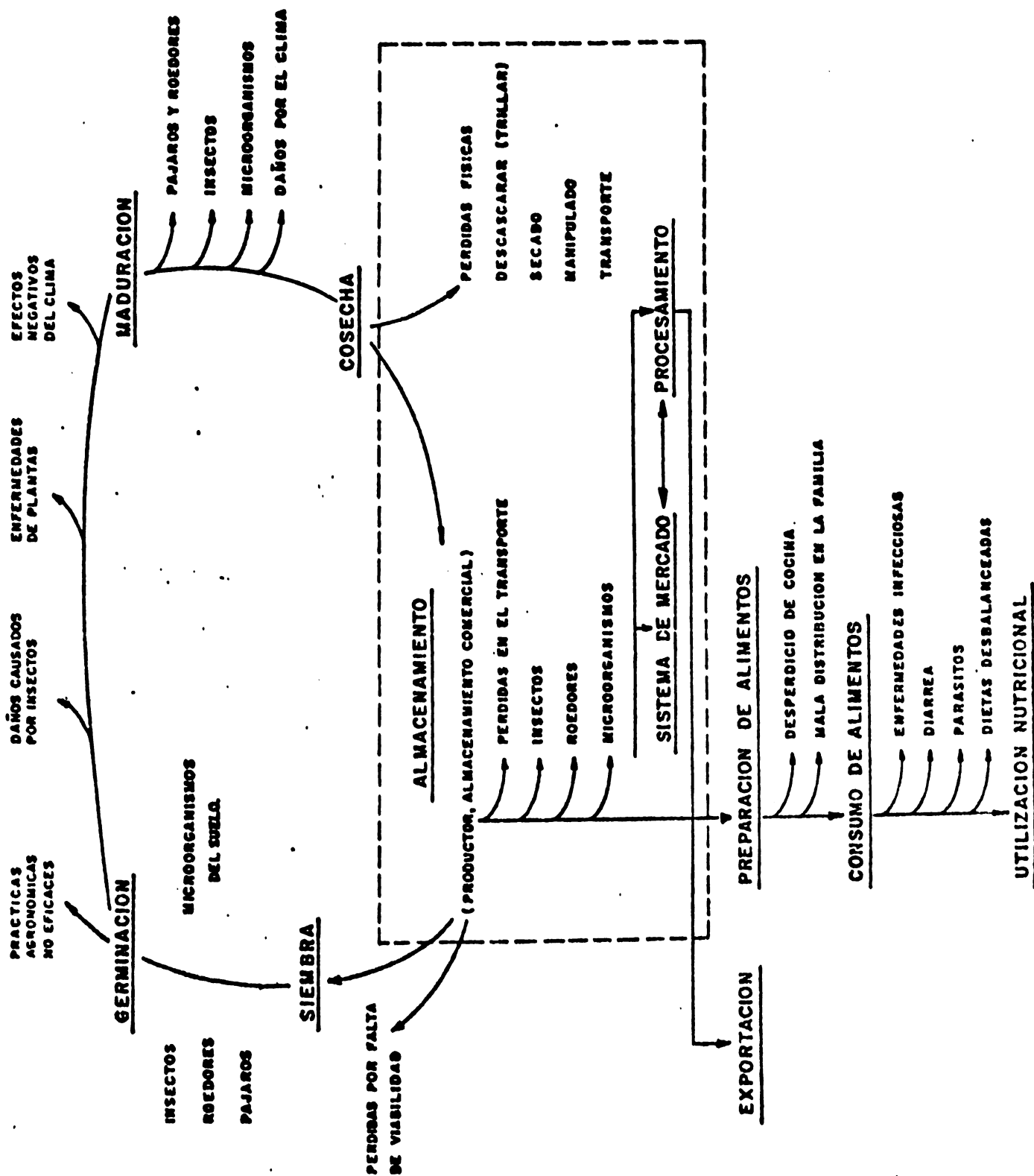
(% OF 1961 - 1963)



**FIGURA 3: PRODUCCION DE ALIMENTOS**

FUENTE : FAO 1.974 (28)

**FIGURA 4: PROCESO DE PRODUCCION DE ALIMENTOS. INCIDENCIA Y ACCION DE LA SANIDAD VEGETAL**



## EFFECTOS DE HONGOS EN GRANOS ALMACENADOS

Elkin Bustamante R.\*

### A. Importancia de los Hongos en Almacenamiento

Estadísticas de FAO indican que las pérdidas por acción de los hongos e insectos puede variar del 6 al 45%, dependiendo de las condiciones de cultivo, cosecha e infraestructura de secado y almacenamiento. Los sistemas de transporte y empaque también influyen en las pérdidas por deterioro debido a hongo, especialmente Aspergillus spp y Penicillium spp.

Los efectos que pueden presentarse por acción de estos hongos, de acuerdo a Christensen y Kaufmann(1976), son los siguientes: (1) disminución en el poder germinativo; (2) ennegrecimiento de las semillas y granos, especialmente los embriones; (3) calentamiento y putrefacción; (4) cambios bioquímicos; (5) producción de toxinas, que pueden causar enfermedades al hombre y animales domésticos; (6) pérdida de peso.

Las pérdidas causadas por hongos de almacenamiento son comunes en semillas de maíz, aún aquellas tratadas con fungicidas, también se observa en productos vegetales transportados en buques o almacenados en bodegas que no ofrecen garantías en el control de humedad y temperatura.

En el presente artículo se incluirán algunos conceptos e información general sobre las características de los hongos de almacenamiento en relación a los organismos patógenos de campo, contenido de humedad en relación a la presencia y desarrollo de los hongos de almacenamiento así como su influencia en el incremento de calentamiento, respiración, la germinación, aumento de la acidez de las grasas y producción de toxinas.

### B. Acción de los Hongos de Campo y Almacenamiento en Granos y Semillas

El ataque de hongos a los granos bajo condiciones de campo o de almacenamiento depende de las condiciones ambientales favorables a cada grupo, especialmente humedad relativa.

Los hongos que invaden granos de cereales antes de la cosecha son: Alternaria, Cladosporium, Diplodia, Helminthosporium y Fusarium y pueden obtenerse en medio de cultivo de semillas, desinfectadas en su superficie con hipoclorito de sodio.

Una vez los granos de maíz, arroz, cebada, maíz o trigo, son secados y llevados a condiciones de almacenamiento, el porcentaje de los hongos de campo empieza a disminuir y se detecta la presencia de diferentes especies de Aspergillus y Penicillium, las cuales si el contenido de humedad de los granos es superior a 13.5% pueden prosperar y producir efectos negativos sobre la calidad del grano.

---

\* I.A.Ph.D.- Sanidad Vegetal, ICA, Bogotá.

Existen algunas excepciones en el grupo de hongos de campo que pueden llegar a presentarse bajo condiciones de campo, tal es el caso de algunas especies de Penicillium que atacan maíz y producen la enfermedad conocida como "ojo verde". En el caso de Fusarium monilliforme en maíz el hongo causa daños al embrión de la semilla o puede mantenerse en estado latente en la semilla para renovar su actividad sistémica una vez se reinicie el ciclo de la planta.

Varios autores (Tuite y Christensen, 1957; Qasem y Christensen 1958; Tuite, 1961) demostraron que la presencia de hongos de almacenamiento es muy baja en materiales como trigo, maíz y sorgo listo para la cosecha o que habían permanecido sin cosechar en condiciones de alta humedad.

Información acumulada por Christensen y Kaufmann(1976) (Cuadro 1) para trigo indica que este cultivo presenta un porcentaje muy bajo de hongos de almacen y la gran mayoría de granos están libres de contaminación superficial. Esta información guarda relación con los muestreos de esporas llevadas por el aire en áreas de cultivo y fueron muy pocas las esporas de A. glaucus y A. restrictus. Sin embargo diferentes especies de Aspergillus se presentan en el aire de habitaciones donde estos organismos pueden crecer en muebles, telas, alimentos y ropa. Es de destacar que este ambiente es similar al de bodegas donde se almacenan diferentes productos y entre ellos alimentos.

En el Valle del Rio Rojo se expusieron cultivos de agar con medios específicos para hongos de almacenamiento, logrando el desarrollo de pocas colonias, aún después de una hora de exposición. Por contraste en silos de la misma región se obtuvo miles de colonias de A. restrictus, A. repens, A. ruber y A. candidus, en cajas de petri expuestos de 30 segundos a 3 minutos, (Tuite, J.F. y C.M. Christensen, 1957).

El análisis del polvo y barreduras de bodegas de silos fueron analizados por Christensen y Kaufmann(1976) y los resultados indican la presencia de cientos de miles de colonias de Aspergillus y Penicillium. Esto señala muy a las claras que el material cosechado tiene un porcentaje bajo de inóculo de hongos de almacén el cual es incrementado con el alto contenido de inóculo presente en los almacenes y bodegas.

Esta situación lleva a la primera consideración práctica de control que indica la necesidad de controlar las condiciones ambientales del almacenamiento y no tratar inutilmente de eliminar inóculo.

### C. Ecología de los Hongos de Almacenamiento

Los factores principales que influyen en el desarrollo de los hongos de almacenamiento, de acuerdo a Christensen y Kaufmann (1976) son las siguientes: (1) contenido de humedad de los granos almacenados; (2) temperatura; (3) período de tiempo que el grano es almacenado; (4) el grado de invasión por hongos de almacén que presente el grano antes de su arribo a un determinado sitio; (5) presencia de material extraño en los lotes almacenados, y (6) actividades de insectos y ácaros.

Cuadro No. 1

Hongos de almacén, de trigo colectado en varios lugares, desde el campo hasta el silo; los granos fueron sembrados en malta-sal-agar, sin desinfección superficial.

Origen de las muestras	Número de muestras	Número de Granos	Porcentaje de granos invadidos por hongos	
			A. <i>glaucus</i>	Otros hongos de almacén.
De espigas en el campo.	27	2.050	4.8	2.7
Trilladoras y combinadas	7	1.000	4.8	6.8
Silos en el campo trigo fresco	16	800	50.0	8.0
Camiones transportando a silos de concentración	12	575	69.0	6.0

Todos los aspectos mencionados tienen un fundamento en las condiciones de higroscopicidad de las semillas que permite el intercambio de vapor de agua con el ambiente hasta llegar a un punto de equilibrio entre el contenido de humedad de la semilla y la humedad relativa del ambiente. Este factor a su vez tiene una gran relación con la temperatura, tipo de grano, hongo y presencia de ácaros e insectos. De allí la importancia de integrar toda la información posible de estos factores.

#### 1. Humedad

Desde el punto de vista de evolución de las especies de Aspergillus las más resistentes a los niveles bajos de humedad son A. restrictus y A. halophilus, sin embargo estos organismos no pueden crecer a contenidos de humedad en equilibrio, correspondiente a humedades relativas del 65%.

Esta información indicaría que materiales que se conserven a este nivel o por debajo, no presentaran el ataque de los hongos de almacenamiento, independiente de la cantidad de inóculo.

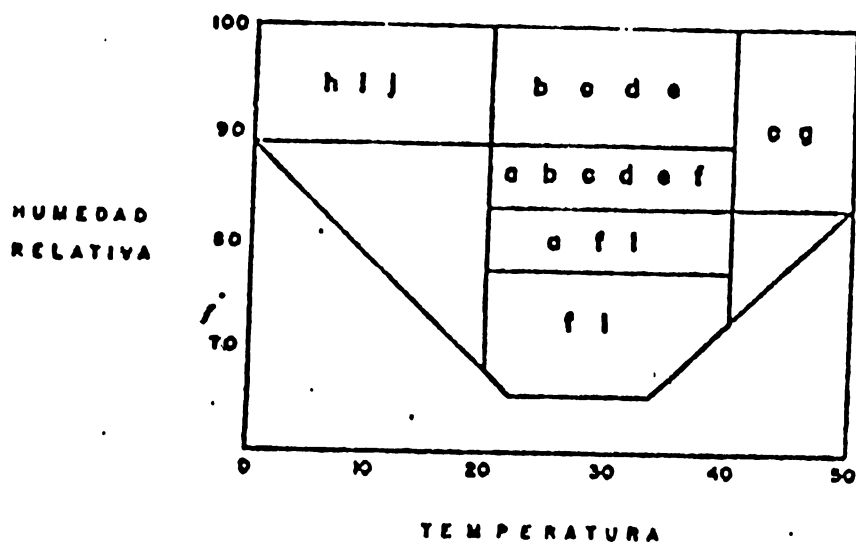


FIGURA 1. Condiciones de humedad relativa y temperatura importantes para el desarrollo de diferentes especies de hongos. El código corresponde a los siguientes organismos: a. Aspergillus candidus, b. A. flavus, c. A. fumigatus, d. A. tamarii, e. A. niger, f. A. glaucus (incluye a A. restrictus), g. A. terreus, h. Penicillium cyclogium, i. P. martensii, j. Cladosporium spp., l. Sporendonema sp.

El cuadro 2 presenta la información encontrada por Christensen y Kaufmann (1976) sobre los contenidos de humedad, en base húmeda, de varios granos y semillas, en equilibrio con humedades relativas entre 65 - 85%. Estas determinaciones se hicieron para trigo, maíz, soya y girasol. En el caso de arroz se trabajó con material sin pulir y pulido

La relación humedad-temperatura y el desarrollo de hongos almacenamiento es presentada por Smith (1969) en la Figura 1. Se observa como a partir de A. restrictus se puede generar un ambiente favorable para otras especies con A. flavus, A. tamaril así como las especies de Penicillium

Cuadro No. 2.

Porcentaje\* del contenido de humedad, en base húmeda, de varios granos y semillas, en equilibrio con humedades relativas de 65 a 85 por ciento, a una temperatura de 20°- 25°C.

Humedad Relativa(%)	Trigo y maíz	Arroz		Soya	Semillas de Girasol
		Sin pulir	pulido		
65	12.5 - 13.5	12.5	14.0	12.5	8.0
70	13.5 - 14.0	13.5	15.0	13.0	9.0
75	14.5 - 15.0	14.0	15.5	14.0	10.0
80	16.0 - 16.5	15.0	16.5	16.0	11.0
85	18.0 - 18.5	16.5	17.5	18.0	13.0

\* El porcentaje es aproximado ya que puede variar con factores tales como variedad, localidad, y especialmente si los granos están ganando o perdiendo humedad para alcanzar el equilibrio.

Christensen (1955) encontró que a contenidos de humedad inferiores al 15% predominó A. restrictus, sin embargo a porcentajes superiores predominarán las especies A. repens, A. amstelodami y A. ruber y pueden mantener su prevalencia hasta un 18% nivel al cual A. flavus empieza a ser el más común.



## 2. Temperatura

El factor temperatura esta ligado a la humedad relativa ya que ésta es una relación de la presión de vapor actual a la presión de vapor de saturación y la cantidad de humedad será proporcional al incremento en temperatura.

En un experimento realizado por Qasem y Christensen (1958) se observó que materiales de maíz almacenados bajo condiciones de contenido de humedad de 16 y 18 por ciento y temperaturas de 5°, 10°, 15°, 20° y 25°C el grado de daño del material fue proporcional con el aumento en humedad, temperatura, tiempo de exposición y el nivel de invasión inicial de hongos. La conclusión de esta experiencia es que la baja temperatura es tan efectiva en el control de desarrollo de patógenos como el bajo contenido de humedad. Como lo señala Christensen y Kaufmann (1976) el efecto de bajas temperaturas es de amplio uso en refrigeración para la conservación de alimentos. Esto debido a la escasa actividad biológica que se presenta a bajas temperaturas.

## 3. Tiempo de Almacenamiento

Cuando los granos se almacenan por pocos días la situación de deterioro no es crítica aparentemente, dependiendo del contenido de humedad inicial. En algunos casos un porcentaje de humedad del grano puede ser aceptable para una o dos semanas pero no para dos meses. Es por lo tanto recomendable conocer periódicamente el porcentaje de contenido de humedad del grano almacenado para evitar el deterioro del material.

Las experiencias de Christensen y Kaufmann (1976) indican que trigo almacenado en laboratorio con 15% de contenido de humedad y temperatura de 15° a 21°C, pudo conservarse por dos meses sin señales de deterioro, sin embargo, un período de almacenamiento mayor puede ocasionar la invasión de hongos a menos que se disminuya el contenido de humedad a 13% o menos. En estos casos la apariencia del grano puede ser normal pero los embriones pueden estar en malas condiciones.

## 4. Nivel de Infección de los Hongos de Almacenamiento.

El potencial de inóculo de los hongos correspondientes a diferentes lotes de granos puede variar notoriamente. En este caso los materiales mas contaminados serán mas rápidamente deteriorados por la acción de los hongos.

Esta consideración es valadera desde el punto de vista de desarrollo de las epidemias vegetales tanto para granos, semillas o problemas de campo y así como no es recomendable mezclar semillas de diferentes procedencias tampoco lo es la mezcla de diferentes lotes de granos en los cuales los niveles de contaminación y humedad varían. Esta práctica que es común para lograr en ciertos casos un promedio de humedad aceptable comercialmente puede provocar una contaminación mayor.

## 5. Materia extraña

La presencia de malezas, granos partidos, hojas, insectos y material inerte puede proporcionar un medio más propicio para el desarrollo de hongos de almacenamiento debido a la interferencia de la aireación y el desarrollo de una temperatura mayor.

## 6. Acaros.

En el desarrollo de hongos en bodegas es importante tener en cuenta la relación existente entre hongos y ácaros. De acuerdo a Machacek et al, citado por Smith (1969), el ácaro Acarus siro se alimenta de esporas de Alternaria. El ácaro a su vez puede transportar esporas de Aspergillus en los lugares de almacenamiento.

## D. Problemas Generados por Hongos en Almacenamiento

El efecto de los hongos de almacenamiento puede ser medido a través de factores físicos y fisiológicos tales como calentamiento y respiración, germinación y aumento de ácidos grasos.

### 1. Calentamiento y respiración

El efecto de los hongos sobre la respiración y el calentamiento de materiales almacenados en bodegas se tenía en duda y muchos la consideraban una acción provocada por el desarrollo metabólico de los granos o semillas. Afortunadamente la experimentación realizada por Milner y Geddes (1945) y Hummel et al (1954) señalan la importancia de la actividad de los hongos de almacén en la respiración. El último autor logró demostrar que granos de trigo libres de hongos tenían un nivel de respiración bajo a temperatura de 35°C y contenido de humedad de 15 a 31 por ciento, mientras que en los lotes afectados por hongos la respiración aumentó en forma rápida después de pocos días.

### 2. Germinación y ácidos grasos.

La disminución de germinación en una de las características más destacadas de un mal almacenamiento. Lotes de semillas pueden presentar daños en el embrión no visibles en el grano pero que al sembrar o analizar los materiales se puede detectar el daño. En 1979 semilla de maní importado de Israel se sembró en el Atlántico y al presentarse una germinación deficiente se enviaron muestras al laboratorio de Sanidad Vegetal donde se comprobó que a pesar de estar tratada la semilla superficialmente, el 92% de la semilla presentaba lesiones en el embrión debido al ataque del hongo Aspergillus flavus.

Experiencias similares son presentadas por Papavizas y Christensen (1960) en trigo blanco afectado por A. candidus, en el cual solo se consiguió un 6% mientras que el control mostraba una germinación del 95%.

Milner y Geddes (1946) fueron los primeros investigadores que asociaron el deterioro de la semilla de soya por hongos con cambios bioquímicos y aumento de los ácidos grasos. En el caso de soya esta experiencia produjo la revisión de los contenidos de humedad a los cuales se puede almacenar ya que anteriormente se consideraba que por debajo del 14% no se presentaría ataques de Aspergillus.

Otro caso de importancia en cuanto a producción de ácidos grasos se tiene en semilla de algodón, en la cual no se ligaba a los microorganismos de almacenamiento con la rapidez de algunos lotes. Este criterio varió con las evidencias aportadas por Christensen et al (1949) quienes encontraron que los hongos podían crecer vigorosamente en la parte interna de la semilla sin que exteriormente se detecten indicios de ataque.

#### E. Micotoxinas

Información sobre la presencia de micotoxinas en alimentos y sus efectos en poblaciones de humanos y animales se conocen desde la Edad Media, cuando se presentó la enfermedad denominada fuego de San Antonio causada por toxinas generadas por el hongo Claviceps purpurea, común a cereales y pastos. El uso de cereales afectados por este hongo causó la muerte de muchos consumidores de pan y alimentos elaborados con trigo y centeno.

Las micotoxinas corresponden a productos metabólicos secundarios elaborados por ciertos hongos y que contaminan productos vegetales y alimentos (Cuadro 3 y 4). En 1960 se presentaron problemas de Micotoxicosis en pavos en Inglaterra descubriéndose como el origen del problema los alimentos elaborados con maíz importado del Brasil y el cual estaba invadido por el hongo Aspergillus flavus. Las toxinas identificadas a partir del concentrado se denominaron Aflatoxinas.

Estudios de los últimos veinte años (Christensen y Kaufmann, 1976 y Scott, 1978) indican un incremento masivo en la información sobre metabolitos tóxicos generados por hongos y su efecto sobre el hombre y varias especies animales, Cuadro 4. El número de micotoxinas identificado es cercano a 100 y pueden ser producidas por cerca de 250 estirpes de hongos.

Para la mayoría de las micotoxinas ya se han establecido sus estructuras, así como sus mecanismos de acción y se trabaja en métodos de detección, identificación y determinación cuantitativa en productos vegetales y alimentos.

El Cuadro 4 contiene información sobre los organismos afectados por estas y su acción. Se puede observar como en el caso de las aflatoxinas se tiene diferentes clases, las cuales se denominan de acuerdo al color (azul y verde) producido por la fluorescencia que presenta al ser examinados los materiales contaminados con lámparas ultravioletas de longitud de onda de 365nm (nanómetros) o al alimento donde se identifican (leche).

Cuadro No. 3

Material vegetal y alimentos susceptibles a la contaminación natural con aflatoxinas.

Material	Clases
Semillas oleaginosas	Maní y sus productos (Torta y aceite), semilla de algodón y sus productos (Torta y aceite) soya y sus productos, girasol, ajonjolí).
Nueces	Pistachos, almendras del Brasil.
Granos	Frijol, arveja, café cacao, maíz, arroz, trigo, cebada, avena, centeno, sorgo, pan y productos de panadería.
Frutas	Piña, bananos, fresas, uvas, duraznos, peras, manzanas y frutas deshidratadas.

Los problemas de micotoxinas encierran una serie de aspectos a investigar para poder lograr una utilización segura de los alimentos.

Estos incluyen sistemas de manejo de los materiales para evitar la producción de micotoxinas y el desarrollo de métodos de descomposición de las sustancias tóxicas por métodos físicos y químicos.

En el manejo se debe evitar daños al pericarpio de los granos y procurar una recolección lo más limpia posible. También se debe buscar eliminar los ataques de insectos de la mazorca, así como un secamiento y almacenamiento al nivel de humedad apropiado.

En cuanto a métodos químicos y físicos para descomposición o inactivación (Nofsinger and Anderson, 1979) se micotoxinas deben investigarse para poder utilizarlos eficientemente en la recuperación de materia prima como maíz, maní, soya, sorgo y muchos otros productos agrícolas que excedan los límites de seguridad por un alto contenido de toxinas.

Cuadro No. 4

Información general sobre las principales micotoxinas, agentes productores sustrato natural, especies afectadas y acción tóxica.

Micotoxina	Agente Productor	Sustrato natural	Especies afectadas	Acción Tóxica
Aflatoxinas B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> , M <sub>1</sub> , N <sub>2</sub> .	<u>Aspergillus flavus</u> <u>A. parasiticus</u>	Mani, cereales, algodón, legumbres, coco, leche.	Hombre, ganado, cerdos, aves.	Hepatitis, cirrosis del hígado, carcinoma renal.
Ochratoxinas	<u>A. ochraceus</u> <u>P. viridicatum</u>	Cereales	Hombre	Hepatomas
Islanditoxina	<u>P. islandicum</u>	Arroz	Hombre, mamíferos	Hepatitis, cirrosis del hígado.
Citrinina	<u>P. citrinum</u>	Arroz, cebada	Cerdos, otros mamíferos.	Acción Neurotóxica.
Rubrottoxinas	<u>P. rubrum</u>	Cereales	Ganado, cerdos, caballos, pájaros.	Lesiones hepáticas Acción neurotóxica.
Patulina	<u>P. patulum</u> <u>Penicillium spp</u> <u>Aspergillus spp.</u>	Papas, manzanas, arroz, cebada.	Hombre, ganado y otros mamíferos.	Acción neurotóxica efectos teratogénicos y carcinogénicos.
Zerealone	<u>F. graminearum</u> <u>F. culmorum</u>	Cereales	Cerdos y otros mamíferos.	Efectos hiperestrógenos.
Moniliformina	<u>F. moniliforme</u>	Cereales	Mamíferos, pájaros	Toxicidad general
Ergotoxinas	<u>Claviceps purpurea</u>	Cereales y pastos	Hombre, ganado, vacuno y caballar, cerdos y pájaros.	Lesiones neuromusculares y cardiovascularles, gangrenas.

## LITERATURA CONSULTADA

- CHRISTENSEN, C.M. Grain Storage Studies 18: Mold Invasion of wheat stored for sixteen months at moisture contents below 15 percent. Cereal Chemistry 32: 107-116. 1955.
- \_\_\_\_\_, OLAFSON, J.M. y GEDDES, W.F. Grain Storage Studies 8: Relation of molds in moist stored cottonseed to increased production of carbon dioxide, fatty acids, and heat. Cereal Chemistry, 26: 109-128, 1949.
- \_\_\_\_\_, y KAUFMANN H.H. Contaminación por hongos en granos almacenados, México, Editorial Pax-México 199 p. 1976.
- JONES, A.D. Methods of aflatoxin analysis. Tropical Products Institute, London 58 p. 1972.
- MILNER, M., y GEDDES W.F. Grain Storage Studies 2: The effect of aeration temperature, and time of the respiration of soybeans containing excessive moisture. Cereal Chemistry 22: 484-501. 1945.
- NOFSINGER, G.W. y ANDERSON R.A. Note on inactivation of aflatoxin in ammonia-treated shelled corn at low temperatures. Cereal Chem, 56: 120-121, 1979.
- QASEM, S.A., y CHRISTENSEN, C.M. Influence of moisture content, temperature, and time on the deterioration of stored corn by fungi. Phytopathology 48: 544-549 1958
- SCOTT, P.M. Mycotoxins in feeds and ingredients and their origin. Journal of food Protection 41: 385-398. 1978.
- TUITE, J.F. y CHRISTENSEN, C.M. Grain storage Studies 23: Time of invasion of wheat seed by various species of *Aspergillus* responsible for deterioration of stored grain; and source of inoculum of these fungi. Phytopathology 47: 265-268. 1957.
- TUITE, J.F. y CHRISTENSEN, C.M. Grain Storage Studies 24: Moisture content of wheat seed in relation to invasion of the seed by species of the *Aspergillus glaucus* group, and effect of invasion upon germination of the seed. Phytopathology 47: 323-327. 1957.

## PLAGAS EN GRANOS ALMACENADOS

Adolfo León Trochez P. \*

### Introducción

Las plagas de los granos almacenados constituyen el factor más importante de daño que dichos productos pueden ocasionar:

- Pérdida de peso
- Daño en calidad, incluyendo perforaciones en las semillas, efectos sobre la germinación, contaminación por insectos muertos y excrementos, cambios en su constitución química y aumento en la temperatura.
- Riesgos en la salud pública y
- Pérdidas económicas

A nivel mundial las pérdidas por granos almacenados se sitúan en el orden del 10% del total de grano. En algunos países de Latinoamérica estos porcentajes pueden alcanzar niveles mucho más altos y así se señala para el período de 1948 a 1949, pérdidas por insectos y hongos en El Salvador y Guatemala cercanas al 25% en maíz, arroz y legumbres. En maíz éstos ascienden a 50% en Honduras y 30% en Nicaragua; en Costa Rica, en cereales, son del orden del 45%; en Uruguay se señalan pérdidas de un 14%. En un trabajo realizado en la Costa Atlántica de Colombia se encontraron pérdidas en arroz que variaron entre 0 y 48% en frijol blanco pérdidas entre 3.5 y 5.1%; en sorgo éstas fueron entre 10 y 38% y en ajonjolí entre 0 y 12%.

Los reconocimientos sistemáticos de plagas son de gran importancia, ya que son la base de cualquier medida cuarentenaria tanto a nivel regional como internacional y dan las bases junto con el conocimiento de la plaga para tomar las medidas más adecuadas de control.

A nivel mundial se señalan más de 350 especies de insectos con los granos almacenados y de estos unos 15 tienen importancia económica; incluidos en su mayor parte en los órdenes Coleóptera y Lepidóptera.

En Colombia existen varios trabajos relacionados con el reconocimiento de insectos en productos almacenados. En el país se enumeran cerca de 50 especies, existen además a nivel regional reconocimientos, como los realizados en Nariño, Costa Atlántica, Valle y Caldas.

Los insectos que atacan los granos almacenados, pueden agruparse teniendo en cuenta:

---

\* I.A. Instituto Colombiano Agropecuario, Programa Sanidad Vegetal, A.A.  
233, Palmira.

- Especies que pueden atacar grano entero
- Especies que atacan preferentemente el germen del grano
- Especies que atacan preferentemente granos partidos
- Especies que se encuentran generalmente en harinas
- Especies que atacan leguminosas
- Especies que atacan otros materiales como madera, carnes, cueros, etc.
- De acuerdo al producto que consuman. Ejemplo: Insectos que atacan ajonjolí, algodón, anís, arroz, etc.
- De acuerdo a clasificación taxonómica en que se menciona el orden, la familia y la especie.

A continuación se presenta una relación de insectos asociados con productos almacenados que han sido registrados en el país.

#### CLASE DE INSECTO

##### Orden Coleóptera

Histeridae	<u>Xistipyge</u> sp o género relacionado
Hydrophilidae	<u>Enochurus</u> sp
	<u>Attagenus fasciatus</u> (Thumberg)
	<u>Dermestes maculatus</u> De Geer
	<u>Dermestes ater</u> De Geer
Dermestidae	<u>Orphinus</u> sp prob. <u>Fulvipes</u> (Guerin Meneville)
	<u>Trogoderma</u> sp cerca <u>variabile</u> Ballien
	<u>Trogoderma anthrenoides</u> Sharp
Trogositidae	<u>Lophocateres pusillus</u> Klug.
(Ostomatidae)	<u>Tenebroides mauritanicus</u> (L.)
	<u>Ahasverus advena</u> (Waltl)
	<u>Cathartus quadricollis</u> (Guerin Meneville)
Cucujidae	<u>Cryptolestes</u> sp. pos. <u>pusilloides</u> (Stell e Hove)
	<u>Cryptolestes</u> sp.
	<u>Cryptolestes turcicus</u> (Grouvelle)
	<u>Cryptolestes ferrugineus</u> (Stophens)
	<u>Carpophilus dimidiatus</u> (F.)
Nitidulidae	<u>Carpophilus pilosellus</u> Motschusky
	<u>Carpophilus ferrugineus</u> Murray
	<u>Carpophilus similis</u> Sharp
Mycetophagidae	<u>Litargus</u> sp. prob. <u>balteatus</u> LeConte
	<u>Typhoea stercorea</u> (L.)



Tenebrionidae	<u>Alpitobius diaperinus</u> (Panzer)
	<u>Crypticus</u> sp
	<u>Palorus subdepreseus</u> (Wollaston)
	<u>Gnatogerus cornutus</u> (F.)
	<u>Tribolium Confusum</u> Duval
	<u>Lathoticus orizae</u> Duval
	<u>Alphotibius laevigatus</u> (F.)
	<u>Cynaesus angustus</u> LeConte
	<u>Gnathocerus maxillopus</u> (E.)
	<u>Blapestius</u> sp.
Anobiidae	<u>Lasioderma sornicorne</u> (F.)
	<u>Catorama herbarius</u> Gorham
	<u>Catorama</u> sp.
Bostrichidae	<u>Rhizopertha dominica</u> (F.)
	<u>Linoderus minutus</u> (F.)
	<u>Prostophanum truncatus</u> (Horn)
Scarabaeidae	<u>Ataenius</u> sp
Bruchidae	<u>Bruchus</u> sp
	<u>Callosobruchus maculatus</u> (F.)
	<u>Callosobruchus phaseola</u> (Gyllenhal)
	<u>Zabrotes subfasciatus</u> Boheman
	<u>Acanthocelides abroptus</u> Bridwell
	<u>Acanthocelides armitagei</u> (Pic)
	<u>Acanthocelides obtectus</u> (Say)
	<u>Acanthocelides zetaki</u> Kingsolver
	<u>Caryades</u> sp.
Anthribiidae	<u>Araecerus fasciculatus</u> (De Geer)
	<u>Sitophilus granarium</u> (L.)
	<u>Sitophilus orizae</u> (L.)
	<u>Sitophilus zeamais</u> Motschulsky
	<u>Sitophilus linearis</u> Herbst
	<u>Bucalandra setulosa</u> (Gyllenhal)
Scolytidae	<u>Pagiocerus frontalis</u>
Cryptophagidae	<u>Hapalips</u> sp
Cleridae	<u>Necrobia</u> sp. pos. <u>rufipes</u> De Geer
Ptidae	<u>Trigonogenius globulus</u> Solier

## Orden Lepidoptera

	<u>Anagasta kuhniella</u> Zeller
	<u>Cadra cautella</u> (Walker)
Pyrallidae	<u>Coccyra cephalonica</u> (Stainton)
	<u>Plodia interpunctella</u> (Eliar)
	<u>Pyrallis</u> sp cerca <u>manihotalis</u> Guenée
	<u>Pyrallis farinalis</u> (L.)
Cosmopterygidae	<u>Sathrobreta rileyi</u> (Walstehingham)
Celechiidae	<u>Sitotroga cerealella</u> (Olivier)
	<u>Pectinophora gossypiella</u> (Saunders)
	<u>Dichomeris</u> sp.
Olethreutidae	<u>Epinoria oppsita</u> Hednreich
	<u>Tinea</u> sp po. <u>granella</u> (L.)
Tineidae	<u>Tinea bisselliella</u> (Hurnel)
	<u>Tinea pelliunella</u> (L.)

## CLAVE PARA ALGUNOS COLEOPTEROS ENCONTRADOS EN GRANOS ALMACENADOS

Adolfo León Tróchez P. \*

La presente clave es una traducción y adaptación de la elaborada por Harry D. Pratt y Harold George Scott, del Departamento de Salud de los Estados Unidos.

Al respecto de esta clave dicen los autores: En años recientes muchas personas con poco entrenamiento en Entomología, se han venido interesando en insectos que infestan alimentos almacenados. Teniendo en cuenta este interés se han hecho varias publicaciones que contienen claves individuales de algunos de los insectos que se presentan en granos almacenados. Señalan, que esta es una clave artificial basada principalmente en características sencillas como tamaño, color y algunas formas externas.

Pueden utilizarse con insectos dañados y es una ayuda para las labores rutinarias de inspección en productos almacenados.

Los dibujos que acompañan esta adaptación han sido tomados de varios autores como Cotton, Hinton, Berror y DeLong y boletines sobre productos almacenados.

Se pretende que este trabajo sea una ayuda para los funcionarios que trabajan en Inspección y Cuarentena, para conocer los insectos más comunes que infestan los productos almacenados, básico para tomar decisiones en medidas de control.

---

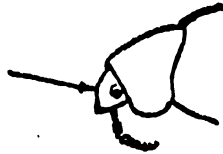
\* Instituto Colombiano Agropecuario Sanidad Vegetal.- A.A.233, Palmira

1... Adulto con un pico diferenciado o proboscis (Gorgojos);



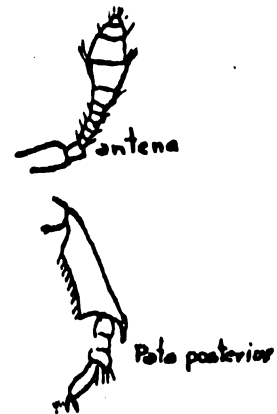
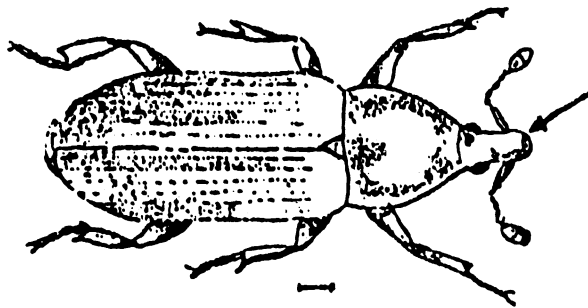
Adulto sin un pico diferenciado o proboscis

4



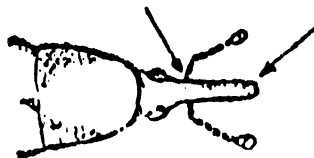
2. Proboscis corta y ancha; base de la antena insertada  $1/3$  de la distancia entre el ojo y el extremo de la proboscis.

Caulophilus latenasus (Say)



- Proboscis larga y extendida; base de la antena insertada cerca al ojo

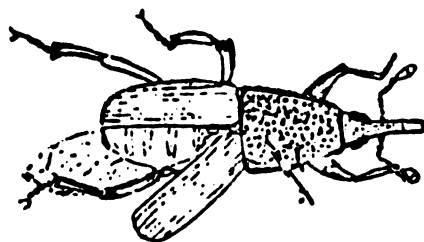
3



3. Cada elitro con 2 manchas pálidas: alas posteriores bien desarrolladas; hendiduras del pronotum redondeadas.

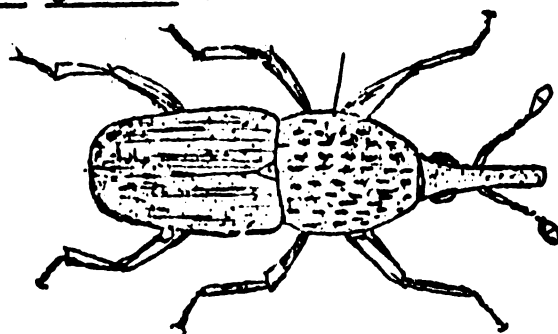
Sitophilus oryzae (L.) (Complejo)

El S. oryzae y S. zeamais tienen características muy similares.



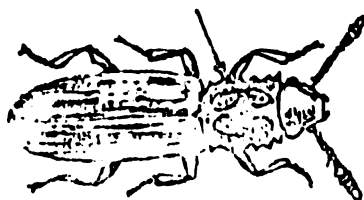
Elitros completamente oscuros, alas membranosas ausentes, hendiduras del pronotum un poco alargadas.

Sitophilus granarius (L.)



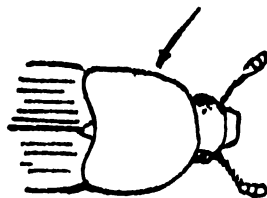
4. Pronotum con 6 dientes a cada lado; disco del pronotum con tres surcos longitudinales.

Oryzaephilus surinamensis (L.)



Pronotum sin dientes o sólo 1 ó 2 a cada lado; disco del pronotum sin surcos longitudinales, ó solamente 2

5



5. Elitros azul brillante o azul verdoso Necrobía

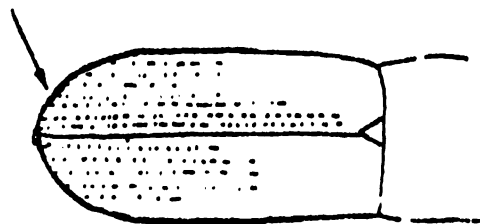
54

Elitros cafés (pardos) u ocasionalmente negruzcos con marcas rojizas.

6

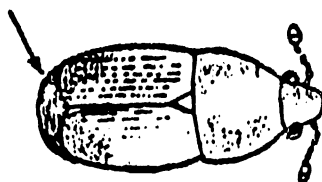
6. Los Elitros cubren completamente o casi completamente el abdomen, redondeado en el extremo.

7

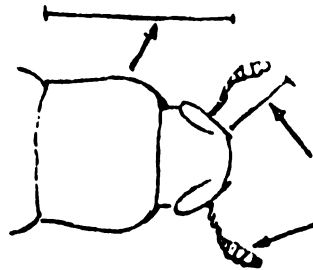


Los Elitros no cubren completamente el abdomen; truncado en el extremo.

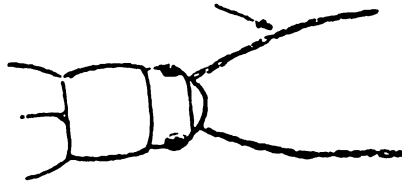
56



7. Antena más corta que la cabeza y el pronotum juntos, segmentos apicales de la antena usualmente grandes formando un mazo. 8



Antena más larga que la cabeza y el pronotum juntos, los últimos segmentos antenales no forman un mazo. 51



8. Protorax en forma de capucha, cubierta con tubérculos que a menudo son ásperos especialmente en el frente.

Rhyzopertha dominica (F.)



Protorax no en forma de capucha, sin tubérculos o si los hay son finos. 9

9. Superficie dorsal del cuerpo sin pelos o escamas visibles con una lente de 15 aumentos. 10

Superficie dorsal del cuerpo con escamas o pelos visibles  
a contra luz con una lente de 15 aumentos.

31



10. Cada elitro con 2 ó 3 manchas pálidas sobre fondo oscuro.

Se alimentan de hongos y levaduras.

Alphitophagus bifasciatus (Say)

Cada elitro de color café o negruzco uniforme

11

11. Usualmente de menos de 4,5 mm de largo; generalmente de color  
café.

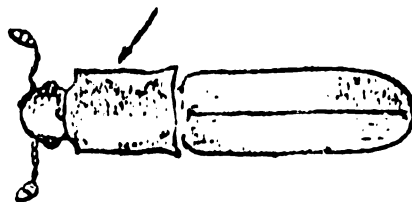
12

Al menos 4,5 mm de largo (a menudo más largo); de color  
usualmente negruzco.

23

12. Pronotum mucho más largo que ancho; cuerpo usualmente de  
lados paralelos. Infesta granos partidos.

Cathartus quadricollis (Guerin-Moneville)



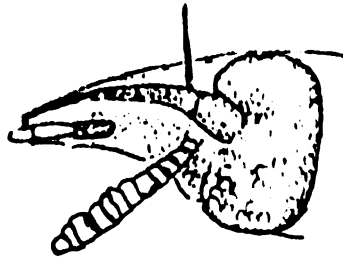
Pronotum tan largo como ancho, ó más ancho que largo

13



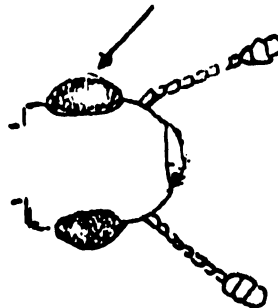
13. Lados del margen de la cabeza proyectados y parcialmente dividen los ojos.

14



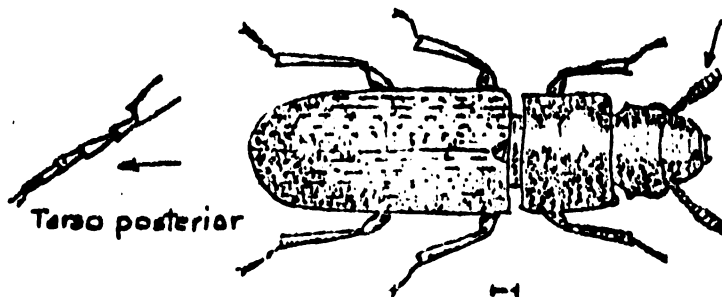
Ojos más o menos redondeados, no divididos.

19



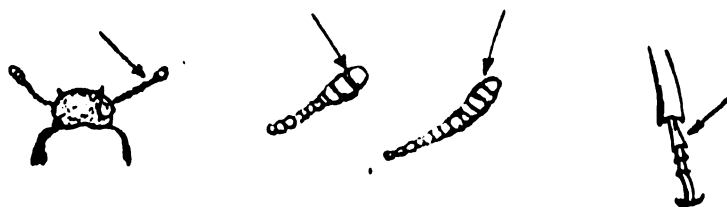
14. Antena más corta que la cabeza, con 5 segmentos que forman un mazo; primer segmento del tarso posterior más corto que los segmentos 2 y 3 juntos; 2,5 a 3 mm de largo. Infesta granos partidos.

Laetheticus oryzae Waterhouse



Antena más larga que la cabeza; con un mazo de 3 segmentos compactos; o cuatro segmentos sueltos formando un mazo o segmentos aumentando gradualmente desde la base sin formar un mazo diferenciado; primer segmento del tarso posterior tan largo como el segundo o tercer segmento juntos.

15



15. Elitros sin márgenes longitudinales, algunas veces con puntos (hendiduras); machos con dos prolongaciones prominentes en medio de la cabeza y cada mandíbula con dientes largos curvados hacia arriba.

18

Gnathocerus



Elitros con surcos longitudinales al menos a los lados; machos sin prolongaciones en la cabeza, sin dientes en las mandíbulas como el caso anterior.

16

16. 5-6 mm de largo - Infesta granos partidos.

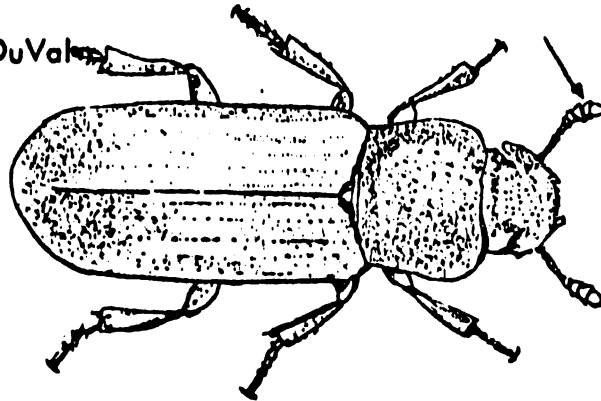
Tribolium destructor Uyttenboogaart

Menos de 5 mm de largo

17

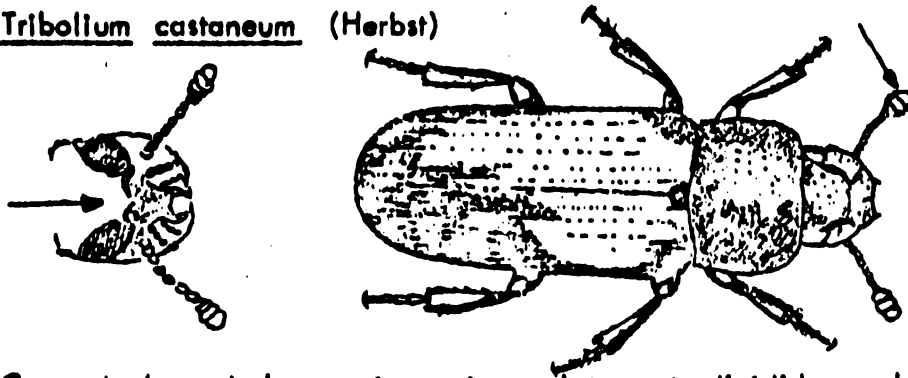
17. Mazo de la antena aumenta gradualmente hacia el extremo; ojos separados entre sí por más del ancho de los ojos cuando se mira por debajo; cabeza extendida a cada lado al frente de los ojos, un surco encima del ojo.

Tribolium confusum DuVal

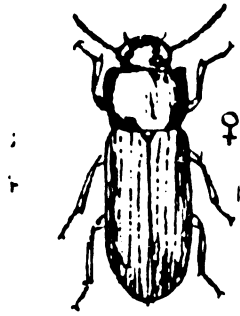


Mazo de la antena con los tres últimos segmentos grandes; ojos separados entre sí el ancho de los ojos cuando se mira ventralmente; cabeza no extendida hacia los lados, sin surcos encima del ojo.

Tribolium castaneum (Herbst)

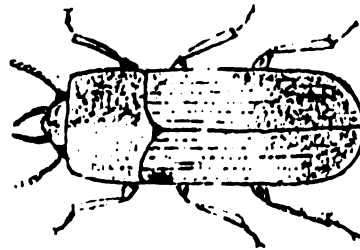


18. Cerca de 4 mm de largo; ojos casi completamente divididos, solo 1 ó 2 hileras unen las partes ventral y dorsal del ojo; mandíbula del macho con un diente triangular engho.

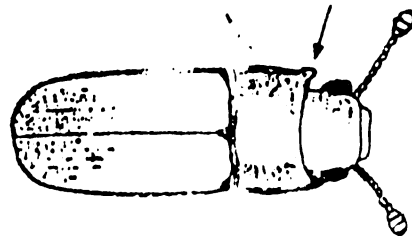
Gnathocerus cornutus (F.)

Cerca de 3 mm de largo; ojos no completamente divididos, 5 ó 6 hileras unen la parte ventral y dorsal del ojo; mandíbula con un diente extendido alargado.

Infesta granos partidos.

Gnathocerus maxillosus (F.)

19. Pronoto con una protuberancia angular o redondeada en cada ángulo frontal; la mitad del margen posterior del pronotum fuertemente convexo.

Ahasverus advena (Walth)

Pronotum sin protuberancias en los ángulos frontales; margen posterior del pronotum convexo o a veces recto.

20



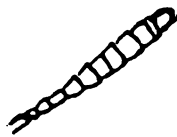
20. 3.4 mm de largo; segmentos apicales de la antena ensanchados

21

Menos de 3 mm de largo, segmentos apicales de la antena

ligeramente ensanchados.

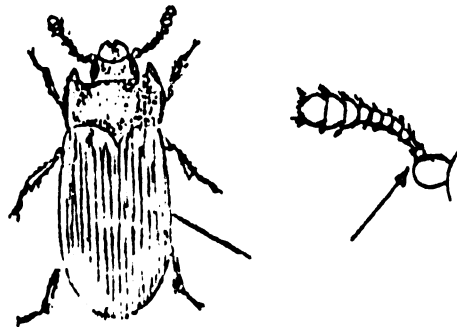
22



21. Segundo segmento antenal insertado antes del extremo del primero. Elitros con líneas visibles.

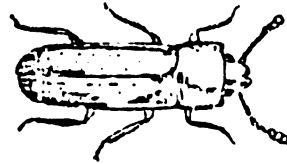
Infesta granos enteros y partidos.

Lophocapteres pusillus (Klug)



Segundo segmento antenal, insertado en el extremo del primero,  
elitos sin líneas visibles.

Pharoxonotha kirschi Reitter

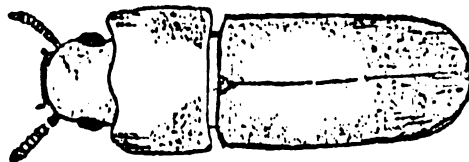


22. Protuberancia encima de la antena separada por un surco delgado encima del ojo.

Palorus ratzeburgi Wissman

Protuberancia encima de la antena continua con un surco por encima del ojo.

Palorus subdepressus (Wollaston)



23. 10 - 25 mm de largo

24

- 4, 5 - 10 mm de largo

25

24. 20 a 25 mm de largo

Blons mycronata Latreille

10 a 19 mm. de largo. Tenebrio

26

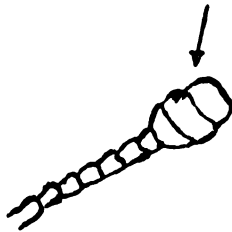
25. Cuerpo con hendiduras densas; pronotum tan ancho como largo.

Tenebrio obscurus F

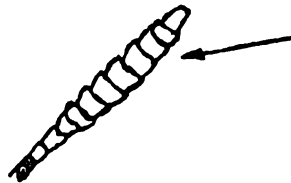
Cuerpo con hendiduras no tan densas; el pronoto más ancho.

Tenebrio molitor L.

26. Antena ensanchada abruptamente (al menos 3 a 5 segmentos). 27



- Antena ensanchada gradualmente hacia el extremo. 28



27. 4 a 6 mm de largo; lados del torax casi paralelos; al menos 3 segmentos de la antena ensanchados.

Tribolium madens (Charpentier)

8 a 10 mm de largo; tórax fuertemente estrecho en la base, al menos 4 a 5 segmentos de la antena ensanchado.

Tenebroides mauritanicus (L.)



28. Cuerpo menos de 2 veces el largo que el ancho; clipeo hendido

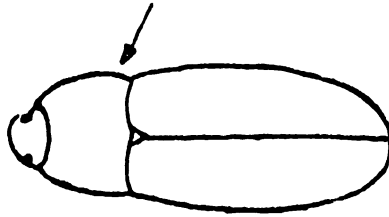
Platydemia ruficorne (Sturm)

Cuerpo 2 veces más largo que ancho; clipeo con muescas.

29

29. Pronotum más ensanchado en la base; brillante.

Alphitobius diaperinus (Panzer)

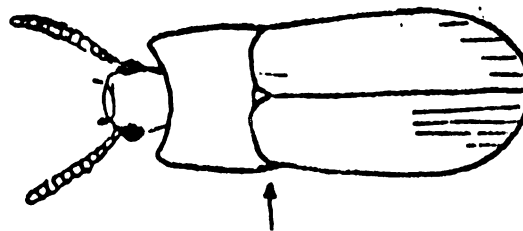


-Pronotum ligeramente más ancho cerca de la mitad; medianamente opaco.

30

30. Ojo dividido o sólo una hilera de onmatidios en la parte más estrecha; pronotum con la esquina posterior agudamente marginada.

Alphitobius laevigatus (F)



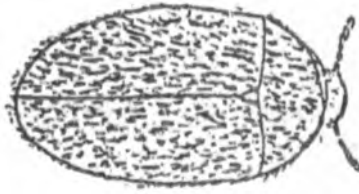
Ojo estrecho pero no dividido; con más de una hilera de onmatidios en la parte más estrecha; pronotum con la esquina posterior en angulo recto.

Cynaesus angustus LeConte



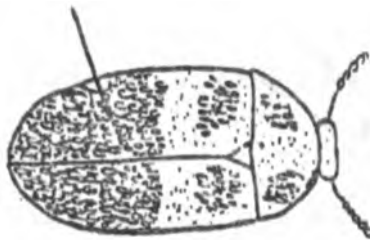
31. Cuerpo cubierto de pelos

32



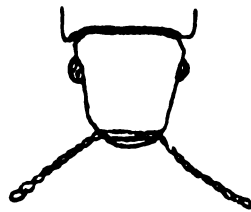
Cuerpo cubierto con escamas

48



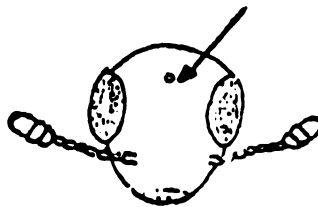
32. Cabeza sin ocelo medio

33



Cabeza con ocelo medio

45



33. 5 a 10 mm de largo, densamente cubierto de pelos

39

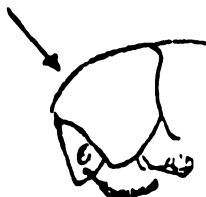
Dermestes

2 a 4 mm de largo, densamente cubierto de pelos o sin pelos

34

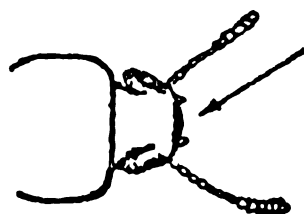
34. Cabeza escondida por el pronoto

35



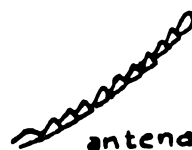
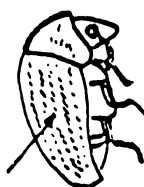
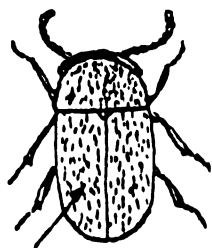
Cabeza visible facilmente desde arriba

37



35. Elitros lisos

Lasioderma serricorne (F.)



Elitros estriados, con surcos de puntos al menos en los lados

36

36. Elitros completamente estriados: de cerca de 2 mm

Stegobium paniceum (L.)



Elitros estriados solo en los lados, de 3 mm aproximadamente de largo, negro brillante.

Catorama bibliothecarum (Peey)

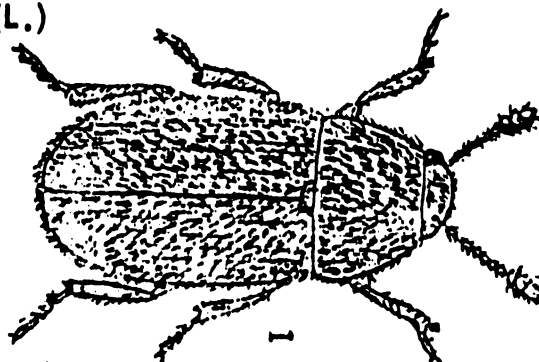
Catorama herbarium (Gorman)

37. 3 a 4 mm de largo; cada elitro con dos áreas más pálidas; mazo de la antena trisegmentado.

38

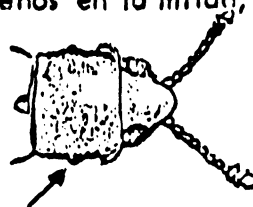
38. Lado del tórax no dentado, estrecho anteriormente. Infesta granos partidos.

Typhaea steroorea (L.)

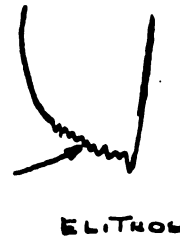
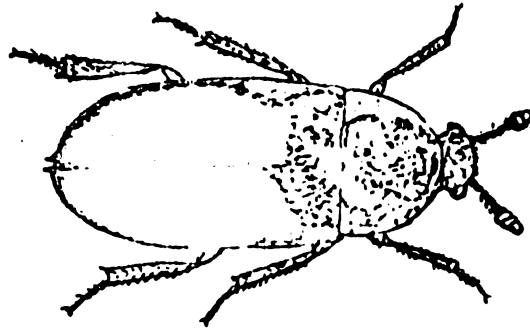


Lado del tórax con dientes pequeños en la mitad; esquina frontal angulada.

Cryptophagus spp



39. Margen posterior de los elitros con numerosos dientes agudos, extremo de cada elitro extendido posteriormente formando una espina grande.

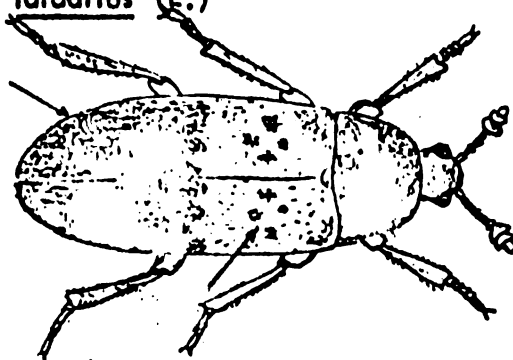
Dermestes maculatus De Geer.

EL. THOL

Margen posterior de los elitros más o menos suaves; extremo de los elitros no se extienden posteriormente.

40

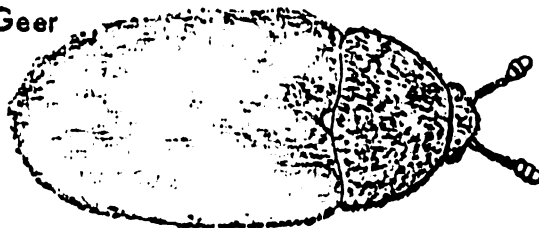
40. La base de los elitros en sus  $2/5$  a un  $1/2$  cubiertos con pelos pálidos excepto unos parches pequeños que pueden formar un círculo; mitad apical de los elitros solo con pelos negros.

Dermestes lardarius (L.)

Elitros no como los anteriores.

41

41. Pronotum y elitros con pelos oscuros o dorados, no claros o blancuzcos.

Dermestes ater DeGeer

Pronotum con algunos pelos blancos; elitros con algunos  
pelos blancos y negros.

42

42. Pronotum con banda ancha a cada lado y una de pelos blancos  
mucho más estrecha en el margen anterior.

43

Pronotum con una mezcla de pelos cafés y amarillos a los lados  
y en el centro, sin bandas apicales o laterales de color blanco.

44

43. Elitros negros uniformes.

Dermestes frischii Kugelann

Elitros con una banda café rojiza en la parte basal y parches  
transversales de pelos dorados.

Dermestes carnivorus (F.)

44. 10 - 12 mm de largo; elitros con una banda transversal de pelos  
blancos.

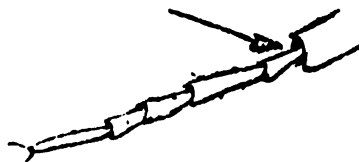
Dermestes marmoratus Say

8 - 9 mm de largo elitros sin la banda de pelos blancos

Dermestes caninus Germar

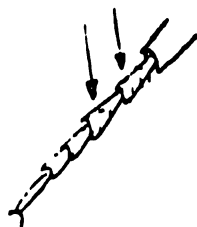
45. El largo del primer segmento del tarso posterior la mitad (o menos  
de la mitad) que el segundo; café oscuro o negro Attagenus

46



El primer segmento del tarso posterior tan largo (o más o menos igual) que el segundo segmento.

47



46. Cada elitro con manchas blancas o amarillas cerca de la mitad.

Attagenus pellio (L.)

Cada elitro completamente negro

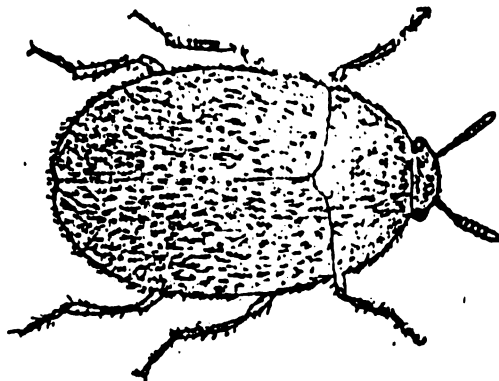
Attagenus piceus (Olivier)

47. Pronotum y elitros casi del mismo color; ojos dentados en el margen interior.

Trogoderma inclusum LeConte

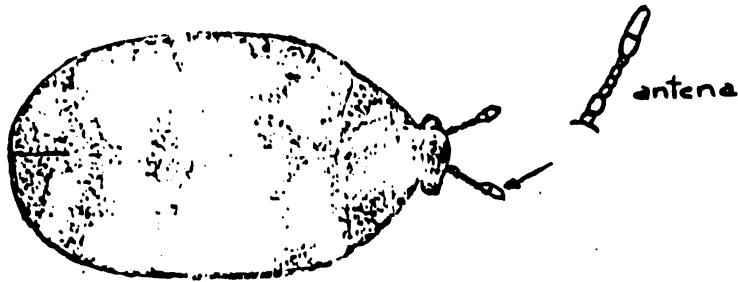
Pronotum más oscuro que los elitros; ojos generalmente redondos con su margen interno.

Trogoderma granarium Everts



48. Antena de 8 segmentos, con un mazo bisegmentado, 2 - 2,9 mm de largo.

Anthrenus museorum (L.)



Antena de 11 segmentos, con un mazo trisegmentado; tamaño variable.

49

49. Ojos redondeados; mazo de la antena con sus labios paralelos

Anthrenus verbasci (L.)

Ojos dentados en la parte interior; mazo de la antena oval

50

50. Elitros oscuros y generalmente con escamas pálidas presentes especialmente a lo largo de la línea media de los elitros;  
Pronotum con el borde de la cavidad antenal fuertemente delatado o moderadamente dilatados y visibles desde arriba.

Anthrenus scrophulariae (L.)

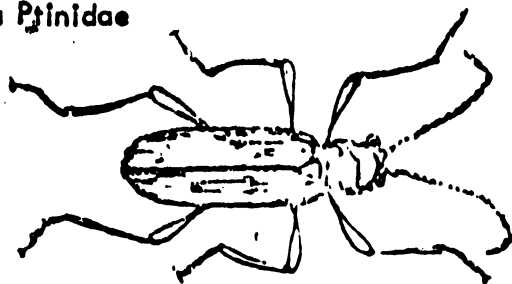
Elitros con escamas oscuras, blancas y café doradas, nunca con escamas rojo-ladrillo; pronotum con el borde de la cavidad antenal no dilatada o solo ligeramente dilatada.

Anthrenus flavipes LeConte

51. Cuerpo subcilíndrico, cabeza y torax mucho más estrecho que los élitros, antenas insertadas entre los ojos.

Familia Ptinidae

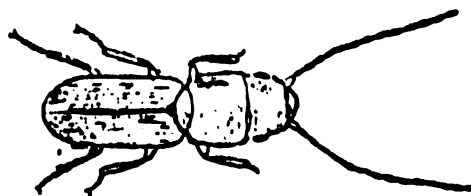
63



Cuerpo aplanado; lados subparalelos; antenas insertadas a los lados de la cabeza antes de los ojos.

Cryptolestes

52



52. Macho con la antena tan larga o más larga que el cuerpo.  
Infesta granos partidos.

Cryptolestes turcicus (Grouvelk)

Macho con las antenas más cortas que el cuerpo

53

53. Antena del macho  $\frac{2}{3}$  el largo del cuerpo

Cryptolestes pusillus (Schoenherr)

Antena del macho la mitad del largo del cuerpo.

Cryptolestes ferrugineus (Stephens)



54. Pronotum rojizo, parte anterior de los elitros rojiza.

Necrobia ruficollis (F.)

Pronotum y elitros completamente azul metálico o azul verdoso

55

55. Patas rojizas

Necrobia rufipes (DeGeer)

Patas azul-verdosas a negras.

Necrobia violacea (L.)

56. Antena con mazo; elitros no estriados

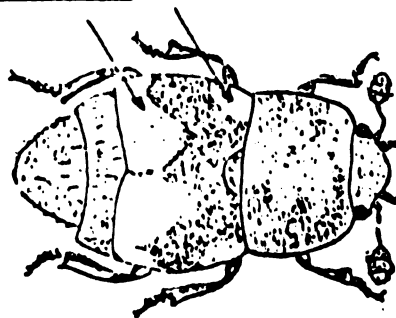
57

Antena no sin mazo; elitros estriados fuertemente

58

57. Negruzco con 2 manchas rojizas o ámbar en cada elitro.

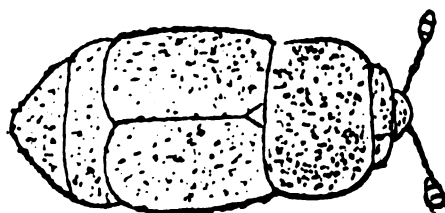
Carpophilus hemipterus (L.)



Café-rojizo sin manchas pálidas en los elitros.

Infesta granos y frutas secas.

Carpophilus dimidiatus (F.)



58. Femur posterior con uno o más dientes, cada ojo con una prolongación hacia atrás de la base de la antena.

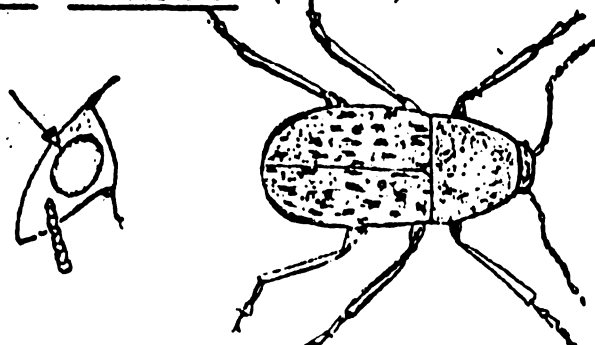
Familia Bruchidae

59



Femur posterior sin dientes; cada ojo completamente redondo.

Araecerus fasciculatus (DeGeer)



59. Femur posterior con dientes en el margen interior y exterior

60



Femur posterior con dientes en el margen externo solamente,  
o un diente grande y dientes finos en el margen interno.

61

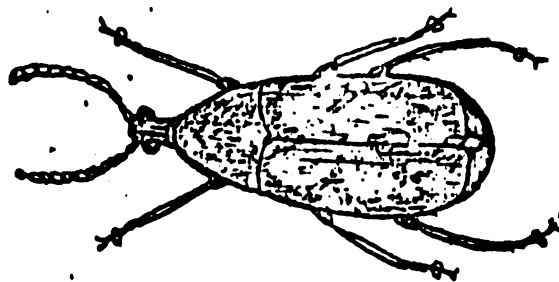
60. Lóbulo torácico medio basal elevado, blancuzcos, antena del macho en forma de peine.

Infesta las leguminosas.

Bruchidus chinensis (Thunberg)

Lóbulo torácico medio basal no fuertemente elevado y de color oscuro, cubierto con pelos blancuzcos; antena del macho no en forma de peine. Ataca leguminosas.

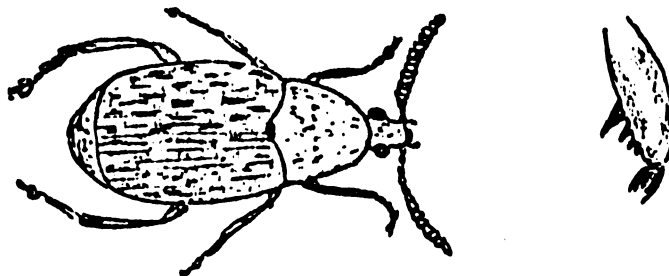
Callosobruchus maculatus (Fabricius)



61. Femur posterior con un solo diente agudo y grande en el lado interno seguido por varios dientes pequeños; último segmento antenal de color pálido.

Infesta semillas de leguminosas.

Acanthoscelides obtectus (Say)

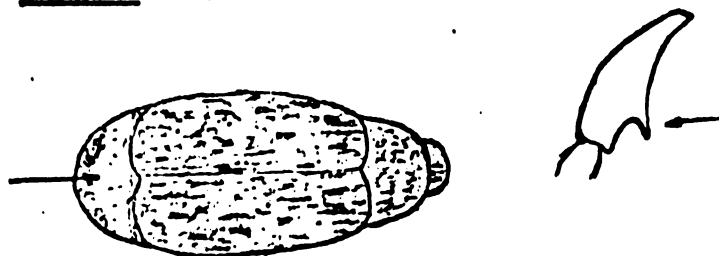


62. Femur anterior de color rojizo; femur posterior con dientes redondeado y con una depresión; último segmento abdominal completamente negruzco dorsalmente. Infesta semillas de legumbres.

Bronchus rufimanus (Boheman)

Femur anterior de color negruzco; femur posterior con dientes agudos; último segmento abdominal con dos manchas blancuzcas dorsalmente. Infesta semilla de leguminosas.

Bruchus pisorum (L.).



63. Elitros brillantes, suaves, no punteados.

64

Elitros con pelos

66

64. Cabeza y torax sin pelos y brillante, de color pardo.

Infesta granos partidos.

Gibblum psylloides (Czempinski)

Cabeza y torax cubiertos con escamas

65

65. Cabeza y torax con escamas amarillo doradas.

Infesta granos partidos.

Mezium americanum (Laporte)

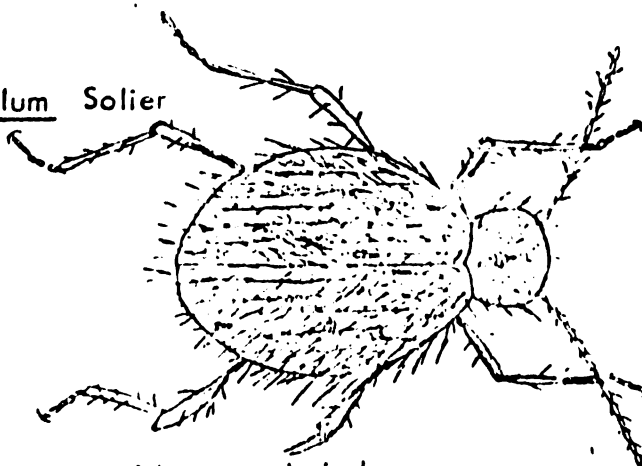
Cabeza y torax con escamas blancas plateadas.

Infesta granos partidos

Mezium \*affine Boieldieu

66. Protorax visto desde arriba semicircular, no constreñido antes de la base; integumento cubierto por pelos densamente, la parte frontal (entre las antenas) plano y ancho; plato triangular entre los elitros no muy marcado. Infesta granos partidos.

Trigonogenius globulum Solier



Protorax fuertemente constreñido antes de la base

67

67. Integumento cubierto totalmente por pelos dorados pálidos; la parte frontal (entre las antenas) aplanada; trocanter posterior extendido hasta los elitrotros. Infesta granos partidos.

Niptus hololeucus (Falderman)

Integumento nunca cubierto completamente por pelos.

68

68. El frente (entre las antenas) aplanado; cada espacio entre las suturas o líneas de los elitros con varios surcos o hileras de pelos. El trocanter posterior alcanza los elitros; plato triangular no presente o muy poco evidente.

Infesta granos partidos.

Epauloecus unicolor Piller

Frente (entre las antenas) con surcos

69

Trocanter posterior no alcanza los elitros; plato triangular entre los elitros moderadamente grande; muy diferenciado localizado en el mismo plano de los elitros.

70

Trocanter posterior alcanza los elitros; plato triangular pequeño y no diferenciado, a menudo vertical, no extendido entre los elitros.

Infesta granos partidos.

Pseudeurostus alienus (Brown)

70. Espacios entre las líneas de los elitros rara vez cubiertos por pelos inclinados. Los pelos que cubren el plato triangular entre los elitros de color similar a los de los elitros. Infesta granos partidos.

Ptinus ocellus Brown (Ptinidae)

Elitros sin pelos densos, usualmente con parches de escamas sub-basales y sub-apicales, cada espacio entre las líneas de los elitros con una hilera simple de pelos. Plato triangular entre los elitros conspicuo, con pelos inclinados blancos o amarillo pálido.

71. Pronotum con manojos de pelos grandes, denso y fuertemente elevado localizados sub-basalmente a cada lado de la línea media: la línea media entre y antes de los manojos de pelos (forma de brocha) y áreas pequeñas a cada lado antes de cada manejo brillantes y sin esculturas o cubiertos de pelos. Infesta granos partidos.

Ptinus raptor Sturm (Ptinidae)

Pronotum usualmente con ramilletes de pelos pero sin formar elevaciones y sin áreas brillantes esculturadas.

72

72. Pelos entre las líneas de los elitros aproximadamente iguales en longitud, semi-erectos en las hembras y fuertemente inclinados en el macho.

73

Pelos localizados en los espacios de las líneas de los elitros largos y cortos alternativamente, pelos del resto de los elitros sub-erectos en ambos sexos. Infesta granos partidos.

Ptinus villegger (Reitter)

73. Pronotum con un racimo de pelos densos localizados sub-basalmente a cada lado de la línea media. Infesta granos partidos.

Ptinus fur

Pronotum con pelos regularmente distribuidos y no más densos en ninguna parte.

Ptinus clavipes Panzer



## CLASIFICACION DE LOS PRINCIPALES HONGOS PRESENTES EN SEMILLAS ALMACENADAS/1

I.A. José Roberto Jurado N.\*

Entre los hongos más frecuentes de las semillas en almacenamiento, encontramos las formas imperfectas y raramente en sus estados perfectos.

### A. Los Chytridiomycetos

Hay generalmente hongos acuáticos, parásitos ó algas soprófitas.

Physoderma maydis Se encuentra afectando semillas de maíz.

### B. Los Plasmodiophoromycetos

Son endoparásitos obligados de las fonerógamas, produciendo hypertrofias en el tejido del hospedero, las células infectadas producen Plasmodium y dan zoosporas biflageladas. Plasmodiophora brassicae, contamina semillas y posiblemente infecta suelos.

### C. Los Oomycetos

Un sin número de ellos son acuáticos, pero algunos en particular los Peconosporales, crecen en el suelo y algunos son parásitos de las plantas; la reproducción sexual es por oosporas, pero en algunas especies son ausentes, la esporangia funciona como conidia y solamente germina por intermedio del tubo germinativo. Las hojas no tiene septadas.

#### 1. Peronosporales

La transmisión ocurre en algunas especies dentro de las tres familias Albuginaceae (Albugo) Peronosporaceae (Peronospora, Plasmopora, Sclerospora) y Pythiaceae (Pythirium).

Albugo - Son parásitos abligados, su germinación por zoosporas Albugo tragopogones produce un moho blanco sobre Tragopogon porrifoluis reportado como patógeno de semillas.

Bremia El esporangio es expandido, la germinación es usualmente por

1/ NEERGAARD, P. Seed Pathology. New York, Wiley, 1977. v.I, pp. 146-281.

\* I.A. Master Fitopatología I.C.A. Sanidad Vegetal, Ibagué.

el tubo germinativo, produce zoosporas y raramente oosporas.

Bremia lactucae. Produce el mildew en la lechuga, es transmitido en semillas. Puede ocurrir una infección sistémica.

Peronospora. Importante por los mildews.

Peronospora arborescens. Patógeno en semillas de Mecanopsis spp y en Papaver somniferum.

Peronospora asthori. Mildew de Clarkia elegans. Fue probablemente introducido en Dinamarca con Semillas.

Peronospora destructor. Mildew de la cebolla es reportada en semilla, pero no se reporta como una severa infección en campo.

Peronospora jorinosa (Peronospora schaefferi)

Peronospora maushurica, Peronospora parasitica

Peronospora tabacina Peronospora viciae (P. pisi) es muy abundante en la inflorescencia del guisante.

#### Phytophthora

Son patógenos muy importantes, siempre se conoce a Phytophthora nefestous. Phytophthora capsici.

Phytophthora cennamomi; afecta el embrión de la semilla de aguacate. Phytophthora citrophthora. Phytophthora megasperma; Phytophthora nicotianae.

Plasmopora: Plasmopora viticola mildew de la uva.

Plasmopora: Halstedii mildew de la coliflor.

Pythium: Existen especies en el suelo, agua y sopófitos de plantas; Pythium aphanidermatum afecta al Sandía, Pythium debaryanum causa damping off en remolacha.

Sclerophthora: Sclerophthora macrospora mildew de los cereales.

Sclerospora: Mildew de los pastos. Sclerospora graminicola afecta semillas del Penisetum typhoides.

Sclerospora maydis, mildew del maíz.

Sclerospora Sorghi mildew del sorgo.

#### D. Zygomycetes

Su reproducción sexual la efectúan mediante la conjugación de los dos

gametos formando una espora asexualmente, se forman a partir de la espora formando una esporagia como micelio y clamidosporas.

Mucor

Rhizopus: Rhizopus, R. nodosus y R. Stolonifer. Afecta semillas de algodón, el último también puede ser un contaminante de laboratorio.

CLASE:

Ascomycetos

SUBCLASE:

Hemiascomycetos

ORDEN:

Endomycetos

Nematospora: N. Coryli (N. Phaseoli) N. Gossypii.

SUBCLASE:

Prohomicetos

Protomyces: P. Macrospora Afectando a Coniandrum Sativeum.

SUBCLASE:

Plectomycetos

ORDEN:

Eurotiales Hay cerca de 80 generos, incluyendo a Eurotuim estado perfecto de Aspergillus.

Eurotuim chevalieri: Encontrando en semillas de algodón.

ORDEN:

Erysiphales. Son parásitos obligados, micelio blanco.

Erysiphe: E. Cichoriacearum encontrando en semillas de Zennia elegaus

E. Heraclei E. Pisi en semillas del guisante.

SUBCLASE:

Pirenomyces

ORDEN:

Hypocreales

Gibberella: G. avenacea en avena; G. Fujikuroi estado imperfecto F. moniliforme; G. gordona, G. zea imperfecto Fusarium graminearum.

Griphosphorea: G. nivalis estado imperfecto Fusarium nivale.

Nectoria: N. Haematococca estado imperfecto Fusarium solani.

ORDEN:

Clavicipitales

Balanasia B. Andropogonus - puede afectar semillas de sorgo, pastos.

B. oryzae: en arroz, pastos, cereales.

B. Sclerotico: Brachion

Claviceps: Cerca de 25 especies, son parásitos de los ovarios en varias plantas.

C. Gigantea en maíz, G. microcephala, C. purpurea en cereales.

ORDEN:

Más de 5.000 especies incluidos en ellos sorpofitos, pero algunos muy importantes como patógenos de plantas.

Chaetomium. C. Globosum en pastos, muchas especies son contaminantes de semillas C. Otrosporium.

Diaporthe. El estado imperfecto es Phomopsis.

D. phoseolorum en semillas de arveja.

D. phoseolorum Var. sojal.

Gaeumannomyces. G. graminis (Ophiobolus graminis) estado imperfecto Cepholosporium maydes afecta las semillas de maíz.

Gnomonia. El estado imperfecto son en algunas especies Colletotrichum (Gloeosporium).

Glomerella. Es igual al género Gnomonia pero la peristecia usualmente embebida en un estroma, las ascoporas son con una célula hijoleria. El estado imperfecto es siempre Colletotrichum G. Gossypii en semillas de algodón, G. graminicola en sorgo.

SUBCLASE:

Discomycetos

ORDEN:

Phacidiales

Lophodermium. L. penostri estado imperfecto, Leptostroma pinostri.

ORDEN:

Helotiales

Ciboria. C. alni (Sclerotinea alni), parásitos de inflorescencias y escaracterístico de costras en frutos y semillas.

C. betulae

C. granigena

Sclerotinea. S. sclerotiorum afecta varias especies de plantas, S. trifoliorum se transmite por suelo, aire y semillas.

SUBCLASE:

Loculo ascomicetos

ORDEN:

Myriangiales

Asco globoso, desarrollan en un estroma singular o en masas gelatinosas.

Elsinae. Estado imperfecto Sphoceloma.

E. phoseoli en arveja.

ORDEN:

Pleosporales

Entre los que afectan las semillas están: Cochliobulus, Pleospora y Pyrenophora.

Cochliobulus estado imperfecto Curvularia C. geniculata C. heterotrophus.

Leptophaeria L. avenoria estado imperfecto

Septoria avenae, L. maculanus estado imperfecto Phoma lingoum L. nodorum estado imperfecto Septoria nodorum.

Physalospora. P. rhodenia estado imperfecto Diplodia gossypina.

Pleospora. P. herborum estado imperfecto Stenphylium botryosum.

Pyrenophora P. avenae estado imperfecto Drechslera avenae.

ORDEN:

Dothideales

Mycosphaerella M. brassicicola afecta a los críferos se propaga por semilla.

M. arachides el estado imperfecto Cercospora arachidicola.

Sphaerulenia. S. oryzinia el estado imperfecto Cercospora oryzae.

CLASE:

Deuteromycetos

ORDEN:

Blastomicetos

Rhodotorula. R. glutines

ORDEN:

Hyphomycetos

FAMILIA:

Mucedinaceae: Hyalosporae (6.2.1.1.)

Acremonium (Cephalosporium).

A. Strictum A. Zeae

Acrocylindrium A. oryzae

Aspergillus: A. flavies, A. glaucies, A. niger

Botrytis: B. allii A. porrum, B. cinerea, B. fabae B. receni.

Geniculodendron: G. pyriforme en semillas de coníferas.

Monilia: M. lora M. rereri.

Penicillium: P. chrysogenum, P. oxalicum, P. patulum.

Cesticillum V. alboatrun.

FAMILIA:

Hyalodidimae

Rhynchosporium: R. secolis se encuentra en semillas de cebada, R. oryzae se encuentra en semillas de arroz.

Trichothecium: (Cephalothemum) T. roseum

FAMILIA:

Hyalosphragmiae

Romularia: R. becicola en semillas de remolacha.

FAMILIA:

Dematiaceae

SUBFAMILIA:

Phaeosporae

Nigrospora: N. oryzae

Ustilaginoidea: U. virens parásito del ovario y raíces afecta a la semilla de arroz.

SUBFAMILIA:

Phaeoididemal

Cercosporidium C. gramines C. punctum

Cladosporium C. Cladosporaides

C. Herborum C. cucumerenum

#### SUBFAMILIA

Phaeopharagmiar

Acroconidiella: A. tropaeoli (Heterosporium tropaeoli)

Cercospora. C. arachidicola, C. beticola C. copsici, C. corthomi, C. nicotianae, C. oryzae, C. personata, C. Sesami, C. sorghii.

Curvularia: C. clavata, C. geniculata, C. enaequales, C. lunata, C. oryzae, C. trifolii.

Drachalera. (Helminthosporium)

D. avenae, D. bromi, D. caterania, D. graminea, D. moydes, D. oryzae, D. papaveris, D. Sacchori, D. Sesami, D. sorghicolo, D. turcica.

Pyricularia: P. oryzae.

Tichocomis: T. padwickii (Alternaria padwickii) T. condata.

#### SUBFAMILIA

Phaeodactyae

Alternaria: A. tenuis, A. brassicicola, A. brassicicola, A. dianthi, A. lini, A. linicola, A. porri, A. sesami.

Stenphylium, S. collestephi, S. loti, S. sarcinniforme. S. solani, S. trifoli.

#### FAMILIA:

Tuberculariaceae

#### SUBFAMILIA:

Hyalophagmiae

Fusarium: F. ovenaceun, F. nivale, F. solani, F. semitectum, F. moniliforme, F. osysporum, F. culmorum.



Gloeocercospora: G. sorghi

SUBFAMILIA:

Phaeosporal

Myrothecium: M. leucotrichum, M. roridum, M. verrucaria

SUBFAMILIA:

Phaeodictyae

Epicoccum: E. purpurascens, E. ninguem, E. oryzae.

CLASE:

Coelomycetos-

ORDEN

Melanconiales

FAMILIA

Hyalosporae

Colletotrichum (Gloeosporium)

C. acutatum, C. dematium, C. fuscum, C. gloeosporioides, C. copseci,  
C. graminicola, C. lindemuthianum, C. gossypii, C. malvarum.

Sphoceloma: S. violae.

FAMILIA:

Hyalodidymae

Marssonina: M. juglandis.

FAMILIA:

Phaeophragmiae

Pestalotiopsis: P. funerea, P. gracilis.

## ORDEN:

Sphaeropsidales (Phomales)

## FAMILIA:

Sphaerioidaceae (Phomaceae)

## SUBFAMILIA:

HyalosporaeMacrophoma: M. araucariae en semillas de Araucaria excelsa.Macrophomina: M. phaseolinia.Phoma: P. apiicola, P. betalP. destruictiva, R. exigua, P. glumarum, P. herbarum, P. medicagenis (Ascochyta imperfecte).Phomosis P. endogena, P. Sajae.

## SUBFAMILIA:

HyeladidymaeAscochyta: A. chenopodii, A. chrysanthemi, A. fabe A. gossypii, A. pisi.Diplodina: D. salicis.Dipladia, D. corchori, Gossypina, D. macrospora, D. maydis.

## SUBFAMILIA:

HyaloscolecosporaeSeptoria: S. apiicola (S. Apii) S. avenae, S. digitalis, S. glycines, S. nodorum, S. secalis, S. tritici

## CLASE

Teliomycetes

## ORDEN

Uredinales

## FAMILIA

Uridinaceae

Puccinia: P. alii, P. carthani, P. heterospora, P. malvacearum, P. graminis.

Uromyces: U. betasae, U. viciae fabae.

Melompsora: M. lini.

## ORDEN

Ustilaginales

## FAMILIA

Ustilaginaceae

Sphacelotheca: S. cruenta, S. sorghii, S. reliana

Thecaphora; T. deformans, T. seminis, Tolyposporium: T. erectum, T. hessii.

Ustilago: U. avenae, U. nigra, U. crameri, U. hordie, U. vulgare, U. maydis, U. nieda, U. tritici, U. striiformis.

## FAMILIA:

Tilletiaceae

Tilletia: T. caries, T. contraversa, T. foetida, T. Pancicii, T. lolii, T. paradoxa.

Urocystis, U. agropyri, U. occulta.

## CLASE

Agaricales

Harasmius, M. perniciosus (crenipellis perniciosus)

## ORDEN

Hyphomycetos

Rhizoctonia: R. cataticola, R. leguminicola, R. solani.

Sclerotium, S. bataticola, S. cepivorum, S. rolfsii.

## NEMATODOS

## FAMILIA

Tylenchidae: Nemátodos que va en la semilla, la afectan.

Anguina: A. agropyronifloris, A. agrotis, A. Spermophaga, A. trictici.

Ditylenchus: D. agustus, D. dipsaci.

Aphelenchoides: A. besseyi, A. ritzemabosi

Rladina phelenchus: R. cocophilus.

Heterodera: H. glycines, H. schachtii.

Existen otros géneros de nemátodos que sirven de vectores para llevar los virus y ser transmitidos por semilla, entre ellos tenemos las dos familias, Tylenchlamidae y transmite los virus poliédricos, entre los géneros tenemos:

Longidorus, Xiphinema, y de la familia Trichochooridae.

Tenemos el género Trichodorus:

HIPHOMUCETOS FAMILIA	TIPO DE CONIDIA	GENERO
<u>Mucedinaceae</u>	<u>Hyalosporae</u>	<u>Acremonium</u> <u>Acrocylintrum</u> <u>Aspergillus</u> <u>Botrytis</u> <u>Geniculadendron</u> <u>Monilia</u> <u>Penicillium</u> <u>Verticillum</u>
	<u>Hyalodidymae</u>	<u>Rhynchosporium</u> <u>Trichothecium</u>

HIPHOMUCETOS FAMILIA	TIPO DE CONIDIA	GENERO
<u>Dematiaceae</u>	<u>Hyalophragmiae</u>	<u>Pleiachaeta</u> <u>Romularia</u>
	<u>Phaeosporae</u>	<u>Aureobasidium</u> <u>Chalara</u> <u>Nigrospora</u> <u>Ustilaginoidea</u>
	<u>Phaeodidymae</u>	<u>Cercosporidium</u> <u>Cladosporium</u> <u>Fusicladium</u>
	<u>Phaeophragmiae</u>	<u>Acroconidiella</u> <u>Cercospora</u> <u>Corynespora</u> <u>Curvularia</u> <u>Drechslera</u> <u>Isariopsis</u> <u>Mycocentrospora</u> <u>Phaeoisariopsis</u> <u>Pyricularia</u> <u>Trichoconis</u>
	<u>Phaeodictyae</u>	<u>Alternaria</u> <u>Stemphylium</u> <u>Ulocladium</u>
<u>Tuberculariaceae</u>	<u>Hyalophragmiae</u>	<u>Fusarium</u> <u>Gloeocercospora</u> <u>Ramulispora</u>
	<u>Phaeospora</u>	<u>Myrothecium</u>
	<u>Phaeodictyae</u>	<u>Epicoccum</u>

ORDEN	FAMILIA	TIPO CONIDA	GENERO
<u>Melanconiales</u>	<u>Melanconiaceae</u>	<u>Myalospora</u>	<u>Colletotrichum</u> <u>Discula</u> <u>Sphaceloma</u>
		<u>Hyaladidyma</u>	<u>Marssonina</u>
<u>Sphaeropsidales</u> (Phomales)	<u>Sphaerioidaceae</u> (Phomaceae)	<u>Hyalospora</u>	<u>Aphosphoeria</u> <u>Macrophoma</u> <u>Macrophomina</u> <u>Phoma</u> <u>Phomopsis</u> <u>Phyllasticta</u> <u>Selenophoma</u>
		<u>Phaeospora</u>	<u>Coniothyrium</u>
		<u>Hyalodidyma</u>	<u>Ascochyta</u>
		<u>Phaeodidyma</u>	<u>Botryodiplodia</u>
			<u>Diplodia</u>
		<u>Hyalaphragma</u>	<u>Stagonospora</u>
		<u>Hyalosedecospora</u>	<u>Septoria</u>
	<u>Leptostromataceae</u>	<u>Hylospora</u>	<u>Leptostroma</u>
	<u>Excipulaceae</u>	<u>Hyalodidyma</u>	<u>Diplodina</u>

## TELIOMICETOS

ORDEN	FAMILIA	GENEROS
<u>Uredinales</u>	<u>Uredinaceae</u>	<u>Puccinia</u> <u>Uromyces</u> <u>Melampsora</u>
<u>Ustilaginales</u>	<u>Ustilaginaceae</u>	<u>Sphacelotheca</u> <u>Thecaphora</u> <u>Tolyposporium</u> <u>Ustilago</u>
	<u>Tilletiaceae</u>	<u>Tilletia</u> <u>Urocystis</u>

## RECONOCIMIENTO FITOSANITARIO EN GRANOS ALMACENADOS

Miguel Benavides.\*

El reconocimiento y vigilancia de los productos, almacenes de depósito y vehículos en que se conservan es una tarea de gran trascendencia. Si no se descubre una infestación de hongos, insectos, ácaros etc. o si no se advierte su importancia lo antes posible, las pérdidas serán considerables porque el deterioro progresa a un ritmo acelerado. Se conocen muchos métodos para diagnosticar la presencia de problemas fitosanitarios, cualquiera de ellos permite evaluar con mayor o menor precisión la importancia real de la infestación. La elección del método depende en general del tiempo y de la mano de obra que se disponga en el momento.

### A. Prevención

Las formas de prevenir las infestaciones radican en tres aspectos básicos:

1. Métodos de reconocimiento, diagnóstico y evaluación de problemas fitosanitarios.
2. Aseo.
3. Buen almacenamiento.

Es preciso entonces buscar métodos más eficientes para "detectar" la presencia de problemas fitosanitarios, en cargamentos, empaques, basuras y aun personas que lleguen a estos sitios.

En muchas ocasiones, los resultados de un "muestreo" o "sondeo" indican una aparente sanidad de un lote de granos, sin embargo, cuesta menos repetir la revisión, quizás unos jornales; que es de todas maneras, menos costoso que aplicar un fumigante.

Quizá un secamiento a tiempo o un tratamiento de temperatura, elimine la necesidad de efectuar tratamientos químicos más costosos o tal vez ya tardíos y por tanto inútil.

### B. Niveles de infestación

Los índices de umbral y daño económico no se han precisado en nuestro medio para granos almacenados. Estos niveles se determinan en base al número de individuos y granos contaminados presentes en cierta cantidad "muestreada"

---

\* I.A.M.S.- Sanidad Vegetal, ICA, Bogotá.

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) tiene algunas normas para estimar grados de infestación en granos: cereales, oleaginosas y leguminosas de grano.

Para el caso de insectos, se define dos clases, según su ataque:

1. De infestación primaria: aquellos que son capaces de perforar granos sanos y consumirlos.

2. De infestación secundaria: Los que no son capaces de dañar el grano directamente, sino que requiere del insecto primario para penetrar los granos y vivir de ellos.

Cuando el producto está infestado por roedores, insectos o mohos, la inspección fitosanitaria proporciona información útil respecto al grado de la infestación y a la naturaleza de las plagas presentes.

Para ayuda al descubrimiento de estas infestaciones pueden emplearse las siguientes técnicas:

a. Sacudimientos de los sacos

Adultos de Sitophilus spp., saldrán a la superficie de los empaques después de levantar y dejar caer vigorosamente los sacos varias veces.

b. Trampas

En los empaques pueden introducirse verticalmente tubos de polietileno de 7.5 X 2.5 cms. envueltos en tela metálica o en papel que no sea brillante. Para Tribolium castaneum son eficientes estas trampas.

Las trampas pegajosas pueden utilizarse para evaluar infestaciones y con trozos o cintas de polietileno recubiertas con "grasa para ligaduras de árboles frutales" o algún otro material pegajoso adecuado.

c. Grietas artificiales

Entre los empaques de la periferia del arrume o pila pueden colocarse trozos de cartón corrugado de unos cuatro cms. de ancho y 20 cms. de longitud.

Como trampa para larvas de Trogoderma granarium y adultos de Tribolium castaneum, pueden utilizarse dos trozos de tablas de madera de 15 cms, de anchura y 60 cms. de longitud, embisagrados una con otra de modo que guarden una separación aproximada de 3 a 4 mm. entre sus caras. Estas trampas, que son particularmente adecuadas para los muestreos en harinas, se insertan en los sacos.

d. Muestreos cuantitativos

La inspección de productos en el momento de su llegada o descarga



utilizando tomamuestras o calas, determinan la variabilidad del nivel de infestación de problemas fitosanitarios.

El procedimiento más indicado para extraer muestras representativas de empaques en arrumes o de una masa estática a granel en el llamado "muestreo en consecuencia" y las cifras que se dan no deberán tomarse como apropiadas para determinar el estado o el nivel de la infestación en ningún país determinado. Cada país habrá de determinar los niveles adecuados a sus propias condiciones. El procedimiento es el siguiente: Con un tomamuestra se extrae cierto número de muestras de varios sacos o varias partes de la masa a granel, hasta constituir una muestra de 1 kg., se tamiza y se cuentan los insectos presentes para las calificaciones así:

Más de 15 insectos : El producto está muy densamente infestado  
 10 a 15 insectos : El producto está densamente infestado  
 Menos de 10 insectos : Tomar nueva muestra de 3 kgs.

Al contar los insectos en este paso:

Más de 9 insectos: : El producto está densamente infestado  
 Menos de 9 insectos : Tomar nueva muestra de 9 kgs.

Al tamizar la muestra y contar los insectos:

Más de 5 insectos : La infestación es moderadamente densa.  
 Menos de 5 insectos : Ligeramente infestado, pero debe tomarse una nueva muestra de 22 kgs.  
 Menos de 5 insectos : En la muestra anterior tamizada indica que el producto está muy ligeramente infestado.

Aunque las inspecciones por muestreo dan una apreciación cuantitativa del número de insectos, ésta es forzosamente incompleta en el caso de los insectos que pasan parte de su ciclo de vida dentro del grano. El descubrimiento de estas infestaciones ocultas exige el uso de otros métodos indirectos así:

#### 1. Método del CO<sub>2</sub>

Howe y Oxley, basándose en el hecho de que el CO<sub>2</sub> es uno de los principales residuos metabólicos de los insectos de respiración aérea o traqueal y que existía la posibilidad de calcular la cantidad de CO<sub>2</sub> expedido en 24 horas para cada insecto; estimaron los niveles de infestación interna de los granos. Determinando algunos niveles, tales como:

a. Si la concentración del CO<sub>2</sub> excede al 1% la infestación es potencialmente peligrosa. (Índice de Umbral Económico dado en Porcentajes de CO<sub>2</sub>)

b. Cifras como 0.3% pueden representar sólo la presencia de insectos libres en los granos (éstos al 14% de humedad del grano). Si la humedad del grano es inferior al 14%, el 0.3 ó 0.5 de CO<sub>2</sub> indicará una infestación muy insignificante.

c. Con humedad de grano 15% contenidos de CO<sub>2</sub> de 0.5 - 1%, indica que el grano no puede almacenarse más tiempo.

Este método puede dar buena información pero tiene algunos inconvenientes.

- 1) Requiere cierre hermético del lugar de almacenamiento.
- 2) Precisa tiempo relativamente largo para hacer el estimativo de CO<sub>2</sub> (24 horas).
- 3) No indica la presencia de insectos muertos.
- 4) No diferencia entre el CO<sub>2</sub> proveniente de insectos y de otros organismos.

## 2. Método de flotación

White describe un método que se basa en el fenómeno físico por el cual ocurre una separación de las semillas sanas (fondo) y las infestadas (flotan) dentro de una mezcla de 2 soluciones de diferente gravedad específica.

La mezcla consiste en:

- a. Una solución de silicato de sodio
- b. Cloroformo metílico

Al unir Sol <sub>1</sub> + Sol <sub>2</sub> ocurre una separación entre los dos líquidos, el liviano va arriba.

Las semillas sanas de peso normal se depositan en el fondo de la Sol <sub>2</sub> y las infectadas o dañadas flotan en la Sol <sub>1</sub>.

Las semillas con formas jóvenes de gorgojos y semipesadas ocupan el nivel intermedio de los líquidos.

Esta prueba está calibrada para 1000 semillas en un beaker 500 cc, + agitación.

Uso de colorantes.

### 1. Fucsina

Se basa en la propiedad de la "fucsina ácida" de colorear los huevos y orificios de los granos pertenecientes a gorgojos de un color rojo cereza brillante y dorado respectivamente.

Método:

- a. Muestra del grano remojado H<sub>2</sub>O caliente 5 minutos

b. Muestra en el colorante 2 - 5 minutos

c. Exceso colorante se lava con chorro de agua

**Preparación del colorante:**

50 Ml. ácido acético glacial  
+ 950 ml, H<sub>2</sub>O  
agregar 0.5 gramos fucaina ácida.

**2. Violeta de Genciana.**

Gootens, propone un método para colorear y así distinguir huevos de gorgojos en granos de trigo. Los cuales se exponen por 2 minutos a una solución de 10 gotas de solución (1% violeta de Genciana).

60 ml. de                      95%

**C. Registro de los Resultados**

El registro de las observaciones es una parte muy importante de la labor. Los registros exactos dan una base esencial de la información y son cada vez más valiosos a medida que se recopilen detalles que abarquen cierto período de años. El tipo de información se recopila en una hoja de registros de inspección sistemática.

Los registros meteorológicos son generalmente por demás favorables en lo que se refiere a los requisitos óptimos para las diferentes especies de plagas.

También es valioso un registro que indique el tipo de producto, variedad, calidad, junto con observaciones acerca de los daños presentes, ya que las distintas variedades pueden discrepar en cuanto a susceptibilidad a los ataques. Los detalles de origen, destino y tiempo de almacenamiento de los productos examinados deberán también anotarse en el registro.

## RECOLECCION, ENVIO DE MUESTRAS Y MONTAJE DE INSECTOS

I.A. Guillermo Augusto Carreño Herrán\*

### Introducción

Los insectos se caracterizan por ser perjudiciales unos, otros son benéficos y otros carecen de importancia. Debido a estas diferencias, es importante conocer los insectos con el fin de conducir un eficiente manejo de las plagas.

Pocas personas están familiarizadas con los insectos; la diversidad de forma, tamaños y colores, hace que todos los insectos difieran entre sí, dificultando su identificación. Una de las mejores formas de conocerlos es recolectándolos y manipulándolos.

Sin embargo, estas colecciones deberán repararse en debida forma para que cumplan un recurso didáctico que permita el conocimiento a personas que no están familiarizadas con ellos.

Estas páginas pretenden dar una guía general a los participantes al Curso Internacional de Control de Plagas en Granos Almacenados, sobre las técnicas de recolección, envío de muestras, montaje y preservación de insectos.

### A. Recolección

#### 1. Aspectos para la recolección de insectos

Para la recolección de los insectos se deben tener en cuenta dos aspectos:

- a. Medio ambiente
- b. Signos de presencia.

#### Medio Ambiente

Los hábitos y forma de vida del insecto determinan un medio ambiente específico que en términos generales son el suelo, agua, plantas y los animales o los mismos insectos que hacen que se clasifiquen en Subterráneos para los que viven debajo de la superficie del suelo; Acuáticos los que viven dentro o cerca del agua; Fitófagos los que se alimentan de plantas o partes de plantas vivas o muertas y Parásitos los que viven a expensas de los animales.

---

\* Ingeniero Agrónomo del Servicio de Sanidad Vegetal del Instituto Colombiano Agrario ICA, Ibagué

Finalmente puede considerarse un grupo importante de insectos que viven o se desarrollan en los productos almacenados.

## 2. Dónde localizar los insectos

Es difícil describir exactamente dónde capturar los insectos sin embargo existen signos externos que denuncian la presencia de insectos como son:

### a. Plantas dañadas

Hojas perforadas, minadas, esqueletizadas, rasgadas, tallos taladrados, cortados o descortezados y semillas perforadas o mordidas.

### b. Anormalidades en las plantas

Amarillamiento y debilidad de las plantas, la presencia de agallas en las hojas, ramas y raíces.

### c. Presencia de Excrementos

Montículos de tierra suelta, gránulos de excrementos en plantas o granulos finos semejan a afrecho en los granos almacenados, es signo de presencia de insectos.

### d. Secreciones

Secreciones que impregnan las plantas son signos de alimentación y presencia del insecto.

### e. Asociaciones

La presencia de insectos parásitos, es indicio del hospedero plaga; también existen simbiosis como las hormigas pulgones.

Los mejores métodos de recolección es difícil describirlos porque los que resultan buenos para unos, no pueden ser ventajosos para otros colectores.

## 3. Equipo de recolección

Los implementos de un equipo básico de recolección son: trampa de recolección o jama; frasco envenenado; empaques; frascos recolectores; tubo aspirador; gribas; pinzas; navaja; pala de mano; lápiz, etiquetas, libreta.

### a. Jama

Sirve para coleccionar insectos que brincan o vuelan con excesiva actividad. Debe ser de color claro, pues los insectos se ven con más facilidad sobre superficies claras. Son de tres tipos.

**Jama Aérea:** De mango largo y delgado con bolsa de tela ligera y se usa para capturar mariposas y otros insectos voladores.

**Jama de golpeo:** Tiene mango mas corto y la bolsa mas pesada con tela mas burda y resistente a la rotura. Se usa para sacudir y golpear las hojas de pasto y arbustos.

**Jama acuática:** Se construya en forma de cuadro o triángulo para facilitar el arrastre sobre la vegetación acuática. El tejido de la bolsa debe ser ralo para facilitar el paso del lodo y agua, pero suficiente para retener los insectos acuáticos.

#### **b. Frascos envenenados**

Los frascos deben ser de tamaño variado debido a la diversidad de tamaños de los insectos. Todos los frascos letales deben contener un pedazo de tela o papel suave que absorberá la humedad de los especímenes, manteniendo las alas secas, absorben las secreciones que pueden manchar el ejemplar y sirve como amortizador para evitar que se dañen entre sí los insectos.

### **B. Métodos para matar Insectos**

#### **1. Materiales Letales**

Han sido escogidos por su propiedad para matar el insecto rápidamente. Deben manejarse con cuidado ya que también son tóxicos al hombre.

**Cianuro de Potasio:** Se coloca en el fondo una capa de cianuro de un centímetro de espesor, se cubre con una capa de aserrín seco de dos centímetros de espesor y luego se vierte una capa de dos centímetros de una mezcla de yeso y agua. La botella se golpea ligeramente antes que el yeso se endurezca para sentar la mezcla y sacar el aire atrapado en el aserrín.

Se deja con la boca abierta para que frague el yeso, se introduce el papel absorbente y se cierra dejando secar durante una semana. La botella debe marcarse con una etiqueta que indique peligro y el ingrediente activo del veneno.

Como precaución adicional, la base de la botella debe cubrirse con cinta de enmascarar para protegerla o impedir la salida del veneno en caso de rotura.

#### **a. Ventajas**

- Son durables. Fabricadas correctamente sirven 6-12 meses
- Los ejemplares permanecen secos y limpios ya que no tienen contacto con el agente letal.
- Están siempre listas para utilizarlas
- Mata rápidamente la mayoría de los insectos.

### b. Desventajas

- Elevada toxicidad que exige extremo cuidado en su manejo
- Los materiales que se desechan no pueden ser ingeridos por las aves o mamíferos.
- Causa endurecimiento del tejido muscular dificultando el arreglo de las alas y patas.
- Altera muchos pigmentos por lo que exige que el insecto debe secarse inmediatamente después de muerto o pierde algunos de sus colores.

## 2. Solventes orgánicos

(Eter etílico, cloroformo, tetracloruro de carbono, bisulfuro de carbono). Las cámaras letales se preparan:

Se cortan pequeños discos de un material absorbente. Se cubren con un disco de cartón de un diámetro ligeramente mayor que el de la botella, haciendo una pequeña incisión que permita la introducción hasta colocarlo encima de los discos. Se vierten unos milímetros cúbicos de cualquiera de los líquidos mencionados hasta que pase a los discos. Se tapa la incisión para evitar el paso de insectos pequeños.

Otra forma es vertiendo una mezcla semilíquida de yeso y agua de unos tres centímetros de espesor. Cuando el yeso se ha secado se satura con el solvente orgánico y la botella se cierra herméticamente hasta el momento de usarla.

### a. Ventajas

- Los ejemplares no cambian de color
- Los gases son menos tóxicos que el cianuro
- Los especímenes no se endurecen
- El agente letal se volatiliza rápidamente cuando se rompe la botella
- Los materiales son de fácil consecución
- Son recargables.

### b. Desventajas

- Por la rápida volatilización requiere a la mano solución letal para recargarla.
- La mayoría de estos solventes son altamente inflamables
- El bisulfuro de carbono tiene olor desagradable y es explosivo.

## 3. Otros métodos para matar insectos

Para insectos sin alas y los de cuerpo blando se recomienda matarse con alcohol al 70%.

Cuando son insectos que no sufren daño al ser mojados pueden matarse

poniéndoles en agua hirviendo durante un minuto, algunos pueden matarse por refrigeración durante una semana o más.

a. Aspirador

Se utiliza para recoger insectos pequeños de gran actividad y delicados. Pueden recogerse de la jama o de otros sitios.

b. Cribas y pala de mano

La pala pequeña sirve para escarbar el terreno y desenterrar el insecto y la criba para tamizar la tierra y separar los insectos.

C. Métodos para Colectar Insectos en Masa

1. Cebos tóxicos

Se prepara con un material inerte (cascarilla, salvado o aserrín) se mezcla y se adiciona un tóxico. Se revuelve lo mas homogéneo posible y se adiciona agua hasta obtener la consistencia deseada.

Este cebo puede utilizarse en el suelo directamente sobre canales, o en frascos enterrados en forma de trampas, en bolsas o tarros colgados en los árboles, en residuos de plantas.

2. Trampas

Muchos insectos son atraídos por la luz, así que las trampas de luz sirven para colectar insectos. El diseño de la trampa puede variar desde una lámpara de gasolina colgada frente a una sábana, hasta lámparas fabricadas en serie con luz negra y rejillas eléctricas que matan el insecto. Se pueden colocar en la base de un embudo colector y en la parte inferior una cámara letal o jaulas.

Todos los insectos necesitan de agua frecuentemente, por lo tanto en áreas secas puede mojarse un costal y dejarlo fuera y sobre el suelo toda la noche. Por la mañana deben encontrarse insectos debajo, sin embargo hay que tener cierta precaución puesto que se pueden encontrar ciempiés, alacranes y arañas que pueden ser venenosos.

D. Formas de Manejar y Enviar Insectos Colectados

Cuando se han acumulado insectos pueden ser tan numerosos que no pueden montarse inmediatamente lo que hace necesario empacarlos convenientemente.

1. Métodos húmedos

Para varios grupos de insectos se utiliza alcohol del 70% usándose suficiente líquido para cubrir los ejemplares. Téngase en cuenta que si la



concentración es demasiado baja (70%) los especímenes sufren descomposición y si es demasiado alta (mayor del 80%) en los especímenes de cuerpo blando se produce pérdida de agua del cuerpo causando arrugamiento del espécimen.

a. Ventajas del alcohol

- Es un preservativo
- Elimina algo de grasa del cuerpo del insecto

Su mayor desventaja es que decolora los pigmentos del insecto. Para evitar que se dañen los ejemplares de cuerpo blando en caso de evaporarse el alcohol, se añade una parte de Glicerina a veinte o más partes de alcohol.

En ausencia de alcohol se puede usar una solución de formalina del 5 al 10% que tiene la ventaja de preservar muchos de los colores de pigmento pero tiene las desventajas que endurece los tejidos musculares, su olor es desagradable y pone áspera la piel del operador, por estas razones no es muy recomendable.

## 2. Métodos secos

Estos métodos no deben usarse en regiones tropicales húmedas a menos que cuente con facilidades para almacenamiento seco. Puede usarse:

a. En cajitas

Se llenan con material suave de empaque (pañuelos desechables, icopor, celulosa de algodón) se colocan por capas y se presionan suavemente las capas para evitar los desplazamientos. Es indispensable empacar especímenes frescos ya que el material seco ocasionaría la mutilación de las partes del insecto.

b. Sobres o cubiertas de papel

Se utiliza papel celofán o papel de china. Es preferible el papel transparente sobre los opacos, pues permite ver el contenido sin necesidad de abrir el sobre.

Se corta un rectángulo de tamaño adecuado y se dobla por la mitad, se introduce el espécimen y se doblan los bordes, luego se escriben los datos de colección.

c. Enrollando insectos grandes

Se enrollan en papel celofán y se colocan en una cajita.

d. En cápsulas de gelatina

Se introduce uno o varios insectos en una cápsula y se presionan con una bola de algodón para evitar los desplazamientos y absorber la

humedad. No se puede usar en climas húmedos, pues se ablandan y se enmohecen.

#### e. Tubos de ensayo con tapa

En climas húmedos se pueden usar los tubos de ensayo siempre que los insectos estén completamente secos, para lo cual es necesario desecarlos.

##### 1) Desecado de especímenes

Se colocan en un recipiente abierto el cual se calienta en un horno tibio, sobre un bombillo o a exposición del sol. Se consideran secos cuando los torsos quedan tiesos.

Los insectos que han sido resecados no pueden montarse sin antes haberse reblandecido con agua.

El método mas aconsejable es reblandecerlos mediante el uso de la cámara húmeda.

En un frasco se colocan unos centímetros de arena o algodón, el cual se humedece con agua y se cubre con una pieza delgada de madera (triplex, lámina de balsa o de corcho 1-2 mm) la cual se ha tratado con formalina para evitar que se forme moho. Se dejan los insectos de 24 a 48 horas. Debe evitarse la condensación de vapores en la cámara.

#### E. Montaje de Insectos

Para el montaje, la mayoría de los insectos se montan en alfileres en una u otra forma y es importante utilizar el tipo de grosor adecuado de alfiler. Los alfileres se consiguen en números que varían de 000 a 7, su longitud es uniforme, variando 35 - 40 mm.

##### 1. Montaje de adultos de tamaño grande con alfileres

Los insectos se vacían sobre una hoja de papel blanco que esté cubriendo una lámina de corcho o de otro material suave y se separan por tamaños. Utilizando el tamaño adecuado de alfiler y sosteniendo el insecto en posición sobre la lámina con la punta de los dedos, se atraviesa con el alfiler en un lugar determinado, con el fin de evitar dañar las estrías, setas o cualquier característica taxonómica importante para su identificación. La superficie superior del ejemplar debe estar en angulo recto con el alfiler y bien equilibrado.

Todos los especímenes deben ser montados a una altura uniforme lo mismo que los marbetes. Para obtener esta uniformidad se usa una gradilla las cuales son de diferentes tipos, pero la mas común consiste en un bloque de madera el cual tiene tres perforaciones de diferentes profundidades usualmente 25 mm, 17 mm y 10 mm, respectivamente.

Cada ejemplar o cada especie deberá ser montado en un alfiler por separado, excepto en los siguientes casos:

- Con porciones de material hospedero dañado si su tamaño lo permite
- Parásitos o predadores con sus presas
- Ejemplares colectados en cópula
- Adultos acompañados de huevos, ninfas o mudas larvales y de pupas.

Estos cuatro tipos de montaje tienen mas valor debido a la información adicional que proporciona.

## 2. Montaje de adultos de menor tamaño

Cuando los insectos son pequeños se montan en una de las siguientes formas:

### a. Triángulos de cartón

Las puntas deben ser uniformes y consiste en un triangulo de 2 mm de base y 10 mm de altura, los cuales se montan en alfileres No. 2 y 3, y en forma uniforme (usando la gradilla) en relación con la punta del alfiler. Con la pinza o la uña se dobla la punta hacia abajo, se coloca una gota de adherente y se acerca al lado derecho del tórax del insecto hasta que el pegante seque. Como adherente puede usarse (colbón, esmalte para uñas o laca). Los especímenes pueden montarse individualmente o varios, colocando los triángulos en forma de abanico.

### b. Alfileres doblados

Son alfileres doblados en codo insertando el insecto de abajo hacia arriba.

### c. Sobre alfileres sin que haya penetración

A una distancia de 10 mm de la cabeza se deposita una gota de pegante y la gota se pone en contacto con el lado derecho del insecto.

### d. Sobre tarjetas

Se cortan cuadros de cartulina blanca de 10 mm y se cubre con pegante. Con unas pinzas cuidadosamente se colocan los insectos en hileras sobre el pegante, colocando unos sobre las patas, otros por el dorso y otros por sus costados para mostrar todas las partes del cuerpo. Es indispensable que la serie sea de una sola especie.

Otros sistema de montaje son en vidrios porta-objetos o en foto-diapositivas, los cuales requieren de otras técnicas y el uso de microscopio.

#### **F. Etiquetas para el Insecto Montado**

Los insectos montados que no tienen etiqueta pierden valor científico. Los datos mínimos son de localidad y la fecha de la colección, pero es conveniente adicionar información sobre la planta hospedera donde se encontró y el nombre del colector.

La etiqueta se hace en cartulina blanca porque este material no se arruga o enrolla con el tiempo; la letra de imprenta para que sea legible y con tinta china negra, lo cual no pierde color ni se extiende en la etiqueta cuando se echa en alcohol.

Mas información de los temas tratados puede encontrarse en la bibliografía citada y en libros de Entomología que contienen información sobre colección, preservación e identificación de insectos.

## LITERATURA CONSULTADA

1. BORROR. D.J., and DWIGHT M.D. Anintroduction to the study of insects. Rinehart Co, New York, 1966 674-705,p.
2. GIBSON, W. Como hacer una Colección Util de Insectos  
Secretaría de Agricultura y Ganadería. Mexico, 1958, pp.70
3. VALENZUELA, G. - Recolección, Montaje y Clasificación de Insectos.  
Agricultura Tropical. Bogotá, pp. 85

## EL ACONDICIONAMIENTO DE LOS GRANOS

José Annuar Soto\*

Acondicionar un grano significa: sacarlo hasta el grado necesario para su buena conservación, librarlo de los materiales y cuerpos extraños que lo acompañan y extirpar los insectos que lo destruyen. El acondicionamiento se inicia o debe iniciarse en la finca inmediatamente después de la recolección y se perfecciona o completa como requisito previo para el almacenamiento.

### A. El Contenido de Impurezas

Al cosechar el grano, bien sea que la operación se haga a mano o por medios mecánicos se recolectan simultáneamente muchos materiales distintos del grano, tales como: pedazos de tallo, plantas y semillas de malezas, terrones etc., que luego deben ser eliminadas en la etapa de limpieza y secamiento.

#### 1. Impurezas removibles

Se clasifica dentro de este grupo toda materia diferente al grano tratado que puede ser extraído por medios mecánicos adecuados tales como cribas, zarandas, corriente de aire, mallas etc. En las impurezas removibles es común que se presenten granos de otros cereales y semillas de algunas plantas consideradas como malezas tales como las avenas silvestres, el trigo, etc., las cuales pueden ser utilizadas como forrajes, apareciendo el concepto de impurezas con valor y que dentro de algunos sistemas de clasificación son tenidas en cuenta en forma especial para establecer su participación dentro de la tolerancia establecida.

#### 2. Materia extraña

Son todas aquellas impurezas que no pueden removerse mecánicamente por tener la misma forma, peso específico y tamaño del grano de que se trate y que pertenecen en el conjunto del grano como vicio o defecto inseparable.

Según la proporción en que se encuentren y sus características especiales, rebajan la calidad del producto unas veces por concepto de apariencia como las pepas negras en el arroz blanco (bejuco o porotillo), otras por desmejorar el calor del producto final como en la harina de trigo, en ocasiones por comunicar sabores indeseables como la manzanilla en el trigo y en no pocas oportunidades por la molestia que ocasiona el tener que quitarlas a mano para que no aparezcan en el producto final como las piedrecillas en las lentejas y los terrones en el frijol y maní.

---

\* I.A. Jefe Laboratorio Control Calidad IDEMA. Carrera 10 No. 16-82  
Bogotá, Colombia.

## B. Determinación del Contenido de Impurezas

Existen diversas formas que permiten conocer y cuantificar el contenido de impurezas existentes en un determinado producto. Como se dijo anteriormente éstas se pueden separar a mano, empleando cribas, zarandas y aún fuertes corrientes de aire que las arrastre.

### 1. Pérdida de peso por limpieza

Sea cualquiera la forma empleada para separar las impurezas, la secuencia para su cuantificación se describe a continuación: (a) se pesa la porción analítica la cual debe ser un fiel reflejo de la totalidad del producto; (b) se limpia aplicándole cualquiera de los métodos indicados; (c) se pesa la porción del producto limpio y no las impurezas separadas; (d) se halla por diferencia entre la porción sucia y la porción limpia el contenido de impurezas; (e) se relaciona la diferencia obtenida con el peso de la muestra sucia o porción inicial y (f) se reduce a porcentaje.

Ejemplo:

Peso de la muestra sucia	500 gramos
Peso de la muestra limpia	<u>460 gramos</u>
Peso de las impurezas removibles	40 gramos

### Cálculo porcentual

$$\begin{array}{rcl}
 500 \text{ grs} & : & 100 \\
 40 \text{ grs} & : & X \\
 X & : & \frac{40 \times 100}{500} = 8\%
 \end{array}$$

De la cuantificación anterior podemos concluir que el contenido inicial de impurezas removibles en el producto analizado es el 8% el cual para efectos de secamiento y almacenaje debemos reducir a un menor porcentaje.

### 2. Aplicación de la tabla de descuentos por pérdida de peso en la limpieza

Para manipular los granos en forma eficiente es preciso establecer tolerancias máximas sobre el contenido de impurezas dentro del producto para garantizar la buena conservación del mismo y hacer un uso eficiente de la capacidad de almacenamiento, lo que hace necesario establecer descuentos que se le deben aplicar al peso de aquellas mercaderías que sobrepasan los límites máximos establecidos.

Para calcular estos descuentos en peso e indistintamente en dinero así como para muchos otros cálculos relacionados con el manejo del grano, IDEMA elaboró una tabla que facilita su rápida determinación.

La base para el cálculo de la tabla parte del principio de que la composición del grano sucio como un todo es diferente a la composición del grano

limpio y por lo tanto los porcentajes de pérdida de peso por limpieza no corresponden a la simple resta aritmética.

Ejemplo: 500 gramos de maíz con 8% de impurezas están constituidos por: 460 gramos de maíz y 40 gramos de impurezas, es decir 92% de maíz y 8% de impurezas. Si deseamos que nuestro maíz quede solo con 3% de impurezas tenemos una nueva composición porcentual, como se expresa a continuación.

97% de maíz limpio y  
3% de impurezas.

Podemos hacer el siguiente raciocinio para conocer el peso total que tendremos con esta nueva composición.

460 gramos de maíz limpio van a ser el 97%  
el 100% de maíz con 3% de impurezas qué cantidad será?

$$\begin{array}{cc} 460 \text{ grs} & 97\% \\ X & 100 \end{array} \quad X = \frac{460 \times 100}{97} = 474.22 \text{ grs.}$$

Si hallamos la diferencia entre el peso inicial de la muestra con 8% de impurezas y el peso final de la muestra con 3% de impurezas tenemos:

$$\begin{array}{r} 500 \text{ gramos} \\ 474.22 \\ \hline 25.78 \text{ gramos de pérdida de peso por limpieza.} \end{array}$$

Al hacer la relación de la pérdida de peso por limpieza respecto al peso de la muestra original tenemos:

$$\begin{array}{cc} 500 & : & 100 \\ 25.78 & X & \end{array} \quad X = \frac{25.78 \times 100}{500} = 5.15\%$$

Lo anterior nos sirve para aclarar que el porcentaje de pérdida de peso por limpieza no es simplemente la resta aritmética de porcentaje (8% - 3% 5%) sino un poco más (5.15%).

Basados en la anterior consideración obtenemos la siguiente fórmula que permite calcular en forma directa la pérdida de peso por limpieza:

$$X : 100 = \frac{(li - lf)}{100 - lf}$$

X : porcentaje de pérdida de peso

li: impurezas inicial

lf: impurezas final

$$\text{Ejemplo:} \quad X : \frac{100 (8-3)}{100 - 3} = \frac{500}{97} = 5.15\%$$

La tabla que se presenta en la siguiente hoja está dividida en dos partes:



en la mitad inferior se incluye una serie de factores que indican el peso a que quedarían reducidos 100 kgs de grano al rebajar su contenido inicial de impurezas, desde los porcentajes encerrados en la columna horizontal inferior, hasta los porcentajes encerrados en la columna vertical del extremo derecho. Continuando con este ejemplo tenemos:

a. Buscamos en la columna horizontal nuestro contenido de impurezas inicial (8%).

b. Buscamos en la columna vertical de la derecha nuestro contenido de impureza final o sea con el que deseamos que quede (3%).

c. Buscamos el factor que corresponda al punto donde se intercepten las dos líneas (94.85).

d. Restamos de 100 (cantidad original del producto), el factor hallado.  $(100 - 94,85 : \underline{5.15\%})$ .

Como se puede apreciar por cualquiera de los métodos empleados el resultado final es el mismo (5.15%).

Si tenemos entonces que la cantidad de mercadería que se va a recibir es de 7.000 kgs la cual tiene un 8% de impurezas qué cantidad de producto con 3% de impurezas nos queda. No tenemos sino que multiplicar esta cantidad por el porcentaje de descuento respectivo y el resultado restárselo a 7.000.

$$7.000 \times 5.15 = 360.50 \text{ kgs}$$

$7.000 - 360.50 = \underline{6.639.50}$  kgs con el 3% de impurezas o también multiplicar la cantidad por el factor que en la tabla corresponda a estas condiciones.

$$7.000 \times 94.85 = \underline{6.639.50}$$

#### C. Peso Aproximado de los distintos Granos y cantidad de Granos en un Gramo

No siempre tendremos a nuestra disposición todos los implementos necesarios para realizar un análisis y poder conocer la calidad exacta de un producto pero si conocemos el peso aproximado de un grano y el número de granos que se necesitan para formar un gramo, podremos formarnos una idea de la composición de una mercadería.

#### D. El Contenido de Humedad en los Granos

Es considerado como uno de los factores más importantes para que un grano pueda conservarse y sea apto para su posterior comercialización.

Existen límites del contenido de humedad en los granos que garantizan

GRANO	Peso aproximado en miligramos	Número de granos en un grano
Trigo	32 (0.032 gr)	31
Cebada	40 (0.040 gr)	25
Avena	30 (0.30 gr)	33
Maíz duro	300 - 350 (0.350 gr)	3-4
Arroz descascarado	20 (0.020 gr)	50
Maní descascarado	400 (0.400 gr)	2-3
Sorgo	25 (0.025 gr)	40
Trigo para pasta	60 (0.060 gr)	16
Fríjol	600-700 (0.600,700 gr)	1-5

que la calidad del producto no se alterará, teniendo en cuenta que el exceso de humedad es la causa principal del deterioro del grano.

Una de las características fundamentales de la vida es la respiración. La respiración se manifiesta en general como un fenómeno de combustión tanto en las plantas como en los animales. En la respiración se produce gas carbónico y vapor de agua, como desprendimiento de calor. En los granos el fenómeno de la respiración se produce en intensidad variable según sea la temperatura del grano y su contenido de humedad y a expensas de la propia sustancia del grano que suministra el material que se descompone.

Los granos con un contenido de humedad respiran muy lentamente y por esa razón es muy poco el consumo de su propia sustancia y muy pequeñas las cantidades de humedad y calor producidas que puedan efectuarlos sensiblemente.

#### 1. Humedad para la recolección

La mayor calidad de un producto se obtiene cuando la recolección se hace en la madurez plena del mismo, por lo tanto es conveniente conocer los diferentes grados de madurez por los cuales pasa el grano.

La maduración de los granos se califica como un proceso en el cual se completan todas las transformaciones que sufren los componentes del grano para llegar al reposo; se inicia con la madurez de leche que se caracteriza porque el grano tiene todavía cerca de un 50% de agua y al partirlo un aspecto inferior espeso y lechoso; continúa con la madurez amarilla en la cual el contenido de agua llega de 30 a 40% de una consistencia del grano que ya no es líquido sino hasta cierto punto compacto.

En la madurez amarilla la conexión con la planta madre, se desliga y el grano se considera como fisiológicamente maduro. Avanzando más el proceso de madurez continúa el desecamiento hasta que las sustancias que forman el grano se depositan densamente para formar el firme "cuerpo harinoso" o sea la madurez plena que se alcanza cuando el grano tiene de 20 a 22% de humedad.

En la mayoría de las regiones agrícolas de Colombia debido a los cambiantes estados climáticos resulta difícil y peligroso esperar la plena madurez y hay que proceder a la recolección con humedades superiores.

## 2. Humedad de constitución y humedad de absorción

La humedad total de un grano está compuesta por agua de absorción y agua de vegetación o de constitución. La primera se encuentra generalmente en la superficie del grano.

La segunda en su interior, la cual junto con otros materiales forma el grano en sí.

## 3. Grano seco, húmedo, mojado y verde

Para designar el contenido de humedad de los granos se utiliza cierta terminología que permite su clasificación y que por ser de uso corriente presenta a continuación.

Grano seco : Es el que contiene el 14% de humedad o menos.

Grano húmedo : Es el que contiene más del 14% y menos del 18% de humedad.

Grano mojado o verde : Es el que contiene más de 18% de humedad.

## 4. Forma de cuantificar la humedad en el grano

Para cuantificar el contenido de agua de los granos se usan aparatos especiales llamados determinadores de humedad. Algunos de ellos extraen el agua contenida en el grano tales como el Brown Duvel por dilatación y las estufas por evaporación. Otras se basan en principios físicos como el de la constante dieléctrica del grano y el de conducción de corriente eléctrica. Los primeros son utilizados principalmente como patrones de referencia o calibración para los demás por ser bastante exactas sus determinaciones. Entre los segundos se pueden citar el Steinlite, el Motonco, el Tag, el Universal, el Cera - Tester, etc., lo importante en este tipo de determinadores es que puedan calibrarse adecuadamente y rectificarse periódicamente de acuerdo a un aparato patrón.

Cuando se trata de cuantificar la humedad en los granos, es usual expresar su contenido en porcentaje es decir en forma relativa, presentándose dos formas de hacerlo según la base que se tome para su cálculo.

## 5. Base húmeda

Si tomamos por ejemplo 100 gramos de maíz húmedo, de los cuales resultan 20 gramos de agua y 80 de materia seca el contenido de humedad o sea los 20 gramos pueden relacionarse así:

Con los 100 gramos de maíz húmedo y tenemos el siguiente raciocinio,

100 gramos húmedos es el 100%  
20 gramos de agua qué porcentaje será?

$$\frac{20 \times 100}{100} = 20\%$$

Como se ha tomado como base para la relación los 100 gramos húmedos decimos que el contenido de agua del maíz es del 20% (base húmedo) (b.h.).

#### 6. Base seca

Si por el contrario relacionamos el contenido de agua con el contenido de materia seca y no con el total del grano tenemos:

80 gramos de materia seca es el 100%  
20 gramos de agua qué porcentaje será?

$$\frac{20 \times 100}{80} = 25\%$$

A este caso, hemos tomado como base para la relación los 80 gramos de materia seca y decimos que el contenido de humedad del grano es del 25% base seca (b.s.).

El porcentaje sobre la base húmeda tiene gran aplicación en la práctica, los probadores o determinadores de humedad, por ejemplo dan los resultados en base húmeda.

#### 7. Efectos del exceso de humedad en el grano

El grano es un ser viviente y como tal necesita de condiciones especiales para desarrollarse; el agua es uno de los factores determinantes para que el grano desarrolle en forma activa su proceso vital, el cual se manifiesta por el incremento en la respiración trayendo consigo el aumento de la temperatura del medio ambiente y del grano.

La función principal de los granos es que sirvan posteriormente como alimento humano y no el que desarrollen su proceso vital, encontramos que el exceso de humedad en el grano es la causa más directa de su deterioro, el cual se traduce en:

a. Pérdida de materia seca debido a la respiración del grano, la cual transforma sustancias en gas carbónico, agua y calor.

b. Cambios químicos (acidez grasa) indeseables en las grasas, almidones y proteínas.

c. Pérdida de poder germinativo

d. Cambios indeseables en el calor y buen aspecto del grano

Es importante anotar que el exceso de humedad facilita el desarrollo de mohos, bacterias que al respirar producen más agua, anhídrico carbónico y calor siendo éste el factor que más incluye en la elevación de la temperatura de los granos; además las condiciones adecuadas de humedad y temperatura propician la reproducción de insectos que destruyen el grano.

#### 8. Pérdida de peso por secamiento

Para calcular el porcentaje de pérdida de peso que sufre un grano al extraerle el exceso de humedad se cumple el mismo principio descrito anteriormente en la limpieza, es decir, que para hallar el porcentaje de pérdida no basta con hallar la diferencia entre humedad inicial y humedad final.

Supongamos que tenemos 5.000 kgs de maíz con 22% de humedad (b.h.) y se quiere rebajar el 12% de humedad (b.s.). Se desea saber los kilogramos de agua que deben extraerse y el peso del grano resultante.

A primera vista parecería correcto decir que se debe extraer el 10% (22-12=10%) de 5.000 o sea 500 kgs de agua. En realidad este cálculo no es correcto porque la composición del grano húmedo es:

$$\begin{array}{r} 78 \text{ Partes de materia seca y} \\ 22 \text{ partes de agua} \\ \hline 100 \end{array}$$

Mientras que la composición del grano que llamamos seca es:

$$\begin{array}{r} 88 \text{ partes de materia seca y} \\ 12 \text{ partes de agua} \\ \hline 100 \end{array}$$

Para el primer caso los 5.000 kgs se descomponen en:

$$\begin{array}{r} 3.900 \text{ kgs de sustancia seca y} \\ 1.100 \text{ kgs de agua} \\ \hline 5.000 \end{array}$$

Para el segundo caso conocemos su composición porcentual y la cantidad de materia seca, tenemos que averiguar la cantidad de maíz que nos queda con 12% de humedad, para lo cual hacemos la siguiente relación:

$$\begin{array}{r} 3.900 : 88\% \\ x \quad 100 \end{array} \quad x = \frac{3.900 \times 100}{88} = 4.431.81 \text{ kgs de maíz con el 12\% de agua.}$$

Si teníamos 5.000 kg iniciales con el 22% de humedad y ahora tenemos 4.431 kgs de maíz con el 12%, la pérdida de peso será la diferencia entre 5.000 y 4.431.81 que es 568.19 kgs.

Podemos representar esta pérdida de peso en porcentaje haciendo simplemente la siguiente relación;

$$\frac{5.000}{568.19} \times \frac{100}{X} = \frac{568.19 \times 100}{5.000} = 11.36\%$$

De lo anterior deducimos que la pérdida de peso por secamiento no es igual a la simple diferencia de porcentaje (22-12=10%) sino un poco más (11.36%)

Al igual que para las impurezas se puede aplicar la siguiente fórmula que nos aligera los cálculos.

$$X = \frac{100 (H_i - J_f)}{100 - H_f}$$

X: porcentaje de pérdida de peso  
 H<sub>i</sub>: humedad inicial  
 H<sub>f</sub>: Humedad final

Ejemplo:

$$X = \frac{100 (22-12)}{100 - 12} = \frac{100 (10)}{88} = 11.36\%$$

#### 9. Aplicación de la tabla de descuento en pérdida de peso en el secamiento

La parte superior de la tabla preparada por el Departamento de Operaciones del IDEMA comprende una serie de factores que indican el peso a que quedarían reducidos 100 kgs de grano al rebajar su contenido inicial de humedad desde los porcentajes encerrados en la columna vertical de extremo izquierdo hasta los porcentajes encerrados en la columna horizontal superior; continuando con nuestro ejemplo tenemos:

a. Buscamos en la columna vertical del extremo izquierdo nuestro contenido de humedad inicial (22%)

b. Buscamos en la columna horizontal superior nuestro contenido de humedad final (12%)

c. Localizamos el factor que corresponda al punto en donde se interceptan las dos líneas correspondientes a 22% y 12% (88,63).

d. Restamos de 100 el factor hallado  $100 - 88.63 = 11.36\%$ .

**Ford  
Mustang  
400**

TABLE 1. The effect of the concentration of the solution of the monomer on the rate of polymerization.

A) Sequence factor for homology (if active 10)

B) Sequence factor on homology (if active 1)

C) Diffusion factor for homology (if active 1)

ELIMPLEC

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
100	98.95	99.89	97.78	96.87	95.98	94.44	93.83	92.72	91.11	90.00	88.80	87.78	86.67	85.56	84.44	83.23	82.23	81.22	80.22	79.22	78.22	77.22	76.22	75.22	74.22	73.22	72.22	71.22	70.22	69.22	68.22
100	98.90	97.80	96.70	95.60	94.50	93.40	92.30	91.20	90.10	89.00	87.90	86.80	85.70	84.60	83.50	82.40	81.30	80.20	79.10	78.00	76.90	75.80	74.70	73.60	72.50	71.40	70.30	69.20	68.10	67.00	65.90
100	98.85	97.75	96.65	95.55	94.45	93.35	92.25	91.15	90.05	88.95	87.85	86.75	85.65	84.55	83.45	82.35	81.25	80.15	79.05	77.95	76.85	75.75	74.65	73.55	72.45	71.35	70.25	69.15	68.05	66.95	65.85
100	98.80	97.70	96.60	95.50	94.40	93.30	92.20	91.10	90.00	88.90	87.80	86.70	85.60	84.50	83.40	82.30	81.20	80.10	79.00	77.90	76.80	75.70	74.60	73.50	72.40	71.30	70.20	69.10	68.00	66.90	65.80
100	98.75	97.65	96.55	95.45	94.35	93.25	92.15	91.05	89.95	88.85	87.75	86.65	85.55	84.45	83.35	82.25	81.15	80.05	78.95	77.85	76.75	75.65	74.55	73.45	72.35	71.25	70.15	69.05	67.95	66.85	65.75
100	98.70	97.60	96.50	95.40	94.30	93.20	92.10	91.00	89.90	88.80	87.70	86.60	85.50	84.40	83.30	82.20	81.10	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.65	97.55	96.45	95.35	94.25	93.15	92.05	90.95	89.85	88.75	87.65	86.55	85.45	84.35	83.25	82.15	81.05	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.60	97.50	96.40	95.30	94.20	93.10	92.00	90.90	89.80	88.70	87.60	86.50	85.40	84.30	83.20	82.10	81.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.55	97.45	96.35	95.25	94.15	93.05	91.95	90.85	89.75	88.65	87.55	86.45	85.35	84.25	83.15	82.05	81.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.50	97.40	96.30	95.20	94.10	93.00	91.90	90.80	89.70	88.60	87.50	86.40	85.30	84.20	83.10	82.00	81.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.45	97.35	96.25	95.15	94.05	92.95	91.85	90.75	89.65	88.55	87.45	86.35	85.25	84.15	83.05	82.00	81.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.40	97.30	96.20	95.10	94.00	92.90	91.80	90.70	89.60	88.50	87.40	86.30	85.20	84.10	83.00	82.00	81.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.35	97.25	96.15	95.05	93.95	92.85	91.75	90.65	89.55	88.45	87.35	86.25	85.15	84.05	82.95	81.90	80.90	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.30	97.20	96.10	95.00	93.90	92.80	91.70	90.60	89.50	88.40	87.30	86.20	85.10	84.00	82.90	81.85	80.85	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.25	97.15	96.05	94.95	93.85	92.75	91.65	90.55	89.45	88.35	87.25	86.15	85.05	83.95	82.85	81.80	80.80	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.20	97.10	96.00	94.90	93.80	92.70	91.60	90.50	89.40	88.30	87.20	86.10	85.00	83.90	82.80	81.75	80.75	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.15	97.05	95.95	94.85	93.75	92.65	91.55	90.45	89.35	88.25	87.15	86.05	84.95	83.85	82.75	81.70	80.70	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.10	97.00	95.90	94.80	93.70	92.60	91.50	90.40	89.30	88.20	87.10	86.00	84.90	83.80	82.70	81.65	80.65	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.05	96.95	95.85	94.75	93.65	92.55	91.45	90.35	89.25	88.15	87.05	85.95	84.85	83.75	82.65	81.60	80.60	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	98.00	96.90	95.80	94.70	93.60	92.50	91.40	90.30	89.20	88.10	87.00	85.90	84.80	83.70	82.60	81.55	80.55	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.95	96.85	95.75	94.65	93.55	92.45	91.35	90.25	89.15	88.05	86.95	85.85	84.75	83.65	82.55	81.50	80.50	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.90	96.80	95.70	94.60	93.50	92.40	91.30	90.20	89.10	88.00	86.90	85.80	84.70	83.60	82.50	81.45	80.45	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.85	96.75	95.65	94.55	93.45	92.35	91.25	90.15	89.05	87.95	86.85	85.75	84.65	83.55	82.45	81.40	80.40	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.80	96.70	95.60	94.50	93.40	92.30	91.20	90.10	89.00	87.90	86.80	85.70	84.60	83.50	82.40	81.35	80.35	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.75	96.65	95.55	94.45	93.35	92.25	91.15	90.05	88.95	87.85	86.75	85.65	84.55	83.45	82.35	81.30	80.30	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.70	96.60	95.50	94.40	93.30	92.20	91.10	90.00	88.90	87.80	86.70	85.60	84.50	83.40	82.30	81.25	80.25	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.65	96.55	95.45	94.35	93.25	92.15	91.05	89.95	88.85	87.75	86.65	85.55	84.45	83.35	82.25	81.20	80.20	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.60	96.50	95.40	94.30	93.20	92.10	91.00	89.90	88.80	87.70	86.60	85.50	84.40	83.30	82.20	81.15	80.15	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.55	96.45	95.35	94.25	93.15	92.05	90.95	89.85	88.75	87.65	86.55	85.45	84.35	83.25	82.15	81.10	80.10	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.50	96.40	95.30	94.20	93.10	92.00	90.90	89.80	88.70	87.60	86.50	85.40	84.30	83.20	82.10	81.05	80.05	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.45	96.35	95.25	94.15	93.05	91.95	90.85	89.75	88.65	87.55	86.45	85.35	84.25	83.15	82.05	81.00	80.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.40	96.30	95.20	94.10	93.00	91.90	90.80	89.70	88.60	87.50	86.40	85.30	84.20	83.10	82.00	81.00	80.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.35	96.25	95.15	94.05	92.95	91.85	90.75	89.65	88.55	87.45	86.35	85.25	84.15	83.05	82.00	81.00	80.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.30	96.20	95.10	94.00	92.90	91.80	90.70	89.60	88.50	87.40	86.30	85.20	84.10	83.00	82.00	81.00	80.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.25	96.15	95.05	93.95	92.85	91.75	90.65	89.55	88.45	87.35	86.25	85.15	84.05	82.95	81.90	80.90	80.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.20	96.10	95.00	93.90	92.80	91.70	90.60	89.50	88.40	87.30	86.20	85.10	84.00	82.90	81.85	80.85	80.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.15	96.05	94.95	93.85	92.75	91.65	90.55	89.45	88.35	87.25	86.15	85.05	83.95	82.85	81.80	80.80	80.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	72.30	71.20	70.10	69.00	67.90	66.80	65.70
100	97.10	96.00	94.90	93.80	92.70	91.60	90.50	89.40	88.30	87.20	86.10	85.00	83.90	82.80	81.75	80.75	80.00	80.00	78.90	77.80	76.70	75.60	74.50	73.40	7						

## PROGRAMAS DE FUMIGACION\*

### A. Fumigación a la Presión atmosférica y en vacío para combatir las Plagas que Infestan los Productos Vegetales Envasados

Este programa abarca toda una serie de productos vegetales, incluso cereales, en envases como bolsas, sacos, cajas de cartón, cajas de madera, y balas, permeables a los fumigantes que se indican. También abarca la fumigación a granel de ciertos productos agrícolas y forestales.

El buen resultado de los tratamientos que se exponen aquí dependerá de que los procedimientos que se describen en el texto se efectúen adecuadamente y de que en los recintos que se utilicen se creen condiciones de hermeticidad a los gases. La retención adecuada de los vapores deberá comprobarse mediante determinaciones de los gases. Esto es particularmente importante en la fumigación bajo cubiertas.

#### Cámaras de fumigación a la Presión Atmosférica

Todos los fumigantes indicados para los productos reseñados se pueden usar en cámaras de presión atmosférica especialmente diseñadas y adecuadamente provistas, como las que se describen en el texto.

#### Fumigaciones bajo lonas

Para las fumigaciones bajo cubiertas (lonas) impermeables a los gases y bajo cubiertas de papel adecuadas, hoy día se utiliza principalmente el bromuro de metilo y el fosfuro de aluminio en los tratamientos que se recomienda se ejecuten a la presión atmosférica. Los demás fumigantes deberán ensayarse cuidadosamente antes de adoptar cualquier otro material determinado.

#### Otros Recintos

Los tratamientos a la presión atmosférica pueden aplicarse en diversos recintos que se pueden hacer suficientemente herméticos a los gases, como son bodegas de barcos y gabarras, camiones, remolques, vagones de ferrocarril, y naves de almacenes y otros edificios. Generalmente se emplea el bromuro de metilo y el fosfuro de aluminio, pero el HCN se puede utilizar en ciertas condiciones, como se describe más adelante. Otros fumigantes, como la mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono, tienen aplicaciones particulares.

---

\* Tomada de: Monro, H. Manual de Fumigaciones contra Insectos. 2a. Edición. FAO-ROMA 1970.



### Fumigación en Vacío

La presión de trabajo recomendada para una fumigación en vacío prolongada, después de introducido el fumigante, es 75 a 125 mm (se exceptúa la mezcla de óxido de etileno y anhídrido carbónico 1:9 que aumenta considerablemente la presión).

Las manipulaciones a presión descritas en el Capítulo 7, que suponen diversas alteraciones de la presión en la cámara después de alcanzado el vacío inicial, se pueden ensayar para diferentes fumigantes sobre distintos productos. No pueden hacerse recomendaciones concretas si no se efectúan las oportunas pruebas previamente. Los tratamientos que se presentan aquí se refieren todos a exposiciones bajo vacío prolongado.

### Circulación

Siempre que sea posible, se efectuará la circulación del fumigante en la atmósfera del recinto. Esto puede hacerse mediante ventiladores o, en cámaras especiales, mediante sistemas de recirculación. La circulación es necesaria en la fumigación en vacío. Generalmente, se efectúa durante 15 minutos al comienzo de cada hora de tratamiento. En la fumigación a la presión atmosférica, es conveniente la circulación durante 30 minutos por lo menos al comienzo de tratamiento (véase el texto). En la fumigación a la presión atmosférica, en pequeña escala, de productos ensacados, como, por ejemplo, en la fumigación en vagones de ferrocarril o bajo cubiertas o loras pequeñas, puede omitirse la circulación siempre que la distribución del fumigante se asegure por otros medios.

### Permeabilidad de los Recipientes

Muchos recipientes en que se distribuyen los fumigantes son fácilmente permeables en las condiciones que se recomiendan más adelante. La fosfamina generada a partir de fosfuro de aluminio se difunde con facilidad, incluso a temperaturas relativamente bajas. Según Roth y Richardson (1968) el papel kraft de color pardo, corriente, y el papel satinado, así como el cartón arrugado, son fácilmente atravesados por el bromuro de metilo; los papeles alquitranados, laminados y encerados, las películas de polietileno, la cinta adhesiva y los tableros para paredes son relativamente poco permeables a este fumigante.

#### 1. Plagas de Productos Almacenados en General

##### a. Sacos vacíos de yute (Arpillera) u otros materiales

###### 1) Balas o fardos sueltos

Bromuro de metilo. 15°C y temperaturas superiores: 24-32 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a la presión atmosférica, 6 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas bajo vacío prolongado. Para combatir el escarabajo japra, Trogoderma granarium Everts, la Secretaría de Agricultura de Estados Unidos exige dosis dobles para fumigación en vacío y dosis cuádruples para la fumigación a la presión atmosférica.

## 2) Balas apretadas

Bromuro de metilo. 15°C y temperaturas superiores: 56 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas, bajo vacío prolongado. Debido al alto grado de sorción de los vapores por el material, los operarios deben tener cuidado de evitar el respirar bromuro de metilo durante la descarga. Después de ésta, las balas de sacos se dejarán durante cuatro días por lo menos en almacenes bien ventilados.

b. Cajas de cartón, envases o sacos permeables para cereales

La permeabilidad de los recipientes deberá ensayarse. Los envases de celofán, politeno, papel encerado o papel alquitranado, cerrados por calentamiento, puede que no permitan una penetración adecuada, ni siquiera en la fumigación en vacío.

## 1) Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 48 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 10-14°C; 40 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 15-20°C; 32 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 21-25°C; ó 24 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 25°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 15°C y temperaturas superiores.

## 2) HCN

Bajo vacío prolongado: 2,5 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores.

## 3) Fosfuro de aluminio

A la presión atmosférica: 45 tabletas ó 165 píldoras por 30 m<sup>3</sup>. Fumigar cinco días a 12-15°C, cuatro días a 16-20°C, tres días a 21°C o temperaturas superiores. (McGregor y Davidson, 1966).

## 4) Mezcla de dibromuro de etileno y bromuro de metilo

A la presión atmosférica en condiciones tropicales: 16-32 g/m<sup>3</sup> de la mezcla 1:1 (p/p) durante 48 horas. A temperaturas inferiores a 26°C se debe aplicar la mezcla de DBE y CH<sub>3</sub>Br en la relación 1:3 (Majumder y Muthu, 1964).

c. Cartones y envases permeables para leche en polvo

## 1) Mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono (1:9)

Se propone para la fumigación en vacío a 720 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y más (Véase el texto para lo relativo a los residuos).

## 2) Bromuro de metilo

A la presión atmosférica. (Véase b.1) arriba

## 3) Fosfuro de aluminio

Parece prometedora (1968), pero requiere investigación y aceptación oficial en los países de que se trate. Dosis y exposición propuestas en c.3 mencionado anteriormente.

d. Cajas de cartón permeables u otros recipientes para uvas, grosellas, dátiles, higos y otras frutas secas sueltas

## 1) Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 24 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 15°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 40 g/m<sup>3</sup> a 15°C y temperaturas superiores durante 3 horas. Para plagas de lepidópteros, la exposición en la fumigación en vacío puede reducirse a 2 horas a temperaturas superiores a 20°C. Para la fumigación bajo cubierta (lona) o cubiertas de papel kraft sobre base de suelo se recomiendan 32 g/m<sup>3</sup>.

## 2) Mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono (1:9)

Bajo vacío prolongado: 640 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores (Véase el texto para lo relativo a los residuos).

## 3) Fosfuro de aluminio

A la presión atmosférica parece prometedora (1968). Véase las observaciones c.(3) arriba.

e. Cajas de cartón permeables para frutas secas, incluso dátiles e higos y otras frutas secas sueltas

## 1) Bromuro de metilo

Bajo vacío prolongado: 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores.

## 2) Mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono (1:9)

Bajo vacío prolongado: 800 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 20°C y temperaturas superiores. (Véase el texto para lo relativo a los residuos)

## 3) Fosfuro de aluminio

A la presión atmosférica puede que sea prometedora, véase c.(3) arriba.

f. Recipientes permeables para harinas, piensos, piensos mixtos y cereales molidos.

1) Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 48 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 10-14°C; 32 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 15-20°C; 24 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 20-25°C; ó 16 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 25°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 48 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20-25°C; ó 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas, por encima de 25°C. Con las harinas hay que tener gran cuidado para impedir la formación de dosis excesivas que podrían originarse por una mala distribución del fumigante en una carga determinada. Para evitar esto hay que usar debidamente ventiladores o un sistema de recirculación.

En ocasiones se ha relatado la formación de malos olores en el pan y la harina como resultado de su fumigación con bromuro de metilo (véase en el texto el estudio detallado de esta cuestión).

2) Fosfuro de aluminio

A la presión atmosférica: 45 tabletas ó 165 píldoras por 30 m<sup>3</sup>. fumigar cinco días a 12-15°C, cuatro días a 16-20°C y tres días a 21°C o temperaturas superiores.

3) Mezcla de dibromuro de etileno y bromuro de metilo

A la presión atmosférica en condiciones tropicales: 32-48 g/m<sup>3</sup> de la mezcla 1:3 de DBE y CH<sub>3</sub>Br (p/p) durante 48-72 horas. (Majumder y Muthu, 1964).

4) Mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono (1:9)

Bajo vacío prolongado: 800 g/m<sup>3</sup> durante 6 horas a 25°C y temperaturas superiores. (Véase en el texto para lo relativo a los residuos).

5) HCN

Bajo vacío prolongado: 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores.

6) Cloropicrina

A la presión atmosférica: 32-48 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores. Para materiales fuertemente empaquetados puede que se necesiten dosis mayores. Esta recomendación no se seguirá sino después de efectuar ensayos en las circunstancias locales. La ventilación requiere tiempo.

g. Cebada, maíz, avena, arroz, centeno, trigo y otros cereales en sacos y también frijoles, guisantes y cacao en granos secos

1) Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 40 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 4-9°C; 32 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 10-14°C; 24 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 15-20°C; ó 16 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 21°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 56 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 4-9°C; 48 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 10-14°C; 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 15-20°C; ó 32 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 21°C y temperaturas superiores.

2) Fosfuro de aluminio

A la presión atmosférica: 45 tabletas ó 165 píldoras por 30 m<sup>3</sup>. Fumigar cinco días a 12-15°C, 4 días a 16-20°C y 3 días a 21°C o temperaturas superiores (Heseltine y Thompson, 1957; Harada, 1962; Hubert, 1962; Pingale y otros 1962; Cogburny Tilton, 1963; Rai, Sarid y Pingale, 1963; Lochner, 1964).

3) Mezcla de dibromuro de etileno y bromuro de metilo

En condiciones tropicales a la presión atmosférica aplíquese los tratamientos dados en b.4) arriba.

4) HCN

A la presión atmosférica: 32 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores. Para el arroz, véase Redlinger (1957).

5) Cloropicrina

A la presión atmosférica: 48 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores.

6) Mezcla de dicloruro de etileno y tetracloruro de carbono (3:1).

A la presión atmosférica: 480 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores; ó 360 g/m<sup>3</sup> durante 48 horas a 20°C y temperaturas superiores.

7) Dibromuro de etileno

A la presión atmosférica: 75 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 25°C y temperaturas superiores. Por experiencias efectuadas en la India se recomienda su empleo bajo lonas a razón de 240 g por 1.000 sacos. (Pingale y Swaminathan, 1954). Véase el texto.

h. Nueces con cáscara y sin cáscara: almendras, castañas de Pará, Nueces cenicientas, nueces de acajú, castañas, avellanas, nueces blancas de América, pacanas, cacahuates, pistacho y nueces de nogal

1) Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 48 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 4-9°C; 40 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 10-14°C; 32 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 15-20°C; 24 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 21-25°C; 6 16-24 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 25°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 56 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 4-9°C; 48 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 10-14°C; 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 15-20°C; 32 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 21-25°C; 6 24 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 25°C y temperaturas superiores. Con plagas de lepidópteros, la exposición en la fumigación en vacío puede reducirse a 1,5 ó 2 horas cuando la temperatura es de 20°C o superior.

2) HCN

A la presión atmosférica: 32 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores.

3) Cloropícrina

A la presión atmosférica: 48 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores. Hay que ventilar muy bien.

4) Mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono (1:9)

Bajo vacío prolongado: 560-640 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores. Para nueces con cáscara y nueces envasadas en cajas de cartón hay que utilizar la dosis más alta. (Véase el texto para lo relativo a los residuos.)

5) Mezcla de dicloruro de etileno y tetracloruro de carbono(3:1)

A la presión atmosférica: 400 g/m<sup>3</sup> durante 48 horas a 20°C y temperaturas superiores; ó 640 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores. Se recomienda únicamente para cámaras de fumigación bien construidas.

6) Fosfuro de aluminio

Hasta la fecha (1968) no se ha establecido ningún programa para la fumigación de nueces con fosfamina. Experimentalmente se podría aplicar el programa que se expone más adelante en 1.3)

# 1. Especies de todas clases

## 1) Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 16-24 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 20°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores. Puede ser factible efectuar tratamientos a temperaturas más bajas, de acuerdo con el programa relativo a cereales.

## 2) HCN

A la presión atmosférica: 24-32 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores.

## 3) Fosfuro de aluminio

A la presión atmosférica: 45 tabletas ó 165 píldoras por 30 m<sup>3</sup>. Fumigar 5 días a 12-15°C, 4 días a 16-20°C y tres días a 21°C o temperaturas superiores.

## 4) Mezcla de dibromuro de etileno y bromuro de metilo

En condiciones tropicales y a la presión atmosférica aplíquese el programa expuesto en b.4)

## 5) Mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono (1:9)

Bajo vacío prolongado: 640 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores.

# 2. Nemátodo Aureo (*Heterodera rostochiensis*), en Balas Sueltas o Apretadas de Sacos de Yute (Arpillera), u otros Materiales

## a. Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 368 g/m<sup>3</sup> durante 16 horas a 10°C y temperaturas superiores.

La fumigación a la presión atmosférica sólo es eficaz para balas o haces sueltos. (Lear y Mai, 1952).

En Estados Unidos, Agricultural Research Service (1962) Únicamente se describe los siguientes tratamientos en vacío prolongado:

Bromuro de metilo a la presión absoluta de 100 mm; 128 g/m<sup>3</sup> durante 16 horas a 4°C y temperaturas superiores; 168 g/m<sup>3</sup> durante 12 horas a 4°C y temperaturas superiores; 192 g/m<sup>3</sup> durante 8 horas a 4°C y temperaturas superiores; añadir 32 g y 2 horas a temperaturas comprendidas entre -1°C y 4°C; añadir 48 g y 4 horas a temperaturas comprendidas entre -7°C y -2°C;

añadir 48 g y 6 horas a temperaturas comprendidas entre  $-12^{\circ}\text{C}$  y  $-8^{\circ}\text{C}$ .

3. Barrenillo Europeo del Maíz (*Ostrinia nubilalis*), especies de Sesamía, y otros barrenillos lepidópteros en productos no perecederos

También un gran número de plagas del campo que pueden penetrar incidentalmente, o para la hibernación, en los productos siguientes (Monro, 1947): sorgo común y tallos de maíz en balas o haces (tallos y panículas de *Sorghum vulgare* var. *technicum* o tallos de *Zea mays* o plantas afines).

a. Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 112 g/m<sup>3</sup> durante 16 horas a  $5-9^{\circ}\text{C}$ ; 80 g/m<sup>3</sup> durante 16 horas a  $10-14^{\circ}\text{C}$ ; ó 40 g/m<sup>3</sup> durante 16 horas a  $15^{\circ}\text{C}$  y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 96 g/m<sup>3</sup> durante 2,5 horas a  $0-4^{\circ}\text{C}$ ; 80 g/m<sup>3</sup> durante 2,5 horas a  $5-9^{\circ}\text{C}$ ; 64 g/m<sup>3</sup> durante 2,5 horas a  $10-14^{\circ}\text{C}$ ; ó 40 g/m<sup>3</sup> durante 2,5 horas a  $15^{\circ}\text{C}$  y temperaturas superiores.

b. HCN

Bajo vacío prolongado: 48 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a  $15^{\circ}\text{C}$  y temperaturas superiores.

4. Gusano rosado, *Pectinophora gossypiella* y Otros Insectos que infestan el algodón.

a. Algodón en balas suelto o prensado hidráulicamente

HCN

40 g/m<sup>3</sup> durante 2 horas a  $15^{\circ}\text{C}$  y temperaturas superiores bajo vacío prolongado. La regla HB-164 (marzo de 1923), de la Secretaría de Agricultura de Estados Unidos, estipula que después de introducir el fumigante en la cámara evacuada, la presión en la misma debe aumentarse a 125 mm por introducir de aire; y que la presión se debe mantener a este nivel hasta transcurridas las 2 horas de exposición.

b. Algodón y semilla de algodón

Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 48 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a  $4^{\circ}\text{C}$  y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 64 g/m<sup>3</sup> durante 2 horas a  $4^{\circ}\text{C}$  y temperaturas superiores.

c. Fumigación externa de balas de algodón

El Gobierno de la India exige que todas las balas de algodón de los Estados Unidos que entren en el país se sometan a una fumigación a la presión atmosférica con HCN para eliminar el gorgojo del algodón (*Anthonomus grandis* Boh.) u otros insectos que pudiese haber en la superficie de las



balas o cerca de ella (Liston, 1920 ; Liston y Gore, 1923; Turner y Sen, 1928).

5. Heno, en Balas, Incluido el de Alfalfa

a. Gorgojo de la Alfalfa, *Hypera postica* (Gyll.)

Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 32 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 15°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 15°C y temperaturas superiores. La fumigación en vacío probablemente no resulta económicamente factible.

b. Escarabajo de la hoja de los cereales, *Oulema melanopus* (Kirby)

Programas de la Secretaría de Agricultura de Estados Unidos y el Departamento de Agricultura de Canadá.

Bromuro de metilo

Temperatura °C	Dosis g/m <sup>3</sup>	Período de exposición (horas)
-18 a -7	104	4
- 6 a -2	96	4
- 1 a +9	64	4
10 a 20	40	3
21 y superiores	32	3

6. Escarabajo de los cigarrillos (*Lasioderma serricorne*), y polilla del tabaco (*Ephestia elutella*)

a. Todos los tipos de cigarrillos de tabaco

Con estos tipos en toneles y balas no se puede confiar en la presión atmosférica para obtener una mortalidad completa incluso con períodos

de exposición muy largos. La fumigación en vacío es eficaz con balas, toneles y casi todos los envases (Tenhet, 1957).

### 1) HCN

A la presión atmosférica: 24 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 7-20°C; ó 16 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 21°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 84 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 7-20°C ó 64 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 21°C y temperaturas superiores.

### 2) Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 32 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 7-20°C; ó 20 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 21°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 80 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 7-20°C; ó 64 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 21°C y temperaturas superiores.

### 3) Mezcla de acrinolitrilo y tetracloruro de carbono (1:2)

A la presión atmosférica: 56-80 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 7-20°C; ó 48-64 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 21°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 80 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 7-20°C ó 64 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 21°C y temperaturas superiores.

### b. Cigarros y tabacos para cigarros, excepto capas de tabaco para cigarros en balas

La fumigación en vacío es eficaz para cajas de madera de cigarros recubiertos de celofán y cajas de cartón cerradas de cajas de madera de cigarros. No resulta práctica para fumigar satisfactoriamente cajas de madera de cigarros envueltos con celofán (Tenhet, 1957). El bromuro de metilo no se recomienda para tabacos para cigarros debido al mal olor que a veces se desarrolla.

### 1) HCN

A la presión atmosférica: 24 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 7-20; ó 16 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 21°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 80 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 7-20°C; ó 64 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 21°C y temperaturas superiores.

### 2) Mezcla de acrilonitrilo y tetracloruro de carbono (1:2)

A la presión atmosférica: 56-80 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 7-20°C; ó 64-80 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 21°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 80 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 7-20°C ó 64 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 21°C y temperaturas superiores.

### 3) Mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono (1:9)

Bajo vacío prolongado 960 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 21°C y temperaturas superiores.

c. Capas de tabaco para cigarros, en balas

1) HCN

A la presión atmosférica: 24 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 21°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 80 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 21°C y temperaturas superiores.

2) Mezcla de acrilonitrilo y tetracloruro de carbono (1:2)

A la presión atmosférica: 64-80 g/m<sup>3</sup> durante 48-72 horas a 21°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 80 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 21°C y temperaturas superiores.

3) Mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono (1:2)

Bajo vacío prolongado: 1 040 g/m<sup>3</sup> durante 4 horas a 21°C y temperaturas superiores.

7. Taladros de la madera y avispa de la madera en madera cortada longitudinalmente

a. Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 32 g/m<sup>3</sup> durante 24-36 horas a 15°C y temperaturas superiores. La fumigación puede efectuarse bajo lonas y en las bodegas de buques (Burden y McMullen, 1951). Es esencial distribuir bien el fumigante. Probablemente, la fumigación en vacío no es económicamente factible.

8. Remolacha forrajera

a. Bromuro de metilo

Fumigación de la remolacha forrajera en montones para combatir pulgones vectores de virus amarillos (Dunning y otros, 1962). Bromuro de metilo bajo cubiertas herméticas a los gases durante un minuto de 3 horas para obtener un producto ct de 100 mgh/l.

9. Bibliografía de carácter general para los tratamientos de productos vegetales

a. Tratamientos

Estados Unidos, Agricultural Research Service (1962, 1967).

b. Residuos

Lindgren, Sinclair y Vincent (1968).

## B. Fumigación de Fábricas, Locales Vacíos y Almacenes de Tabaco

Fábricas y recintos vacíos que pueden hacerse suficientemente herméticos a los gases para la fumigación de la presión atmosférica, incluso almacenes, bodegas vacías de barcos y otros medios de transporte. (Para los tratamientos de otros muchos recintos donde haya artículos, véase Programa P.)

### 1. Edificios cerrados (fábricas, almacenes y edificios análogos vacíos)

Para extirpar poblaciones residuales de insectos y plagas semejantes que atacan los productos almacenados.

#### a. Bromuro de metilo

40-48 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 0-4°C; 32-40 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 5-9°C; 24-32 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 10-14°C; o 16-24 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 15 °C y temperaturas superiores. La dosis se variará de acuerdo con la hermeticidad del edificio a los gases. Asimismo, se usarán dosis menores para locales mayores de 14 000 m<sup>3</sup>.

#### b. HCN

8-12 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 15°C y temperaturas superiores. Cuando el edificio esté bien limpio y no haya en él basuras acumuladas, se podrá utilizar una dosis menor.

#### c. Cloropicrina

16 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 15°C y temperaturas superiores. En vista de su fuerte efecto lacrimógeno, este gas no se recomienda para locales grandes. Puede atomizarse a temperaturas más bajas mediante aerosoles (véase el texto).

#### d. "Dichlorvos" (DDVF)

Los vapores de dichlorvos aplicados con los tratamientos que se exponen a continuación son eficaces contra los insectos que circulan libremente sobre las superficies o en los espacios vacíos de los recintos cerrados, pero no penetran eficazmente en las grietas y hendiduras profundas (véase en el texto el estudio completo de esta cuestión).

Almacenes de tabaco - Lo más conveniente es aplicar este compuesto en forma de aerosol, pero también se le puede aplicar como pulverización.

Escarabajo de los cigarrillos? *Lasioderma serricorne* (F): 71 mg/m<sup>3</sup> dos veces por semana (Tenhet, Bare y Childs, 1958; Childs, Phillips y Press 1966). Un programa eficaz para tener a raya todo el año este insecto es una fumigación anual con HCN con 48 g/m<sup>3</sup> durante 72 horas, juntamente con dichlorvos a razón de 71 mg/m<sup>3</sup> dos veces por semana (Childs, 1967).

Polilla del tabaco, *Ephestia elutella* (Hbn): 35 mg/m<sup>3</sup> por semana (Press y Childs, 1966).

Insectos de los productos almacenados, en general. En los almacenes, molinos y otros edificios el dichlorvos en forma de vapor es eficaz contra algunos de estos insectos (Attfield y Webster, 1966). El empleo de este fumigante en presencia de alimentos dependería de la aprobación, por parte de los gobiernos, de las tolerancias de residuos y de la seguridad pública.

Casas, aeroplanos y edificios en general. Para higiene pública. Eliminación de moscas, mosquitos, cucarachas, chinches, etc.

El dichlorvos aplicado en forma de aerosol o de pulverización, o volatilizado de cintas de resina se usa mucho actualmente para estas aplicaciones. La literatura pertinente es extensa. Consúltense las recomendaciones de los fabricantes y la reglamentación de los organismos sanitarios oficiales. Attfield y Webster (1966) han hecho un amplio estudio del dichlorvos.

N.B. El vapor de dichlorvos alcanza la saturación a pequeñas concentraciones. Véase el Cuadro de "Propiedades del dichlorvos" en el texto.

## 2. Edificios bajo cubiertas impermeables a los gases

Para extirpación de poblaciones residuales de insectos y plagas semejantes que atacan los productos almacenados.

### a. Bromuro de metilo

80 g/m<sup>3</sup> durante 24-36 horas a 0-4°C; 72 g/m<sup>3</sup> durante 24-36 horas a 5-9°C; 64 g/m<sup>3</sup> durante 24-36 horas a 10-14°C ó 56 g/m<sup>3</sup> durante 24-36 horas a 15°C y temperaturas superiores. Se recomienda el empleo del fumiscopio de conductividad térmica para comprobar las concentraciones, a fin de poder alcanzar ciertos productos determinados de antemano (véase el texto). Para los escarabajos del género *Trogoderma* se necesitan dosis mayores; véase Armitage, (1956 y 1958).

3. Casa y edificios bajo cubiertas impermeables a los gases, o debidamente cerrados en todos los puntos que dan al exterior

Para termites de la madera seca (*Kaloterms* spp.) y otros insectos que infestan la madera de construcción. Familias de coleópteros. Anobiidae, Lyctidae, Bostrichidae, Buprestidae, Cerambycidae, Scolytidae, etc. También especies de himenópteros, entre ellas hormigas de la madera y avispas de la madera.

### b. Bromuro de metilo

64 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 10-14°C; ó 48 g/m<sup>3</sup> durante 16-24 horas a 15°C y temperaturas superiores. El período de exposición puede reducirse cuando la temperatura sea mayor de 20°C. Se recomienda el empleo del fumiscopio de conductividad térmica.

b. HCN

40 g/m<sup>3</sup> durante 48 horas a 10°C y temperaturas superiores. Hay que cerciorarse de la ausencia de chispas eléctricas o llamas piloto que puedan causar incendio o explosiones cuando se forman concentraciones elevadas localizadas de fumigante al comienzo de la fumigación.

c. Fluoruro de sulfurilo

32 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 10-20°C; ó 16 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores.

Los fabricantes de fluoruro de sulfurilo proporcionan una carta especial ("Fumiguide") que, utilizada juntamente con el fumiscopio de conductividad térmica, o con otro procedimiento de determinación de gases, permite mantener las concentraciones de fumigante en los valores deseados (Stewart, 1966).

d. Mezcla de acrilonitrilo y cloruro de metileno

Esta mezcla (34:66, en volumen) se ha ensayado satisfactoriamente en Florida para combatir los termites de la madera seca en edificios (Young, 1967). Las dosis sugeridas son 64 a 96 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a temperaturas superiores a 15°C.

## 4. Recintos vacíos en barcos Mercantes, vagones de ferrocarril vacíos, etc.

Para poblaciones residuales de insectos. Es importantísima la ventilación apropiada de la atmósfera de los recintos de los barcos después de la fumigación (véase el texto) (Monro, 1968; Monro, Cunningham y King, 1952).

a. HCN

12 g/m<sup>3</sup> durante 10-12 horas a 0-4°C; 10 g/m<sup>3</sup> durante 10-12 horas a 5-9°C; u 8 g/m<sup>3</sup> durante 10-12 horas a 10°C y temperaturas superiores.

b. Bromuro de metilo

32 g/m<sup>3</sup> durante 10-12 horas a 0-4°C; 24 g/m<sup>3</sup> durante 10-12 horas a 5-9°C; ó 16 g/m<sup>3</sup> durante 10-12 horas a 10°C y temperaturas superiores.

Multiplicar por 6 las dosis indicadas en este programa cuando se trate de combatir el escarabajo japra (*Trogoderma granarium*, Everts) que es difícil de matar con bromuro de metilo.

## 5. Caracoles en bodegas de barcos y en cargamentos - Véase el Programa T.

### C. Fumigación de Semillas

Para fumigar semillas se pueden usar diversos fumigantes sin afectar la germinación y el desarrollo posteriores de las mismas. Sin embargo, estos tratamientos deben efectuarse con sumo cuidado. Puntos importantes que deben tenerse en cuenta son:

- a. la observancia estricta de las dosis y los períodos de exposición recomendados;
- b. la evitación de temperaturas excesivas;
- c. la aireación profunda de las semillas inmediatamente de pasado el período de exposición.

Deberá evitarse el repetir la fumigación con bromuro de metilo. La humedad de las semillas es un factor crítico en muchos casos, especialmente cuando se usa bromuro de metilo; en los programas siguientes se indican, siempre que ello es pertinente, las limitaciones fijadas al contenido de humedad.

El efecto de cada uno de los más importantes fumigantes en la germinación de las semillas se estudia en el Capítulo 4. Para un examen general de la cuestión de la fumigación de semillas véase King y otros (1960), Lindgren y Vincent (1962) y Parkin (1963).

Todos los programas que se exponen a continuación se refieren a semillas contenidas en bolsas y sacos permeables. La fumigación de semillas a granel plantearía problemas especiales.

#### 1. Semillas de todas las especies\*

Deberá tenerse gran cuidado en asegurarse que las semillas estén secas (es decir, con una humedad igual o inferior a la normal para un almacenamiento prolongado, o sea menor de 12 por ciento).

##### a. HCN

A la presión atmosférica: 40 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 10°-19°C, ó 32 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores. No fumigar con HCN a temperaturas inferiores a 10°C. Es mejor fumigar a 15°C o más. No fumigar semillas cuya humedad sea mayor de 14 por ciento.

Pero lo relativo a la fumigación de coníferas, consúltese Richardson y Roth (1968).

---

\* Para la semilla de algodón véase Programa P. párrafo D<sub>2</sub>.

b. Mezcla de dicloruro de etileno y tetracloruro de carbono (3:1)

A la presión atmosférica: 480 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas y temperaturas superiores.

c. Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 24 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 10°-19°C ó 16 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores. Bajo vacío prolongado: 40 g/m<sup>3</sup> durante 3 horas a 20°C y temperaturas superiores. Es particularmente importante que las semillas estén secas. Deberá evitarse repetir la fumigación (véase el texto). No es recomendable la fumigación a temperaturas superiores a 25°C.

d. Disulfuro de carbono

A la presión atmosférica: 160 g/m<sup>3</sup> durante 24 horas a 20°C y temperaturas superiores. Este compuesto es muy inflamable.

e. Fosfuro de aluminio

De investigaciones recientes (véase el Capítulo 4), parece deducirse que la fosfamina se puede emplear para fumigar toda una amplia serie de semillas sin daño para la germinación de éstas.

El programa siguiente deberá ser satisfactorio para la fumigación de semillas, (Estados Unidos, Agricultural Research Services, (1967): una tableta de 400 litros). cinco días a 12-15°C, cuatro días a 16-20°C, tres días a 21°C y temperaturas superiores. Para la semilla de algodón véase el Programa P,D2.

2. Anguilula del tallo y del bolbo (*Ditylenchus dipsaci*)

Recomendaciones basadas en Goodey (1945) y Lubatti y Smith (1948).

a. Semillas de alfalfa

1) Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 24 horas a 12-15°C; dosis según el cuadro siguiente de productos c x t sugeridos y de humedad de la semilla:



Cuadro No. 1.

Humedad (porcentaje)	Producto concentración x tiempo (mg/l/horas)
Menos de 10	1 400 - 1 500
10 - 11	1 200 - 1 300
11 - 12	1 000 - 1 000
12 - 14	800 - 900

No se recomienda la fumigación cuando la humedad de la semilla pasa de 12 por ciento.

b. Semillas de cebolla

1) Bromuro de metilo

A la presión atmosférica: 24 horas a 10-20°C; dosis según el cuadro siguiente de productos sugeridos y de humedad de la semilla:

Cuadro No. 2.

Humedad (porcentaje)	Producto concentración x tiempo (mg/l/horas)
10 - 11	1 000
11 - 12	900
12	800

No se recomienda la fumigación cuando la humedad de la semilla pasa de 12 por ciento.

Cuadro No. 3

Período de exposición, 16 a 24 horas

Aparato o maquinaria	Punto de aplicación	Dosis propuesta
		Centímetros cúbicos (mililitros)
Fundas del elevador (cada una de ellas)	Abertura del caño más cercana a la funda, u orificio de la funda	150
Tambor y transportadores del purificador (cada uno de ellos)	Echar en toda su longitud	150
Espitas de entrada de los tambores	En la espita superior	150
Transportadores	En todos los puntos convenientes a todo lo largo	150 por metro
Secciones de criba	Registro del caño encima de cada sección	150
Limpiadores (de salvado y salvadillo)	Registro superior	300
Caños de entrada del purificador	En el caño de encima del purificador	150
Depósitos (cuando estén vacíos o casi vacíos)	Rociar las paredes cerca de la parte superior	50 por m <sup>3</sup>
Rodillos - a cada lado	En los caños encima de los rodillos	150

Residuos de bromuros inorgánicos en ciertos productos alimenticios crudos y fumigados  
con bromuro de metilo a la presión atmosférica

Residuos de bromuro fijo (ppm)				
Tratamiento				
CH <sub>3</sub> Br	Exposición	Temperatura	Antes del tratamiento	Después del tratamiento
g/m <sup>3</sup>	Horas	°C		
Manzanas, frescas/1.....	2	27	Ninguno	3,6
Cerezas, frescas/2.....	2	25	3,0	6,7
Melocotones, frescos/2.....	2	25	0,25	3,5
Maíz, dulce/3.....	1,5	25	< 1,0	10,0
Guisantes, frescos, verdes/3.....	1,5	25	4,5	19,0
Tomates/3.....	1,5	25	< 1,0	6,0
Arroz, pardo, grano íntegro/4.....	24	25	Ninguno	12,2
Trigo, grano íntegro/5.....	24	25	2,0	9,0
Cacahuete/4.....	24	25	Ninguno	47,4
Anacardo/4.....	24	25	Ninguno	148,8
Nueces, con cáscara/2.....	24	21	1,7	24,4
Nueces, sin cáscara/2.....	24	21	1,7	34,0

1/Phillips, W.R. et al. 1938. Sci. Arg. 19: 7-20 - 2/Dumas, T. 1959. Informe inédito del Pest. Res. Inst., Londres, Canadá. - 3/McLaine, L.S. y H.A.U. Monro. 1937. Ann. Rep. Ent. Soc. Ont. 67:15-17.- 4/Dudley, H.C. y P.A. Neal. 1942. Food Res. 1:421-429.- 5/Roehm, L.S. et al. 1942. Cereal Chem. 19:235-242.

#### D. Fumigantes Locales para Fábricas

1. Preparaciones representativas (todas las partes se expresan en volumen).

Acrilonitrilo 1:tetracloruro de carbono 2

Dibromuro de etileno 1:dicloruro de etileno 1:tetracloruro de carbono 3  
Dicloruro de etileno 3:tetracloruro de carbono 1 (utilizar dosis dobles a las que se recomiendan a continuación.

Cloropicrina sola (para la mayoría de las aplicaciones emplear el 75 por ciento de las dosis que se recomiendan a continuación)

Dibromuro de etileno 7:bromuro de metilo 3 (peso/peso) utilizar 33 por ciento de las dosis que se recomiendan a continuación.

Para lo relativo a las mezclas de fumigantes véase el Capítulo 5.

Normalmente la fumigación sólo se efectuará cuando en los locales no haya más personal que el encargado de aquélla (por la noche, los días festivos o al final de la semana).

Observando el cuadro No. 4 se ve que los residuos que quedan en las nueces y las nueces sin cáscara fumigadas son mucho mayores que los que quedan en las frutas y hortalizas.

Existe además el problema de saber qué sucede con el radical metilo, o sea, con la otra parte de la molécula de bromuro de metilo, al formarse el residuo. Como resultado de amplios experimentos efectuados en los últimos años sobre la fumigación de trigo con bromuro de metilo, se ha llegado a la conclusión de que la metilación de la fracción proteica del cereal es la reacción principal del radical metilo (Bridges, 1955). Esto no origina ninguna pérdida apreciable de aminoácidos esenciales (Winteringham, 1955). Asimismo, se ha visto que aunque el bromuro de metilo reacciona en cierta medida con las vitaminas del grupo B. estas reacciones carecen de importancia práctica en gran número de productos alimenticios porque no se produce una pérdida significativa de vitamina B en las condiciones en que se efectúa corrientemente la fumigación con bromuro de metilo (Clegg y Lewis, 1953).

Lynn (1967), en un amplio estudio del efecto de las fumigaciones con bromuro de metilo, en lo que respecta a la metilación de compuestos naturales, resume la cuestión como sigue:

1. Estudios de alimentación hechos con ratas y conejos suministran abundantes pruebas de que la calidad nutricional general de los alimentos no es afectada al fumigar éstos con bromuro de metilo. Estos datos atestiguan también la ausencia de riesgo para la salud.

2. El esencial complejo vitamínico B no es afectado por la fumigación con bromuro de metilo.

3. Existen indicaciones de que en la fumigación con bromuro de metilo podrían formarse los siguientes compuestos:

- metionina sulfonio metilbromuro
- l-metil histidina
- S-metilcisteina
- compuestos o-metílicos

4. Investigaciones de carácter bioquímico han revelado que:

- a. La sustancia análoga a la metionina se halla en forma de componente natural de los alimentos es nutricionalmente equivalente a la metionina en lo que respecta a los aminoácidos, l es eficaz como agente de transmetilación;
- b. la sustancia análoga a la histidina se halla corrientemente en el metabolismo animal y humano y se metaboliza sin efectos adversos;
- c. la sustancia análoga a la cisteina la metabolizan fácilmente los animales y el hombre;
- d. los compuestos o-metílicos se encuentran frecuentemente en el organismo animal que se acomoda fácilmente a ellos.

En los años últimos se ha efectuado un número considerable de investigaciones relativas a los residuos de bromuros inorgánicos que se forman en los alimentos como resultado de su fumigación con este compuesto. En los programas que figuran al final de este manual se da, en las secciones correspondientes a los diversos tipos de alimentos tratados, una información resumida y bibliografía.

#### Evaluación de los residuos

Basándose en pruebas toxicológicas, la reunión mixta FAO/OMS (1967a) estimó la ingestión diaria admisible para el hombre de bromuros inorgánicos de todas procedencias en 1,0 miligramo, como máximo, por kilogramo de peso corporal.

Para las recomendaciones referentes a las tolerancias de bromuros inorgánicos en los alimentos fumigados véase lo dicho al tratar del dibromuro de etilo.

#### E. Efectos Perjudiciales sobre Materiales Diversos

La fumigación de algunos productos alimenticios con bromuro de metilo puede ser causa de la formación de manchas u olores indeseables. Estas manchas y estos olores pueden ser temporales o permanentes.

En algunos casos, estos defectos pueden atribuirse a reacciones con azufre o compuestos de azufre existentes ya en los productos alimenticios,

o añadidos a ellos durante la elaboración de los mismos. No es probable que en las aplicaciones estrictamente agronómicas de la fumigación se tropiece con algunos de los productos sensibles, pero a pesar de ello, se enumeran aquí para prevenir posibles inconvenientes.

Los materiales que se indican a continuación no deben exponerse a la acción del bromuro de metilo, o se expondrán únicamente después de efectuar ensayos preliminares con muestras pequeñas (Dow Chemical Company, 1957).

1. sal yodada, estabilizada con hiposulfito sódico;
2. bloques de sal para que lama el ganado
3. ciertos jabones en polvo y bicarbonato sódico;
4. esponja de caucho;
5. espuma de caucho como la que se emplea en alfombras, almohadas, cojines y colchones;
6. sellos de caucho y formas análogas de caucho recauchutado;
7. pieles, pelo de caballo y almohadas (especialmente las de plumas);
8. artículos de cuero, particularmente la cabritilla blanca o cualquier otro artículo de cuero curtido por el procedimiento al azufre;
9. artículos de lana, especialmente de lana de Angora;
10. rayón viscoso, obtenido por un procedimiento en que intervenga el sulfuro de carbono;
11. briquetas de carbón o briquetas mixtas de cemento y carbón
12. carbón vegetal, que no sólo se contamina, sino que sorbe grandes cantidades de bromuro de metilo y por ello reduce las concentraciones efectivas de fumigante;
13. papel que haya sido tratado por un procedimiento al sulfuro y papeles abrasivos de plata;
14. productos químicos fotográfico - excluidas las máquinas fotográficas y las películas;
15. forros de alfombras;
16. cualquier otro material que pueda contener compuestos de azufre reactivos.

El bromuro de metilo, en presencia de una llama, se descompone dando, entre otros productos ácido bromhídrico. Este ácido es muy corrosivo de los metales y destructor de las plantas.

#### F. Detección de Vapores

Con el fin de descubrir graves fugas o de proteger el personal durante la fumigación y la ventilación que a ésta sigue, se pueden hacer determinaciones aproximadas de la concentración de bromuro de metilo en el aire mediante un dispositivo denominado comúnmente detector de fugas de haluros o lámpara de haluros. Estas lámparas son fáciles de hallar en el comercio, generalmente en los establecimientos de venta de aparatos de refrigeración, porque se emplean también para descubrir fugas de refrigerantes del tipo el Freon de uso común. Todas estas lámparas se basan en el mismo principio, según el cual una llama al contacto con un trozo de cobre limpio toma una coloración entre verde y azul cuando en el aire circundante hay vapores de un haluro orgánico. A medida que aumenta la concentración de haluro gaseoso, el color de la llama pasa de verde a azul verdoso o azul. Partiendo de este principio es bastante sencillo improvisar lámparas si se dispone de un alambre de cobre limpio y de algo que produzca una llama. Toda lámpara improvisada deberá someterse a cuidadosas calibraciones previas.

Existen en el comercio varios tipos de detectores, dependiendo la diferencia de construcción del combustible que empleen. Los combustibles utilizados son, entre otros, queroseno, metanol (alcohol desnaturalizado), acetileno y propano. Las lámparas que utilizan un depósito cambiante, o que puede volver a llenarse, de gas propano, ya a la venta en el comercio, son las más convenientes aun cuando no son tan sensibles como las que queman queroseno o alcohol. Los depósitos para propano son ligeros, fácilmente aseQUIbles, contienen gas bastante para unas diez horas de combustión, y la lámpara no necesita cebado antes de encenderse.

#### Cuadro No. 5

Reacciones coloreadas aproximadas de las lámparas detectoras de fugas de haluros

(Debido a las variaciones ofrecidas por cada una de las lámparas, las indicaciones menores de 30 ppm no son seguras)

Concentración de bromuro de metilo en el aire	Reacción de la llama
0	Ninguna reacción
10	Tinte verde muy débil en el borde de la llama
20	Borde verde claro en la llama
30	Llama verde claro
100	Verde moderado
200	Verde intenso, azul en los bordes
500	Verde azul
1000	Azul intenso

Las lámparas de propano no son seguras para determinaciones cuantitativas exactas, pero son útiles para obtener una indicación inmediata de concentraciones peligrosas, para comprobar la eficacia de la ventilación después de fumigaciones de muchos tipos y para descubrir fugas durante la fumigación. No se las debe utilizar para las comprobaciones normales en límites de seguridad máximos para la exposición diaria continua de 17 a 20 ppm; para este fin hay que utilizar algún método de determinación química o un dispositivo registrador preciso.

Las reacciones de algunas de las lámparas utilizadas se exponen en el Cuadro No. 5.

#### G. Cuidado y Funcionamiento de las Lámparas

Para el funcionamiento apropiado y seguro de las lámparas hay que tener en cuenta varias consideraciones importantes.

1. El anillo de cobre debe estar limpio, pues de lo contrario puede formarse una llama verde, aunque no hay bromuro de metilo.
2. La llama debe pasar por dentro del anillo y no rodearlo. Cuando el anillo está limpio y en el aire no hay fumigante ni polvo, la llama debe ser invisible por encima del anillo.
3. Pasado un cierto tiempo, el anillo de cobre se estropea y hay que colocar otro nuevo.
4. Estas lámparas no son específicas para el bromuro de metilo. Reaccionan con cualquier gas halogenado orgánico, como, por ejemplo, refrigerantes Freon cuya presencia en el aire puede conducir a error.
5. Evidentemente, estas lámparas no se pueden utilizar en presencia de gases inflamables o explosivos, como los vapores de gasolina, o con algunos haluros orgánicos gaseosos, por ejemplo, cloruro de metilo u dicloruro de etileno, que son también inflamables y pueden emplearse como fumigantes.

#### H. Tubos Detectores

Para efectuar determinaciones aproximadas de concentraciones residuales de bromuro de metilo comprendidas dentro de los límites de umbral pueden emplearse los tubos detectores descritos en el Capítulo 3 (Dumas y Monro, 1966).

#### I. Determinación de los Lugares de Fumigación

1. Fumiscopio de conductividad térmica

Este aparato se ha estudiado y descrito ampliamente en el Capítulo 3. Los instrumentos de este tipo son particularmente adecuados para las determinaciones de bromuro de metilo y, en la práctica, las más de las veces se



usan para determinar este fumigante.

## 2. Determinación química

Un método conveniente de determinación química de aplicación en los lugares de fumigación, es la valoración de Volhard, luego que el gas se ha absorbido en monoetanolamina. En un frasco de vidrio provisto de llave de paso se introduce monoetanolamina químicamente pura, a razón de dos mililitros por cada 0,45 kg de bromuro de metilo por 28 metros cúbicos en el espacio que se va a fumigar. El frasco de vidrio debe ser capaz de resistir el vacío (se han utilizado con éxito matraces redondos de 1 litro de capacidad). La llave se une a un tubo de cobre o de politeno procedente de puntos del sistema de fumigación en que se desea hacer la toma de muestras. Antes de proceder a ésta, se hace el vacío en el matraz hasta 1 ó 2 cm de presión. El matraz no deberá tocarse durante dos horas al menos antes de comenzar la valoración. El bromuro se determina después de precipitado mediante exceso de solución de nitrato de plata patrón; que se valora con sulfocianuro potásico patrón, empleándose alumbre de hierro como indicador. Brown (1959) da detalles completos de este método que pueden encontrarse también en los manuales corrientes de análisis de insecticidas (Jacobs, 1949; Gunther y Blinn, 1955).

## 3. Otros métodos

El refractómetro de interferencia descrito en el Capítulo 3 es adecuado para determinar concentraciones durante la fumigación.

También las bolsitas descritas por Heseltine y Royce (1960), de que se ha tratado en el Capítulo 3, son útiles para estimar los productos concentración por tiempo alcanzados durante un tratamiento real.

## J. Determinaciones en el Laboratorio

### 1. Vapores

El método de valoración de Volhard arriba descrito es apropiado para determinar vapores en el laboratorio. Dumas y Latimer (1962) describen un método de determinación de vapores mediante un procedimiento de valoración coulombimétrica que aprecia con precisión cantidades tan pequeñas como 17 microgramos de bromuro de metilo en una muestra. Berck (1965a) menciona el bromuro de metilo entre los fumigantes que se pueden determinar por cromatografía en fase gaseosa.

### 2. Residuos en los alimentos

Mapes y Shrader (1957a) expusieron un método químico de determinación de residuos de bromuros totales y bromuros inorgánicos en alimentos fumigados. El fundamento de este método es que los bromuros se hidrolizan con etanolamina y el alcohol se elimina por evaporación. El residuo se incinera con hidróxido de sodio y peróxido de sodio. Los bromuros se separan de la

ceniza por lixiviación y se determinan por el método de Kolthoff-Yutzy-van der Meulen.

## K. Aplicación

### 1. Recipientes

El bromuro de metilo lo suministra la industria en los siguientes tipos de recipientes:

a. Botellas cilíndricas de acero con capacidades de 5 a 1 800 libras (2.25 a 815 kg). Para las aplicaciones ordinarias, las botellas de 50 ó 100 libras (23 ó 45 kg) son las más convenientes. Estas botellas tienen sifones y a las temperaturas normales la presión de vapor natural del fumigante es suficiente para hacer que éste salga de la botella. Algunos fabricantes inyectan un gas inerte, por ejemplo nitrógeno, a presión en el espacio que queda encima del líquido antes de expedir las botellas; esto facilita la salida del fumigante por las tuberías. Otros fabricantes disponen válvulas adicionales en la parte superior de las botellas, a fin de que pueda aplicarse en el momento de la descarga más presión mediante nitrógeno o aire comprimidos.

b. Latas que contienen una libra (0.45 kg) de fumigante. Ciertos fabricantes suministran latas de media libra, previa solicitud. También puede obtenerse, solicitándolo del proveedor, un dispositivo especial para extraer el fumigante de las latas a presión natural. Este dispositivo se puede unir al tubo de cobre o de plástico si así se desea. Este método de aplicación es útil para operaciones en pequeña escala porque las latas son fáciles de manejar y las dosis se pueden calcular cómodamente por el número de latas necesarias. Una vez abierta una lata deberá vaciarse completamente, pues no se pueden volver a cerrar.

Cuando el fumigante sale en forma gaseosa de la lata, se produce un considerable enfriamiento del líquido, especialmente en tiempo frío, y la temperatura puede descender por bajo del punto de ebullición del bromuro de metilo (3,6°C. Si la lata se sumerge en una vasija con agua caliente (a temperatura no superior a 77°C), el fumigante sale de la lata más uniforme y rápidamente.

c. Ampollas de vidrio, empleadas por algunos fabricantes, que generalmente contienen 20 mililitros de bromuro de metilo. Estas ampollas son útiles para cámaras pequeñas, como, por ejemplo, el fumigador "de tambor". Para romper estas ampollas se necesita un émbolo buzo o instrumento análogo.

### 2. Descarga del bromuro de metilo

Como se ha dicho antes, a veces se enfrían los tubos por donde circula el fumigante, debido a la pérdida de calor ocasionada por la evaporación. Esto sucede con mayor probabilidad cuando el fumigante se lleva a cierta

distancia del recipiente. En muchas aplicaciones, pues, el fumigante se hace pasar a través de un cambiador de calor después de su salida del recipiente. Para dosis pequeñas, un cambiador apropiado es un baño o vasiija de agua caliente donde se introduce un serpentín de tubo de cobre de unos 15 m. (Este método no es adecuado cuando se emplean latas, porque se desarrolla una contrapresión que actúa sobre el fumigante contenido aún en la lata; ésta deberá sumergirse toda ella, como se ha descrito anteriormente).

Para las operaciones en gran escala se necesita un transporte térmico mayor. Hammer y Amstutz (1955) han descrito con detalle diversos dispositivos. La característica fundamental de estos calentadores es una cámara de vaporización de capacidad suficiente para transformar el bromuro de metilo líquido en bromuro de metilo gaseoso, a medida que aquél atraviesa la cámara. Para estos calentadores se puede utilizar cualquier fuente de calor conveniente y segura. El propano en botellas y el vapor vivo han dado buenos resultados. El calor de una llama o de un calentador eléctrico no debe aplicarse directamente a la cámara de vaporización, que debe estar siempre rodeado de agua caliente. Si el baño de agua está cerrado deberá tener un indicador del nivel del agua y una válvula de seguridad.

### 3. Pailas de evaporación

Cuando el bromuro de metilo se introduce en una cámara de fumigación, es conveniente echar el líquido en una paila de evaporación de poco fondo, con capacidad suficiente para contener toda la dosis y que el líquido no alcance una altura superior a 12 mm. De este modo, se obtiene una distribución más uniforme del fumigante, especialmente si se dirige una corriente de aire de un ventilador o fuelle sobre la paila; asimismo, se elimina el peligro de que el líquido salpique los productos que se vayan a fumigar. Cuando la fumigación se efectúa a temperaturas inferiores a 15°C, la paila podrá calentarse preferiblemente con el calor de lámparas de iluminación ordinarias.

### 4. Precauciones durante la descarga

Aunque el bromuro de metilo no es inflamable, en presencia de una llama se desdobla rápidamente dando ácido bromhídrico, que es muy corrosivo para los metales y destruye las plantas y los productos vegetales. Por esto, durante la fumigación con bromuro de metilo, el espacio que ha de fumigarse no se calentará con aparatos que tengan alambres incandescentes sin proteger. Igualmente, deberán apagarse, antes de que comience la fumigación, todas las lámparas y llamas piloto. El efecto corrosivo del bromuro de hidrógeno aumenta mucho en un ambiente húmedo y cálido.

### 5. Medición de la dosis

Cuando la dosis de bromuro de metilo no se puede calcular por el número total de botellas o latas, se utilizan dispositivos para medir fracciones. A veces, las dosis aproximadas sacadas de las botellas pueden determinarse pesando éstas en balanzas portátiles. Las probetas de vidrio graduadas, como la que se ve en la parte superior del fumigador de bidón aprecian con exactitud el milímetro y se usan para medir cantidades de hasta 280 mililitros (el volumen de una libra (0,45 kg) de bromuro de metilo es 260 mililitros a 0°C)

## L. Precauciones

### 1. Concentraciones tóxicas para el hombre

El hombre no debe exponerse de modo continuo a concentraciones de este gas superiores a 20 ppm. Este es el límite de seguridad máximo para una exposición diaria de ocho horas sugerido por la Conferencia de Higienistas Industriales de Estado Unidos. Para concentraciones más elevadas Torkelson, Hoyle y Rowe (1966) proponen los siguientes períodos máximos de exposición única repetida no más de una vez por semana: 7 horas en 100 ppm; 1 hora en 200 ppm; 5 minutos en 1 000 ppm.

Por los experimentos efectuados con animales y los datos recogidos en accidentes a seres humanos, parece ser que la exposición diaria a concentraciones de 20 a 100 ppm de bromuro de metilo puede producir pronto síntomas neurológicos graves que se describen más adelante en el epígrafe titulado "Primeros auxilios". La exposición durante unas horas a concentraciones de 100 a 200ppm puede producir lesiones graves e incluso la muerte. No es recomendable por lo tanto, que el hombre permanezca más de unos minutos en una atmósfera que dé una reacción positiva para el bromuro de metilo a la llama del detector, a no ser que el operador esté bien protegido mediante un respirador.

### 2. Análisis de sangre

Torkelson, Hoyle y Rowe han sugerido que las personas que se dedican continuamente a fumigaciones con bromuro de metilo debieran someterse una vez al mes, por lo menos, a determinaciones de la concentración de bromuros en la sangre. Estos análisis confirmarían la seguridad de los procedimientos en el caso de que no se observase ningún aumento indebido en la concentración de bromuros en la sangre. Por otra parte, en el caso de que una persona se pusiere mala, un análisis inmediato indicaría si el malestar debía atribuirse al fumigante. Además todo aumento notable de la concentración normal que se observase durante los análisis normales serviría de prevención contra exposiciones excesivas al fumigante, lo que permitiría tomar las precauciones necesarias. Este régimen de análisis deberá establecerse solamente previa consulta con un especialista calificado en toxicología industrial.

### 3. Protección de las vías respiratorias

Durante toda fase de una fumigación en que exista posibilidad de exposición a concentraciones mayores de 20 ppm, el operario deberá llevar un respirador de tipo industrial corriente con depósito protector contra vapores orgánicos.

En el Capítulo 2 se dieron instrucciones acerca del empleo y cuidado de los respiradores para todos los fumigantes. Las indicaciones siguientes se aplican concretamente al bromuro de metilo. (Dow Chemical Company, sin fecha). El bromuro de metilo puede ser inodoro, por lo que hay que determinar el tiempo durante el cual un filtro puede proteger. La concentración de gas respirado y el ritmo de la respiración no se pueden conocer exactamente.

Por lo tanto, el período de tiempo máximo durante el cual un filtro puede usarse sin peligro en una aplicación debe calcularse partiendo de la concentración correspondiente a la dosis real aplicada y a ritmo de respiración vivo. El Cuadro 6 se ha confeccionado con arreglo a estas ideas. Los períodos de tiempo indicados se aplican únicamente al bromuro de metilo y a una mezcla de 98 por ciento de bromuro de metilo y 2% de cloropicrina.

Cuadro No. 6.

Tiempo máximo que se sugiere debe emplearse un filtro en las fumigaciones con bromuro de metilo (filtros del tipo empleado para vapores orgánicos).

Concentración de bromuro de metilo	Tiempo máximo <sup>2</sup>
g/m <sup>3</sup>	Minutos
16 o menos	60
16 - 32	30
32 - 48	22
48 - 64	15

- 1/ Estos valores se aplican a un filtro de tamaño normal empleando nada más que para una exposición a los vapores fumigantes (véase el texto)
- 2/ Según recomendaciones de la Dow Chemical Company (sin fecha).

Los fabricantes de equipos de seguridad recomiendan que en el caso de bromuro de metilo los filtros de la máscara se vacían después de sólo una exposición a este fumigante. Esta precaución se debe a que el bromuro de metilo puede continuar difundiéndose a través del carbón activo contenido en el filtro, incluso cuando no se pase a su través aire inspirado. La única excepción posible es que si el filtro se usa en concentraciones inferiores a 50 ppm en aire y la concentración no excede nunca este valor, podría utilizar el filtro durante un período continuo de ocho horas. Según esto, se podría utilizar el filtro durante la ventilación, pues entonces las concentraciones son inferiores a 50 ppm (Merkle, 1967, comunicación personal). No obstante, transcurridas ocho horas, y cualquiera que sea el número de exposiciones, el filtro deberá desecharse.

Como 80 g por metro cúbico equivalen a una concentración de 2 por ciento en volumen en el aire, no se pueda garantizar que el respirador proporcione protección contra dosis de más de 64 g/m<sup>3</sup>. Al interpretar las cifras presentadas en el Cuadro 6 las dosis y los tiempos deben considerarse calculados por exceso para tener el mayor margen de seguridad posible.

Como se ha indicado anteriormente, en una fumigación correctamente efectuada, la exposición al fumigante debe ser pequeña. En la fumigación bien planeada de un edificio, el operario que pone en libertad el gas debe andar alejándose del lugar de la concentración inicial elevada. Durante la ventilación, los operarios esperan generalmente algún tiempo después de abierto el mayor número posible de puertas y ventanas y de puestos en marcha los ventiladores o fuelles. De este modo, luego que penetra en el local, el operario queda expuesto a concentraciones rápidamente descendentes.

#### 4. Absorción de vapores a través de la piel

La literatura médica contiene referencias que indican que la absorción de bromuro de metilo por la piel puede producir intoxicación. Sin embargo, es probable que esto no ocurra en exposiciones a las concentraciones y los tiempos señalados en el párrafo anterior, condiciones en las cuales el respirador protege (Butler, Perry y Williams 1945).

#### 5. Contacto del líquido con la piel

El contacto prolongado del bromuro de metilo líquido con la piel produce ampollas graves análogas a las ocasionadas por las quemaduras o por el frío intenso. Debe tenerse gran cuidado en evitar las salpicaduras de bromuro de metilo líquido sobre los vestidos o el calzado. El calzado y los guantes de cuero o de goma pueden retener el líquido y ponerlo en contacto con la piel. Cuando salpique bromuro de metilo a los vestidos o al calzado, la persona que los lleve se los quitará inmediatamente aireándolos bien, y ella deberá bañarse. Para trabajar con bromuro de metilo no se usarán guantes. El bromuro de metilo líquido que pueda salpicar a las manos, los antebrazos u otras partes descubiertas de la piel se suele evaporar rápidamente. Sin embargo, las zonas alcanzadas deberán lavarse inmediatamente con agua y jabón.

#### M. Primeros Auxilios

No se conoce antídoto alguno contra el envenenamiento por bromuro de metilo. Además, como la aparición de los síntomas se retrasa generalmente, no existen procedimientos específicos que procuren un restablecimiento inmediato. Sin embargo, hay ciertos síntomas bien definidos que, excepto en los casos de exposición a concentraciones elevadas y rápidamente fatales, pueden servir de advertencia preliminar de intoxicación inicial. Si, al experimentar estos síntomas, el operario se abstiene inmediatamente de todo contacto ulterior con bromuro de metilo y se somete a vigilancia médica, es seguro que curará.

Cuando, durante la exposición a bromuro de metilo o después de ella, se observen los síntomas que se indican a continuación, la persona afectada deberá alejarse de la zona de fumigación e informará inmediatamente a un médico.

Importante: Estos síntomas pueden tardar hasta 48 horas en aparecer (von Oettingen, 1955).

Posibles síntomas de envenenamiento por bromuro de metilo son:

Naúseas y vómitos	Pérdida de apetito
Vahídos	Dolor abdominal
Visión doble o borrosa	Tartamudeo
Fatiga anormal	Confusión mental
Dolor de cabeza	Convulsiones

Si el individuo atacado presenta un envenenamiento grave, conviene que todos los demás componentes del equipo de fumigación se sometan inmediatamente a observación médica.

Se recomiendan las medidas siguientes que deberán aplicarse bajo la dirección de un médico (Dow Chemical Company, 1964):

1. Las náuseas, cuando van acompañadas de vómitos, exigen la administración por vía intravenosa, de una solución salina isotónica simple, o mejor aún, de una solución de Ringer, para calmar los vómitos, evitar la deshidratación y compensar la pérdida de minerales. Si persistieran los vómitos impidiendo la ingestión de los alimentos, se administrarán, por vía intravenosa, vehículos glucosados o con levulosa. Esta administración intravenosa debe continuarse hasta que el intoxicado orine en cantidad normal (unos 2 ó 3 litros en 24 horas).

2. Cuando por los medios indicados no se corten los vómitos, se añadirá a la solución salina o glucosada (por ejemplo antieméticos sulfato de atropina, Valamina, Vasano, Nautisan, etc.) o se administrarán estas drogas por vía intramuscular o en forma de supositorios. En los casos extremos, puede que sea necesario administrar un narcótico. Los más indicados son Dilaudidatropina (1/64-1/32 de grano) y Pantopón (1/2 grano), ambos derivados del opio.

3. Cuando se observen síntomas de fallo cardíaco o circulatorio, o ambas cosas a la vez, habrá que administrar hipodérmicamente coramina o benzoato de sodio y cafeína para mantener la función cardíaca.

4. Cuando se presenten síntomas de obstrucción pulmonar, se administrará al paciente, por cualquier método apropiado, una atmósfera de oxígeno al 100 por ciento, o de oxígeno y dióxido de carbono.

5. Cuando falle la respiración, se aplicará la respiración artificial en atmósfera rica en O<sub>2</sub>, si se dispone de éste, o en aire normal.

Si la exposición ha sido excesiva, puede que se produzca irritación del pulmón y se desarrolle una neumonía típica con edema pulmonar. El tratamiento de estos estados requiere medidas apropiadas.

## APLICACION DE INSECTICIDAS Y FUMIGANTES EN GRANOS ALMACENADOS

Germán Espinosa González\*

### Introducción

Como ya mucho se ha comentado, las pérdidas que representan las infestaciones de insectos en los granos pueden llegar a ser cuantiosas. Según el último informe de la FAO, los alimentos que se perdieron a nivel mundial por causa de las plagas en el año de 1981, en pesos, fue 104 mil millones de dólares, mientras que en el año 1982, se perdieron alimentos por 140 mil millones de dólares.

Estos alimentos perdidos, habían alcanzado para alimentar a 900 millones de personas en nuestro planeta, o sea que una de cada cuatro personas de las que habitan en la tierra, podría haber sido alimentada con las pérdidas.

De ahí la importancia de proteger los alimentos contra el ataque de las plagas.

Para el caso de nuestro país, el problema del control de plagas, es muchísimo más complejo debido a nuestros climas tropicales que favorecen la presencia de la plaga.

Para lograr sacar el mejor provecho de los granos que recolectamos en el campo, se requiere tomar medidas de control para los insectos, los cuales empiezan a infestar el grano antes de la recolección.

### A. Fuentes de Infestación

La creencia de que los insectos se generan espontáneamente en el grano, es falsa. El grano puede infestarse antes de la cosecha.

En el caso del arroz la polilla (Sitotroga cerealella) y el escarabajo (Rhyzopertha dominica) vuelven a las arrozales donde infestan el grano, antes de que se almacene.

Las infestaciones se hacen más frecuentes cuando los cultivos se localizan cerca de las instalaciones de almacenamiento de granos.

Para poder desarrollar las medidas adecuadas de control de los insectos plagas, es necesario tener en cuenta numerosos factores, tales como duración

---

\* I.A. Univ. del Tolima - Subgerente Electrofumigación Toro Ltda. y Gerente Inmucol Ltda. A.A. 12845, Bogotá, Colombia.



del ciclo de vida, hábitos de alimentación del estado larval y adulto, hábitos de copulación y oviposición, duración de cada estado (huevo, larva, pupa, adulto), proceso de eclosión del huevo, influencia de la luz, temperatura y humedad en el desarrollo, hábitos de locomoción, etc.

#### B. Labores Previas

Gran parte de nuestras preocupaciones, cuando almacenamos nuestras cosechas las podemos evitar si tenemos en mente que, vigilancia y limpieza, reducen en más del 50% los problemas posteriores. La práctica ha demostrado que buena parte de la invasión de insectos se inicia por falta de limpieza. El barrido del suelo, eliminación de telarañas, desperdicios, materiales de desecho y derrames, junto con la limpieza de las paredes favorecen altamente la buena conservación del grano y posibilitan las labores de uso de insecticidas.

Otras medidas necesarias para facilitar las fumigaciones se podrían enumerar así:

- Levantamiento de arrumes distanciados de las paredes, columnas y armaduras dejando el espacio mínimo necesario para cualquier fumigación o labor para control.
- Revisión semanal de las existencias infestadas.
- En cuanto sea posible deberá aplicarse a todos los productos el principio de "primero en llegar, primero en salir".
- Llevar registros completos y detallados de todas las existencias, las inspecciones y las medidas tomadas para combatir las plagas, las cuales indicarán el producto aplicado, forma de aplicación, dosis, etc.

#### C. Aplicación de Insecticidas

Los insecticidas para granos almacenados se usan bajo diferentes formulaciones. De ahí la importancia de usar el insecticida en la debida forma y con el equipo apropiado para cada caso.

Las diferentes formulaciones y aplicaciones más comunes son las siguientes:

#### D. Concentrados Emulsionables

Son concentrados líquidos para mezclar con agua.

Es una de las formulaciones de más común uso en granos almacenados. Su contenido de ingrediente activo está entre el 40 a 75%. Se aplican bajo la forma de aspersión para pisos, paredes a instalaciones de almacenes en general.

Los concentrados emulsionables tienen aplicaciones similares a los polvos mojables, pero éstos últimos son más aconsejables en el caso de superficies de cemento, ladrillo sin recubrir o absorbentes, debido a que tienen mayor poder de permanencia en la superficie, lo que no sucede con los emulsionables que son absorbidos en su mayor parte.

Las aspersiones residuales a las superficies deben realizarse con insecticidas que tengan las características, no solamente de controlar los insectos que entren en contacto con él sino lo más importante es la capa de insecticida que queda actuando sobre la superficie tratada.

La acción de la capa residual perderá su poder de control con el tiempo, y su durabilidad dependerá de la clase de insecticida utilizados, condiciones climáticas, máquina de fumigación, boquilla y clase de superficie tratada.

A manera de recomendación, cuando se utilicen insecticidas de acción residual para el caso de aplicación directa a los arrozales y/o granos ensacados, se deberían usar insecticidas que estén debidamente autorizados para aplicación directa al grano, como es el caso del insecticida SUMITHION y MALATHION.

Es de especial importancia comprobar que las grietas, rincones y escondrijos de las plagas, queden debidamente mojados o humectados.

Para la aspersión de los techos, vigas y en forma general parte alta de las paredes, cuando se utilizan equipos de fumigación manuales se les adapta lanzas de extensión para lograr un mayor alcance. En caso de arruños muy altos, se pueden utilizar mangueras de caucho con revestimiento de lona, los cuales se conectan a la salida de la máquina remplazando a la manguera corta que generalmente poseen.

Para una bodega con una altura de 8 m. se necesitarían, para el caso de las lanzas, 3 de 2 m. y la presión en el caso de una calimax 0 podría ser de 90 lbs. En forma normal un tipo de máquina de éstas trabaja a 75 libras para expulsar los 20 litros. También es recomendable el uso de los reguladores de presión con el fin de que las boquillas conserven uniformemente una descarga deseada, las boquillas más aconsejables para la fumigación de bodegas son las de abanico o cortina que permiten una mejor capa residual, y las de mayor descarga para lograr un mejor mojado. Cuando se requiere cubrir un determinado espacio por ejemplo grietas, se recomiendan boquillas graduables.

Todos estos tratamientos se recomienda realizarlos en las primeras horas de la mañana, pero especialmente en las últimas horas de la tarde que se consideran las de mayor actividad para los insectos.

La frecuencia de las aplicaciones depende de:

- Clase de insecticida aplicado.
- Clase y nivel de infestación a combatirse.

En Colombia por ejemplo para condiciones de climas favorables para el desarrollo de los insectos como son las zonas de la Costa Atlántica, Llanos Orientales usando productos como el SUMITHION y el MALATHION, se requieren aplicaciones cada quince días y a veces semanales. En otras condiciones de menor desarrollo de la plaga como en la zona de Bogotá, las aplicaciones conservarán su poder de acción por un mayor período de tiempo.

La aplicación del insecticida a las paredes de los arrumes o pilas de saco, tiene singular importancia con relación a la fumigación por dos aspectos básicos:

- Facilita un mejor control no solo contra los gorgojos sino contra las polillas.
- Los arrumes o pilas asperjados después o preferiblemente antes de la aplicación del fumigante, reducen las posibilidades de reinfestación posteriores a la fumigación.

En forma general, este tipo de tratamiento debe hacerse como norma permanente debido a que los riesgos de infestación especialmente en las zonas tropicales son continuas.

Cuando se utilizan fumigadoras tipo de mochila con motor al hacer aplicaciones verticales nos dan un alcance efectivo de 5 m. recomendándose colocar la graduación de la boquilla en mayor descarga (4 litros por minuto). El alcance horizontal para el caso de la MD 140 con boquilla dirigida de 4 litros cubre una franja de 7 m.

Cuando se desea aumentar el alcance vertical se le adapta la bomba centrífuga la que impulsa los productos hasta 12 m. de alto.

#### E. Productos Nebulizables

Se usan para aplicación a los espacios libres en forma de neblina o humo producido termomecánicamente.

Su contenido de ingrediente activo está entre el 3 y el 15%. Estos tratamientos se caracterizan por producir una atomización de gotitas diminutas que permanecen suspendidas en el aire. Las gotitas tienen un diámetro de 2 a 50 micras, (1 micra= una milésima de milímetro), y son capaces de penetrar en grietas y hendiduras así como en los lugares más apartados del almacén. Su mayor eficiencia se produce cuando se utiliza en espacios cerrados y no se producen permanentes corrientes de aire.

Los Nebulizadores de mayor uso para la aplicación de productos nebulizables son los de las firmas Alemanas MOTAN e IGEBA correspondientes a los equipos FOG generador TF 30 y SWING FOG SN11.

Estos equipos tienen las siguientes características:

1. Tratamiento de grandes volúmenes, rápida y económicamente.

2. Excelente acción contra las polillas e insectos voladores.
3. Penetración a sitios y lugares inaccesibles donde se esconde la plaga.
4. Expulsión de la mezcla de 10 a 40 litros por hora.
5. No incorporación de humedad al grano.
6. El tamaño de sus partículas le permite producir una pulverización espacial que le facilita mantenerse en el aire durante un buen lapso de tiempo, suficiente para lograr excelentes controles especialmente contra las polillas e insectos voladores.

La desinfestación del área o superficie a base de productos en forma de aspersión y desinfestación del volumen o espacios libres a base de nebulización constituyen la complementación ideal para lograr los mejores resultados de control en instalaciones de almacenamiento.

Finalmente es conveniente tener en cuenta al calcular la dosis de las nebulizaciones espaciales que se debe computar el espacio libre y no el volumen total del almacén.

#### F. Polvos Dispersables y Mojables

Son todos aquellos polvos insecticidas concentrados que pueden mezclarse con agua antes de su aplicación con aspersoras a presión o a motor.

Los polvos dispersables tienden a posarse después de mezclados, y por ese motivo no deben aplicarse sino con máquinas aspersoras que tengan un mecanismo de agitación.

En las máquinas de motor a través de un ventilador provoca entrada de aire al tanque causando turbulencia y evitando la compactación del producto.

#### G. Mezcla Directa con los Granos

Para este tipo de tratamiento es muy importante la utilización de productos que estén debidamente aprobados para aplicación directa al grano.

Generalmente, este tipo de insecticidas se usan al comienzo de un almacenamiento prolongado y con mayor frecuencia para incorporar a la semilla. La formulación de mayor uso es la de los concentrados emulsionables. El volumen de líquido que se aplique no deberá ser superior a 2.5 lts. por 1000 kgr. de grano, para evitar así cualquier aumento apreciable del contenido de humedad.

#### H. Insecticidas de Uso Preventivo

Los insecticidas de mayor efectividad y uso actualmente en el campo

preventivo para el control de las plagas de los granos almacenados, son entre otros el SUMILTHION, DICLORVOS, PIRETRINAS y el FOXIM.

## 1. Sumithion

Insecticida Organofosforado, eficaz para tratamiento preventivo y curativo. A pesar de no estar todavía en el mercado colombiano se considera como uno de los más promisorios para el tratamiento de los insectos-plagas de los granos almacenados.

### a. Instrucciones para su uso

SUMITHION 100 EC.

#### 1) Tratamiento preventivo:

Para aplicación directa mezclándolo a los granos.

Dosis: 6 cc. de SUMITHION 100 EC/Tonelada de grano. Diluir 6 cc. en 300 cc. de agua y aplicar este volumen a una tonelada de grano en movimiento. Sumithion protege el grano tratado durante 6 meses.

#### 2) Tratamientos exteriores y de instalaciones y empaques vacíos:

(Con máquinas pulverizadoras de alto volumen-manuales o motorizadas.)

Dosis: 100 cc. de SUMITHION 100 EC/ 10 litros de agua, para tratar una superficie de 100 m<sup>2</sup>.

(Con máquinas Nebulizadoras)

Dosis: Mezclar 400 cc. de SUMITHION 100 EC con 10 litros de ACPM y nebulizar hasta la saturación del ambiente.

#### 3) Tratamiento de empaques:

Diluir 100 cc. de SUMITHION 100 EC en 5 litros de agua para tratar una superficie de 100 m<sup>2</sup>. Pulverizar las bolsas tratando de humedecerlas sin llegar a mojarlas.

## 2. Diclorvos

Nombres alternos: D.D.V.P. - DEDEVAP-OKO-MAFU.

Nogos-Bay 19149, Nuvan-Vapona.

Es un insecticida organofosforado y después del MALATHION es el más

usado. Aunque su  $DL_{50}$  de 62 mg/kg. es relativamente alta, su empleo se ha extendido gracias a su comportamiento como gasificante. Esta cualidad le hace apto para tratamiento general de bodegas e instalaciones más bien cerradas. También su propiedad de gasificarse rápidamente lo habilita para tratamiento directo al grano, pudiéndose éste consumir después de 72 horas de tratado; es decir que su poder residual es demasiado bajo.

El diclorvos tiene la ventaja respecto a los insecticidas más residuales de ser considerablemente más activo contra las fases inmaduras de las plagas que se desarrollan dentro del grano; por ejemplo, mientras el MALATHION sólo mata las larvas del primer estado de Sitophilus oryzae, el diclorvos combate eficazmente todas las fases larvarias, con excepción del estado final, y la pupal. La resistencia al diclorvos se ha manifestado en grados bajos, detectados grados más altos en Rhizopertha dominica.

**Emulsión Concentrada 50%:** En aspersión a instalaciones y arrumes, 20-50 cc. por lt. de agua. Con esta solución se tratan 100 m<sup>3</sup> de una bodega o almacén.

**Nebulizables 5%:** En bodegas y arrumes, nebulizar 1 lt. para cada 1.000 m<sup>3</sup>. (Este preparado ya viene listo para aplicar y no debe diluirse).

**Emulsión Concentrada 24%:** En aspersión e instalaciones, medio litro en 10 lts. de agua con buen mojado sobre las superficies.

### 3. Piretrinas:

Nombres alternos: Pybuthrin 33 - Pybuthrin 44.

Corrientemente poseen como ingrediente activo piretrinas que son sustancias de origen natural más butóxido de piperonilo. Su  $DL_{50}$  es de 800 mg/kg.

También son de las sustancias más usadas para combatir plagas en los granos almacenados. Entre las razones para su utilización están: el efecto rápido o de impacto y amplio espectro contra las plagas. Su uso aunque amplio no ha sido lo suficiente intensivo por el alto costo. Los problemas de resistencia no son graves, aunque existe tolerancia natural de algunos gorgojos como el Tribolium castaneum. A esta limitación se agrega la de recuperación de los insectos que puede haber después del efecto de impacto (Knockdown).

Los piretroides, que son las piretrinas sintéticas, han tenido cada vez más aceptación por su gama de acción y costos más asequibles.

#### Usos y dosis

**Nebulizable (Pybutrin 33 ó 44):** En bodegas vacías y con granos, nebulizar 1 lt. por cada 1000 m<sup>3</sup>.

**Nebulizable (Pybutrin 44):** En aspersión a instalaciones y arrumes, 1 lt. por cada 200 m<sup>2</sup>.

**Polvo al 2%** Incorporación al grano, 1 kg. por cada 600 kg. de grano.

#### 4. Malathion

**Nombres alternos:** Fyfanon, Carbofos, Mercaptotion.

Es uninsecticida-organofosforado de muy bajísima toxicidad, DL<sub>50</sub>: 1.375 mg/kg., que lo hace apto para aplicar directamente a los granos que van para consumo.

Es sin duda alguna el producto que más se utiliza para combatir las plagas de los granos almacenados. Se ha estado usando sistemáticamente desde 1958. Se reporta resistencia de algunas plagas y en diferente grado desde los tres años de estarlo aplicando (Nigeria 1961).

Los reportes de resistencia han venido apareciendo y por ello el MALATHION ha dejado de ser un método sencillo y seguro de control. Sin embargo, y debido a la escasez y costos de otros productos, entre otros factores, dicha resistencia no quita valor al MALATHION como medida de control.

Muchas de esas resistencia están asociadas con bodegas faltas de higiene y en general poco satisfactorias. En Australia donde se ha usado masivamente desde hace años, hoy se llevan programas estratégicos con detección de la resistencia, o bien se trata de reemplazarlo o completarlo con diclorvos y fenitrothion.

#### 5. Foxim

**Nombres alternos:** Baythion-Volaton-BAY 77488

**Insecticidas organofosforados:** DL<sub>50</sub>: 1.800 mg/kg.

Se distingue por su residualidad; especialmente para tratamiento e instalaciones, superficies, equipos. Sus tratamientos a largo plazo resultan ser eficientes.

Por su prolongada residualidad no es apto para aplicar directamente (incorporado) a los granos destinados para consumo humano o animal. Semillas para siembra si pueden tratarse.

#### I. Tratamiento Curativo

Cuando el grano se encuentra internamente infestado, la única alternativa de control es mediante tratamiento curativo y se realiza mediante la

aplicación de fumigantes.

Esta clase de infestación no solamente es la más dañina, sino indispensable de controlar en forma inmediata. Se presentan pérdidas no solamente físicas sino deterioro de las sustancias nutritivas, contaminación, calentamiento que afectan en forma general la calidad de los granos.

#### J. Fumigantes

Un fumigante puede definirse como una sustancia química que a temperatura y presión determinadas, puede existir en estado gaseoso en concentración suficiente para resultar letal para el insecto.

El buen uso de fumigantes dependerá de ciertos factores o condiciones que afectan su aplicación, como son: temperatura, humedad y composición del grano, tiempo de almacenaje y de exposición, cantidad de impurezas.

#### K. Factores que Afectan el Uso de los Fumigantes

##### 1. Temperatura

Ejerce efectos importantes sobre todos los factores que determinan el buen resultado de una fumigación. Aclaremos su significación:

- a. A las temperaturas de fumigación normales comprendidas entre 10°C y 35°C, la concentración de un fumigante necesaria para matar una fase determinada de un insecto, disminuye al aumentar la temperatura. Desde el punto de vista biológico, se debe a que el ritmo de respiración de los insectos se hace más notorio al aumentar la temperatura. Además la sorción física del fumigante se reduce y proporcionalmente, queda más fumigante para atacar a los insectos. Por estos factores las condiciones mejoran a medida que se eleva la temperatura.
- b. A temperaturas inferiores a 10°C, la situación es más complicada. Opera el fenómeno contrario.

##### 2. Humedad del Grano

Otro factor importante a tener en cuenta, es el contenido de humedad del grano. Cuando este es mayor del 18% la dosis necesaria del fumigante crece en forma directamente proporcional, cuando el contenido de humedad del grano es menor del 12% no se han observado diferencias notables. Como conclusión podemos decir que para granos de alto contenido de humedad la difusión del fumigante se dificulta para atravesar satisfactoriamente la capa de humedad.



### 3. Composición del Grano

Más fumigante es requerido para variedades de grano de alta composición absorbente (sorgo) y granos con pequeños espacios de aire entre ellos mismos. Otro factor es el relacionado con los granos rotos que sorben mayor fumigante que los granos enteros.

### 4. Tiempo de Almacenaje

Más fumigante es requerido para penetrar la masa de grano con un tiempo largo de almacenaje. Esto puede ser explicado partiendo de la base de que a medida que pasa el tiempo la masa de grano forma una barrera casi impenetrable por el gas fumigante, además, el incremento del daño por insectos provoca el incremento de impurezas que bloquean la penetración del fumigante.

### 5. Tiempo de Exposición

El tiempo de exposición altera la dosis del fumigante, que debe ser aplicada. A mayor tiempo de exposición menos cantidad de fumigante debe ser aplicado.

### 6. Cantidad de Impurezas

#### a. Altas poblaciones de insectos están asociadas con más impurezas.

- Los insectos hacen impurezas: polvo, granos picados o mordidos, excrementos, cuerpos muertos y cáscaras.
- Las impurezas favorecen el desarrollo de algunos insectos.

Por ejemplo: Los *Tribolium* no sobreviven en granos enteros de trigo a bajo nivel de humedad, pero sobreviven y desarrollan en trigo con baja humedad si los granos están quebrados.

#### b. Las impurezas hacen a los fumigantes menos efectivos:

- Gran sorción o retención
- Baja penetración
- Canalización de vapores
- Favorecen el desarrollo de insectos y los recubren.

### L. Factor Concentración por Tiempo

Casi todos los tratamientos de fumigación se recomiendan tomando como base una dosis indicada en peso de sustancia química por volumen determinado ( $\text{g/m}^3$ ), g/ton. Esto va seguido de una indicación del tiempo de

tratamiento en horas.

Lo más importante es la cantidad de gas que actúa sobre los insectos en un período de tiempo determinado.

Esto es, la efectividad de un fumigante depende de la CONCENTRACION del fumigante en la cámara de fumigación, esta concentración depende de la dosis aplicada, fugas, sorción de la mercancía, etc.

El efecto de la concentración del producto en el tiempo puede resultar valioso en la práctica, porque si se ha determinado para una serie apropiada de tiempos o temperaturas, la concentración se puede modificar para adaptarla a las alteraciones del período de exposición y temperatura.

Antes de citar los principales fumigantes vamos a enumerar las condiciones necesarias para cumplir una buena aplicación:

- Mantener una concentración mínima de gas para eliminar las diferentes especies, "concentración letal".
- Conservar un tiempo de exposición mínimo para la actuación del gas sobre los insectos.

Las anteriores condiciones se deben cumplir no importando si existe una alta o baja infestación.

Además se deben considerar otros factores como la hermeticidad del objeto a fumigar y la velocidad de difusión del gas.

Solo para casos de hermeticidad absoluta, la concentración obtenida coincide con la concentración aplicada.

Para el caso del tiempo de exposición tenemos dos fases:

- El tiempo que se demoran las tabletas en descomponerse, para producir suficiente gas en el ambiente.
- El tiempo que necesita el gas para distribuir en forma uniforme en todo el espacio.

Cuando se realizan aplicaciones en arrumes por las mismas propiedades de los fumigantes Magtoxin y Phostoxin de difundirse uniformemente en todos los sectores sus tabletas pueden ser colocadas exclusivamente en la parte de abajo preferiblemente debajo de las estibas.

Para aplicaciones a granel mediante la utilización de sondas se consigue una penetración del fumigante hasta de 7 m.

En cuanto a los prensacarpas o pisacarpas usados para pisar las carpas deben ser flexibles con un diámetro de 10 cm. y 1 m. de largo, y se deben colocar en forma cruzada.

Referente a las carpas de plástico con material de película de polietileno se utilizan con buenos resultados con un grosor de 50 micrones como mínimo y con un máximo de 200 micrones. Se debe tener en cuenta que para el bromuro de metilo el grosor mínimo debe ser de 120 micrones.

Para tener la seguridad de que la fumigación fue realizada en buenas condiciones lo más práctico es determinar la concentración mediante un DETECTOR DE GASES al cual se le adaptan los tubos detectores colorimétricos que permiten efectuar una medición rápida de la concentración de gases presentes en el recinto de fumigación.

En general, una fumigación de 72 horas con una concentración del orden de 800 a 1000 ppm (aunque sería suficiente 300 ppm) son más que suficientes para eliminar todos los insectos en la totalidad de sus estados de desarrollo.

El detector de gases modelo GAS TESTER, está constituido por una pera aspiradora de gorra calibrada con un volumen activo de 100 cm<sup>3</sup> y un cuerpo central de material plástico, que incorpora la pieza portatubos, válvula, contador giratorio manual y una pie-metálica para romper las puntas de los tubos.

En cuanto a los tubos detectores colorimétricos contienen una o varias capas de un reactivo químico que en contacto con los gases al comprimir la pera respiratoria producen una reacción química que provocan un cambio de coloración en una determinada longitud del tubo, la cual es proporcional a la cantidad de gas presente en la atmósfera.

El número de aspiraciones está definido según la naturaleza del gas y de los tubos empleados.

#### M. Principales Fumigantes de Granos Almacenados

Inicialmente el producto de mayor uso a nivel mundial como fumigante correspondía al Bromuro de Metilo. En los últimos 10 años se ha venido generalizando de una forma representativa el uso de las fosfaminas dentro de las cuales se destaca el productivo Phostoxin.

En los 2 últimos años la firma Degesch está lanzando al mercado el Producto Magtoxin que se considera como el avance científico de mayor importancia dentro del campo de los productos fumigantes. Explicaremos 2 de los más representativos:

##### 1. Bromuro de metilo. Nombres comerciales: Dowfume-Monobrometano.

Pertenece al grupo de los hidrocarburos halogenados, su fórmula condensada es CH<sub>3</sub>Br. Como todos los gases fumigantes, tiene la particularidad de ser altamente tóxico para humanos y animales de sangre caliente. Como su gasificación es inmediata tan pronto sale del envase que lo contiene, se hace obligatorio el uso de la máscara antigás, previniendo cualquier accidente o escape.

### Usos y Dosis

Para tratar granos a granel: 2 libras de producto por cada  $28 \text{ m}^3$  de la capacidad del silo.

Para granos ensacados: 1 y 1/2 libras por cada  $28 \text{ m}^3$  del arrume.

Exposición: 24 horas de exposición del grano a la acción del gas. Después de este tiempo se quitan los pisa-carpas (bolsas con arena), y se deja airear el grano.

### 2. Phostoxin

Se denomina con el nombre de Phostoxin al fosfuro de hidrógeno gaseoso que se genera a partir de tabletas o píldoras fuertemente comprimidas, bajo la influencia de la humedad. El fosfuro de hidrógeno es un gas ideal que permanece en su estado gaseoso a cualquier temperatura normal, es un 20% más pesado que el aire, pero debido a su gran poder de difusión se mezcla rápidamente con el aire; en espacios cerrados se difunde uniformemente en todas las direcciones.

Igual que la mayoría de los fumigantes gaseosos es altamente tóxico tanto para los insectos como para los animales de sangre caliente y el hombre.

El Phostoxin es efectivo contra todos los estados de desarrollo de los insectos; esta acción es lenta y por lo mismo se requiere una exposición de varios días. Por ello puede hablarse de un tratamiento "curativo" de los granos. Igualmente debe efectuarse bajo carpas o en recintos cerrados.

Todos los gases fumigantes después del tratamiento y de una ventilación de la mercancía desaparecen completamente; por lo tanto no puede hablarse de acción residual.

### Usos y Dosis

Granos a granel: 3 tabletas por tonelada.

Granos ensacados: (arrumes): 2 tabletas por  $\text{m}^3$

Tiempo de exposición: Mínimo 3 días en climas cálidos y 4 días en climas fríos.

El Phostoxin se ha venido imponiendo sobre el Bromuro de Metilo debido a su fácil aplicación y a su difusión lenta, lo que la hace menos riesgosa en cuanto a accidentes. Esta técnica se aplica, en referencia a la marca de fábrica, así:

Las tabletas tienen un peso de 3 gr. cada una y después de su total descomposición liberan un gramo de fosfuro de hidrógeno. Su dureza y el recubrimiento de parafinas garantizan que el fosfuro de hidrógeno no puede

desprenderse inmediatamente después de haberlas sacado de sus envases originales.

Por el contrario presentan una acción diferida ya que a una temperatura aproximada de 25°C y una humedad relativa de 50-70%, el gas no comienza a desprenderse hasta que hayan transcurrido unas 4 horas después de haber sido expuesta al ambiente. Con temperaturas y humedades superiores, el tiempo de iniciación de su descomposición es inferior, unas 2-3 horas después de su exposición.

Para el caso de las píldoras (pellets), tienen un peso de 0,6 gr. y después de su completa descomposición liberan 0.2 gr. de fosfuro de hidrógeno. La descomposición de las píldoras se inicia aproximadamente 1-2 horas a partir de su exposición al ambiente. Por razones de nuestro medio tropical y humedades relativas altas, se recomienda trabajar con base en los tiempos mínimos (tabletas 2 horas para iniciar su descomposición y píldoras 1 hora).

### 3. Degesch Magtoxin

Es un fumigante en forma sólida que consta de fosfuro de magnesio, carbonato de amonio y parafina. Su presentación es en forma de comprimidos, en tabletas y pastillas, que pesan 3 g. y 0.6 g. respectivamente. MAGTOXIN libera fosfuro de hidrógeno en un período de 1-2 horas después de la exposición a la atmósfera, dependiendo del tiempo, temperatura y de la humedad del producto.

Este gas posee una excelente eficacia contra los insectos, es altamente volátil, se difunde por todas partes y penetra al interior de productos densamente embalados. Una de las diferencias además de su mayor efectividad con relación a los productos que contienen fosfuro de aluminio (fosfaminas), es su más rápida descomposición. Por ejemplo para una humedad del 60% y temperatura de 20°C, se libera aproximadamente el 75% del contenido de hidrógeno de Magtoxin al cabo de 24 horas; comparativamente durante el mismo tiempo y bajo las mismas condiciones, los productos que contienen fosfuro de Hidrógeno. La concentración máxima de fosfuro de hidrógeno de Magtoxin se alcanza al cabo de 24-36 horas.

### Aplicación

Degesch Magtoxin puede utilizarse en los mismos campos de aplicación donde se usa el Phostoxin. Es decir para el tratamiento general de productos almacenados tanto a granel como en granos ensacados.

Entre las cualidades más destacables del Magtoxin podemos mencionar: Liberación más rápida del gas, menor tiempo de exposición, descomposición total; el polvo remanente no contiene restos de fumigante activo.

Se anota finalmente que el Degesch Magtoxin debido a su rápida liberación facilita ampliamente su uso como fumigante para recirculación de gas en silos sin necesidad de trasilar el grano, método que ha tenido amplia acogida especialmente en Argentina y de próxima implantación en Colombia.

**N. Equipos de Seguridad**

Como equipos de seguridad básicas se recomienda el uso de la máscara respiratoria contra gases la cual está provista de una rosca que permite el acoplamiento directo de los filtros respiratorios. Para el caso de las máscaras tipo AUER35, está fabricada con caucho especial que no produce irritación cutánea además de facilitar una excelente adaptación al rostro cualquiera que sea la forma anatómica del mismo.

**O. Medidas de Seguridad Cuando se Trabaja con Fumigantes****1. Anterior a la Fumigación**

- a. Seleccionar el fumigante más adecuado
- b. Utilizar signos de aviso
- c. Revisar que todo el personal y animales domésticos, estén fuera del área de fumigación.
- d. Disponibilidad de máscaras y filtros
- e. Usar la máscara con el canister apropiado de acuerdo al fumigante a aplicar.
- f. Realizar la operación con personal calificado debidamente entrenado.

**2. Durante la Fumigación**

- a. En lo posible se deberá trabajar mínimo en grupo de 2 personas y con personal en buenas condiciones de salud.
- b. Cuando los fumigantes entren en contacto con la piel se requiere quitar y lavar la ropa inmediatamente.
- c. Revisar que no haya escapes del sitio de tratamiento.
- d. Tener los antídotos necesarios con previo conocimiento de su uso.

**3. Posterior a la Fumigación**

- a. Usar detectores de gas para verificar la presencia de concentraciones de fumigante.
- b. Facilitar una completa aireación abriendo todas las puertas, ventanas y si es necesario poner a trabajar los ventiladores.

**P. Empleo de Carpas de Fumigación**

Para el control de plagas en productos almacenados para la aplicación

de los gases letales debido a su volatilidad es indispensable el cubrimiento de estos productos con carpas impermeables que aseguren una completa hermeticidad con el fin de impedir el escape de los gases.

Como norma general se estima que la forma de la carpa debe ser similar a la forma de la base del arrume; si la base es rectangular, la carpa debe ser rectangular. Sin embargo que el cuadrado es la mejor forma para las cubiertas o carpas. Un apilamiento eficaz puede permitir la máxima utilización de las cubiertas que se dispone.

A continuación se dan algunas dimensiones recomendadas por Bowen y cedidas por él a la FAO.

CARPA	EMPLEO EFICAZ DE CARPAS PARA FUMIGACION			
	Dimensiones Arrumes			Volumen Máximo
	Alto	Ancho	Largo	
16 x 16	2,33	9,33	9,33	203,25
18 x 18	2,67	10,67	10,67	303,39
20 x 20	3,0	12,0	12,0	432,0
		-m-		m <sup>3</sup>

En Colombia se han venido utilizando con muy buenos resultados carpas con material del FILM de polietileno que además de ofrecer buena hermeticidad, es suficientemente económica y de fácil manejo.

Los tamaños de mayor uso en este tipo de carpas para arrumes de 4 a 7 m. de altura son los siguientes: 15 x 35 m, 20 x 35 m, 25 x 35 m. Otra de sus ventajas es su bajo peso, aproximadamente 137 grs. por metro cuadrado, y el ahorro de la mano de obra muy representativo comparado con el manipuleo de las carpas tradicionales a base de PVC poliéster y lonas.

## ROEDORES Y AVES PLAGAS EN GRANOS ALMACENADOS

Danilo Valencia S.\*

### A. Generalidades

Los roedores (ratas y ratones) se han conocido siempre como plagas tanto en zonas urbanas como rurales.

Su gran prolificidad, sus hábitos omnívoros y su fácil adaptación a casi todos los climas y condiciones ambientales, han sido los factores primordiales para su desarrollo y desplazamiento por todo el mundo.

Los granos almacenados no han escapado a la acción devastadora de estos roedores.

Los daños económicos no solo se limitan al consumo en sí de los alimentos o productos almacenados, sino a la transmisión de enfermedades; en total se calculan en 35 las enfermedades que pueden llegar a transmitir los roedores tanto al hombre como a los animales domésticos; los granos y alimentos almacenados que son contaminados por heces y orina de roedores, ocasionan enfermedades tan importantes como leptospira, salmonelosis y triquinosis, todas éstas de gran impacto social dentro de una comunidad.

Desafortunadamente, no se tienen datos concretos en Colombia para determinar la cuantía de los daños en granos almacenados. De otra parte, las aves constituyen otro grupo de vertebrados que contribuyen al consumo de granos en bodegas, aunque se desconoce hasta qué punto éste consumo pueda llegar a ser un daño económico; no se tienen datos ni siquiera aproximados sobre el porcentaje de consumo de alimentos o granos por parte de aves en bodegas de almacenamiento.

Aunque normalmente el impacto visual de un gran número de aves consumiendo granos en una bodega es bastante "espectacular", se le atribuye a éstas una gran responsabilidad por la pérdida de granos ignorándose el causado por los roedores, debido quizás a que no se dejan ver en horas del día.

### B. Especies Involucradas

En granos almacenados se reducen a tres las especies de roedores más importantes causantes de daño:

#### 1. *Rattus rattus*

Rata negra o de techo, su color típico es el negro; la cola es mucho más larga que el cuerpo y la cabeza, su peso es 200 gramos en promedio, es muy hábil para trepar y prefiere las partes altas para transitar.

---

\* I.A.- Proyecto de Control de Vertebrados, ICA, A.A.233, Palmira.



## 2. *Rattus norvegicus*

Rata noruega o de alcantarilla, su color es pardo oscuro, cuerpo grueso o abultado, la cola es más corta que el cuerpo y la cabeza, su peso promedio es de 350 gramos y tiene una gran habilidad para nadar.

## 3. *Mus musculus*

Ratón casero o doméstico, es mucho más pequeño que las ratas y su tamaño está alrededor de los 10 cms (cuerpo y cabeza); la cola es más larga que el cuerpo y la cabeza, su peso promedio es de 18 gramos y trepa con gran facilidad.

De las especies de aves más comunmente observadas consumiendo granos almacenados se puede citar:

## 4. *Columbina talpacoti*

Conocida como torcacita o abuelita. El color del macho es pardo rojizo y el de la hembra es habano claro, miden aproximadamente 8 cms. de altura.

## 5. *Molothrus bonariensis*

Chamón, pájaro vaquero. El chamón es de color azul oscuro metálico y la hembra color café, su altura aproximada es de 10 a 18 cms.

## C. Cálculo de la Población de Roedores

El daño que ocasionan ratas y ratones es proporcional al número que esté conviviendo en el área. El siguiente es un método rápido y confiable para determinar su número en bodegas de almacenamiento.

1. Poca o ninguna población, cuando al revisar el recinto no se observan signos característicos de su presencia.

2. Población media, cuando hay excrementos viejos (sucios y secos), y esporádicamente durante la noche se observa alguna rata; en este caso se obtiene un patrón de medida de la población basándose en el hecho de que por cada rata observada en actividad (comiendo) durante la noche, existen 10 ó más ratas.

3. Población alta, cuando hay excrementos y huellas frescas durante todo el recorrido de la bodega. Al observar 3 ó más ratas en actividad durante la noche, o una o más durante el día, son señales inequívocas de una alta población.

## D. Control

Las labores culturales, juegan un papel muy importante como forma de control.

Estas labores se reducen a la eliminación de basuras, limpieza de bodegas, evitar hasta donde sea posible las fuentes de agua. Otras labores complementarias en bodegas, sería las de guardar una distancia aproximada de un metro entre las paredes y las estibas o los arrumes. En muchos casos, se ha observado que la falta de estas labores culturales o por el contrario su aplicación en bodegas, contribuyen decididamente a la presencia o ausencia de roedores.

El control físico se basa en el uso de trampas de guillotina o trampas jaula. Estas trampas deben colocarse junto a las paredes, con el fin de tener mayor oportunidad para que los roedores sean capturados. Cada vez que una rata caiga en una trampa, ésta debe ser lavada con agua y jabón para evitar olores repelentes. Los cebos deben ser frescos para una mayor atracción de roedor, además de que la trampa debe ser cambiada de sitio en forma periódica.

Los métodos físicos a base de ultrasonidos, no han sido muy usados en nuestro medio, debido quizás a su alto costo unitario. Por otra parte su uso en bodegas con muchos arrumes dificultan su acción contra las ratas, ya que los obstáculos impiden la emisión del ultrasonido y por lo tanto no se logra el objetivo que se busca.

El control químico se ha caracterizado por el uso de cebos-raticidas. La parte más importante del control químico, es la preparación de un buen cebo o atrayente para las ratas.

Bajo condiciones de laboratorio, se ha observado que la siguiente mezcla es muy bien aceptada por los roedores:

Harina de maíz 90%, aceite vegetal 5% y azúcar en polvo 5%. Una vez se obtenga este cebo, se le agrega el ingrediente activo según las instrucciones del fabricante.

El Racomín-polvo por ejemplo, se mezcla al 5% ó al 8% con el cebo preparado y colocando 50 gramos aproximadamente cada cinco metros junto a las paredes y debajo de las estibas. Para una mayor eficacia, el cebo raticida debe colocarse dentro de las cajas con orificios o entradas para las ratas; esto permite que los roedores consuman más producto y por lo tanto la mortalidad sea mayor.

En lugares en donde escasee el agua, el Racomín-polvo líquido logra una gran eficacia ya que el agua es quizás el factor ambiental de más importancia en la supervivencia de las ratas.

En general, la integración de labores culturales y un buen cebo raticida reduce las probabilidades de incremento de población en bodegas o lugares de almacenamiento.

Para el caso de aves, es muy poco lo que se ha logrado investigar para evitar el daño en los granos almacenados. Sin embargo, a título informativo,

se describe el método con repelentes químicos que actúan alterando el sistema nervioso de las aves, obligándolas a abandonar el lugar.

Uno de estos productos es el Methiocarb (MESUROL) que se usa actualmente en forma experimental, pero que ha demostrado buenas cualidades para el control del daño de aves en diversas situaciones.

Estos repelentes químicos ~~se mezclan~~ se mezclan con maíz o sorgo como cebo o atrayente a una concentración del 0.5% ó menos, según el ave y se distribuye en los sitios en donde se presenten las aves.

Estas nuevas técnicas están aún en proceso de investigación, pero seguramente en un futuro harán parte del manejo y control de plagas en productos agrícolas.

LITERATURA CONSULTADA

MARSH, R.E. and HOWARD, W. E, House Mouse Control Manual. University of California, Davis, 1976.

VALENCIA, G. D. Guía para el control de ratas y ratones. Palmira CNI. Boletín didáctico no. 10. 1981.

## 'ALERTA CON LAS RATAS'

Jairo Gallego S.\*

Aunque parezca exagerado decirlo las ratas siempre están "de moda". No ocupan todos los días los titulares de la prensa, sencillamente, porque nos hemos acostumbrado a convivir con ellas. Por eso apenas ocasionalmente aparecen encabezando los titulares de la prensa y revistas cuando ya una invasión se hace imposible de resistir, cuando un niño es agredido hasta desfigurarle o cuando un desagradable roedor es detectado con peste de rabia. Pero si observamos con un poquito de cuidado nuestro alrededor, fácilmente detectamos la rata. La vemos en la despensa, en la cocina, en el techo, por debajo del piso, en el antejardín y en el patio; en la noche las miramos cruzar las calles, salir de las alcantarillas, merodear en los graneros y ni preguntamos por ellas al bodeguero, al lechero, al granjero, y cosechador de cereales.

Y es que las ratas llegaron a la tierra primero que nosotros. Como nos llevan muchos miles de años de ventaja están más adaptadas a las inclemencias y obstáculos; por eso trepan tan fácilmente por las paredes como atravesar a nado un canal, saltan una barrera como se deslizan por debajo de la puerta o encima de la ventana, trepan un árbol como escarban en el suelo haciendo largos túneles. Así es como tan furtivamente llegan a nuestras viviendas y se instalan con gran comodidad. Sólo se ven rechazadas cuando rompen la bolsa de azúcar o del maíz, o bien después de que ya han estropeado el mueble de madera o el cojín de algodón, cuando ya nos han asustado muchas veces o luego de varias noches de insomnio por los ruidos en el techo o por el roer en el armario.

Pero fuera de estos pequeños daños muy pocas gentes saben que con los alimentos que destruyen las ratas en un año se podría alimentar varios millones de personas en ese mismo lapso. Una estadística de la FAO aproxima este número de raciones a cien millones. Quienes se han dedicado a estudiar científicamente el comportamiento y hábitos de los roedores afirman que la rata consume diariamente el 10% de su peso; un ingeniero mexicano expresa: "las ratas son capaces de ingerir hasta 200 gramos de alimento por día". Pero no solo se contentan en consumir lo necesario para su subsistencia sino que inmisericordemente destruyen ~~etc~~ tanto volviéndolo aserrín. Esto obedece a la gran potencia con que han sido capacitados, pues por la particularidad biológica de que sus dientes nunca dejan de crecerles se ven en la necesidad de desgastarlos en cualquier forma porque de lo contrario su tamaño les impediría ingerir normalmente el alimento. Así se explica que las encontremos mordiendo madera y aun otros materiales más duros y consistentes; ésta es la causa de muchos conatos de incendio al producir la rotura de cables eléctricos. Por la misma facultad ocasionan cuantiosas pérdidas en los cultivos donde en ocasiones pueden llegar casi al total de la cosecha.

---

\* I.A. Univ. del Tolima, A.A. 50759, Bogotá 2, Colombia

En Latinoamérica a nivel de campo son comunes estos daños. En Méjico, solamente en una región, son responsables de la pérdida de más de tres millones de dólares anuales en cultivos de algodón, trigo y maíz. En Guárico, Venezuela, en una sola cosecha destruyeron el 40% de la producción de arroz, de riego.

En Colombia desafortunadamente la información estadística es muy escasa; sólo se sabe que en zonas arroceras de la Costa y del Huila en ciertas temporadas de pérdidas han llegado a ser cuantiosas. El ICA, ha encontrado daños de importancia económica en varias zonas cocotaleras del país; por ejemplo, en la Costa Atlántica se han detectado daños del 4%, en la Costa Pacífica hasta el 32%, y en la Isla de San Andrés han llegado al 77%.

Pero las ratas no las podemos declarar importantes únicamente por todo lo que destruyen. Ellas están también muy ligadas a la salud del hombre y los animales. Pueden ser causantes de enfermedades como el tifus murino, la peste, la salmonelosis que son intoxicaciones manifestadas en diarreas y desintería por la contaminación de alimentos con heces de rata; la leptospirosis y la encefalitis figuran entre otras; las simples mordeduras son más frecuentes.

El Programa de Control de Vectores de Minsalud reporta que de las 999 causas de enfermar o morir clasificadas en el Código Internacional, 285 afectan a nuestro país, y de éstas en 26 son responsables los roedores como vectores mecánicos o biológicos. Las ratas son, pues, muy peligrosas y dañinas; además su exterminación resulta casi imposible por su diseminación cosmopolita, y por lo tanto instintivas, maliciosas y ágiles que son; pero que sí pueden controlarse. Es famosa la desratización lograda en Budapest a orillas del río Danubio donde se utilizaron 1,623 toneladas de cumarina, y con el puerto Alemán de Hamburgo figuran también muchas ciudades de Bélgica, Bulgaria, Italia, Japón y España.

En Colombia apenas en 1981 se logró una acción de éstas. Por la coordinación del ICA con el Ministerio de Salud y con la participación de la comunidad de San Andrés se ha llegado a un excelente control de rata en la isla. Un índice fácil de observarlo es el aumento en apenas dos años de la producción de coco, que de tres millones de nueces subió a seis millones con el sólo hecho de controlar las ratas, sin mejorar las otras prácticas agrícolas.

Para todos es conocido el problema de roedores en las ciudades de Bogotá, Medellín, Barranquilla y Buenaventura, para solo nombrar una pocas donde se reportan altas infestaciones y daños, y donde la población de los barrios periféricos y suburbios es la más azotada por esta plaga. Recordemos importantes reportajes en el año pasado donde periodistas serios mostraban en imágenes a bebés desfigurados por mordeduras de ratas, y donde médicos de hospitales de estas zonas reportaban alta frecuencia de esos casos. Resulta entonces, muy interesante la experiencia obtenida en San Andrés para continuarla en aquellas regiones donde el problema va siendo agudo.

Para llevar acabo una campaña desratizadora con éxito se requiere practicar una estrategia especial pues siempre hay que superar el instinto y la astucia del roedor.

## A. Controlemos las Ratas

Por los aspectos comentados anteriormente podemos deducir que el control de los roedores, o mejor, de las ratas no es fácil. Esta afirmación se consolida más cuando tenemos en cuenta su distribución cosmopolita o mundial. Casi puede asegurarse que no hay lugar en el planeta donde no merodee esta plaga. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta 354 géneros de roedores y alrededor de 1,700 especies reconocidas. Figura la rata entre las especies superiores que tienen mayor capacidad reproductora; ésto ha dado para muchas especulaciones y hacer cuentas de cuántos descendientes puede dar una pareja de ratas en el período de un año, pero no dejan de ser cálculos simplistas y bastante ideales. Lo cierto es que en algunas camadas se han encontrado hasta 19 crías, existiendo un promedio de 8 a 12 individuos por parto. El período de gestación sólo dura 22 días con 4 a 7 camadas por año.

Antes de entrar en lleno en lo que se refiere a su control, conviene agregar otras características que deben tenerse en cuenta. Una es lo que se denomina "ámbito doméstico" y que se refiere al campo de acción de éstos roedores. Corrientemente no sobrepasan los 50 metros, pero las distancias recorridas pueden llegar a los 10 kilómetros o más cuando el movimiento obedece a la dispersión de individuos jóvenes a partir del nido.

Así poco a poco han ido invadiendo el mundo, y también vuelven a repoblar los lugares donde se ha hecho algún control.

Sabemos ya de enfermedades de las cuales los roedores son portadores (vectores), pero el contagio no se produce necesariamente por el solo hecho de mordedura o el contacto directo; gran parte de esas enfermedades son transmitidas indirectamente a través de los parásitos que portan en su cuerpo (ectoparásitos) como son las pulgas, piojos, ácaros y garrapatas. Estas otras plagas se nutren de la sangre del roedor huésped, después de muerto puede pasar temporalmente al ser humano y si el roedor está infectado puede transmitir esa enfermedad al hombre. Por eso, cuando la infestación de los roedores es alta conviene antes de aplicar venenos hacer aspersiones de insecticidas por los rincones, cuevas y sitios de tránsito de los roedores; estos insecticidas deben ser preferencialmente en forma de polvos.

### 1. Especies de roedores

En nuestro medio son tres las especies más comunes:

#### a. Rata Noruega

También llamada rata trajinera. Es la más común y grande de las ratas domésticas. Es un roedor de madriguera. Pesa 450 gramos, y los adultos pueden pesar hasta medio kilo. Su piel es tosca y de color pardo rojizo. Su cola es bicolor y más corta que el cuerpo y la cabeza juntos.

#### b. Rata de los tejados

Suele llamársele rata negra. Gusta vivir en las partes altas pues

es un hábil trepador, Abundan en las regiones tropicales y templadas. Su tamaño es mediano y pesa entre 225 y 340 gramos. Su color va del negro al gris pizarra. Su cola es de un solo color y es más larga que el cuerpo y la cabeza juntos.

### c. Ratón doméstico

Está diseminado por todo el mundo, hasta en las regiones árticas. Es el más pequeño de los roedores domésticos. Pesa 15 gramos, de color gris pardo y su cola es semiplana y tan larga como el cuerpo y la cabeza juntos.

## 2. Controles

### a. Control cultural

Como toda proliferación de plagas obedece a cambios que se producen en el ambiente, en la mayoría de los casos ocasionados por el hombre, en la misma forma gran parte del control debe realizarse restituyendo esas modificaciones al medio ambiente; un ejemplo la recuperación de los cauces de los ríos al reforestar sus cabeceras. En nuestro caso es tan importante la colocación de los rodenticidas como el acondicionamiento de las áreas donde se presenta el problema; esta acción sobre el medio que nos rodea es lo que se denomina como prácticas culturales.

Las altas infestaciones de roedores están directamente relacionadas con tres factores limitantes: comida, agua y espacio. Todo esto a nivel urbano y casero tiene que ver con la proliferación de basuras, mal manejo de aguas negras que arrastran los desperdicios y el abandono de muchas áreas libres como parques, potreros, antejardines y solares. El buen manejo de estos y otros elementos es lo que se llama saneamiento ambiental.

Se debe comenzar por depositar todos los desechos y basuras en recipientes a prueba de ratas; el uso de las bolsas plásticas es una buena medida, pero procurando cerrarlas porque de lo contrario sólo sirve para dispersar las basuras en las calles como es frecuente en nuestras ciudades. Los alimentos y provisiones guardarlos bien tapados en vasijas seguras, las plásticas son muy indicadas aun por su bajo costo.

Hay que eliminar los lugares que sirven como refugio, como trozos de madera, maquinaria inservible, llantas viejas y en fin tantos otros tuestos viejos que guardamos y que muy poco nos sirven. Hay que eliminar los lugares donde pueden refugiarse los roedores, los pequeños espacios cerrados, escaleras, estanterías, debajo de armarios, estufa y nevera.

Las zonas adyacentes a las edificaciones mantenerlas libres de malezas porque permiten la construcción de sus guaridas dándoles una protección muy segura. Como método de exclusión hay que vigilar las entradas a la casa tanto por el frente como por el patio y costados. La parte baja de la puerta lo más aproximada al piso pues un ratón pasa por una abertura de un centímetro y una rata joven pasa por una de 1.25 cm. Las mallas metálicas o anjeos en los desagües son indispensables para detener el acceso de los roedores.



### b. Control químico

Por la vida precipitada en las ciudades populosas muchos de los factores antes comentados se descuidan o son mal manejados. Viene la proliferación de ratas y se hace imprescindible el control con sustancias químicas. La mayoría de venenos raticidas que se encuentran en el mercado pueden dividirse en dos grandes grupos respecto a su acción: agudos y de acción crónica. Los venenos agudos se distinguen por su acción rápida y porque apenas se requiere de una dosis para producir la muerte, no existen antídotos confiables para ellas, por eso resultan peligrosos para ser usados en viviendas. Además la astucia de las ratas les permite relacionar los rápidos síntomas de envenenamiento con la comida ingerida, así se producen señales de alerta entre ellas, rechazando las demás ratas este tipo de cebo. Los raticidas más usados mundialmente son los de acción crónica, que dicho de otra manera son aquellos que matan al animal en forma muy lenta y sin producirles dolor; deben ser ingeridos varias veces para producir la muerte; el deceso se produce varios días después (3 a 6 días). Parece que estas propiedades no permiten al roedor asociar sus síntomas con la ingestión del cebo, ya que después de haber ingerido la dosis letal continúan acudiendo a él. La ausencia de síntomas de envenenamiento aseguran que los roedores no rechacen el cebo envenenado, y por lo tanto el control se puede prolongar a largo plazo sin mayores problemas. Entre estos venenos de acción crónica los más comunes son los anticoagulantes; inhiben la coagulación de la sangre produciendo hemorragias internas progresivas que debilitan el animal ocasionando su muerte después de tres días. Son los raticidas actuales más seguros, no solo porque contrarrestan los instintos de las ratas sino porque en caso de una ingestión accidental por parte de una persona o de un animal doméstico no ofrecen mayor riesgo.

Además posee antídoto específico como es la vitamina K<sub>1</sub> que es la encargada de restablecer la coagulación de la sangre. Los anticoagulantes que existen en nuestro mercado obedecen a nombres técnicos como cumarina (Flocumín), warfarina, difacinona y pival, denominaciones que están respaldadas por nombres comerciales muy promocionados. En las etiquetas figuran aquellos nombres técnicos, junto a la denominación de "Ingrediente activo".

Las presentaciones de estos productos vienen en cebos listos para aplicar en polvos más concentrados para espolvorear sobre superficies o para preparar los cebos caseros, y en líquido para beber.

Las respectivas etiquetas son escasas en su información por falta de espacio, y apenas se limitan a esbozar las propiedades del producto; entonces, lo que más conviene en esta publicación es escribir la estrategia para burlar los hábitos del astuto animal, pues de estas tácticas depende en gran parte el éxito de la campaña desratizadora que se emprenda, y es donde corrientemente se adolece de fallas.

### 3. La mejor forma de controlar las ratas

- a. Coloque los cebos en lugares estratégicos como rincones, despensas, debajo de la estufa y otros sitios escondidos; siempre recostados a la pared.

Las ratas no tienen buena visión y su gran ayuda está en el tacto y el olor.

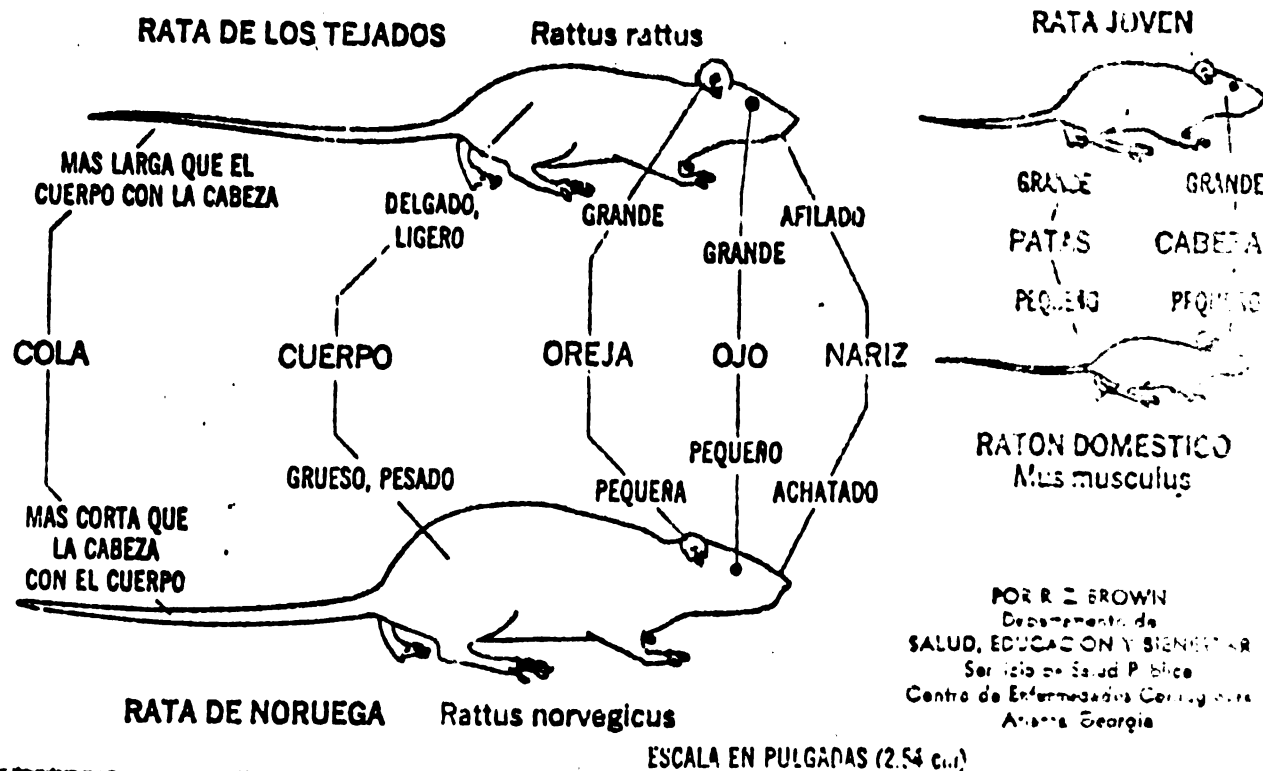
- b. Es preferible utilizar siempre cebaderos, es decir cajas con aberturas que permitan su entrada, tubos o cubrir los cebos con una tabla inclinada. Así se satisface el hábito de las ratas de vivir escondidas y favorece el mayor consumo de veneno. Además se minimizan los riesgos al dificultar el acceso de los niños y animales domésticos. Use siempre materiales nuevos o cajas que hayan contenido alimentos de buen gusto y olor agradable a granos y comida.
- c. Sea generoso con la cantidad de cebo suministrado. Por cada sitio coloque siquiera 200 gramos aproximadamente, y en cada lugar la misma cantidad. Esto permitirá observar si hay consumo o no. Si no han sido ingeridos los cebos después del tercer día cámbiele de lugar.
- d. Los cebos deben revisarse diariamente, al menos durante los siete primeros días. Donde ha habido consumo debe restituirse la cantidad faltante, no deje nunca lo cebaderos vacíos.
- e. No se contente en colocar cebos en un solo sitio, elija siempre varios lugares. No olvide las partes exteriores de su casa o edificio, aquí son más útiles las cajas o tubos comedores pues guardan el cebo de la intemperie. Así comienza a impedir el acceso de los roedores a su vivienda.
- f. Si al comienzo de la acción desratizadora la mayoría de los cebos no son consumidos, habrá necesidad de preparar un cebo casero. Para esto se utiliza la presentación del polvo (diferénciese del cebo listo para usar que es harinoso).
- g. El cebo casero se prepara tomando una parte del raticida en forma de polvo y mezclándolo con 15 partes de atrayente, éste puede ser cualquier resto de comida fresca. La mezcla debe resultar lo más homogénea posible. Como atrayentes resultan muy indicados las harinas de carne, de pescado o harinas de cereales. A su vez las mezclas entre estos diferentes productos resultan muy efectivas.
- h. El polvo puede utilizarse puro espolvoreando copiosamente sobre las bocas de las madrigueras o cuando se identifica fácilmente los sitios de tránsito, pues las ratas siempre circulan por los

mismos sitios, orientadas por su olor característico; esa senda se marca por la costra de grasa de su piel. Ellas al limpiarse ingieren el veneno.

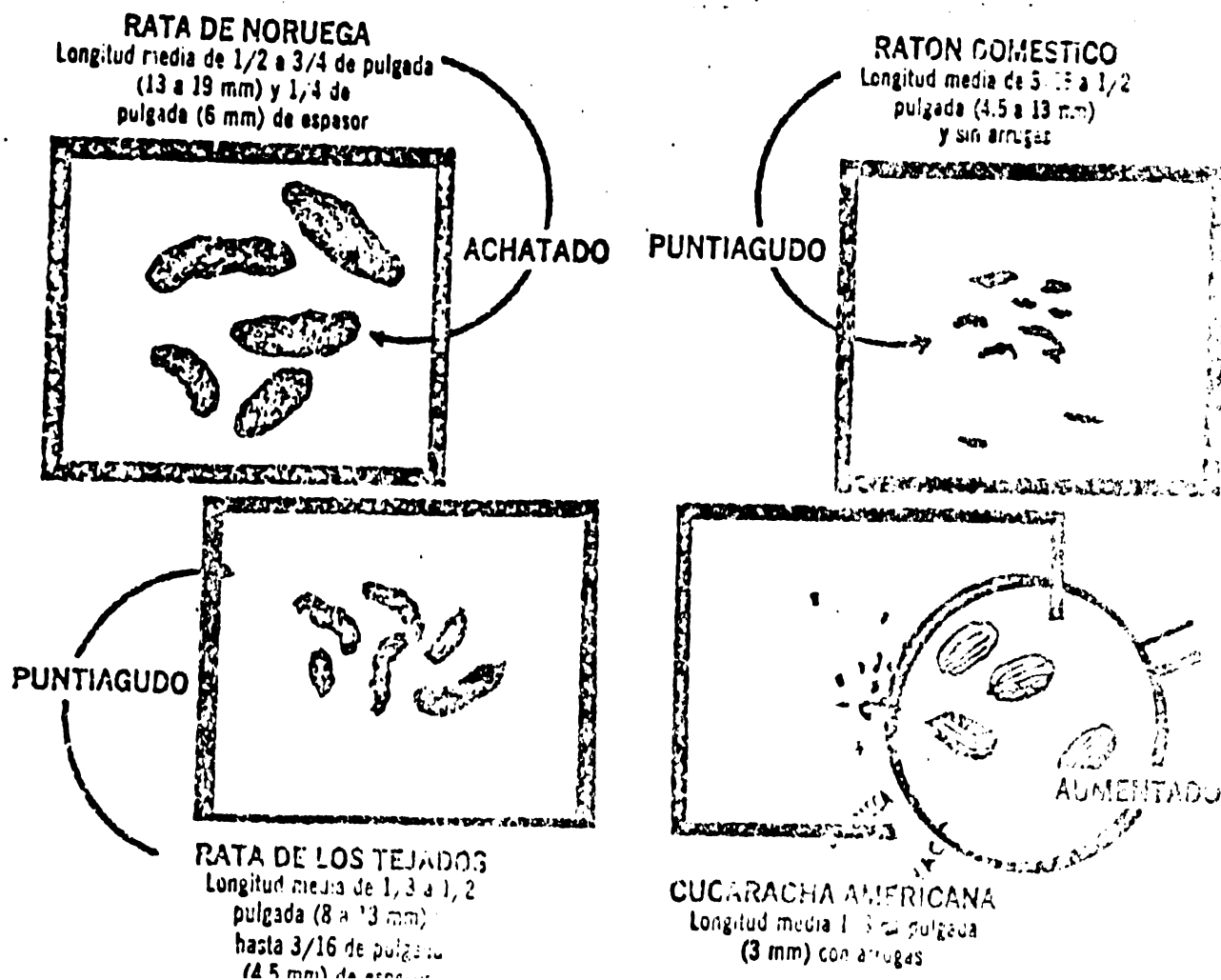
- i. Los cebos que se ensucien con tierra, polvo u otras sustancias o que se vean mohosos deben reemplazarse.
- j. Cuando el control se hace para el ratón doméstico los cebos deben colocarse entre 3 y 5 metros, pues su radio de acción es reducido; también la cantidad de cebo por sitio puede ser de unos 5 gramos.
- k. El control de roedores debe ser continuo. Cuando se trabaja con anticoagulantes la acción de combate debe realizarse por siete días para las ratas grandes, y hasta por dos semanas para el ratón casero. Después de esta acción de choque debe mantenerse la vigilancia para colocar cebos allí donde se haya detectado de nuevo su presencia.
- l. Los roedores que se encuentren muertos deben enterrarse o incinerarse, nunca tirarlos a la calle. Cuando se producen malos olores y no se encuentra el cadáver, es una buena práctica rociar o atomizar sobre el sitio cualquier esencia de pino, anís o menta. Esta solución se prepara así: por cada litro de agua se agregan de 15 a 20 gotas de la esencia elegida.

Si llevamos a la práctica estas recomendaciones se asegura el éxito de cualquier campaña desratizadora, además se economiza dinero porque a largo plazo se reduce la cantidad de raticida, pero el mejor premio es deshacernos de tan fastidiosa y peligrosa plaga. Pero no olvidemos lo que se denomina prácticas culturales porque éstas son reflejo de progreso y civilización, y repercuten en favor del medio ambiente. Con el buen manejo de basuras y desperdicios, con la adecuación de los lugares, con el aseo y orden estamos controlando en mayor grado el problema de los roedores y en general la incidencia de las demás plagas antihigiénicas. Hacemos agradable nuestra vivienda y el sitio de trabajo, colaboramos a nuestro vecino, actuamos en bien de la salud pública y ayudamos a mantener limpia la ciudad.

# IDENTIFICACION DE LOS ROEDORES DOMESTICOS



## IDENTIFICACION DE EXCREMENTOS



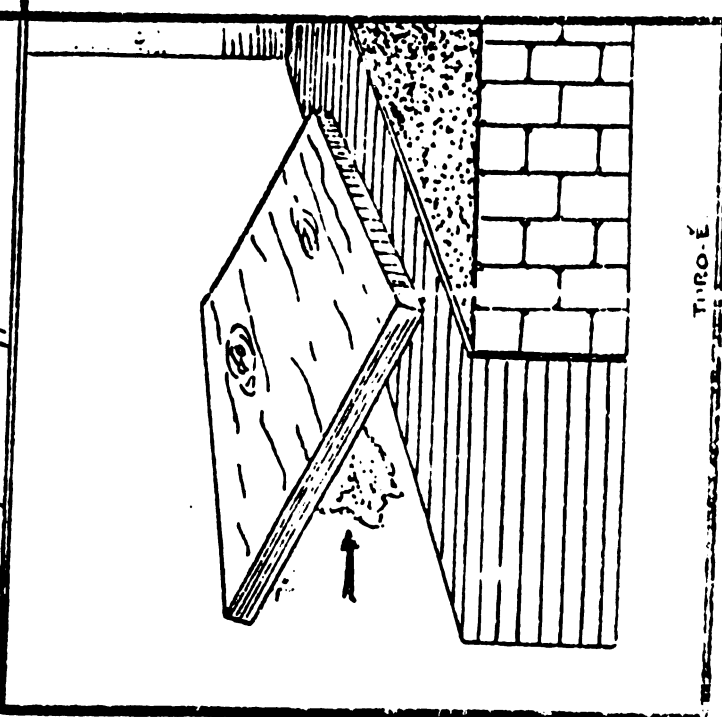
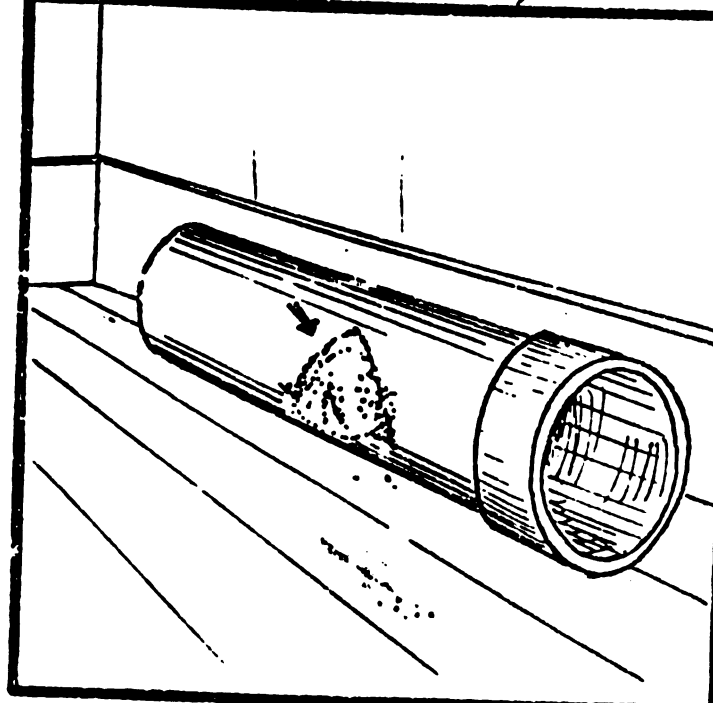
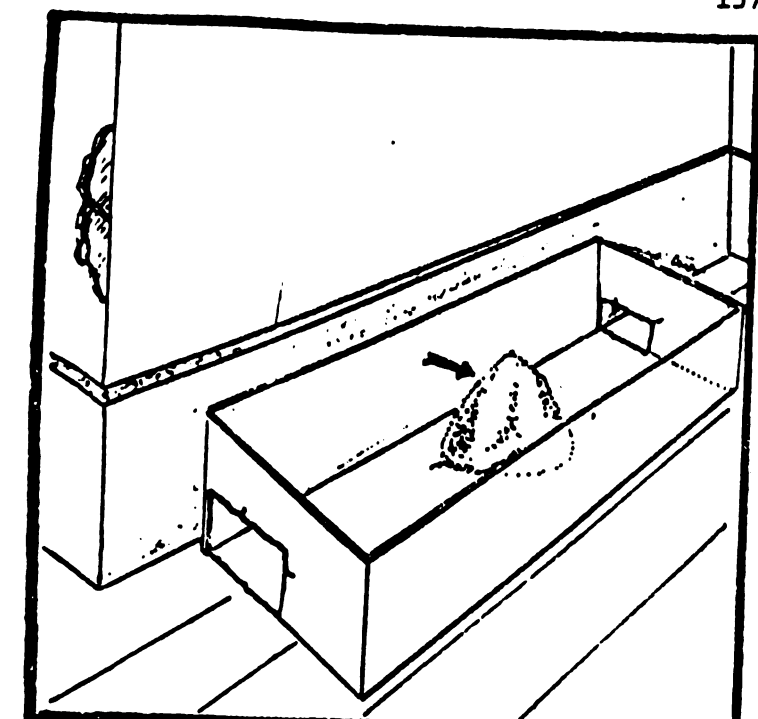
## SISTEMAS CASEROS

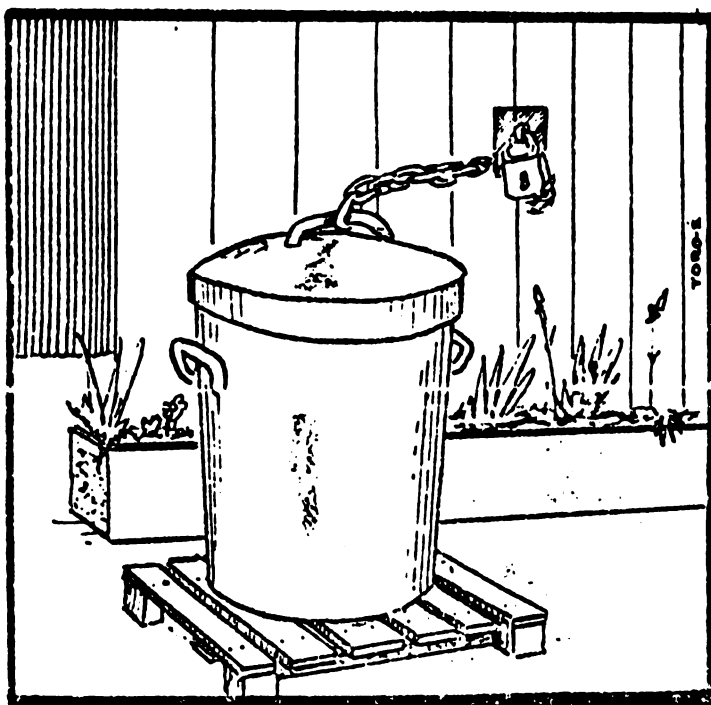
Sistemas caseros (cebaderos) para colocar los cebos raticidas. Brindan seguridad para los niños y animales domésticos, además protegen los cebos en la intemperie.

1- Caja-comedero

2- Tubo-comedero

3- Tabla inclinada





El manejo adecuado de desperdicios y basuras incide en la proliferación de los roedores y el resto de plagas.

LITERATURA CONSULTADA

BAYER DE COLOMBIA S.A. Guión de la Película. Ladrones Peligrosos.

GALLEGO, S.J., Pena de Muerte a las Ratas. Revista "Carrusel" de El Tiempo.

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. El Control de Ratas y Ratones domésticos.

PRIETO, V.G., Daños y Combates de los Roedores. Revista Agricultura de las Américas.

VALENCIA, G.D., Roedores y Aves Plagas en Granos Almacenados. Instituto Colombiano Agropecuario.

## CONCEPTOS Y PROCEDIMIENTOS GENERALES SOBRE FUMIGACION

Homero R. Mora Medina\*

POR FUMIGACION EN TERMINOS GENERALES SE ENTIENDE LA ACCION DE LIBERAR UN PRODUCTO TOXICO DENOMINADO FUMIGANTE, DE TAL MANERA QUE ALCANCE AL ORGANISMO DESEADO EN ESTADO GASEOSO.

### A. Principios Generales Sobre los Gases

Los gases se consideran como una de las tres formas en las que se presenta la materia; estado sólido, estado líquido y estado gaseoso.

En el estado sólido los cuerpos poseen una forma definida y un volumen propio, independiente de los otros cuerpos.

En el estado líquido los cuerpos se adaptan a una superficie del recipiente que los contiene con una superficie libre horizontal determinada por la acción de la gravedad. Los líquidos tienen volumen propio y son difícilmente comprensibles.

En el estado gaseoso los cuerpos no tienen forma ni volumen propios y llenan totalmente el recipiente en que esta contenidos, el cual para poderlos contener debe ser completamente cerrado. Los gases son capaces de expansión infinita y son fácilmente comprensibles.

En condiciones ordinarias los cuerpos se presentan en un estado físico determinado; pero si se modifican las condiciones que existen sobre el cuerpo, este puede pasar a un nuevo estado.

Si se calienta un sólido llega un momento en que pierde bruscamente su rigidez y se transforma en líquido; este proceso se denomina fusión.

Los líquidos pasan al estado de gas por calentamiento. Cuando el proceso tiene lugar a través de la superficie libre se denomina vaporización o evaporación. Cuando el paso de líquido a vapor, tiene lugar en toda la masa del líquido y el vapor contrarresta la presión exterior existente sobre aquel el proceso se denomina ebullición.

Todos los gases de acuerdo a la ley de Difusión de Graham se difunden rápidamente y totalmente unos en otros independientemente de su densidad. No obstante, la velocidad de difusión no es la misma; cuando un gas puede escapar

---

\* Ingeniero Agrónomo M.S. Servicio de Inspección y Cuarentena Vegetal ICA  
calle 37 No. 8-43. Bogota - Colombia.



de un recipiente a través de una pequeña abertura, se sabe que la velocidad depende de su densidad. Un gas se difunde tanto más rápidamente cuanto menor es su densidad. El hidrógeno, el gas más ligero de todos, es el que tiene mayor velocidad de difusión.

En 1829, se estableció la relación cuantitativa entre la velocidad de difusión y la densidad, al establecer, la ley de difusión de los gases que dice: "Las velocidades de difusión de los gases son inversamente proporcionales a las raíces cuadradas de sus respectivas densidades, o expresada en forma matemática:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

en cuya expresión  $U_1$  y  $U_2$  representan las velocidades de difusión de los gases 1 y 2 (función del volumen del gas difundido en la unidad de tiempo  $d_1$  y  $d_2$  las densidades correspondientes).

La teoría cinético molecular de los gases descansa en los siguientes postulados, que hoy día constituyen realidades indiscutibles.

- Un gas está constituido por un número enorme de moléculas en continuo movimiento.
- Los choques de las moléculas contra la superficie del recipiente en que están contenidas, dan lugar a la presión que ejerce el gas.
- Como las moléculas no se sedimentan, los choques entre sí y con las paredes del recinto son completamente elásticos.

#### 1. Factores que afectan la difusión y penetración de los gases

##### a. Temperatura

El efecto de la temperatura es directamente proporcional a la difusión y penetración de los gases. Si se aumenta la temperatura la energía de las moléculas se hace mayor los choques moleculares contra las paredes son más rápidas y fuertes y en consecuencia la presión aumenta. Si se disminuye la temperatura resultará el fenómeno inverso.

##### b. Sorción

Un factor muy importante que influye en la acción de los fumigantes, es el fenómeno conocido como sorción. El término general sorción abarca los fenómenos de ADSORCION y ABSORCION. Estos dos fenómenos son de índole reversible porque las fuerzas que intervienen en ellos, denomina frecuentemente de Vander Waal, son muy débiles,

Se dice que ocurre ADSORCION cuando las moléculas de un gas permanecen adheridas a la superficie de un material. Ciertos adsorventes como el carbón vegetal y la harina de huesos son cuerpos muy porosos con amplias superficies internas y pueden proporcionar una sorción interna.

Se produce ABSORCIÓN cuando el gas penetra en la fase sólida o líquida y es retenido en ella por las fuerzas capilares que rigen las soluciones por ejemplo, un gas puede ser absorbido en la fase acuosa de cereales o en fase lípido de nueces, queso u otros alimentos grasos.

La absorción física, considerada de un modo general es un factor extremadamente importante que influye en el resultado de las fumigaciones. Aparte de las reacciones específicas entre ciertos gases y ciertos productos puede decirse como regla general que los fumigantes con punto de ebullición más alto, tienden a ser más intensamente sorbidos que los compuestos más volátiles.

La absorción física varía inversamente con la temperatura y por consiguiente es mayor a temperaturas inferiores. Esto tiene importantes aplicaciones prácticas y es una de las razones por las cuales las dosis tienen que aumentarse progresivamente a medida que la temperatura de fumigación disminuye. La absorción puede ser también influida por la humedad del producto.

#### B. Objetivo de una Fumigación

El objetivo o el propósito primario de una fumigación es obtener la eliminación de una plaga en todos sus estados de desarrollo, en ó sobre el producto que se fumiga.

#### C. Características de un Buen Fumigante

- Extremadamente tóxico para la plaga específica.
- Escasamente tóxico para las plantas y vertebrados (incluyendo el hombre).
- De fácil generación.
- Fácilmente detectable por los sentidos humanos.
- No dañino para los alimentos.
- No corrosivo para los metales y no dañino para las fábricas.
- No explosivo y no inflamable.
- No soluble en agua.
- No persistente
- Gran poder de difusión y excelente poder de penetración.
- No fácilmente condensable o líquido.

Ninguno de los fumigantes tiene todas estas propiedades, pero la mayor parte de los fumigantes que se discutirán tienen alguna de éstas. La escogencia de un fumigante varía con muchos factores, tales como el costo, producto a ser tratado, plaga y estado de la misma, tipo de estructura que va a utilizar etc.

#### D. Estructuras para Fumigación

Para realizar una fumigación se pueden utilizar "CAMARAS DE FUMIGACION" apropiadamente dichas, las cuales existen de diferentes materiales de construcción, tamaños y modelos o también utilizando CARPAS de plástico u otros sintéticos herméticos a gases.

#### E. Fumigación Bajo Carpas

Esta modalidad de fumigación se ha intensificado en los últimos tiempos y ha ampliado la utilidad de los fumigantes permitiendo el tratamiento de productos infestados sin sacarlos de su lugar de almacenamiento ni desviarlos de los canales comerciales usuales.

##### 1. Materiales y equipos

Para una fumigación bajo carpa se estiman necesarios los siguientes equipos:

Carpas	Pag.	: 1
Pisacarpas	Pag.	: 2
Cojines	Pag.	: 3
Cinta para enmascarar	Pag.	: 4
Ventiladores	Pag.	: 5
Fumigantes	Pag.	: 6
Mangueras para aplicación del fumigante	Pag.	: 7
Volatilizador	Pag.	: 8
Mangueras para muestreo de concentración	Pag.	: 8 A
Termómetro	Pag.	: 9
Detector de fugas de gas	Pag.	: 10
Fumiscopio	Pag.	: 11
Balanza	Pag.	: 12
Fuente de electricidad	Pag.	: 13
Cables de extensión	Pag.	: 14
Cinta aislante	Pag.	: 15
Máscaras antigas	Pag.	: 16
Caja de primeros auxilios	Pag.	: 17

##### a. Carpas

Las carpas son usadas para crear una cámara en donde el gas va a ser retenido; por lo tanto, uno de los factores que influyen decididamente en el éxito de la fumigación es la hermeticidad de las carpas. Entre los materiales que ofrece mayor garantía de hermeticidad se pueden nombrar las cubiertas de hojas de polietileno o de cloruro de polivinilo con un grosor

mínimo de 0.1 mm. de espesor. Para fumigaciones a gran escala al aire libre son más apropiados los tejidos revestidos tales como los tejidos de nailón o de terileno revestidos por ambas caras con neopreno, cloruro de polivinilo o caucho butílico y los tejidos de algodón revestidos por ambas caras con neopreno.

Para iniciar la fumigación se debe estar seguro de que las carpas se encuentren en buen estado; todas las perforaciones o roturas deben ser selladas antes de introducir el gas.

b. Pisacarpas

Son utilizados para sellar los bordes de las carpas contra el suelo. Son generalmente talegos de 80 cms. de largo por 10 cms. de diámetro, confeccionados de lona o lienzo fuerte que se llenan de arena fina y se colocan sobre los pliegues de la carpa en el suelo.

c. Cojines

Pequeños cojines propiamente dichos o materiales similares como pedazos de alfombra, son utilizados para colocar en las esquinas o partes puntiagudas del arrume para evitar roturas de la carpa,

d. Ventiladores

Los ventiladores, son utilizados para mezclar el gas con el aire y lograr obtener en forma rápida concentraciones uniformes en toda la cámara de fumigación. Los ventiladores se deberán colocar en el arrume de tal forma que originen una corriente en el mismo sentido. Ventiladores de aspas de aproximadamente 2,500 r.p.m. se han utilizado con resultados eficientes.

e. Cinta para enmascarar

Se utiliza para prensar o reforzar la carpa en algunos sitios. Es utilizada así mismo para sellar las uniones de las carpas y marcar las mangueras para medir la concentración del gas.

f. Mangueras para conducción del gas

Es utilizado para conducir el gas desde la fuente (cilindro, latas) hasta la cámara de fumigación.

Cuando se usan cilindros como dispensadores se deben utilizar tubos de cobre de 1/4 de pulgada.

Cuando se utiliza latas de 1 ó 1 1/2 libras se usa un dispositivo especial mediante el cual se rompe la lata; el gas se conduce a través de mangueras de plástico.

El terminal del tubo dispensador de gas en la cámara debe ubicarse en forma estratégica en el sitio en donde ofrezca mayor distribución.

### g. Volatilizador

Es un dispositivo que se coloca en el tubo o manguera de conducción del gas para calentar el líquido y gasificarlo. El líquido fumigante pasa a través del tubo caliente cambia a gas y se difunde rápidamente.

Existen muchos tipos de volatilizadores, no obstante el más común es sencillamente un serpentín de cobre sumergido en un recipiente de agua la cual es calentada por cualquier fuente de calor.

### h. Mangueras para muestreo de concentración

Generalmente se usan mangueras de polietileno de 1/4 de pulgada las cuales se colocan en forma estratificada en el arrume para medir la concentración del gas. La longitud de las mangueras varía de acuerdo al sitio que se desee muestrear.

### i. Termómetro

El termómetro es utilizado para medir la temperatura del aire y el material a fumigar. La dosis del fumigante es determinada por la temperatura del producto.

### j. Detector de fugas de gas

Medidores de haluros. Estos instrumentos se destinan primordialmente para medir hidrocarburos halogenados en el aire en concentraciones comprendidas entre cero y 500 ppm. con una precisión del 10%; generalmente se consiguen en el comercio con el nombre de "detectores de fugas de haluros o lámparas de haluros". Estos instrumentos se basan en el principio, según el cual una llama al contacto con un trozo de cobre limpio toma una colocación entre verde y azul cuando en el aire circundante hay vapores de un haluro orgánico. A medida que aumenta la concentración del haluro gaseoso el color de la llama pasa de verde a azul verdoso o azul.

Las siguientes son las concentraciones de Bromuro asociados con la intensidad del calor de la llama:

<u>Concentración de bromuro de metilo en el aire</u>	<u>Reacción de la llama</u>
ppm	
0	Ninguna reacción
10	Tinte verde muy débil en el borde de la llama.
20	Borde verde claro en la llama.
30	Llama verde claro.
100	Verde moderado
200	Verde intenso, azul en los bordes.
500	Verde azul
1.000	Azul intenso.

Las lámparas de haluros no son seguras para determinaciones cuantitativas exactas, pero son útiles para obtener una indicación inmediata de concentraciones peligrosas, para comprobar la eficacia de la ventilación después de fumigaciones y para descubrir fugas durante la fumigación.

#### k. Medidores de concentraciones

##### 1) Fumiscopio

El fumiscopio es un instrumento especialmente diseñado para medir las concentraciones de gases dentro de una cámara o cualquier otro recinto cerrado mientras se conduce una fumigación. El fumiscopio es portátil liviano, construido de material fuerte y no requiere equipo adicional para su funcionamiento; el más conocido se denomina generalmente "fumiscopio de conductividad térmica". El principio en el cual se basa este instrumento es que cuando una corriente eléctrica constante atraviesa un alambre, la temperatura de equilibrio final del mismo se ve afectada por la composición del gas que le rodea.

Cuando la composición de este gas se modifica la temperatura de equilibrio del alambre se altera y cambia la resistencia del mismo, esto puede registrarse mediante un galvanómetro. Operando con concentraciones conocidas de un gas determinado, las indicaciones del galvanómetro pueden convertirse a las unidades de concentración que se desea.

##### 2) Tubos detectores

Para la determinación de concentraciones fumigantes de fosfamina comprendidas entre 20 y 800 ppm. se utilizan tubos detectores cuyas escalas indican en ppm. la fosfamina existente en el lugar muestreado.

#### 1. Máscaras protectoras

Son dispositivos mediante los cuales se cubre el rostro o solo la nariz y la boca con el objeto de quien las lleva pueda respirar únicamente aire filtrado de la atmósfera circundante. La respiración con estos dispositivos se hace a través de un filtro que contiene absorbentes químicos o físicos destinados a retener los contaminantes del aire que se respira.

Los filtros de tipo industrial que se recomiendan para la fumigación pueden encerrar materiales de tres clases:

- Carbón activo que absorbe vapores orgánicos como bromuro de metilo, dicloruro de etileno etc.
- Sustancias químicas que reaccionan con ciertos gases, ejemplo cal sodada que neutraliza los gases ácidos como HCl.
- Algodón u otros filtros que retienen el polvo.

Para la mayoría de las labores de fumigación, el tipo recomendado de máscara es el que utiliza el dispositivo filtrante.

Entre los diferentes tipos de filtros utilizados en las máscaras para la protección de la respiración contra determinados fumigantes se pueden citar los siguientes:

<u>Tipo del filtro</u>	<u>Contenido del filtro</u>	<u>Fumigante</u>
Para vapores orgánicos	Carbón activo	Bromuro de metilo Disulfuro de carbono Tetracloruro de carbono etc.
Para vapores orgánicos y gases ácidos.	Carbón activo y cal solada u otras sustancias alcalinas granulares.	Fosfamina, cloropicrina, oxido de etileno.

#### m. Báscula

Se utiliza la báscula para determinar la cantidad de fumigante a aplicar.

### F. Requerimientos y Acciones

#### 1. Condiciones del lugar para una buena fumigación.

Las fumigaciones deben ser realizadas en áreas bien ventiladas y protegidas, en lo posible alejadas de las áreas de trabajo. Se debe tener en cuenta que los pisos sean de materiales impermeables como concreto o asfalto; en pisos porosos es necesario antes de colocar el arrume cubrirlos con materiales tales como hojas de plástico.

#### 2. Arrumado

El arrume no debe exceder de los 2/3 del volumen del encarpado. El tamaño del volumen encarpado que puede ser tratado efectivamente esta dado por la disponibilidad de materiales y equipo, consideraciones operacionales.

El material a fumigar debe ser arrumado en palets u otros soportes que permitan la circulación libre del gas.

#### 3. Localización de los ventiladores

Normalmente se usan dos ventiladores para recircular u mezclar el gas con el aire de la cámara, en este caso, uno es colocado sobre el piso en la mitad del lado que define el ancho ventilando la parte inferior del arrume y el otro es colocado en la parte superior del lado opuesto; este arreglo ha dado buenos resultados. Como regla general, cada 10.5 mts. de longitud del encarpado se deben colocar dos ventiladores adicionales en la forma antes descrita.

#### 4. Ubicación del tubo dispensador de gas.

La parte terminal del tubo dispensador de gas debe ser colocado directamente en la corriente de aire producida por el ventilador lateral de la parte superior.

#### 5. Ubicación de las mangueras para medir concentraciones en la cámara

Un mínimo de tres mangueras para muestreo deberán ser colocados para volúmenes superiores a los 10.000 pies cúbicos ( $238 \text{ m}^3$ ) para determinar las concentraciones de gas. La primera manguera deberá colocarse en uno de los lados del ancho a 10 cms, del suelo; la segunda en la mitad del arrume y la tercera en la parte superior del lado opuesto al primero.

Para volúmenes entre 10.000 y 15.000 pies cúbicos ( $420 \text{ m}^3$ ), se usan mangueras adicionales; una en el aire y la otra sobre el producto a fumigar.

Por regla general, cada 10.000 pies cúbicos debe colocarse una manguera adicional en el sitio en donde se presume la penetración sea más difícil.

#### 6. Abertura del arrume

Las carpas deben colocarse en forma cuidadosa, evitando las roturas. Si existen en el arrume esquinas puntiagudas debe colocarse cojines u otros materiales protectores. Mediante soportes o cajas vacías debe dejarse un espacio de 60 cms, sobre el arrume y sobre el piso, las carpas deben caer a una distancia mínima de 30 cms. del arrume y los bordes de las mismas extenderse 45 cms. para colocar sobre ellos los pisacarpas, los cuales deben ir tralapados uno a continuación del otro.

#### 7. Determinación de la cantidad de fumigante a utilizar

La cantidad de fumigante está dada por la dosis prefijada, el volumen del encarpado y la temperatura del producto a fumigar. El volumen se determina mediante la multiplicación de las dimensiones (largo, ancho y alto) del encarpado y la temperatura está dada por el termómetro colocado sobre el material.

Ejemplo: Se desea fumigar un arrume de semillas de algodón afectado por: Pectinophora spp. la temperatura del lugar es de  $18^\circ\text{C}$  y las dimensiones del arrume 5 X 10 X 4 metros. La dosis indicada para esta plaga utilizando bromuro de metilo es 7 libras/1.000 pies cúbicos/12 horas a  $15^\circ\text{C}$  o más,

$$\text{La cantidad será: } \frac{(5 \times 10 \times 4) \text{ m}^3 \times 7 \text{ libras}}{28,3 \text{ m}^3}$$

Si el fumigante escogido es Fosfamina y la dosis indicada es de 3 Gramos/ $\text{m}^3$ ,

$$\text{La cantidad será: } \frac{(5 \times 10 \times 4) \text{ m}^3 \times 1 \text{ gramos}}{1 \text{ m}^3}$$



## 8. Introducción del fumigante (bromuro de metilo)

Antes de introducir el fumigante se deben poner a funcionar los ventiladores y el agua del gasificador debe estar completamente caliente. Comprobados todos estos detalles se abrirá la válvula si la fuente de bromuro de metilo es un cilindro o disparará los aplicadores si se usan latas como fuente.

### - Muestreo de concentraciones

La lectura de las concentraciones debe hacerse normalmente dentro de los siguientes intervalos:

- 30 minutos (indica la concentración inicial y la distribución del gas. Esta lectura puede mostrar fugas, sorción, error en la introducción del gas, desplazamiento del gas, u otros factores que es necesario ponerles atención).
- 2 horas (comparado con la lectura a los 30 minutos indica si en realidad existen problemas tales como fugas o sorción en las áreas muestreadas. Lecturas con más de 15% menos de lo registrado a los 30 minutos requieren chequeos detenidos y posiblemente acciones correctivas).

4-6 ó 12  
horas (opcionales)

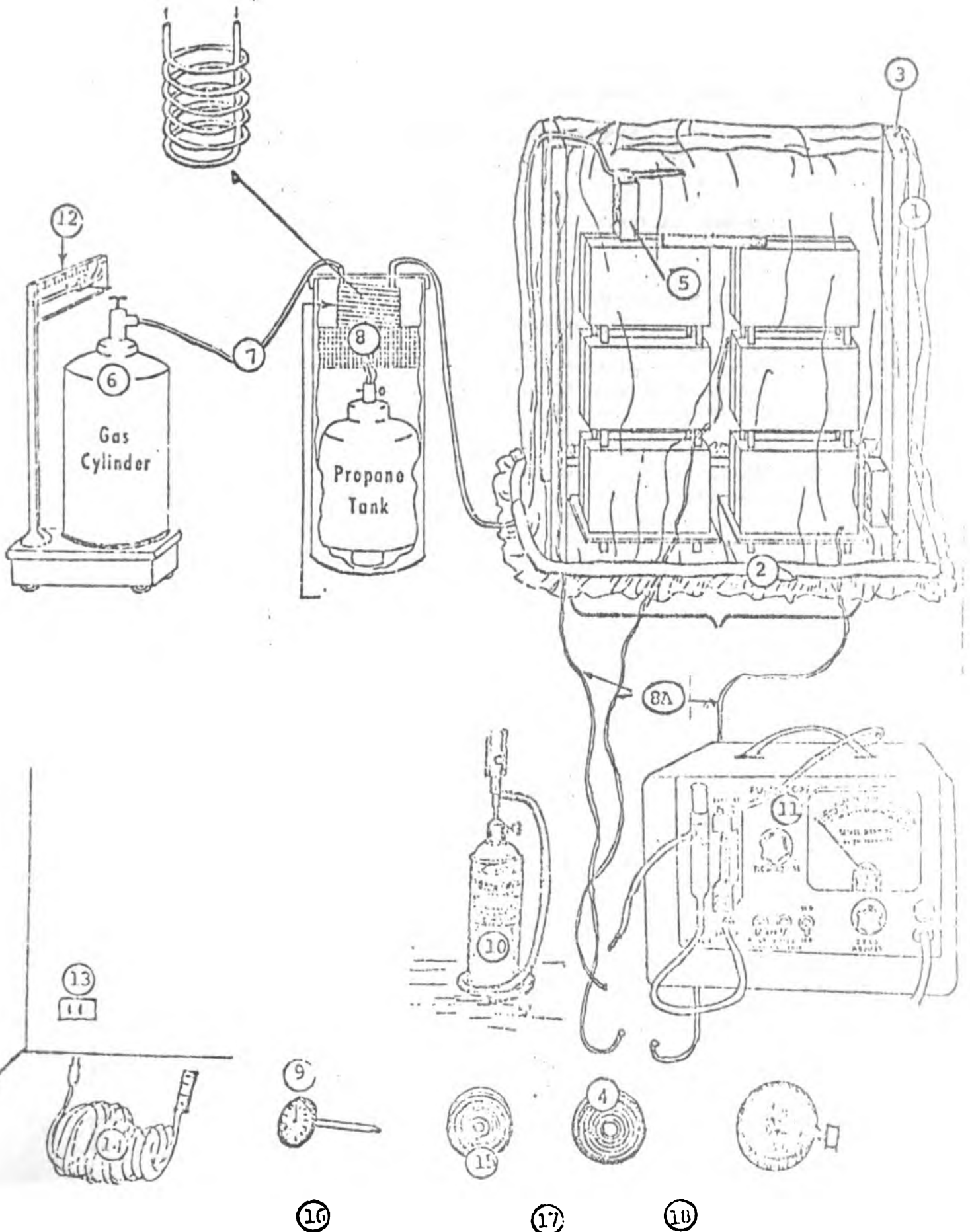
Para la medición de estas concentraciones se utiliza el fumiscopio.

## 9. Detención de fugas de gas

Se realiza mediante la lámpara de haluros. Para el efecto se aplicará manguera de la lámpara alrededor del encarpador especialmente en los pliegues de la carpa y sobre el piso.

# MATERIALES Y EQUIPO PARA UNA FUMIGACION

( BxCl3 )



CONCEPTOS SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN  
PRODUCTOS ALMACENADOS\*

Jaime A. Jiménez G.\*\*

Introducción

El manejo integrado de plagas ha sido definido por los expertos de la FAO como "Un sistema de Manejo de Plagas que, en el contexto del medio ambiente asociado y de la dinámica de poblaciones de las especies plaga, utiliza las técnicas y métodos apropiados de la manera más compatible que es posible y mantiene las poblaciones de las plagas a niveles inferiores a aquellas que causan daños económicos". (FAO 1867).

Este método de control es considerado como la forma de acción más avanzada para reducir las pérdidas causadas por plagas (Insectos, microorganismos, malezas, vertebrados) a los productos agrícolas en precosecha, sin embargo, sus principios generales pueden aplicarse a cualquier situación en la cual deba defenderse un producto perecedero determinado, del ataque sorpresivo de plagas de diferente índole, como sería el caso de los productos que se almacenen después de la cosecha.

Los conceptos generales sobre la aplicación de este principio en la etapa de postcosecha o almacenamiento de productos perecederos, constituye el objetivo de la presente conferencia.

En el proceso de producción y consumo de alimentos a nivel mundial, existe necesariamente una etapa donde es preciso almacenar volúmenes variables de alimentos en diferentes estados así como transportarlos en condiciones adecuadas para los fines propuestos. Jamieson y Jobber (1975), afirman que en esta etapa hay una merma apreciable a causa de diferentes factores así: conocimientos insuficientes de la naturaleza de los productos básicos en relación con las condiciones climáticas del país usuario, locales inadecuados y prácticas deficientes de almacenamiento, falta de medidas para combatir plagas, medios deficientes de transporte y comunicación, envasado inadecuado y por lo general marcada escasez de personal debidamente instruido.

Las estadísticas anivel mundial sobre las pérdidas ocasionadas por diferentes plagas a los productos en Almacenamiento, difieren según la fuente de información y por ello no se cita una cifra en concreto, pero todas ellas coinciden en afirmar que las pérdidas son del orden de cientos de miles de millones de dólares, lo cual justifica que se realicen acciones urgentes de parte de los gobiernos de los diferentes países para reducirlas.

\* Contribución de la División de Sanidad Vegetal del ICA.

\*\* I.A. M.S. Campañas Fitosanitarias ICA, Bogotá Calle 37 No. 8-43, Of. 819.

Los diferentes autores coinciden en señalar que la forma más práctica para abocar la solución del problema, es el entrenamiento de las personas que tienen que ver directamente con el almacenamiento de productos, en aspectos como: buenas instalaciones, adecuadas prácticas de almacenamiento, suficientes conocimientos sobre la naturaleza de los productos y su manejo, así como de las plagas que los atacan, y uso racional de los métodos de control disponibles; por esta razón se considera de primordial importancia la realización de cursos prácticos como el presente.

En las diferentes conferencias constitutivas del curso se tratarán adecuadamente estos temas; en la presente conferencia se tratará de dejar en claro que ante el enorme potencial biótico de las plagas que atacan los productos almacenados, el creciente peligro de contaminación ambiental y la resistencia que puede inducirse en las plagas ante el uso inadecuado de control químico, la forma conveniente de abocar el problema es el control integrado de los organismos indeseables.

Esto puede llevar a una serie de polémicas y opiniones de diferente índole al respecto, ya que la aplicación del método de control integrado se basa en una serie de consideraciones ecológicas, biológicas, matemáticas y de control, que difieren sustancialmente de acuerdo al ecosistema considerado, lo cual hace que a los productos almacenados deba dársele un tratamiento especial. Sin embargo, por considerar que los principios generales del método son aplicables a cualquier situación donde sea necesario el control de una entidad biológica determinada, se tratará de sentar las bases para su desarrollo y aplicación futura en las condiciones de los productos almacenados.

#### A. Consideraciones Ecológicas

Resulta claro que las características ambientales, (temperatura, humedad, luminosidad), las relaciones plaga-sustrato alimenticio, la disponibilidad prácticamente ilimitada de este sustrato y la simplificación del sistema ecológico que impera en los silos y lugares de almacenamiento de productos, poseen condiciones muy diferentes a las que existen en cultivos de campo abierto, lo cual influye directamente en las estrategias con que se deba abocar el problema del control de plagas en uno u otro caso. Veamos cuáles son las características de los lugares de almacenamiento que influyen directamente en el desarrollo de las poblaciones plagas:

En primer lugar debe aclararse que el término "Plaga" incluye a los artrópodos (Insectos y ácaros), microorganismos y vertebrados que causan pérdidas en los productos almacenados.

##### 1. Condiciones ambientales

En el campo abierto, los sistemas ecológicos o agroecosistemas (en el caso de cultivos) son infinitamente complejos, por el número de diferentes especies de organismos que las componen, así como las complicadas y delicadas interrelaciones que existen entre sus poblaciones.

A esto debe sumarse la presencia de condiciones ambientales que no son controladas por el hombre, o lo son en pequeña proporción. En los sitios de almacenamiento de productos, estas condiciones ambientales si pueden ser controladas en mayor o menor grado por el hombre, lo cual origina características especiales en el desarrollo de las poblaciones plagas que pueden ser empleadas eventualmente en su control.

## 2. Simplificación del Sistema Ecológico

La condición artificial y transitoria del almacenamiento de productos, implica en forma inmediata una simplificación en el sistema ecológico imperante, lo cual hace que la relación plaga-sustrato alimenticio pueda ser más fácilmente estudiada y comprendida y que de esta manera, se pueden desarrollar modelos de control más efectivos y racionales.

Las cadenas tróficas presentes en los ecosistemas de almacenamiento, son mucho más cortas y sencillas que las encontradas en campo abierto, lo cual hace que las interrelaciones entre el sustrato alimenticio y las diferentes poblaciones plagas, así como entre ellas a su vez, sean más claras y se pueden manejar más directamente por el hombre, sin que se presenten riesgos de efectos colaterales, inesperados e indeseables, como es el caso de campo abierto.

## 3. Disponibilidad del Sustrato Alimenticio

En condiciones de pre-cosecha, las plagas tienen acceso a un sustrato alimenticio relativamente limitado, que es el principal factor que influye en el desarrollo de sus poblaciones, esto marca tal vez la mayor diferencia en cuanto a las condiciones de postcosecha y de almacenamiento, ya que en este caso las plagas tienen acceso a un sustrato alimenticio prácticamente ilimitado y en óptimas condiciones para ser consumido. Por lo tanto las poblaciones plagas, adaptadas a las condiciones de almacenaje, pueden desarrollar sus poblaciones hasta consumir todo el sustrato, si no se toman medidas para impedirlo.

Esta condición influye directamente en la determinación del "nivel de daño económico", que es un concepto sustancialmente diferente en precosecha y almacenamiento y por su importancia se tratará más adelante.

La figura No.1 ilustra las interrelaciones existentes entre la plaga, en medio ambiente y el sustrato alimenticio, que deben cumplir ciertas características para que se dé la condición de ataque o daño, y las diferencias sustanciales existentes en el caso de precosecha y almacenamiento.

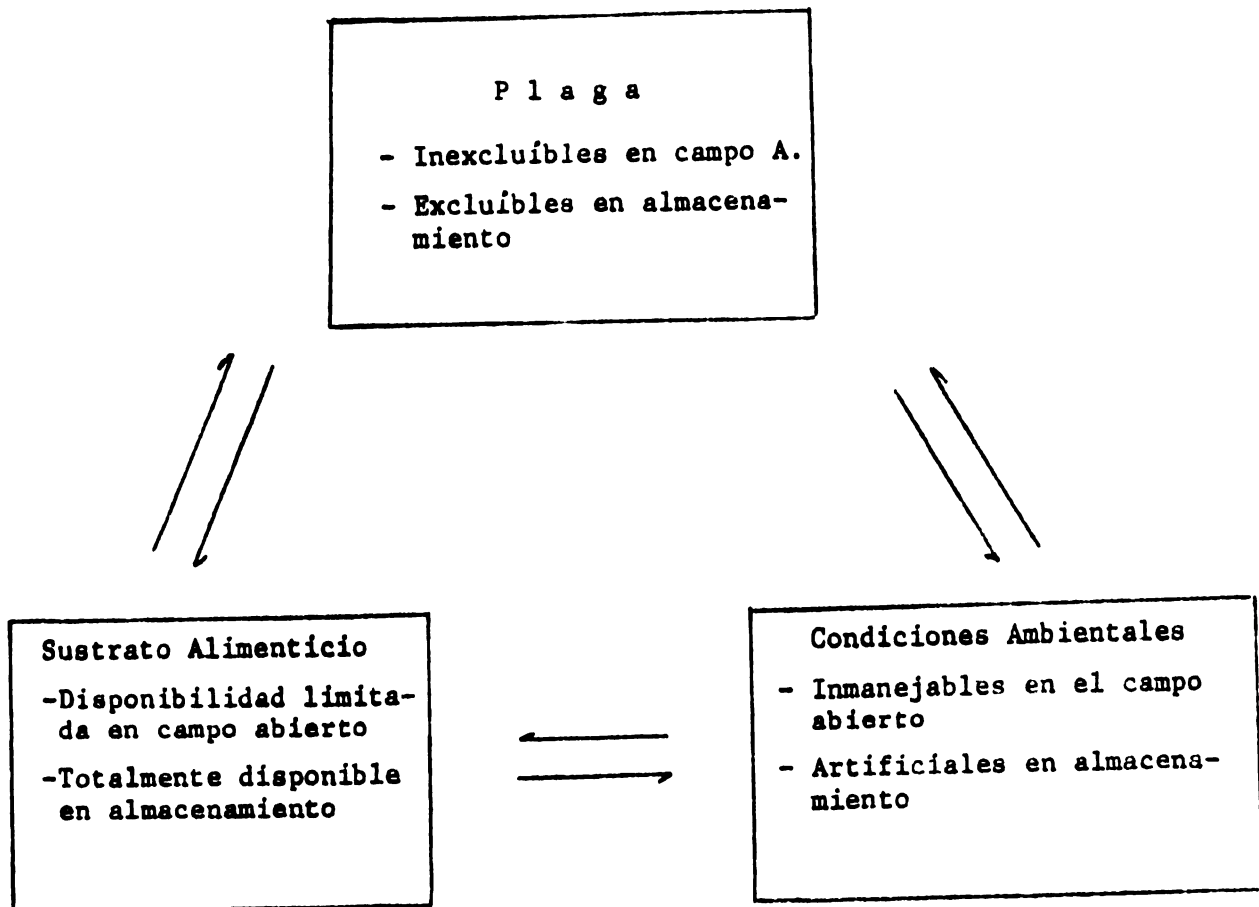
## B. Plagas que Atacan los Productos Almacenados

Las plagas que atacan los productos almacenados se pueden clasificar así:

1. Macroorganismos: Vertebrados y Artrópodos (insectos y ácaros)

Figura No. 1

Elementos necesarios para que se de la condición de daño o ataque a un producto determinado y sus características



## 2. Micrroorganismos: Hongos y Bacterias

Veamos en términos generales, algunas características biológicas de estas plagas que pueden emplearse convenientemente en las medidas empleadas para su exclusión y control.

### a. Insectos y Acaros

Jamieson y Jobber (1975) afirman que de las plagas que merman o destruyen cosechas alimenticias del hombre, los insectos son quizá los más importantes, tanto en el campo como en el almacenamiento después de la recolección.

De las 700.000 especies conocidas de insectos, hay aproximadamente 100 que son responsables de daños a productos almacenados y de estos hay unas 20 que son plagas primarias, todas ellas cosmopolitas en cuanto a su distribución. El ataque de estas plagas pueden producir pérdidas tanto en cantidad como en calidad. Además de discrepar en tamaño y forma, los insectos se diferencian en cuanto a fuentes preferidas de alimento, medio ideal para el crecimiento y pautas para su desarrollo. Por lo tanto, cuando se intente disminuir pérdidas de productos almacenados debidas a insectos, es importante no solamente la identificación de la especie en cuestión, sino también el conocimiento de los aspectos biológicos que puedan determinar las medidas a emplear para combatirla.

Algo más importante de tener en cuenta, es que frecuentemente, las personas que podrían impedir o disminuir la merma, no son los que tienen que soportar las consecuencias económicas de la misma, y por lo tanto no emprenden acción alguna.

Exceptuando las cucarachas, encontramos que los insectos plagas de productos almacenados (la mayoría pertenecientes a los órdenes Coleoptera y Lepidoptera) varían en longitud desde un poco más de 1 mm hasta 12 mm, aunque la mayoría no rebasa los 5 mm. Una rendija o grieta de sólo 2 o 3 mm. entre las tablas del piso o en el piso de cemento de un almacén, en la que se puedan alojar barraduras del suelo, puede sustentar poblaciones de insectos, capaces de originar serias infestaciones en las mercancías almacenadas. Por lo tanto es sumamente importante, que las personas responsables del almacenamiento, sean capaces de reconocer, al menos, las especies de insectos más importantes y que se conozca lo más posible sobre su ciclo de vida y comportamiento. Esta última información será de gran valor para la inspección de productos agrícolas y para el descubrimiento precoz de infestaciones.

Las características físicas de los productos agrícolas desempeñan un importante papel para la determinación de su susceptibilidad a daños debido a insectos. Solo contadas especies de insectos son capaces de atacar granos y semillas sanos de la mayoría de los cereales y reciben el nombre de plagas primarias. Muchas otras especies (plagas secundarias), se convierten en plagas primarias, debido a daños sufridos por el grano antes de la recolección, durante la recolección y trilla, y después de la recolección. El trigo posiblemente sea el cereal más susceptible a medida que se reblandece, y

cuando su contenido de humedad rebasa el 14%.

La mayoría de los insectos no se reproducen con éxito en un medio ambiente en el que la humedad relativa se mantiene a menos del 40% , o en el que la temperatura está por debajo de 10°C. Cada especie tiene su propio conjunto característico de condiciones físicas para un óptimo desarrollo.

A medida que las condiciones de temperatura y de humedad relativa van discrepando de las óptimas, el tiempo para el desarrollo de huevo a adulto se prolonga, y disminuye el número de huevos puestos. Algunas especies son más tolerantes que otras en cuanto a condiciones de humedad, que a menudo favorecen la presencia de hongos. Estas especies se alimentan de mohos o necesitan que el producto agrícola esté descompuesto por la formación de mohos para alimentarse. Debe recordarse que la mayoría de las especies no pueden resistir prolongadas temperaturas por encima de 42°.

El insecto adulto pone huevos sueltos en el alimento, los pega a los granos o barrena pequeños agujeros en los que pone huevos. Por lo general, el daño primario lo causan las larvas, aunque en muchos casos también los individuos adultos se alimentan del producto. Antes de la fase de pupa, muchas larvas de insectos pueden preparar capullos de seda u otras secreciones, que tienen a menudo partículas de alimento pegadas a ellos, y por lo tanto presentan el aspecto de pequeños grumos del producto.

Puesto que es muy difícil que se alcancen a ver los huevos o larvas jóvenes, los responsables de la mercancía, pueden creer que esta no está infestada, debido a que no se ven insectos reptando encima del mismo o porque no se observan agujeros grandes en el grano. Si se ven unos pocos insectos adultos caminando por encima o volando en torno a algún producto almacenado, es indicativo generalmente que hay muchos más dentro de los sacos o del producto a granel. En condiciones tropicales, los insectos se reproducen muy rápidamente, el ciclo de vida desde la fase de huevo a la de adulto se completa en unas pocas semanas y cada hembra adulta pone gran número de huevos. Por ejemplo, en condiciones ideales de temperatura y humedad relativa y con poca competencia entre individuos, una población del escarabajo de la harina: Tribolium castaneum pueden multiplicarse 76 millones de veces en 6 meses. El conocimiento adecuado sobre la clasificación, hábitos, ciclo de vida y características biológicas de los insectos es el primer paso en la elaboración de un programa de control.

#### b. Roedores

Aunque es difícil obtener cifras fidedignas de las pérdidas en productos almacenados causadas por roedores, es aceptado que en muchos países en desarrollo se acercan a los causados por insectos. Por ejemplo en la India se calcula que los roedores consumen cada año alrededor de dos millones de toneladas de granos.

Sin embargo, es bien conocido que en el caso de roedores especialmente, las pérdidas ocasionadas por rebajas a la calidad de los alimentos y los peligros que ofrece su presencia como vectores de muchas enfermedades, constituye mayor justificación para su control, que la pérdida directa ocasionada



a los productos almacenados.

Unicamente tres especies de roedores se han adaptado tan bien a la existencia comensal, que han alcanzado una distribución mundial (en gran medida debido al transporte que les ha brindado el hombre en sus naves). Estas especies son: el ratón doméstico: Mus musculus, la rata noruega: Rattus norvegicus y la rata de los tejidos Rattus rattus. El notable éxito de estas especies debe atribuirse a su capacidad para vivir en amplia diversidad de habitats, a su inmensa capacidad reproductora y a sus hábitos omnívoros de alimentación.

En las condiciones de almacenamiento: Óptimo clima, abundante alimento, agua y abrigo, las ratas y ratones pueden reproducirse durante todo el año. Las tres especies son capaces de sustentarse con una gran diversidad de alimentos, y cuando tienen acceso a alimentos succulentos, las ratas y ratones pueden subsistir sin agua potable para beber.

Los productos almacenados, pueden estar adecuadamente salvaguardados contra los roedores, si se mantiene una estrecha vigilancia respecto a su presencia y si se aplican pronta y eficientemente técnicas modernas para combatir los roedores.

Las señales que dejan ratas y ratones, y que son las más útiles para determinarse su distribución y abundancia relativa son: deyecciones, caminos recorridos, manchas de tinte, agujeros y el daño causado a los materiales alimenticios, materiales de envasado y manpostería de los edificios.

Un examen atento de los locales infestados por ratas y ratones, dejará ver casi siempre las huellas de sus pisadas y la marca de sus colas, particularmente cuando los roedores han pasado por lugares polvorientos. Para ayudar en la detección de huellas o pisadas, pueden tenderse en los lugares sospechosos, manchones alisados de yeso o talco que deben examinarse con frecuencia.

También en este caso, un estudio cuidadoso de los hábitos alimenticios, biología, costumbres, reacción ante cebos y raticidas, es determinante para iniciar un programa de control.

### c. Microorganismos

Son considerables los efectos que los microorganismos (hongos y bacterias) causan en productos almacenados. La presencia de estos organismos en los alimentos puede dar por resultado, cambios que llevan a mermas y descomposición, alteración de las cualidades nutricias y apetecibilidad, y en algunos casos originan sustancias que son tóxicas para los animales y el hombre. Aparte de su efecto directo en los productos alimenticios los microorganismos pueden ser causa de mermas indirectas de alimentos. El deterioro por hongos en los materiales de envase y sellado originan a menudo el desparramamiento del producto; los cereales y otros productos en forma de grano, húmedos y mohosos, pueden aterrónarse y ser difíciles de manejar. Las esporas de algunos organismos que crecen en alimentos almacenados pueden

ser un peligro para la salud si se los aspira, siendo causa de enfermedades de garganta y pulmones; incluso la estructura de las telas puede debilitarse debido a la actividad deteriorante de determinados microorganismos.

Las mayores pérdidas en productos almacenados originadas por los microorganismos son las alteraciones causadas a la calidad de los productos, que van desde cambios en las características químicas y físicas de estos, hasta la producción de sustancias tóxicas que pueden ser mortales para el hombre. Sin embargo, las pérdidas en cantidad también ocupan un lugar considerable.

Para la comprensión de las causas de estas pérdidas, de las condiciones en que se producen y de las medidas remediadoras que pueden tomarse para disminuirlas o impedir las, se hace necesaria una comprensión profunda de las características biológicas de estos microorganismos, su clasificación, sus condiciones óptimas de desarrollo y su relación con los productos que se intentan proteger.

Los principales factores ambientales que influyen en el desarrollo y actividad de los microorganismos son:

- Temperatura: La actividad de los microorganismos se desarrolla entre rangos que van desde 10°C hasta unos 65°C, pero su actividad óptima está situada entre 10 y 40°.
- Humedad: En este caso debe hacerse una distinción entre humedad del aire, humedad del producto almacenado y agua libre. El desarrollo bacterial está limitado al rango de 95% a 100% siendo mejor al acercarse a este último límite.

Los hongos y levaduras pueden desarrollarse en condiciones mucho más secas, existiendo algunas especies que pueden medrar bien a humedades relativas del 65%. Algunas estructuras de resistencia de hongos y bacterias (esporas) pueden resistir temperaturas de 100°C o más y humedad relativa por debajo del 60%.

- Oxígeno: En cuanto a este factor existe un amplio rango de variación entre los microorganismos, la mayoría de ellos son aerobios desarrollándose bien en las condiciones normales de oxígeno, pero hay otros marcadamente anaerobios que necesitan para desarrollarse una ausencia casi total de oxígeno (bacterias del género Clostridium). Algunos son anaerobios facultativos como Bacillus.
- Luz: De las diversas radiaciones que componen la luz solar, la de la parte ultravioleta del espectro (por debajo de 3970 Å°) muestra propiedades altamente fungicidas y bactericidas. La luz visible posiblemente sea debilmente bactericida, y es innegable que la mayoría de los microorganismos crecen mejor en la oscuridad; sin embargo, los muy bajos poderes de penetración de la radiación ultravioleta, hacen que esta se ineficaz como medio para la esterilización de alimentos en condiciones normales, pero es altamente eficaz para la esterilización superficial.

En los últimos años se han explorado posibilidades de utilizar radiaciones aún más cortas como los rayos X, pero los cambios que producen en el producto en sí, han impedido aplicaciones prácticas de importancia.

- Ph del Medio: Los microorganismos son muy sensibles a los cambios de Ph del medio nutricio. La inmensa mayoría de las bacterias no crecen en un medio nutricio de Ph inferior a 4.5 y su punto óptimo de crecimiento está en 7.5, se exceptúan las bacterias de los ácidos acético y láctico que producen ácidos por fermentación ( $3.0 < \text{Ph} < 4.0$ ), las levaduras tienen un rango de actividad entre 2.5 a 8.0 y los mohos de 1.5 a 8.5 con un promedio óptimo de 4.0.

El Ph del medio nutricio ejerce importante influencia en la facilidad con que el calor destruye los microorganismos. La eficacia de los ácidos orgánicos conservadores de alimentos (como el ácido sorbico) viene en gran manera influida por el Ph inicial del sustrato.

- Contenido de Azúcar: En términos generales las concentraciones cada vez mayores de azúcar ejercen un efecto inhibitor en el crecimiento de muchos microorganismos, efecto que se debe, casi por entero a la disminución de la actividad acuosa debido a altas presiones osmóticas.
- Contenido de Sal: El contenido de sal puede inhibir la actividad de algunos microorganismos, debido a: disminución de actividad acuosa en el sustrato, baja en el punto de congelación y efecto inhibitor de la sal en sí.
- Materiales inhibidores: Existe una serie de materiales que al ser añadidos a los productos almacenados pueden inhibir la acción de microorganismos descomponedores. Bioxido de azufre, ácido sorbico, nitrito de sodio y Nisina.

#### C. Problemas Presentados en el Control de Plagas en Almacenamiento

En términos generales, los problemas presentados en el control de plagas en almacenamiento por métodos químicos son:

- Contaminación ambiental y residuos en los alimentos almacenados (Persistencia).
- Envenamientos humanos.
- Resistencia de plagas a plaguicidas.

El bajo nivel en el control puede ser el resultado de un buen número de factores: prácticas inadecuadas de control, desconocimiento de aspectos claves de las plagas y los productos a proteger, la ausencia de un sistema de conteo y vigilancia adecuado, mal empleo de los productos usados para

controlar, malas prácticas de almacenamiento y resistencia de las plagas a los plaguicidas, ésta última así como la contaminación ambiental y la presencia de residuos tóxicos en los alimentos, son las principales justificaciones para que se desarrollen modelos de manejo integrado en productos almacenados.

En cuanto a la contaminación ambiental y de los alimentos Mckormick (1978), menciona que los productos químicos plaguicidas juegan un papel muy importante en la protección de productos en pre y postcosecha, sin embargo, por tratarse de compuestos químicos de alta toxicidad, el hombre se halla expuesto a su acción por consumo de residuos tóxicos en los alimentos, por su manejo directo o por contaminación ecológica. En un trabajo realizado por este autor, se analizaron 725 muestras de productos alimenticios destinados al consumo popular en tiendas y supermercados de Bogotá. Se analizaron productos como: papa, tomate, leche, huevos, carne de res, carne de cerdo, carne de pollo, pescado, mantequilla, queso, maíz, harina, fríjol, arroz aceites y gradas vegetales. El autor concluyó que en la totalidad de las muestras de productos agrícolas y pecuarios analizados, se encontraron residuos de uno o varios de los siguientes insecticidas: BHC, Heptacloro, Aldrín, Clordano, Dieldrin, Toxafeno y DDT.

Lo anterior ilustra suficientemente el problema de la contaminación de los alimentos con plaguicidas químicos.

Ahora bien, en cuanto a envenenamientos humanos DAVIS (1975), dice que la OMS reporta 500.000 casos cada año con una rata de mortalidad del 1%, pero este autor afirma que este dato puede estar por debajo de la realidad del problema. Los envenenamientos causados en humanos por el uso de plaguicidas pueden ser de 2 tipos: agudos y crónicos.

Otro grave problema que se ha presentado en el control de plagas, es la resistencia mostrada por ellas a los plaguicidas, Tahori (1975) dice: la resistencia de las plagas es ahora reconocida como uno de los obstáculos más serios en el uso seguro y efectivo de estas sustancias químicas para controlar las plagas de cosechas, ganado y productos alimenticios almacenados. La resistencia es una consecuencia común pero no invariable del uso prolongado de un plaguicida; esto se presenta por la reproducción selectiva de sobrevivientes resistentes, cuyas generaciones posteriores, después de una aplicación individual de plaguicida, tienen individuos resistentes en proporciones cada vez más altas. Los factores que confieren resistencia en el insecto inmaduro o adulto son controlados genéticamente de tal forma que la progenie de padres resistentes tiende también a ser resistente.

La resistencia es un fenómeno biológico bien conocido, popularmente se ha llamado "supervivencia del más fuerte" con relación al comportamiento mostrado a los plaguicidas. La resistencia no es exclusiva de los insectos, problemas similares han surgido con bacterias, hongos y roedores.

Algunos ejemplos de plagas de productos almacenados que han mostrado resistencia a plaguicidas son: (Jamieson y Jobber 1975):

Oryzaephilus spp. al lindano

Sitophilus spp. a varios plaguicidas  
Tribolium castaneum a organofosforados  
Ephestia cautella a Malation  
Rattus norvegicus (Reino Unido, Dinamarca y Holanda) a anticoagulantes  
Mus musculus (Reino Unido) a anticoagulantes (Tahori, 1975)

(Georghion y Taylor, 1976) reportan resistencia en 305 especies de insectos y ácaros, a diversos plaguicidas, muchos de ellos en condiciones de almacenamiento.

Algunos autores mencionan que la mejor forma de evitar la resistencia a plaguicidas es:

- Minimizar el uso de plaguicidas por medio de un uso inteligente de alternativas. La puesta en marcha de formas de control supervisado e integrado son las mejores alternativas, ya que esto implica la disminución en el uso de plaguicidas y el dejar grandes áreas sin tratamiento y por ello se tiende a evitar la presión de selección.
- Detectar la resistencia tan pronto como sea posible, siguiendo las pruebas de laboratorio necesarias.
- Preparar planes para el posible surgimiento de las plagas.

#### D. El Concepto del Nivel de Daño Económico

Posiblemente el concepto de daño económico en Pre y Postcosecha, sea la característica que marca la mayor diferencia en las modalidades de control de plagas en ambos casos.

El nivel de daño económico se ha definido como: "la densidad de población plaga, a partir de la cual cualquier aumento significa un daño "económico" al producto que se quiere proteger". Las acciones remediadoras deben emprenderse un poco antes, o sea en el umbral de daño económico.

En condiciones de campo abierto este nivel está determinado por factores como:

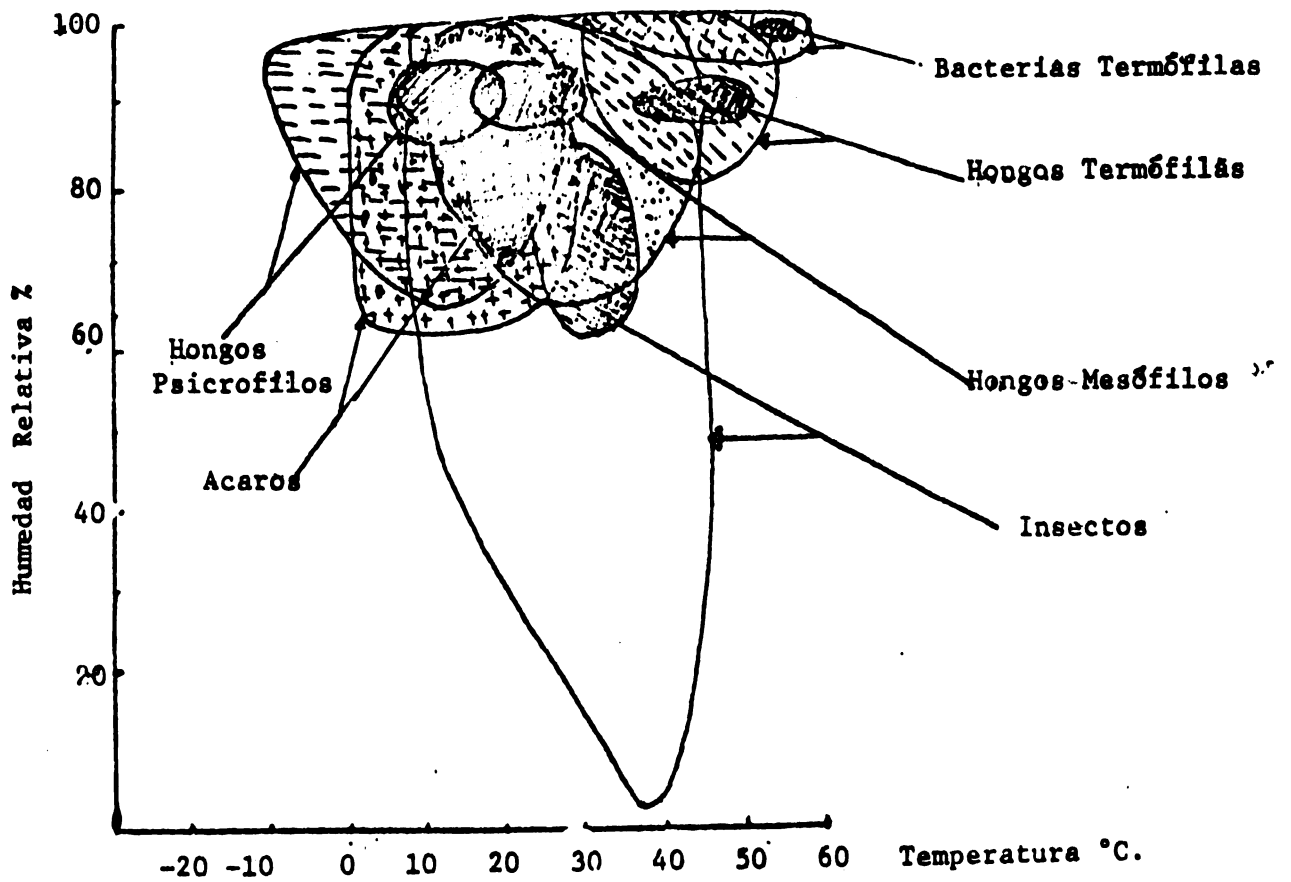
- Período vegetativo del cultivo.
- Estructura vegetal atacada
- Estado de desarrollo de la población plaga.
- Enemigos naturales de la plaga, etc.

Debe tenerse en cuenta que en condiciones de campo, existen un sinnúmero de factores que regulan la población plaga que no pueden ser manejados por el hombre, mientras que en condiciones de postcosecha estos factores se reducen y pueden ser manejados en mayor o menor grado por el hombre (Fig. No.2)

Figura No. 2

Límites físicos aproximados de la actividades de agentes biológicos  
que descomponen alimentos almacenados

Jamieson y Jobber (1975)



Las condiciones óptimas desde el punto de vista ambiental, que normalmente se tienen en productos almacenados y la disponibilidad ilimitada del alimento, hace que las poblaciones plagas no tengan restricciones que se observan en campo abierto, y dada esta situación, prácticamente la presencia de cualquier número de plagas por reducido que sea puede dar origen a una población que cause daños graves, por lo tanto el control debe iniciarse, en el caso de productos almacenados, con la sola presencia de la plaga, mientras que en campo abierto puede soportarse cierto nivel de población, dependiendo de ciertos factores. (Fig. No.3), esto marca una notable diferencia en la forma de manejo de las plagas en los productos almacenados.

### E. Inspección y Muestreo

La inspección y el muestreo tienen por objeto proporcionar información que sirva de base al planeamiento y a la acción futuras en relación con el control de plagas en productos almacenados, así como la evaluación de estas acciones. La infestación por roedores de productos almacenados, reclama una acción inmediata en todas las circunstancias posibles y el descubrimiento precoz tiene una importancia primordial. Existen técnicas muy bien estudiadas, que permiten hacer adecuadamente estas inspecciones y que están íntimamente relacionadas con el conocimiento de hábitos de los roedores. La existencia de infestaciones densas exige un programa de lucha muy bien organizado que incluya la inspección periódica como medio para determinar el éxito o fracaso de las medidas tomadas.

La naturaleza del problema de infestación por insectos es tal, que a menudo no hay posibilidad de obtener exámenes periciales de laboratorio ni asesoramiento, de modo que las decisiones deben tomarse a base de la información cualitativa y cuantitativa obtenida en el propio lugar de la infestación.

Cuando en productos almacenados se encuentran insectos, aunque, sea en número reducido, se hace preciso una acción remediadora inmediata, que debe complementarse con la inspección periódica.

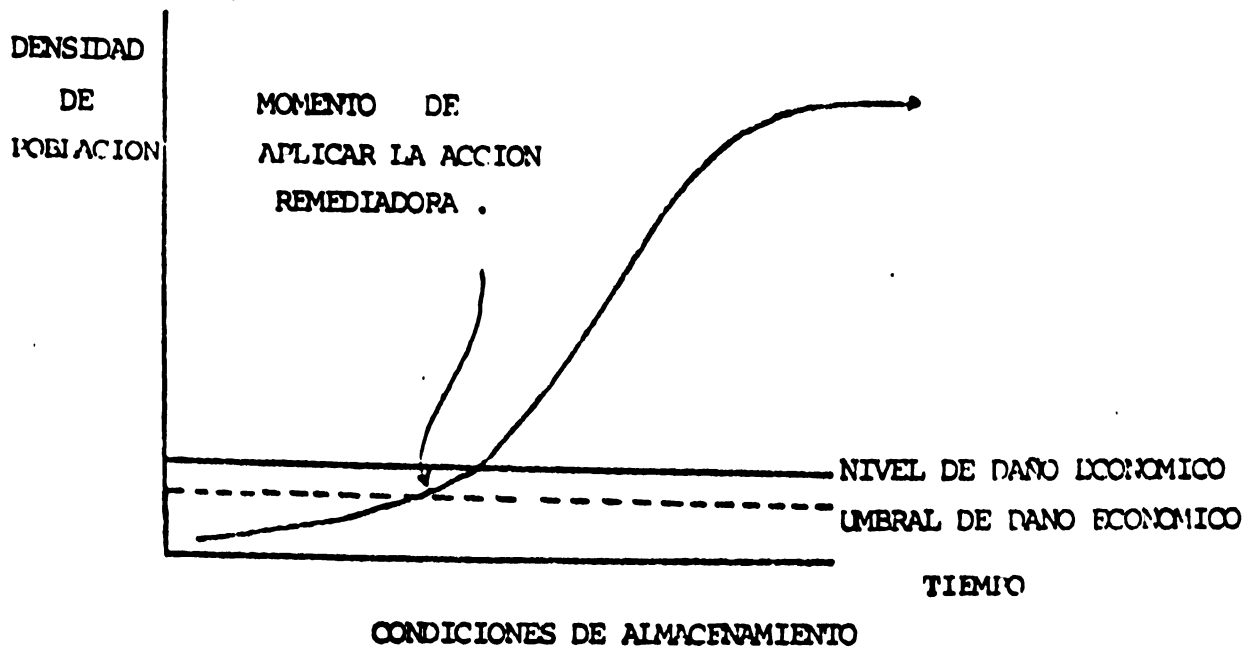
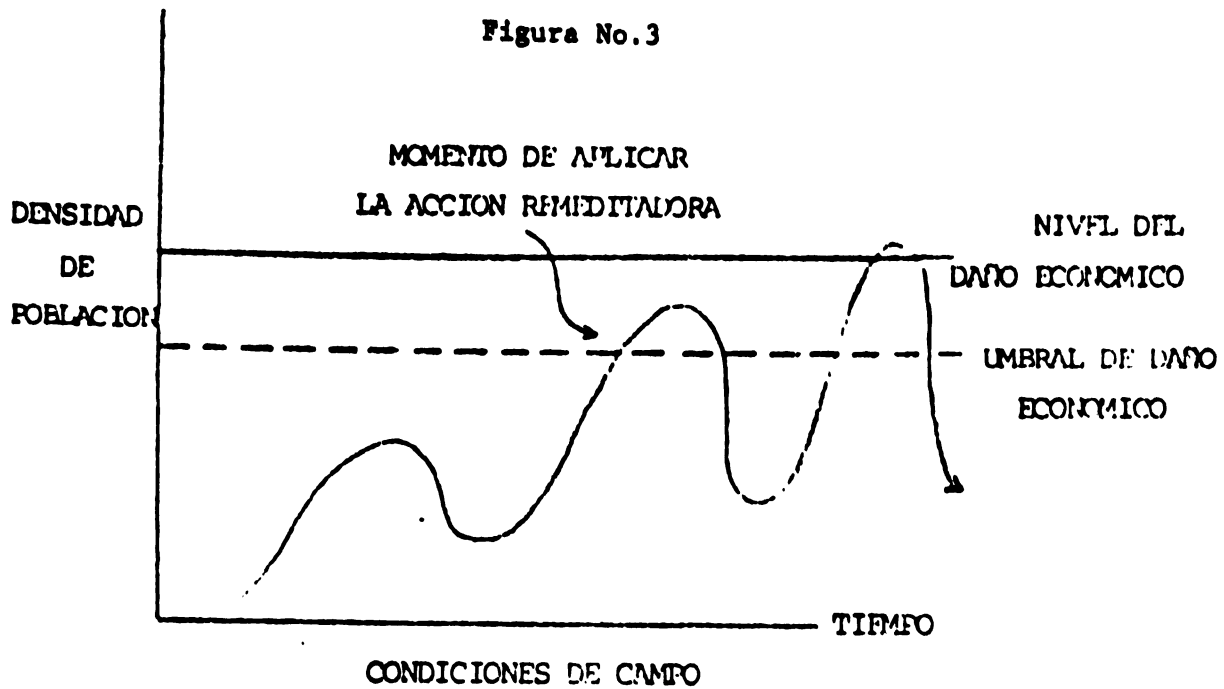
Una vez empezada, no es posible combatir la descomposición de productos duraderos causada por hongos, pero la inspección y la determinación periódica de la temperatura y humedad del producto pueden ayudar a que se descubra el inicio de la descomposición y se tomen las medidas pertinentes. La existencia de puntos calientes dentro de las masas de grano, también pueden remediarse de la misma manera.

Existen diferentes técnicas para muestrear almacenes o productos almacenados, a continuación damos una lista de algunas abreviaturas usadas en los informes (Tabla no.1).

Al realizar la inspección y muestreo deben realizarse prácticas como:

- Abrir algunos sacos para examinar las plagas de la tela y rincones del saco.

Figura No.3



DIFERENCIAS EN EL CONCEPTO DE NIVEL DE DAÑO ECONOMICO EN CONDICIONES DE CAMPO ABIERTO Y ALMACENAMIENTO.



Tabla No.1**Inspección General de Edificios o Vehículos (E)**

E/N Limpia o ninguna	No se encuentran insectos en paredes, pisos ni vigas, ni en maquinaria dentro del edificio.
E/ML Muy ínfima o ligera	Uno o dos insectos encontrados en el curso de una larga búsqueda.
E/L Ínfima o ligera	Insectos encontrados regularmente, aislados o en grupos en larga búsqueda.
E/R Mediana o regular	Insectos presentes regularmente y con frecuencia, a menudo en hacinamientos, pero tan manifiestos como para que atraigan la atención de inmediato.
E/D Densa	Insectos perceptibles de inmediato, al comienzo de la inspección, reptando activamente por paredes, etc.
E/MD Muy densa	Insectos muy abundantes, a menudo en densos apiñamientos en las superficies.

**Inspección General de Productos Almacenados (G)**

G/N Limpia o ninguna	No se encuentran plagas en el curso de una búsqueda prolongada.
G/L Ínfima o ligera	Número reducido de plagas presentes irregularmente.
G/R Mediana o regular	Insectos claramente perceptibles, que se encuentran regularmente (A veces en pequeños agregados)
G/D Densa	Insectos visibles de inmediato; por ejemplo gran número de ellos reptando activamente en todo exterior de la pila.
G/MD Muy densa	Insectos tan numerosos y activos que puede percibirse un rumor de roce en el interior de la pila. Caparazones desprendidos de insectos cubriendo el piso en torno de la base.

Continuación Tabla No.1,.. base de la pila, o en lo alto de ella.

Al contar los insectos pueden emplearse las siguientes expresiones para distinguir los diferentes estados:

Adultos vivos (A)

Larvas vivas (L)

Adultos muertos (a)

Larvas muertas (l)

Pupas vivas (P)

Pupas muertas (p)

- Levantar algunos sacos y ponerlos a un lado.
- Sacudir los sacos u otros empaques levantándolos y dejándolos caer vigorosamente varias veces.
- Agitación de las superficies de la pila utilizando un bastón
- Utilización de trampas adaptadas a los hábitos de las diferentes especies: tabulares, pegajosas, grietas artificiales. (Figura No.5)
- Presencia de insectos muertos.
- Rociados de piretro.

Así mismo, puede hacerse un examen cuantitativo de la infestación siguiendo las pautas de la Tabla No.2, esto puede consignarse en hojas de conteo, más o menos así: (Tabla No.3).

En general debe tenerse en cuenta que la inspección y muestreo periódico es una práctica absolutamente indispensable en la protección de productos almacenados del ataque de plagas. Esta inspección también debe incluir la medición periódica de las condiciones ambientales del sitio de almacenamiento. (Tabla No.4)

#### F. Formas de Control Utilizadas en Granos Almacenados

Las formas de control que se utilizan hasta el momento en la protección de productos almacenados son:

- Control legal
- Control físico
- Control químico
- Control cultural

Hasta el momento no se tienen noticias del empleo del control biológico aunque existen algunos enemigos naturales de las plagas de granos almacenados como el caso de Bracon Hebetor (Hymenoptera: Braconidae) parásito de Ephestia spp.

- Control físico

Existe un sinnúmero de mecanismos que pueden realizar el control de las plagas en almacenamiento por medios físicos entre ellas tenemos:

Refrigeración

Enlatado

Empaques que ayudan a excluir las plagas

Desecado de alimentos

Figura No.5

Dispositivos para atrapar insectos plagas en productos almacenados

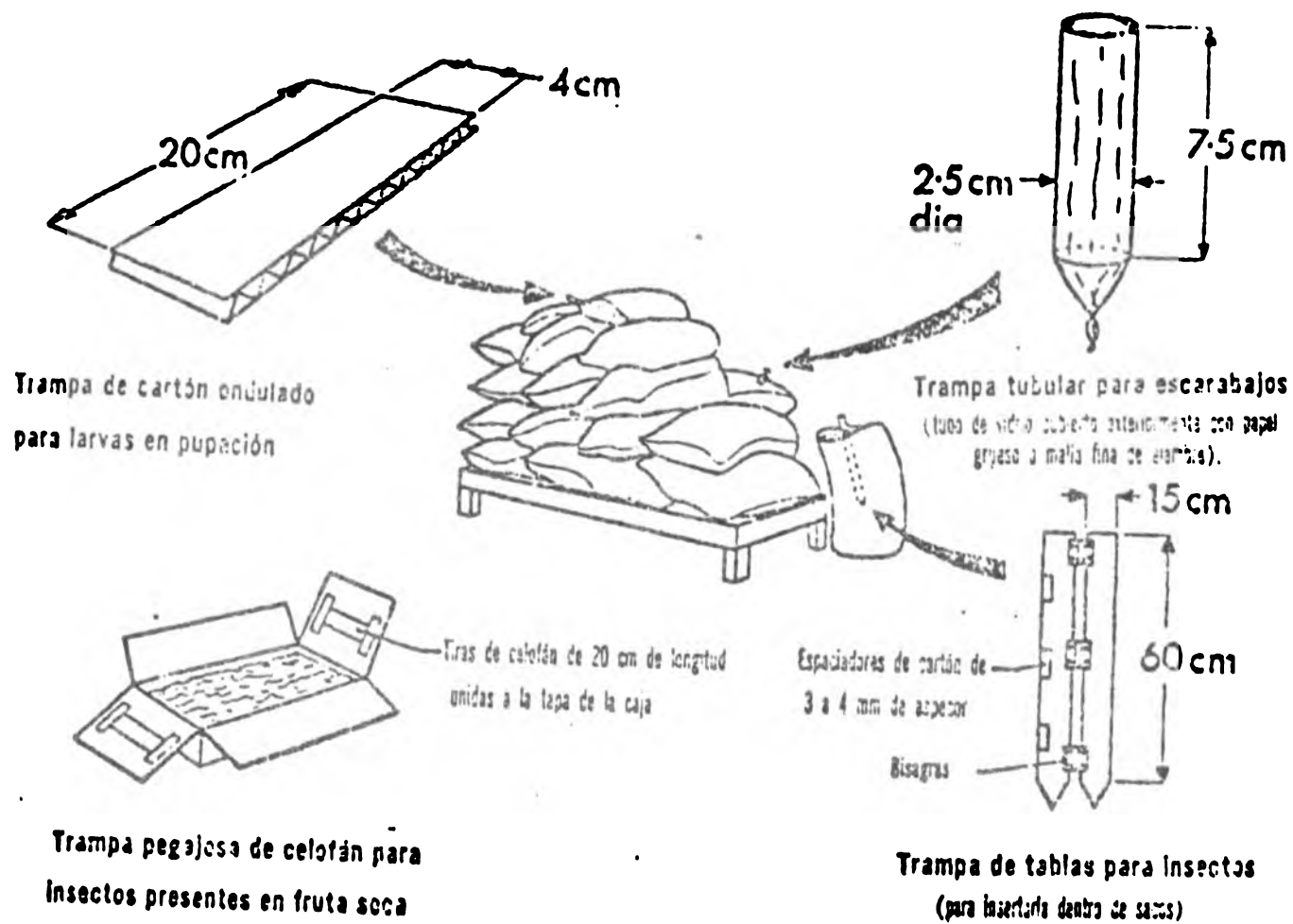


Tabla No.2

## Inspección Cuantitativa

**FINALIDAD:** Determinación de un valor medio y de la variabilidad del nivel de contaminación.

Las categorías se proponen para emplearlas usando toma de muestras y examinando las muestras representativas por tamizado. No deben considerarse absolutas y cada país deberá determinar los niveles adecuados a sus condiciones.

El número de unidades (sacos) muestreados no deberá ser inferior a la raíz cuadrada del total (500 - 22).

1. Con tomamuestras se saca cierto número de muestras de varios sacos, o varias partes de la masa a granel hasta constituir 1 kg.

Tamicela, cuéntense insectos presentes.

Más de 15 insectos: Producto muy densamente infestado

10 - 15 insectos : Producto densamente infestado

<10 insectos : Obtengase nueva muestra

2. Con tomamuestras se toman muestras de cierto número de sacos hasta reunir 3 kg.

Tamicela, cuente insectos presentes

>de 9 insectos: Producto densamente infestado

<de 9 insectos : Sáquese nueva muestra

3. Procediendo igual que anteriormente acumúlese una muestra de 9 kg.

Tamicela, cuente insectos presentes

>de 5 insectos: Infestación moderadamente densa

<de 5 insectos: Producto ligeramente infestado, pero debe sacarse nueva muestra.

4. Con el tomamuestras obtengase, igual que en casos anteriores, una muestra de 22 kgs.

Tamicela, cuente insectos presentes.

<de 5 insectos: Producto muy ligeramente infestado.

Tabla No.3

Los niveles tentativos de infestación por insectos, y la necesidad de una acción remediadora son como sigue:

M/N Limpia o ninguna	No se ven insectos encima de los sacos, en la pila ni en el producto tamizado.
M/MI Muy ínfima (Exige acción adecuada dentro de cierto tiempo)	No se ven insectos en los sacos, en la pila ni en la muestra del producto antes de tamizarla. 20 insectos por 90 kg. muestra*
M/L Ínfima o ligera (Exige acción <u>inmediata</u> )	Entre 20 y 50 insectos por 90 kg. de muestra.
M/R Regular o media (Exige acción <u>inmediata</u> )	Entre 50 y 300 insectos por 90 kg. de muestra tamizada.
M/D Densa (Exige acción inmediata)	Entre 300 y 1.500 insectos por 90 kg. de muestra.
M/MD Muy densa	Más de 1.500 insectos por 90 kg. de muestra tamizada.

---

\* Debe tenerse en cuenta que en comportamiento de polillas y escarabajos existen diferencias: 5 larvas de polilla (último instar) por saco, se descubren con igual prontitud que 1.000 gorgojos adultos por saco.

Tabla No. 4

## Hoja de Registro de Inspección

Fecha: 8 de julio de 1965  
 Lugar: Mombosa, Kenya. Junta de Comercializa-  
 ción de Maíz, Almacén Núm. 1  
 Estado del tiempo: Hora del día -10 a.m.  
 Intensidad de la luz -Brillante  
 Humedad relativa -65%  
 Temperatura -26°C

## Descripción y dimensiones del almacén

Edificio originalmente del tipo de hangar para aviones; paredes y techado de lámina metálica ondulada. Superficie del techado sellada con cartón alquitranado para techar. Piso de hormigón sin barrera contra el vapor acuoso.

1) Anchura interior del almacén	= 28.9 metros	
Altura hasta la pendiente del techado	= 7.3 metros (+ 1.8 metros hasta la cima)	
Longitud interna del almacén	= 53.8 metros	
2) Superficie de las paredes laterales	= (431 x 2) m <sup>2</sup>	} Extensión superficial total del almacén = 4,570 m <sup>2</sup>
Superficie de las paredes de los extremos	= (232 x 2) m <sup>2</sup>	
Extensión superficial del piso	= 1,558 m <sup>2</sup>	
Superficie del coronamiento de las paredes de los extremos	= (53.5 x 2) m <sup>2</sup>	
Superficie del techo	= 1,580 m <sup>2</sup>	

## Descripción del producto y cantidad guardada

Origen y cantidad del producto: Maíz blanco de Kenya, procedente de Kitale  
 En existencia tres pilas con un total de 35.000 sacos.  
 Duración del período de almacenamiento: Lleva dos meses en almacenamiento  
 Período previsto de almacenamiento futuro: No está decidido  
 Destino del producto: Para consumo total  
 Contenido de humedad del producto: 13.2%

## Detalles de la inspección de la obra del almacén y del producto

Techo:	}	Todas las superficies están limpias y recién rociadas con polvo mojable de malatión al 2.5%, a razón de 5 litros de agente ingrediente activo
Paredes:		
Pisos:		

## Continuación Tabla No.4

Tablas de estiba: } 100 m<sup>2</sup>

## Apreciación de la infestación del producto

Maíz de buena calidad, ligeramente infestado con *Sitophilus zeamais*  
 (A) (a), *Tribolium castaneum* (A) (a) (L) (l) y *Ephestia cautella* (A)  
 (a) (L) (P).

## Detalles de las medidas ya aplicadas para combatirlos

El maíz se ha tratado con polvo de lindano al 1% aplicado a razón de 900 g/m<sup>2</sup> a las mazorcas de maíz en el cadazo después de la recolección. El lindano ha desaparecido como resultado del desgranado de las mazorcas.

## Recomendaciones

Rociar las superficies de las pilas con polvo mojable de malatión, a razón de 5 litros al 2% de ingrediente activo/100 m<sup>2</sup>, seguido de fumigación con bromuro de metilo a razón de 48 g/ton, métrica durante 24 horas. Los tratamientos de rociado con insecticida deberán aplicarse, si es posible, a la superficie superior de cada saco durante la construcción de la pila, y luego a la superficie exterior de cada pila, cada tres semanas.



Adición de sustancia preservativas  
 Utilización de radiaciones como esterilizantes  
 Utilización de ultrasonidos como repelente  
 Utilización de barreras físicas para roedores.

Hasta el momento los procedimientos de control físico no han demostrado causar efectos colaterales adversos.

### 1. Control químico

Esta es la forma de control más utilizada en condiciones de almacenamiento, su práctica incluye la aplicación de productos químicos en forma de polvo líquido, gas o cebos a fin de controlar o repeler las plagas que atacan los productos almacenados. Por ser la forma de control aparentemente más sencilla e inmediata, ha sido la más utilizada, aunque no siempre siguiendo las prácticas y momento de aplicación más convenientes, lo cual ha influido en que se haya abusado de ella.

Esto ha traído como consecuencia efectos colaterales adversos que se han mencionado anteriormente.

### 2. Control legal

En esta forma de control están incluidas todas las prácticas y normas legales tendientes a proteger los productos almacenados del ataque de plagas. En la práctica, su aplicación va evolucionando de acuerdo a las necesidades del país, con la promulgación de medidas convenientes a aplicar en los sitios de almacenamiento del territorio nacional. Su objetivo más claro es la realización del control exclusión de las plagas de productos almacenados. Es decir el tratar de impedir al máximo la entrada de plagas exóticas al país, o impedir la infestación de sitios libres de determinadas plagas dentro del mismo territorio nacional.

### 3. Control cultural

En esta forma de control están incluidas todas las prácticas tendientes a preservar la infestación de los productos almacenados, así como a impedir que se mantengan condiciones que favorezcan el ataque de las plagas a dichos productos. Esto incluye:

a. Selección y diseño de construcciones para almacenamiento de alimentos que permitan prevenir el ataque de plagas.

b. Buenas prácticas de almacenamiento a fin de prevenir y disminuir el ataque de plagas. Pueden ser prácticas como: Registro o inspección periódicas de las existencias. Inspección periódica de las construcciones. Limpieza del almacén. Colocación de las existencias. Barrido del suelo. Limpieza de paredes. Ventilación. Eliminación de desperdicios. Apilado. Rotación de existencias. Registros. Contabilidad. Instrucciones sencillas a los encargados del almacén.

c. Medición y registro de la temperatura, el contenido de humedad

y de la humedad relativa.

El control cultural es en principio, la forma de control más sencilla y económica, pero precisamente por su sencillez tiende a ser la más descuidada y casi nunca se pone en práctica como debe ser. Si se lleva a cabo con el ordenamiento y práctica estricta, esta forma de control conjuntamente con el control legal podría, según las circunstancias, mantener los productos almacenados libres del ataque de plagas.

#### G. Aplicación del Principio de Manejo Integrado de Plagas en Productos Almacenados

Como su nombre lo indica el manejo o control integrado, implica la aplicación en forma integrada, racional y ecológica, de todas las formas de control posibles.

Si bien es cierto que en condiciones de almacenamiento, no se ha desarrollado esta metodología de control, consideramos que existen suficientes bases para iniciar un programa de esta naturaleza que se va a ir implementando y enriqueciendo a medida que se encuentren nuevas metodologías de control.

La justificación para la aplicación de este programa, es que actualmente es la única respuesta para el control de plagas económico y ecológicamente seguro que permite evitar los efectos colaterales adversos observados al emplear una sola forma de control.

De acuerdo a los conceptos de Calvert (1981) y haciendo algunas adaptaciones de acuerdo a las condiciones particulares de los productos en el almacenamiento, los siguientes serían algunos procedimientos específicos que se pueden seguir para el desarrollo de un programa de Manejo Integrado de Plagas en Productos Almacenados.

1. Investigación de los procesos biológicos, ecológicos y económicos significativos en la infestación por plagas a los productos almacenados, y la interacción entre estos procesos.
2. El desarrollo de tácticas alternativas de control que sean ecológicamente compatibles y seguras, especialmente en lo referente a control cultural y físico, que permitan reducir el uso de plaguicidas.
3. Búsqueda de mejores métodos de usar los plaguicidas.
4. Desarrollo de mejores métodos de coleccionar, manejar e interpretar datos pertinentes a factores biológicos, ambientales así como físicos y químicos de los productos almacenados.
5. La utilización de análisis estadísticos que permitan sistematizar la información pertinente.

Del esquema presentado es posible extraer algunas acciones básicas que servirán de guía para planear e implementar un programa de control integrado

de plagas en productos almacenados así:

a. Identificación lo más exacta posible, de las especies plagas a ser manejadas y de posibles enemigos naturales.

Para el caso de productos almacenados estas pueden clasificarse en:

Plagas Primarias: Que siempre están presentes en el área y causan daños económicos en ausencia de control.

Plagas ocasionales o Secundarias: Que causan daño económico solo ciertas circunstancias.

Plagas exóticas: Que no están presentes en el área y debe impedirse por todos los medios su llegada.

b. Definir el área y características ambientales de los sitios de almacenamiento.

c. Diseñar y probar sistemas de control. Debe recordarse que la estrategia fundamental de control integrado de plagas, es utilizar varias tácticas de control en una manera compatible y coordinada dentro de un solo sistema integrado.

d. Desarrollar técnicas confiables de muestreo y un sistema de aviso.

El muestreo es un componente crítico del control integrado e involucra el monitoreo de las poblaciones de plagas. La información obtenida sirve como base para tomar decisiones inmediatas de control y para producir la probabilidad de tener que tomar medidas de control.

e. Identificar los factores claves de control.

Al conocer perfectamente las características bióticas y abióticas óptimas del ataque de plagas o los productos almacenados, se pueden alterar convenientemente las características del almacenamiento, tomar las medidas preventivas necesarias y dejar como última medida la práctica del control químico que debe realizarse en la forma más adecuada y racional posible.

## CONCLUSIONES

Debe recordarse que el Control Integrado de Plagas es un método dinámico que va evolucionando a medida que se desarrollan nuevas metodologías de control, a fin de involucrarlas en el programa, y que seguramente más adelante habrá mayores conocimientos para implementarlo en productos almacenados.

Sin embargo, se considera que en la actualidad existe suficiente tecnología para permitir un control adecuado de las plagas que atacan los productos almacenados.

Solamente hay que tener en cuenta que las prácticas de prevención son definitivas, y que esto aunado a una estricta inspección y muestreo nos permitirá tomar las decisiones de control físico, cultural, químico, etc. en el momento preciso; y que estas prácticas de control, especialmente las de control químico, deben realizarse adecuadamente a fin de obtener el máximo control y los mínimos efectos colaterales adversos.

## LEGISLACION AGRONOMICA SOBRE PLAGUICIDAS\*

Pablo E. Clavijo Navarro\*\*

### Introducción

La necesidad que tiene el país de aumentar la producción y productividad de los cultivos ha destacado la necesidad de contar con un paquete de insumos especializados que contribuyan al logro de este objetivo.

En Colombia se comercializan los siguientes productos: 265 insecticidas, 172 herbicidas, 86 fungicidas, 12 acaricidas, 11 adherentes o surfactantes, cuatro acaricidas-fungicidas, tres nematocidas-insecticidas, 13 reguladores fisiológicos del crecimiento, cuatro molusquicidas, dos raticidas, cuatro desinfectantes, dos fumigantes, dos defoliantes y tres nematocidas-acaricidas.

El país importa al año, un promedio de 15 millones de kilos y 209.000 litros de materias primas, por un valor superior a los noventa millones de dólares, para la formulación de 21.952.000 kilos y 19.447.000 litros de productos comerciales para la venta a los agricultores.

El Gobierno Nacional consciente de la necesidad de garantizar al agricultor productos de buena calidad, estableció el sistema de supervisión y control estatal de los Insumos Agropecuarios. En cumplimiento de este propósito delegó al Instituto Colombiano Agropecuario, ICA esta función en todas las fases del proceso, como en la importación, producción, comercialización, aplicación y uso de los insumos en el país.

El objetivo principal de esta Conferencia es el de ilustrar, así sea brevemente, sobre la legislación existente en Colombia en materia de Insumos Agrícolas, su reseña histórica y el análisis de las principales normas que regulan esta actividad en el país, esperando con ello contribuir al incremento de los conocimientos de los participantes al curso.

### A. Reseña Histórica

El Instituto Colombiano Agropecuario, ICA desde la reestructuración del

\* Contribución de la División de Supervisión de Insumos Agrícolas, al Curso Internacional de Reconocimiento y Control de Problemas Fitosanitarios en Granos Almacenados, dictado en Santa Marta del 24 al 29 de Octubre de 1983.

\*\* Director de la División de Supervisión de Insumos Agrícolas del Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Apartado Aéreo 7984, Bogotá.

del Sector Agropecuario mediante el Decreto 2420 de 1968 ha venido llevando a cabo las funciones de supervisión y control de los Insumos Agropecuarios. Con anterioridad, la función la venía desempeñando la División de Cultivos del Ministerio de Agricultura.

El ICA adoptó la estructura orgánica necesaria que le permitiera llevar a cabo la nueva función y fue así como se creó en enero de 1969 la División de Control de Supervisión Técnica, la cual ejerció funciones conjuntas de insumos tanto Agrícolas como Pecuarios, a través de sus Servicios a nivel nacional con función asesora a nivel regional.

A través de todos estos años esta estructura ha sufrido algunas reestructuraciones, hasta constituirse en lo que hoy es la División de Insumos Agrícolas, la cual opera en forma independiente de la División de Supervisión de Insumos Pecuarios. En la gráfica se puede apreciar la estructura actual de la División.

Entre sus funciones principales se pueden mencionar las de aplicar, desarrollar y velar por el cumplimiento de las normas que expide el Gobierno Nacional y el Ministerio de Agricultura sobre calidad, formulación y aplicación de los plaguicidas de uso agrícola, defoliantes, reguladores fisiológicos, fertilizantes, enmiendas, acondicionadores del suelo, así como la supervisión de la calidad de las semillas para siembra, que se comercializan en el país.

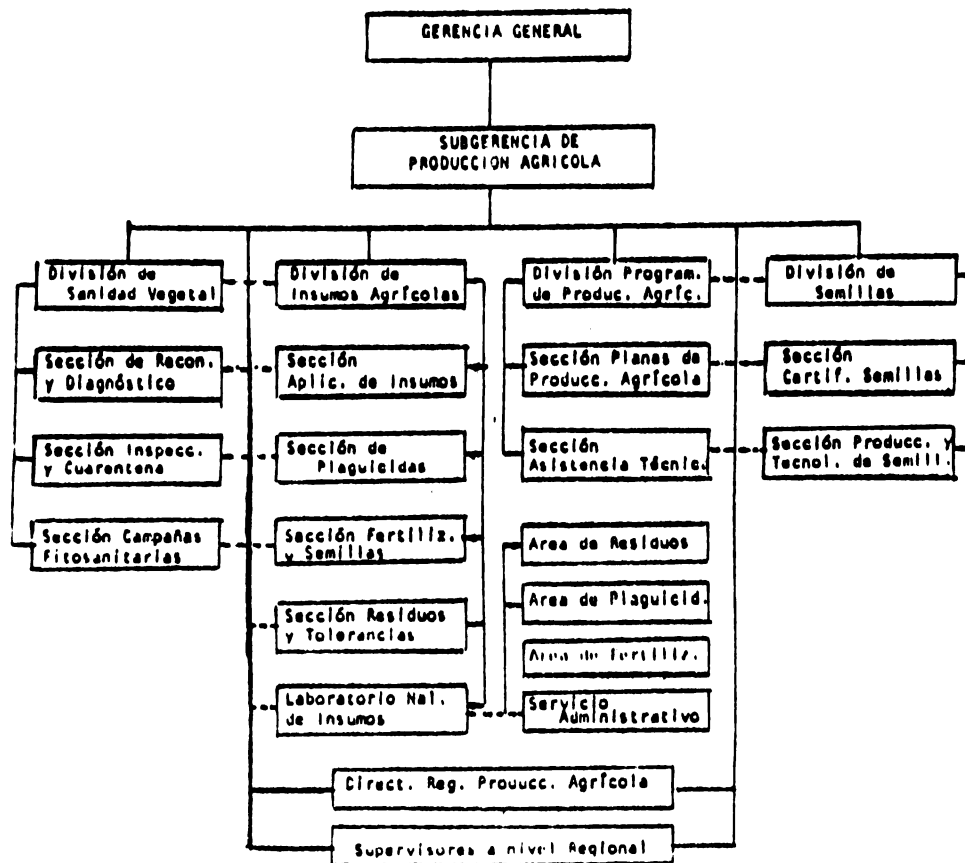
## B. Reglamentación General

Desde la misma iniciación del servicio de supervisión de los insumos, se han establecido respectivas regulaciones legales y técnicas, las que a través de los años han venido sufriendo transformaciones con el objeto de actualizarlas de conformidad con los avances tecnológicos. Estas regulaciones han sido complementadas con las normas del Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC el cual fue creado mediante Decreto 763 de 1964 como organismo asesor del Gobierno en lo relacionado con la normalización técnica en general.

A continuación se presenta una relación de las disposiciones que en materia de Insumos Agrícolas se encuentran vigentes en el país.

### 1. Leyes y decretos

Ley 203/38	Sobre Sanidad Vegetal
Decreto 1795/50	Sobre Sanidad Agropecuaria
Decreto 2733/59	Reglamenta el derecho de petición y dicta normas sobre procedimientos administrativos.
Decreto 843/69	Dicta disposiciones para el control de la industria y comercio de los abonos o fertilizantes, enmiendas, acondicionadores del suelo, alimentos para animales,



plaguicidas de uso agrícola, defoliantes, reguladores fisiológicos de las plantas, drogas y productos biológicos de uso veterinario.

- Decreto 1596/72** Dicta algunas disposiciones sobre normas técnicas de productos de insumos agropecuarios.
- Decreto 133/76** Reestructura el sector agropecuario.
- Decreto 950/77** Reglamenta parcialmente la Ley 23 de 1973 y el Decreto Ley 2811 de 1974 (DDT).
- Decreto 1589/77** Crea el Consejo Técnico Asesor para la Aviación Agrícola.

## 2. Ministerio de Agricultura

- Resolución 651/71** Dicta normas generales sobre el control de la calidad de las semillas para siembra en el país.
- Resolución 133/71** Delega funciones en el ICA, en materia de sanidad vegetal y animal y en el control de insumos agropecuarios.
- Resolución 134/71** Constituye un Comité Técnico Consultivo para la normalización de los productos e insumos agropecuarios.
- Resolución 211/72** Adiciona la Resolución 133 de 1971.
- Resolución 462/72** Adiciona la Resolución 651 de 1970 y dicta otras disposiciones.
- Resolución 108/74** Establece normas para el uso de plaguicidas en productos de origen vegetal y animal.
- Resolución 246/74** Adiciona la Resolución 211 de 1972.
- Resolución 447/74** Establece normas sobre el comercio y uso de insecticidas clorados en el cultivo del tabaco.
- Resolución 209/78** Prohíbe el uso de productos organoclorados en el cultivo del cafeto.
- Resolución 478/78** Se organizan Comités Regionales para el control de la Aviación Agrícola.
- Resolución 520/78** Se delegan funciones en el ICA en materia de control de calidad de los productos e insumos agropecuarios sujetos a norma oficial obligatoria.
- Resolución 550/79** Se complementan las funciones de los Comités Regiona-



les para la aviación agrícola.

3. De los Ministerios de Agricultura y Salud y el Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil.

**Resolución 6461/78**      Se dictan normas sobre el manejo y uso de los plaguicidas a base de la sustancia denominada genéricamente Chlordimeform y sus sales.

4. Del Instituto Colombiano Agropecuario - ICA.

**Resolución 17/70**      Dicta algunas disposiciones para el registro de Laboratorios de análisis químicos para el control de calidad de insumos agropecuarios.

**Resolución 1614/70**      Reglamenta el Decreto 843/69 en lo pertinente al control y vigilancia del cumplimiento de las garantías expresadas en los registros de los productos químicos de uso agrícola.

**Resolución 654/74**      Establece tolerancias permisibles de residuos de plaguicidas en hojas de tabaco destinado al consumo local y al comercio internacional.

**Resolución 2189/74**      Se cancelan los registros de productos fungicidas de uso agrícola a base de compuestos de mercurio.

**Resolución 1734/75**      Confiere una delegación en las Gerencias Regionales 2, 3 y 7 del ICA.

**Resolución 1086/76**      Se asigna una función a los Supervisores de Certificación de Semillas.

**Resolución 1172/76**      Se asignan funciones a los Supervisores de Asistencia Técnica Agrícola.

**Resolución 1226/76**      Da cumplimiento a las Resoluciones 651/70 y 462/72 del Ministerio de Agricultura, relativas al control de calidad de las semillas y deroga las Resoluciones del ICA 650 y 1733 de 1972 y 072 de 1973.

**Resolución 1875/83**      Se reestructura el Consejo Técnico de la División de Supervisión de Insumos Agrícolas, para plaguicidas de uso agrícola.

**Resolución 1949/83**      Se reestructura el Consejo Técnico Asesor de la División de Supervisión de Insumos Agrícolas para fertilizantes.

Resolución 1042/77	Se cancela un registro de venta (Phosvel)
Resolución 1345/77	Se delegan unas funciones y deroga la Resolución 1466 de 1974.
Acuerdo 011/77	Crea el Comité de Reclamos sobre Insumos Agrícolas y se establece su funcionamiento.
Resolución 749/79	Se cancelan los registros de venta de herbicidas a base de 2,4,5-T y 2,4,5-TP.
Resolución 982/79	Se adiciona la Resolución 1614/70.
Resolución 960/82	Se reglamenta el Decreto 843 de 1969 sobre régimen de la industria y comercio de los plaguicidas de uso agrícola, defoliantes y reguladores fisiológicos de las plantas.
Resolución 243/82	Se prohíbe la importación, producción y venta en el territorio nacional, de los plaguicidas de uso agrícola que contengan el compuesto DBCP.
Resolución 1237/82	Se adiciona la Resolución 1226/76 (Semillas)
Resolución 1257/82	Se reglamenta el Decreto 843 de 1969 sobre la industria y comercio de abonos o fertilizantes, enmiendas y acondicionadores del suelo y se deroga la Resolución 250 de 1976.
Resolución 1258/82	Se reglamenta la producción y venta del parásito <u>Trichogramma</u> spp. destinado al control biológico de algunas especies de insectos, plagas prevalentes en determinados cultivos del país y se deroga la Resolución 1170 de 1976.
Resolución 1875/82	Se otorga una autorización (reempaque de fertilizantes)
Resolución 087/83	Se modifica parcialmente la Resolución 960 de 1980
Resolución 100/83	Se reglamenta el uso y aplicación de insumos agrícolas.

##### 5. De las Gerencias Regionales del ICA

Resolución 234/77	Regional 6. Se establecen distancias para la aplicación de agroquímicos por vía aérea y terrestre.
Resolución 254/77	Regional 9. Se establecen normas sobre la aplicación de herbicidas.

- Resolución 563/79      Regional 4. Se establecen normas sobre la aplicación de herbicidas.
- Resolución 072/81      Regional 3. Se reglamenta la aplicación de los herbicidas hormonales.
- Resolución 413/82      Regional 1. Se establecen algunas normas mínimas para la aplicación de agroquímicos por vía aérea y terrestre y deroga la Resolución 269/80.

#### 6. Del Ministerio de Salud

- Resolución 1304/67      Establece una pauta de clasificación toxicológica y algunas normas para la protección de la salud individual y colectiva en el transporte y venta de plaguicidas.
- Resolución 388/68      Modifica y adiciona la Resolución 1304/67
- Resolución 1280/72      Dicta unas disposiciones sobre aplicación de plaguicidas.

#### 7. Del Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil.

- Resolución 6763/78      Se adicional con el literal d) el numeral 3.6.3.2.6 de los Reglamentos Aeronáuticos.
- Resolución 2408/79      Se modifica la Resolución 6763/78
- Resolución 3743/81      Se adicionan los Reglamentos Aeronáuticos
- Resolución 7168/81      Se modifica la Resolución 6763/78

#### C. Normas sobre Plaguicidas Agrícolas

De todas estas normas se hace referencia en especial de dos de ellas:

- Resolución No.960 del 2 de julio de 1980, del Instituto Colombiano Agropecuario, la cual reglamenta el Decreto 843 de 1969 sobre régimen de la Industria y Comercio de los plaguicidas de uso agrícola, defoliantes y reguladores fisiológicos de las plantas; y
- Resolución No.100 del 17 de enero de 1983 del Instituto Colombiano Agropecuario, la cual reglamenta el uso y aplicación de los Insumos Agrícolas.

# 1. Resolución No. 960 de 1980

Mediante esta Resolución, el ICA establece los requisitos que se deben cumplir en la importación, exportación, producción y distribución de los insumos agrícolas en Colombia.

Para su mejor comprensión, se establece una serie de definiciones de términos, de los cuales los más importantes son los siguientes:

<b>PRODUCTOR</b>	Toda persona natural o jurídica que fabrique o formule plaguicidas de uso agrícola, defoliantes, reguladores fisiológicos de las plantas o coadyuvantes, ya sea cumpliendo todos los procesos químicos o físicos a que haya lugar o solamente mediante alguno o algunos de ellos.
<b>EXPENDEDOR</b>	Toda persona natural o jurídica que se dedique a la venta de los productos relacionados con el literal anterior.
<b>IMPORTADOR</b>	Toda persona natural o jurídica que introduzca al país materias primas para la síntesis de materiales de grado técnico, material de grado técnico para la elaboración de plaguicidas de uso agrícola, defoliantes, reguladores fisiológicos de las plantas o coadyuvantes y productos terminados con destino a uso particular o para distribución sin que sufran ninguna transformación.
<b>PLAGUICIDA</b>	Toda sustancia de naturaleza química o biológica que sola o en combinación con coadyuvantes, se utilice para el control de insectos, ácaros, agentes patogénicos, nemátodos, malezas roedores y otros organismos nocivos a las plantas, a sus productos y derivados o para su preservación.
<b>DEFOLIANTE</b>	Toda sustancia capaz de causar la caída de las hojas de las plantas.
<b>INGREDIENTE ACTIVO</b>	Sustancia que determina en cualquier producto formulado el carácter plaguicida específico de la misma.
<b>PRODUCTO FORMULADO</b>	Presentación comercial de los productos de que trata la Resolución.
<b>PRUEBA DE EFICIENCIA</b>	Trabajo experimental para comprobar la actividad biológica o la acción física de los plaguicidas de uso agrícola, defoliantes, reguladores fisiológicos de las plantas y coadyuvantes.

### a. Registro de los Productores

Toda persona natural o jurídica que quiera dedicarse a la producción de plaguicidas en Colombia, requiere registrarse en el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, para lo cual debe cumplir con la siguiente información y documentos:

- Nombre y dirección del peticionario
- Indicación de las instalaciones, personal técnico y descripción de los procesos generales de producción que está en capacidad de desarrollar.
- Certificado de la Cámara de Comercio sobre constitución y representación legal, si se trata de persona jurídica o matrícula mercantil o si de persona natural, expedido con fecha no mayor de 180 días al momento de presentar la solicitud.
- Existencia de un laboratorio de control interno de calidad bajo responsabilidad directa del interesado o copia auténtica de contrato para este fin con un laboratorio registrado en el ICA.
- Certificado de las autoridades de Salud en el que conste que los lugares de producción y almacenamiento cumplen los requisitos exigidos por el Ministerio de Salud.
- Recibo oficial de pago de la tarifa ICA establecida

#### 1) Requisitos de Producción

Para efectos de la producción los interesados deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Contar con dirección técnica permanente ejercida por un profesional idóneo inscrito en el ICA. Para la inscripción presentará solicitud con los datos personales, el título que lo acredite como profesional de la química reconocido conforme a la Ley y estampillas de Timbre Nacional por valor establecido por el Gobierno.
- Tener un Laboratorio de Control Interno de Calidad dirigido por un profesional idóneo, el cual deberá llevar registro de los análisis realizados y que será exhibido cuando lo soliciten los funcionarios autorizados del ICA.
- Poseer los métodos de análisis cualitativos y cuantitativos empleados en el control interno de calidad.
- Contar con los equipos y sistemas que se requieren, para los procesos de orden físico-químico o biológico correspondiente.

- Poseer sistema de sellado o cierre hermético de empaques o envases.
- Tener instalaciones apropiadas para el almacenamiento de materias primas y productos terminados.

Una vez cumplidos los anteriores requisitos, el ICA otorga el Registro de Productor, con una vigencia indefinida.

## 2) Obligaciones de los productores

Además del cumplimiento de los requisitos antes establecidos, los productores están obligados a:

- Diligenciar dentro del término fijado, los formularios que para fines estadísticos le suministre el ICA.
- Enviar a solicitud del ICA, la relación actualizada de los expendedores autorizados de sus productos.
- Autorizar la venta de sus productos a expendedores registrados en el ICA.
- Informar oportunamente al ICA cualquier cambio que altere la solicitud y requisitos aprobados.
- Cumplir las normas ICONTEC oficializadas y las disposiciones que sobre los productos dicte el ICA.

### b. Registro de los importadores

Toda persona natural o jurídica que se dedique a la importación de plaguicidas, debe registrarse en el ICA, para lo cual debe dar cumplimiento a la siguiente información y requisitos:

- Nombre y dirección del peticionario
- Clase de producto o productos a importar
- Certificado de la Cámara de Comercio sobre constitución y representación legal, si se trata de persona jurídica, o matrícula mercantil si de persona natural, expedido con fecha no mayor de 180 días.
- Certificado de la autoridad de salud en el cual conste que las instalaciones para el almacenamiento de los productos cumplen con los requisitos exigidos por el Ministerio de Salud.
- Certificado del ICA en el cual conste que las instalaciones de almacenamiento permiten mantener las características de los

productos a importar.

- Recibo oficial de pago de la tarifa ICA establecida.

Cumplidos los anteriores requisitos, se concede el registro como importador, con una vigencia indefinida.

### c. Registro de los plaguicidas

Todos los productos que se comercialicen en el país, deben registrarse en el ICA, el cual tiene carácter de Licencia de Venta.

#### 1) Requisitos

Para obtener esta Licencia de Venta se debe dar cumplimiento a los siguientes requisitos:

- Nombre y dirección del solicitante
- Nombre comercial del producto, tipo de formulación, clase y material de los empaques o envases utilizados para la venta.
- Nombre, concentración y porcentaje en peso de los ingredientes activos y compuestos relacionados, indicando el nombre comercial y genérico de los posibles inertes que entren en la composición del producto.
- Concepto de eficiencia expedido por el ICA para ingredientes activos en formulaciones no registrados en el país.
- Certificado del Ministerio de Salud que clasifique su toxicidad y autorice su uso en el país.
- Proyecto de rotulado en original y cuatro copias a doble espacio elaborado conforme a lo indicado en la Norma ICONTEC 200 y demás disposiciones vigentes con inclusión de lo siguiente:

**Advertencia:** "El fabricante garantiza que las características físico-químicas del producto corresponden a las anotadas en esta etiqueta y que mediante pruebas de eficiencia se verificó que es apto para los fines recomendados, de acuerdo a las indicaciones de empleo, pero no asume responsabilidad por el uso que de él haga, porque el manejo está fuera de su control".

Los cultivos y demás usos agrícolas en los cuales puede utilizarse eficientemente el producto y los nombres vulgares y científicos de los insectos, malezas, hongos, bacterias, nemátodos, ácaros, roedores y demás plagas contra las cuales se recomienda.

Se prohíbe el uso de la palabra etcétera, sus similares y sinónimos.

- Fecha de formulación y vencimiento fijada por el titular del registro para cada uno de sus productos,
- Métodos de análisis cualitativos y cuantitativos empleados en el control interno de calidad y suministro de los patrones que el ICA requiera, incluyendo las características físico-químicas del producto.
- Métodos disponibles de análisis cuantitativos y cualitativos de residuos en cosechas, productos procesados, suelo y agua.
- Información disponible sobre degradación o metabolización en plantas, suelo y agua.
- Información disponible e indicaciones en el uso, en el país de origen y de otros países en donde se encuentre registrado.
- Información sobre sistemas de inactivación del producto.
- La solicitud llevará el visto bueno del jefe de control interno de calidad si el producto es formulado en el país o del Director del Laboratorio contratado para este fin.
- Recibo oficial de pago de la tarifa ICA establecida.

Para la obtención del Concepto de Eficiencia, el interesado debe someter su producto a Pruebas de Eficiencia en el país, las cuales pueden ser realizadas por entidades que cuenten con un Departamento Técnico de Investigación Agrícola como Facultades de Agronomía, Federaciones de Cultivadores, Compañías de Agroquímicos y Sociedades Técnicas especializadas dedicadas a esta actividad.

Para que las Pruebas de Eficiencia sean aceptadas por el ICA debe someterse a consideración de la División de Supervisión de Insumos Agrícolas, la siguiente información:

- Presentar para su aprobación, los proyectos de investigación, en original y tres copias, 45 días hábiles antes de iniciar los ensayos.
- Informes de progreso
- Resultados y conclusiones
- Resumen de la información técnica de laboratorio y campo, tanto nacional como extranjera.

A través de esta División con la colaboración de los Programas de Investigación del Instituto se supervisa la ejecución de los proyectos y se decide sobre los factores técnicos a considerar en la prueba respectiva. Esta labor del ICA se limita a las pruebas comerciales y semicomerciales.



Posteriormente se expide el Concepto de Eficiencia en base a los resultados de las pruebas, el cual puede ser modificado cuando sobrevengan circunstancias comprobadas que así lo requieran.

## 2) Obligaciones que los titulares de las licencias de venta de los productos

Las siguientes son las obligaciones de los titulares de las Licencias de Venta de los Productos:

- Mantener el contenido del ingrediente activo y demás características del producto, dentro de los límites de tolerancias establecidas en las normas ICONTEC o por el ICA, a saber:
  1. Mínimo 97% del valor garantizado  
Máximo 105% del valor garantizado
  2. Los productos fungicidas carbámicos tendrán como límite máximo y mínimo 105% y 95% del valor garantizado, respectivamente.
  3. Los plaguicidas formulados como concentrados emulsionables deberán cumplir con la Norma ICONTEC 292. Mientras se oficializa la norma ICONTEC correspondiente, el ICA establece las excepciones al cumplimiento de la misma.
- Utilizar los empaques o envases aprobados en la solicitud de registro oficial.
- No variar el rotulado aprobado sin la autorización previa del ICA.
- La literatura para propaganda hablada o escrita de estos productos debe ajustarse a las especificaciones del registro contenido en el rotulado aprobado. Queda prohibido la utilización del nombre del ICA para fines de promoción comercial.
- Permitir a los funcionarios del ICA, la toma de muestras necesarias para el control de calidad.
- Enviar dentro del plazo fijado, la información que para fines estadísticos le solicite el ICA.

Cumplidos los requisitos y obligaciones se expide la Licencia de Venta, con una vigencia de cinco años, renovable por períodos iguales.

## 3) Renovación licencias de venta

Los siguientes son los requisitos para obtener la renovación

respectiva:

- Nombre y dirección del solicitante
- Nombre comercial del producto, tipo de formulación, clase, material y capacidad de empaques o envases utilizados para la venta.
- Número de registro del producto en el ICA.
- Cualquier información que modifique la solicitud inicial de registro.
- Visto bueno del jefe de control interno de calidad o del Director Técnico del Laboratorio contratado para este fin.
- Original y tres copias del nuevo proyecto de rotulado debidamente verificado y aprobado por el programa respectivo del ICA.
- Renovación del Certificado del Ministerio de Salud que clasifique su toxicidad y autorice su uso en el país.
- Recibo oficial de pago de la tarifa ICA establecida.
- Lugar y fecha de entrega de la solicitud ante el ICA.

#### d. Registro de los expendedores

En Colombia todos los expendedores que se dediquen a la venta de los plaguicidas y productos afines deben registrarse en el ICA.

##### 1) Requisitos

Para obtener el registro, el interesado deberá presentar la solicitud ante la Regional del Instituto del Área de su jurisdicción, con la siguiente información y documentos:

- Nombre y dirección del solicitante
- Nombre y dirección del expendio
- Certificado de las autoridades de Salud en el que conste que los lugares de almacenamiento y expendio cumplen con los requisitos exigidos por el Ministerio de Salud.

##### 2) Obligaciones de los expendedores

Los expendedores tienen la obligación de:

- Vender únicamente plaguicidas y coadyuvantes de uso agrícola, defoliantes y regulares fisiológicos de las plantas con licencia de venta del ICA.
- Expendar los productos en los empaques y envases originales de las empresas productoras o importadoras. No podrá efectuarse operaciones de reenvase o reempaque de productos con destino a la venta, sin previa autorización del ICA y del titular del registro correspondiente quien se hace responsable solidariamente. Cuando por efectos del transporte y manipuleo de los productos haya necesidad de reempacar o reenvasar debe informarse al ICA.
- Almacenar los productos en tal forma que permita el mantenimiento de las características ofrecidas.
- Vender únicamente los productos que contengan los rótulos legibles, en buen estado, sin enmiendas y con fecha de vencimiento vigente.
- Permitir a los funcionarios autorizados del ICA las diligencias de inspección y toma de muestras para el control de calidad.
- Exigir la prescripción escrita de un profesional autorizado por el ICA para la venta de plaguicidas de categoría toxicológica I y II (alta y medianamente tóxico).
- Presentar la autorización escrita del titular de registro para la venta de sus productos, cuando lo exija el funcionario autorizado del ICA.

Cumplidos los requisitos exigidos, la Gerencia Regional del ICA, expide la Certificación que autoriza al Expendedor para vender los plaguicidas, la cual tiene una vigencia de cinco (5) años, renovable por períodos iguales, previo el cumplimiento de los requisitos anteriores.

**e. Importación de muestras de plaguicidas para la experimentación.**

Para la importación de toda muestra con destino a la experimentación debe contar con un concepto técnico previo expedido por el ICA, para lo cual se suministra la siguiente información:

- Nombre y dirección del solicitante
- Nombre o número clave del producto
- Grupo químico, concentración y clase de producto
- Cantidad a importar

- Localización de ensayos
- Area experimental aproximada
- Dosis aproximada a emplear
- Duración aproximada de los ensayos
- Uso específico que se dará al producto
- Entidad responsable de la experimentación
- Visto bueno del Director del Departamento Técnico
- Concepto del Ministerio de Salud
- Recibo oficial de pago de la tarifa ICA establecida

Este concepto es requisito para la aprobación de la importación por parte del Instituto de Comercio Exterior - INCOMEX.

f. Importación de materia prima y de productos terminados

La importación de materias primas, materiales técnicos, ingredientes activos e inertes utilizados en la síntesis y en la formulación nacional de plaguicidas y coadyuvantes de uso agrícola, defoliantes y reguladores fisiológicos de las plantas, así como los productos importados ya formulados o terminados, clasificados por el Arancel de Aduanas, requieren del concepto técnico previo del ICA. Para su obtención se requiere de la siguiente información y documentos:

- Nombre y dirección del solicitante
- Nombre comercial del producto
- Nombre genérico del ingrediente activo
- Concentración del ingrediente activo
- Productos que se elaborarán con el material técnico, o uso específico que se dará a los materiales importados.
- Número de licencia de venta expedida por el ICA para los productos a formular con el material importado.
- Cantidad a importar
- Valor FOB en US\$
- Posición Arancelaria
- Registro de importación de INCOMEX, debidamente diligenciado

- Factura proforma del INCOMEX
- Lugar y fecha de presentación de la solicitud ante el ICA, igualmente, este concepto es requisito indispensable para la aprobación de la importación por parte de INCOMEX.
- Recibo oficial de pago de la tarifa ICA establecida.

## 2. Resolución No. 100 de 1983

Esta Resolución del ICA determina que toda persona natural o jurídica que se dedique a la aplicación de agroquímicos, ya sea por vía aérea como terrestre, debe dar cumplimiento a los reglamentos que sobre el uso y aplicación establece la presente norma legal.

La Resolución, al igual que la 960 de 1980, establece una serie de definiciones, con el fin de aclarar algunos términos y evitar confusiones en su aplicación. Estas definiciones son:

- Empresa de Aplicación Aérea. Toda persona jurídica que se dedique a la aplicación aérea de insumos agrícolas y disponga de los equipos necesarios para su correcta aplicación y de la autorización de la Aerocivil.
- Piloto Agrícola. Persona que opera las aeronaves en labores de aplicación aérea de los insumos agrícolas y que cuenta con licencia del Departamento Administrativo de la Aeronáutica Civil, DAAC y con el carné del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.
- Aplicador Terrestre. Persona natural o jurídica autorizada por el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA para aplicar con fines comerciales, insumos agrícolas, utilizando los equipos apropiados.
- Aplicador de plaguicidas en productos vegetales almacenados. Persona natural o jurídica que con fines comerciales se dedica a la aplicación de plaguicidas, utilizando equipos apropiados y que cuenta con la autorización del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.
- Personal Auxiliar. Personal encargado del mantenimiento, preparación de las mezclas y aprovisionamiento de las aeronaves o de los equipos terrestres de aplicación de agroquímicos.
- Plaguicida. Todo producto o agente de naturaleza química o biológica que solo o en combinación con otros, se utilice para el control de insectos, ácaros, agentes patógenos, malezas, roedores u otros organismos nocivos a las plantas o a sus productos.
- Defoliante. Toda sustancia capaz de causar la caída de las hojas de las plantas.
- Regulador Fisiológico. Toda sustancia capaz de modificar o alterar

el comportamiento fisiológico de las plantas,

- Abono o Fertilizante. Todo producto que aplicado al suelo o a las plantas suministre a éstas uno o más nutrientes necesarios para su desarrollo y crecimiento.
- Equipo de Aplicación. Conjunto de elementos necesarios para la aspersión de fluidos o dispersión de sólidos.
- Aplicación a Alto Volumen. Es aquella en la cual el volumen de aplicación es igual o superior a 20 litros por hectárea.
- Aplicación a Bajo Volumen. Es aquella en la cual el volumen total a aplicar es inferior a 20 litros y superior a 5 litros por hectárea.
- Aplicación a Ultra-Bajo Volumen. Es aquella en la cual el volumen total de aplicación es inferior a 5 litros por hectárea y el producto se aplica sin mezclarse agua.

#### a. Empresas de aviación agrícola

Las licencias para la operación de las Empresas de Aviación Agrícola, las expide el Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil-AEROCIVIL - y no el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

Entre los requisitos que figuran para la obtención de la licencia respectiva, la empresa interesada debe adjuntar un certificado expedido por el ICA en el cual conste que sus instalaciones son apropiadas y que cuente con el equipo adecuado para las operaciones, como boquillas, bombas, balanzas bodegas de almacenamiento, tanques de aprovisionamiento de los agroquímicos, entre otros.

##### 1) Expedición de la certificación del ICA

Para su obtención, las empresas deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Todo el equipo y sistemas de aplicación deberán estar en condiciones que permitan una correcta aplicación de los productos.
- Disponer de los repuestos necesarios correspondientes a las partes del equipo de aplicación, en cantidad suficiente.
- Contar con el equipo mínimo, que permita pesar, medir y aprovisionar por separado herbicidas y otros productos que por incompatibilidad o fitotoxicidad requieran separarse.
- Disponer de tanques de mezcla que permitan preparar por separado los herbicidas de otros plaguicidas.

- Disponer de fuentes de agua de buena calidad que aseguren la eficiencia de la mezcla con los productos a aplicar.
- Contar con asesoría técnica permanente con un Ingeniero Agrónomo inscrito en el ICA. Para la inscripción el interesado deberá presentar solicitud anexando fotocopia autenticada de la matrícula profesional expedida por el Ministerio de Agricultura, estampillas de timbre nacional por el valor que fije la ley y recibo de pago por la tarifa establecida. Cuando el Ingeniero Agrónomo se encuentre inscrito en el ICA como Asistente Técnico de cultivos, deberá indicar el número de su carné y no requerirá la presentación de la matrícula profesional.

Cumplidos los requisitos establecidos, el ICA por intermedio del Servicio de Insumos Agrícolas de la Regional, elaborará el informe de la inspección ocular emitirá su concepto, el cual con el visto bueno de la Sección de Aplicación de Insumos de la División de Insumos Agrícolas, será remitido al Departamento Administrativo de la Aeronáutica Civil DAAC.

## 2) Obligaciones de las empresas

Las Empresas están obligadas a:

- Almacenar por separado los herbicidas de otros plaguicidas.
- Realizar todas las aplicaciones de acuerdo con la recomendación de un Ingeniero Agrónomo, para lo cual deberá exigir al agricultor la recomendación suscrita por el profesional respectivo.
- Efectuar todas las aplicaciones de acuerdo con la recomendación de un Ingeniero Agrónomo, para lo cual deberá exigir al agricultor la recomendación suscrita por el profesional respectivo.
- Efectuar todas las aplicaciones siguiendo las normas sobre calibración y utilización de equipos, anchos o fajas de cubrimiento, horas de aplicación, alturas de vuelo, márgenes de seguridad para cultivos susceptibles y demás aspectos técnicos que recomiende el ICA.
- Para la utilización de nuevos equipos y sistemas de aplicación se deberá tener aprobación del ICA.
- Permitir la supervisión y calibración de los equipos de aplicación con la frecuencia que sea necesaria, de acuerdo con el criterio de los funcionarios del ICA.
- Todas las aeronaves deben tener en forma legible las escalas de tierra (color negro) y de vuelo (color rojo) en la pared del tanque dentro de la cabina del piloto.

- Enviar al ICA dentro de los diez (10) primeros días de cada mes la relación de las aplicaciones efectuadas y las copias del cumplido de vuelo u orden de trabajo, debidamente firmado por el agricultor y las copias de las recomendaciones hechas por el Ingeniero Agrónomo, indicando:
  1. Nombre de la Empresa
  2. Nombre del piloto que efectuó el vuelo y número del carné del ICA
  3. Cultivo y hectáreas tratadas
  4. Lugar donde se cumplió la aplicación (finca, lote, vereda, Municipio)
  5. Nombre del producto y dosis por unidad de superficie
  6. Fecha y hora de solicitud para la aplicación.
  7. Fecha y hora de aplicación.
  8. Nombre del Ingeniero Agrónomo que hizo la recomendación y número del récord.
- Efectuar las aplicaciones dentro de las 48 horas siguientes a la solicitud del agricultor. Cuando el aplicador no pueda realizar la aplicación por fuerza mayor, deberá comunicarlo oportunamente al agricultor para fijar nueva fecha para la aplicación.
- Utilizar en las operaciones pilotos debidamente registrados en el ICA.
- Cuando en caso de emergencia, el piloto se vea obligado a descargar el contenido del tanque de la aeronave o al aterrizaje en pistas no autorizadas para operaciones de aplicación aérea, el aplicador aéreo deberá adoptar medidas necesarias para evitar los daños a la salud y a los cultivos y comunicar el hecho inmediatamente a la oficina más cercana de salud y del ICA.
- Exigir al agricultor, bajo responsabilidad de la empresa, el bandereo fijo de los lotes a tratar para lo cual el aplicador aéreo dará al agricultor las indicaciones de acuerdo con el tipo de aeronave que realizará la operación. Queda terminantemente prohibido el bandereo humano.
- Diligenciar los formularios que para fines estadísticos le suministre el ICA.
- Cuando la empresa requiera utilizar una nueva pista de



operación, deben solicitar autorización del ICA, para lo cual debe contar con dos (2) tanques de mezcla, uno para herbicidas y otros para insecticidas y fungicidas, equipos para pesar y medir los productos y un análisis oficial del agua que utilizan para las mezclas de los mismos.

- Las aplicaciones aéreas de plaguicidas defoliantes, reguladores fisiológicos de las plantas y fertilizantes para aplicación líquida deben realizarse entre las 6 y 11 de la mañana y entre las 3 y 6 de la tarde y de conformidad con las disposiciones vigentes sobre la materia.
- Mantener el equipo de aplicación en perfecto estado de funcionamiento en tal forma que permita una correcta aplicación. Es obligación del aplicador cambiar las piezas que estén desgastadas o deterioradas.
- Inscribir semestralmente en la oficina de Supervisión de Insumos Agrícolas del ICA más cercana, el número de aeronaves y pilotos, con que vayan a operar, con su debida matrícula del avión y registro del piloto en el ICA, e informar oportunamente sobre las novedades que se sucedan.
- De común acuerdo con el agricultor, tomarán las medidas necesarias para evitar la presencia de personas en el lote objeto de tratamiento.
- En el cumplimiento de vuelo, dejar constancia escrita y firmada por el agricultor del estado de los envases o empaques del producto a aplicar cuando se lleven abiertos.
- Cancelar oportunamente las cuentas de cobro que por concepto de supervisión le envíe el ICA.

#### b. Registro de pilotos agrícolas

Todo piloto que en Colombia se dedique a las labores de aplicación aérea de agroquímicos debe registrarse en el ICA. Los requisitos son los siguientes:

1. Solicitud en papel común con nombre, identificación y dirección.
2. Fotocopia autenticada de la licencia de piloto, expedida por el DAAC.
3. Certificado de aprobación de un curso teórico-práctico sobre técnicas de aplicación de agroquímicos expedido por el ICA.
4. Recibo oficial de pago Tarifa ICA establecida
5. Dos fotografías tamaño cédula.

Una vez cumplidos los anteriores requisitos se registra el piloto y se le expide un carné que lo acredita como tal, con una vigencia de cinco (5) años, renovable por períodos iguales.

#### 1) Obligaciones de los pilotos agrícolas

Además del cumplimiento de los anteriores requisitos, los pilotos están obligados a:

- Realizar todas las aplicaciones de acuerdo con la prescripción hecha por un Ingeniero Agrónomo, para lo cual debe exigir a la Empresa el record expedido por el profesional respectivo.
- Efectuar todas las aplicaciones siguiendo las normas sobre calibración y utilización de equipos, anchos o fajas de cubrimiento, tamaño de gota, alturas de vuelo, horas de aplicación, márgenes de seguridad para cultivos susceptibles y demás aspectos técnicos.
- Realizar las aplicaciones únicamente en lotes con sistemas de bandereo fijo, para lo cual el piloto o la Empresa darán al agricultor las indicaciones del caso, para que pueda hacer el bandereo adecuado.
- Cuando en el caso de emergencia el piloto se vea obligado a descargar el contenido del tanque de la aeronave o al aterrizaje en pistas no autorizadas para operaciones de aplicación aérea, debe comunicar el hecho inmediatamente a la oficina de Salud más cercana y del ICA.
- Registrarse y mantener vigente el carné expedido por el ICA.

#### c. Registro de los aplicadores terrestres de agroquímicos en cultivos

Las personas o empresas que se dedican a aplicación de agroquímicos en cultivos, requieren de registro previo en el ICA.

##### 1) Requisitos

Los siguientes son los requisitos a los cuales se debe dar cumplimiento para obtener el respectivo registro de aplicador terrestre.

- Nombre, dirección e identificación del solicitante.
- Zona o zonas de operación, indicando su jurisdicción
- Descripción de equipos indicando marcas, modelo y capacidad total de operación.

- Lista de personal encargado de dirigir o efectuar las operaciones de aplicación. La empresa debe acreditar ante el ICA al momento de tramitar la solicitud que el personal empleado reúne los requisitos para llevar a cabo las funciones de operación, mediante una certificación del asesor técnico de la empresa.
- Licencia de la autoridad de Salud para cada jurisdicción.
- Informe expedido por el ICA en el cual conste que el equipo de aplicación se encuentra en condiciones tales que permitan una correcta aplicación de los productos.
- Certificación de la Cámara de Comercio sobre existencia y representación legal, si se trata de personal jurídica; o matrícula mercantil, si de personal natural, expedido con fecha no mayor a 180 días.
- Contrato de asesoría técnica, suscrito con un Ingeniero Agrónomo registrado en el ICA. Para el registro el interesado debe presentar solicitud al ICA, anexando fotocopia de la tarjeta profesional expedida por el Ministerio de Agricultura y una estampilla de timbre nacional por el valor que fije la Ley.

Los equipos y sistemas a utilizar son sometidos a comprobación por parte de los funcionarios del ICA autorizados.

## 2) Obligaciones de los aplicadores terrestres en cultivos

Entre las obligaciones principales que deben cumplir durante el proceso de operación, figuran las siguientes:

- Almacenar los plaguicidas en depósitos destinados para tal fin, debidamente señalados, en adecuadas condiciones de ventilación, iluminación y protegidos de condiciones ambientales que puedan deteriorar los productos o afectar cultivos, animales o personas. Se mantendrá separación física entre los distintos plaguicidas y no se guardarán en tales depósitos alimentos, utensilios, ropas o materiales que una vez contaminados puedan representar riesgos para la salud o el ambiente.
- Realizar todas las aplicaciones de acuerdo con la prescripción hecha por un Ingeniero Agrónomo o Asistente Técnico, para lo cual debe exigir al agricultor el récord del profesional respectivo.
- Efectuar todas las aplicaciones siguiendo las normas sobre utilización de equipos y productos, horas de aplicación, márgenes de seguridad para cultivos susceptibles y demás

aspectos técnicos recomendados por el ICA.

- Enviar mensualmente al ICA la información sobre las aplicaciones efectuadas, indicando:

Nombre del agricultor

Cultivo y hectáreas tratadas

Nombre de la finca, lote, vereda y municipio

Nombre y dosis del producto aplicado

Fecha de solicitud de la aplicación

Fecha de la aplicación

Nombre del Agrónomo que hizo la recomendación

- Efectuar el lavado de los tanques y del equipo después de cada aplicación.

Una vez cumplidos todos los requisitos, se concede el registro respectivo, con una vigencia de cinco años, renovable por períodos iguales. Para la renovación del registro se deberá dar cumplimiento a los mismos requisitos anteriores.

d. Registro de los aplicadores de plaguicidas en productos vegetales almacenados.

Al igual que todos los anteriores, las personas o empresas que se dediquen a la aplicación de plaguicidas en productos vegetales almacenados deben registrarse en el ICA.

Cabe destacar que esta actividad se lleva a cabo principalmente en puertos y aeropuertos y puestos fronterizos y bodegas de almacenamiento.

1) Requisitos

Los requisitos para la obtención<sup>1</sup> del registro respectivo son los siguientes:

- Nombre, dirección e identificación del solicitante.
- Zona o zonas de operación, indicando su jurisdicción
- Descripción de equipos, indicando marca, modelo y capacidad total de operación.
- Licencias de las autoridades de salud para cada zona de operación.

- Lista del personal encargado de dirigir las operaciones de aplicación.
- Informe expedido por el ICA, en el cual conste las perfectas condiciones de operación del equipo de aplicación.
- Certificado de la Cámara de Comercio sobre existencia y representación legal, si se trata de persona jurídica o matrícula mercantil, si de persona natural, expedido con fecha no mayor de 180 días.
- Contrato de asesoría técnica permanente con un Ingeniero Agrónomo debidamente registrado en el ICA.
- Recibo oficial de pago de la tarifa ICA establecida para tal concepto.

Los equipos y sistemas son sometidos a comprobación por parte de los funcionarios del ICA.

## 2. Obligaciones de los aplicadores de plaguicidas en productos vegetales almacenados

Sus obligaciones son:

- Realizar todas las aplicaciones de acuerdo con la prescripción hecha por un Ingeniero Agrónomo registrado en el ICA.
- Toda aplicación de plaguicidas debe efectuarse de acuerdo con las normas de uso de los equipos y las instrucciones señaladas en las etiquetas aprobadas para cada producto.
- Utilizar en las operaciones solamente personas autorizadas por los organismos de Salud y el ICA.
- Mantener registro actualizado sobre los trabajos realizados y enviar mensualmente al ICA la información sobre cumplimiento de aplicaciones, indicando:

Nombre de la entidad o personas contratante

Clase de producto tratado

Cantidad tratada

Nombre y dosis del producto aplicado

Fecha de aplicación

Nombre del Agrónomo

Cumplidos los anteriores requisitos el ICA concede el registro, el cual tiene una vigencia de cinco años, renovables por períodos iguales, previo el cumplimiento de las mismas exigencias mencionadas anteriormente.

#### e. Aplicación de herbicidas

Teniendo en cuenta el peligro que ofrece la aplicación de esta clase de productos, el ICA ha establecido una serie de condiciones y requisitos tendientes a minimizar los daños que pueden ocasionar, derivados de un deficiente manejo en el campo.

Estas condiciones son:

La aplicación de herbicidas solo puede efectuarse previa presentación de la recomendación suscrita por un Ingeniero Agrónomo. Los Gerentes Regionales del ICA establecen en el territorio de su jurisdicción, las condiciones mínimas necesarias para realizar una correcta aplicación, tanto por vía aérea como terrestre, de agroquímicos.

La aplicación aérea y terrestre de herbicidas es responsabilidad de la Empresa de aplicación aérea o de aplicación terrestre que la realice.

Prohíbese la aplicación aérea de herbicidas que el ICA determine de alta volatilidad, solo o en mezclas.

Al aplicar mezclas de agroquímicos que contengan herbicidas, la Empresa o el Aplicador debe guardar estrictamente las recomendaciones del Ingeniero Agrónomo, estipuladas en el record y las disposiciones que sobre el particular haya emitido la Regional del ICA, en cuya jurisdicción se realice la aplicación.

Si algún envase con producto no llega con sellos y tapa de seguridad originales de la casa formuladora, el agricultor se hará responsable por los daños de fitotoxicidad que se pueda presentar con la aplicación, para lo cual la Empresa o el aplicador, deja constancia escrita y firmada por el agricultor en el contrato de Servicio.

La aplicación aérea de herbicidas hormonales de baja volatilidad (aminas) con equipos convencionales debe realizarse teniendo en cuenta que las boquillas tengan un ángulo de 180° hacia atrás con relación a los planos de la aeronave, cuando esta esté asperjando.

Si se presentaren daños a cultivos susceptibles por aplicación de herbicidas, la persona responsable del cultivo afectado debe poner en conocimiento del ICA tal situación, dentro de los ocho días siguientes a la aplicación. La dependencia del ICA que conozca el caso debe disponer la realización de las diligencias que considere necesarias, entregar el concepto técnico a la persona reclamante y continuar las investigaciones tendientes a definir responsabilidades para aplicar las sanciones a que hubiere lugar.

El ICA colabora con las autoridades de Salud y el INDERENA en el estudio sobre casos de contaminación o intoxicaciones, a solicitud de estos organismos.

Teniendo en cuenta el incremento que en los daños se registra en la actualidad, el ICA ha facultado a sus Gerentes Regionales mediante Resolución No. 2118 del 8 de agosto de 1983, para prohibir o restringir su uso en el área de su jurisdicción, de conformidad con las circunstancias que así lo exijan.

#### f. Otras disposiciones

Como complemento a las actividades anteriores, el Instituto ha considerado conveniente dictar otras disposiciones adicionales, tales como:

- No se pueden efectuar aplicaciones aéreas ni terrestres, durante el tiempo mínimo que deba transcurrir entre la última aplicación de plaguicidas y la recolección de productos para consumo humano o animal, de acuerdo con lo aprobado en el rotulado de productos.
- Cuando en zonas adyacentes a las áreas de aplicación de agroquímicos se desarrollan actividades como apicultura, piscicultura, cunicultura, avicultura o cualquier otra especie susceptible, es responsabilidad del Ingeniero Agrónomo de Asistencia Técnica, del agricultor y de la empresa aplicadora, disponer las medidas necesarias para evitar daños a cultivos, personas, animales y el medio ambiente.
- La utilización de plaguicidas en mezclas no formuladas en un solo envase, se realizará bajo la responsabilidad del Ingeniero Agrónomo que la recomienda.
- Para la aplicación de plaguicidas que cuenten con reglamentación especial, debe tenerse en cuenta las restricciones establecidas para su utilización.

#### D. Control Oficial y Sanciones

Como se mencionó anteriormente, el ICA cuenta con una estructura orgánica, tanto a nivel nacional como a nivel regional y local, para llevar a cabo las actividades de supervisión y control de los Insumos Agrícolas en todo el país.

Esta acción supervisora se puede dividir en dos actividades principales:

- Una actividad muy importante, de Capacitación y Educación de la comunidad en general, como agricultores, profesionales de asistencia técnica agrícola, productores, importadores, expendedores y usuarios en general, mediante cursos, conferencias, simposios, sobre el Manejo y Uso Correcto de los Insumos.

- Una actividad de control propiamente dicha, mediante la cual el ICA hace cumplir los requisitos establecidos para cada una de las actividades anteriormente descritas. Esta se realiza mediante visitas de comprobación de los funcionarios del ICA autorizados a las fábricas, depósitos, expendios, lugares de uso, empresas de aplicación y pistas.

Para comprobar si los productos que se encuentran en el mercado tienen licencia de venta y están cumpliendo con las garantías expresadas en los registros respectivos, los funcionarios toman las muestras necesarias para ser sometidas a análisis de laboratorio.

Para realizar estos análisis, el ICA cuenta con el Laboratorio Nacional de Insumos Agrícolas, localizado en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá" en Mosquera (Cund.), dotado especialmente para analizar la gran mayoría de los ingredientes activos de plaguicidas que se comercializan actualmente.

Cuando un producto resulta fuera de las normas hay lugar a sellado y posterior decomiso de los mismos sin indemnización, acción que es ejecutada por los profesionales del ICA autorizados.

Las violaciones se sancionan de conformidad con la legislación vigente, especialmente con los Decretos 843 de 1969 y 1596 de 1972 y las Resoluciones 633 de 1971 y 520 de 1978 expedidos por el Ministerio de Agricultura.

Finalmente, con el deseo de mantener informado a los interesados, el ICA publica periódicamente aspectos relacionados con resultados de los análisis practicados en el Laboratorio, importaciones, exportaciones, producción y venta de productos, empresas y productos registrados y cualquier otra información que se considere de interés en general.



## LITERATURA CONSULTADA

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, División de Supervisión de Insumos Agrícolas. In Legislación Colombiana Sobre Insumos Agrícolas. Bogotá, ICA, Manual Administrativo No. 21, 1983. 289 p.

\_\_\_\_\_, División de Supervisión de Insumos Agrícolas. In Manual de Normas y Procedimientos. Bogotá, ICA, Manual administrativo No. 10, 1981. 119 p.

\_\_\_\_\_, División de Supervisión de Insumos Agrícolas. In Listado sobre Plaguicidas. Productos Registrados. Bogotá, ICA, 1983.

\_\_\_\_\_, División de Supervisión de Insumos Agrícolas. In Tabulados sobre Estadísticas de Plaguicidas. 1975 - 1982. Bogotá, ICA.

MORALES R., C.A. Regulaciones para la Importación y Venta de los Insumos Agrícolas. Bogotá, ICA, División Supervisión Insumos Agrícolas 1983. 11 p.

## EL GORGOJO KHAPRA (Trogoderma granarium Everts)

### PLAGAS EXOTICAS EN PRODUCTOS ALMACENADOS

Homero R. Mora Medina\*

#### A. Importancia Económica

El gorgojo khapra (Trogoderma granarium Everts) está considerado como la peor plaga de los productos almacenados; ataca prácticamente a todo y sus infestaciones han reducido a la ruina a muchos propietarios y puesto en peligro la economía de los países donde infesta. En la actualidad son enormes las sumas de dinero que los países afectados gastan en su control y erradicación y en prevención aquellos que todavía están libres.

Además del daño que causa a los productos en sí, el khapra incide en la economía de un país a causa de las restricciones cuarentenarias de que es objeto por parte de otros países y de los gastos por tratamientos preventivos que debido a esta causa es necesario aplicar en todas las operaciones de importación y exportación.

#### B. Clasificación

Orden:	Coleóptera
Familia:	Dermestidae
Género:	Trogoderma
Especie:	Granarium

#### C. Ciclo de Vida, Apariencia y Hábitos

##### 1. Huevo

Los huevecillos del Khapra son diminutos y fácilmente se confunden con pequeñas partículas de granos o productos atacados. Son depositados libremente en los alimentos o productos infestados, con un alto porcentaje de mortalidad, en comparación con el nivel de larvas y pupas. La duración del período embrionario es de uno a dos semanas. Cada hembra deposita un promedio de 50 huevecillos, aunque en ciertos casos sobrepasan los 100 en condiciones óptimas de temperatura.

2. Recién nacida es de color blanco amarillenta y mide alrededor de 1.8 mm. de largo. Cuando está plenamente desarrollada alcanza una longitud de 3 a 6 mm. y es una larva amarillenta café rojiza, con los intersegmentos

---

\* Ingeniero Agrónomo M.S. Servicio de Inspección y Cuarentena Vegetal ICA.  
Calle 37 No. 8-43 Bogotá, Colombia.

más claros dando la apariencia de estar anillada; además se encuentra cubierta de pelos largos de color café y densos mechones de asticetas que se insertan en la superficie esclerosada y en posición latero dorsal de los segmentos torácicos y abdominales; los mechones llegan a ser más densos en los últimos segmentos abdominales.

Los caracteres del diagnóstico de una larva de *Khapra* son microscópicos y las observaciones requeridas para el examen deben estar dirigidas a las antenas, a los tres últimos segmentos abdominales y a la epifaringe.

Las antenas del *Khapra* están formadas por tres segmentos de aproximadamente la misma longitud, con las setas del segmento basal antenal suficientemente largas para alcanzar y sobrepasar el segundo segmento, dispuestos además en verticilo, rodeando casi completamente dicho segmento basal.

Los tres últimos segmentos abdominales a diferencia de otras especies no presentan evidencia de la sutura antecostal; si acaso el siete terguito abdominal la tiene muy tenue o interrumpida faltando siempre en el ocho y nueve segmentos.

En la epifaringe de las larvas del *Khapra* existe una cúcula sensorial con cuatro papilas interiores a diferencia de las otras especies que presentan seis.

La longevidad de las larvas depende especialmente de la temperatura y alimentación. Taylor (1924) indica que puede haber reproducción y desarrollo larvario en alimentos que contengan tan sólo un 2% de humedad. De acuerdo a las condiciones de alimentación y temperatura, la fase larvaria puede cumplirse en un período de 26 días a muchos años.

### 3. Pupa

El estado pupal varía entre 2 y 23 días de acuerdo a las condiciones de temperatura. Dicha pupación se realiza dentro de la última muda y cuando el adulto va a emerger se rompe longitudinalmente y por la parte dorsal permite la salida.

### 4. Adulto

Es un pequeño gorgojo de 1.8 mm. de longitud y 0.95 a 1.7 mm. de ancho. El cuerpo es subparalelo y moderadamente convexo, la superficie dorsal tanto del pronoto como de los élitros está moderada y densamente cubierta de pelos finos formando grupos de color café claro u oscuros, negros, amarillos y aún blancos entremezclados, entre sí, dándole al insecto una débil puntuación estriada, que constituye un carácter que puede ayudar a la diferenciación con otras especies del mismo género.

El gorgojo *Khapra* adulto posee un carácter suplementario de las formas del proceso metaesternal medio anterior en forma convexa a diferencia de los demás géneros que lo poseen en otras formas. No obstante el carácter taxonómico definido se encuentra en la genitalia del macho; ésta tiene una anchura de más de dos terceras partes de la longitud de su propio edeago y en el

puede que una transversalmente dicha genitalia, es tan gruesa o más que el edeago en el punto donde se cruzan.

De acuerdo a la opinión de Freemann (1951), los adultos raramente viven más de 12 días, sin embargo Voekel (1924) observó que la longevidad de los adultos dependen fundamentalmente de la temperatura que encontró que a 39.5°C viven de ocho a diez días, en cambio a 10°C su vida se prolonga de 92 a 147 días..

#### D. Indicios de una Infestación

El indicio más aparente de la presencia del gorgojo Khapra es la presencia de larvas y sus mudas que en una infestación intensa se encuentran por millones localizándose sobre la superficie y a escasa profundidad.

#### E. Diseminación

Aunque los adultos poseen alas, nunca las usan, de tal forma que no es posible que se diseminen por su propia cuenta. En la mayoría de los casos la diseminación del insecto es efectuada por el hombre, mediante el transporte de artículos de consumo infestados. Igualmente los vehículos de transporte infestados, proporcionan un excelente medio para la diseminación del gorgojo Khapra.

#### F. Métodos de Control

##### 1. Control preventivo

El control preventivo o cuarentenario se efectúa mediante disposiciones tecnicolegales tendientes a regular, restringir o prohibir la introducción o movilización de determinados materiales con la finalidad de evitar o retardar la llegada de la plaga.

##### 2. Control cultural

La sanidad y limpieza de los productos almacenados es una condición indispensable para evitar la infestación. Además los productos deben estar almacenados y procesados adecuadamente y no deben permanecer en almacenamiento por períodos mayores de seis meses.

##### 3. Control químico

Según el Plant Quarantine del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el Bromuro de Metilo es el fumigante con el cual se obtienen los mejores resultados sobre todo cuando la temperatura del producto infestado es superior a los 15.5 grados centígrados.

La utilización de fosfamina es así mismo efectiva, sobre todo cuando hay menores temperaturas, y en la fumigación de semillas para la siembra, las cuales son afectadas por dosis altas de Bromuro de metilo requeridas para el control de gorgojo Khapra.

Las dosis y tiempo de exposición se presentan en el siguiente cuadro.

## LITERATURA CONSULTADA

## BIBLIOGRAFIA

1. BERG, R.H. El gorgojo Khapra. In: Manual Entomológico 7a. parte OIRSA. San Salvador, República El Salvador C.A., p. 1-27. 1963.
2. BROWN, A.W. Insect Control by Chemicals. New York, 1951, John Willey & Sons Inc., pp. 817.
3. COTTON, R.T. Insect pest of Stored grain and grain product, identification, habits and methods of control. Burgens Pu. Co. Minneapolis, 1950. 244 pp.
4. DAVINSON, R.H. Insect pest of farm, garden and orchards. London, 1966 John Willey & Sons Inc. 675 pp.
5. HARPER, R.W. The Khapra Beetle; Its life, history, habits, ecology and distributions. Circular E-53. State of California Department of Agriculture. Sacramento California.
6. REPUBLIC OF SOUTH AFRICA. Summary of Phytosanitary Import Requirements. Department of Agricultural Technical Services, Division of Plant and seed control, 15 BN 0 621 03842 3.

## PROGRAMA PARA LA FUMIGACION DE MERCANCIAS CONTRA

## EL CIRCULO ROYAL

MERCANCIA	FUMIGANTE	Temperatura de la mercancía	Dosis gramos en M <sup>3</sup>	Horas de Exposición	OBSERVACIONES
Granos o semillas encogidas o en paquetes tratados en cámaras apertadas.	Bromuro de metilo	32.2 o más 26.4 - 31.7 21.1 - 26.1 15.6 - 20.6 10.0 - 15.0	40.5 57.0 73.0 94.0 162.0	12 12 12 12 12	Se recomienda que la fumigación de las mercancías no se haga si su temperatura es mayor de 15.6°C a menos que sea absolutamente necesario.
Mercancías encastalladas o en paquetes y tratadas bajo carpas en furgones, camioneros, o locales (distintos a las cámaras apertadas 12 horas en exposición).	Bromuro de metilo	32.2 o más 26.7 - 31.7 21.1 - 26.1 15.6 - 20.6	40.5 57.0 73.0 97.0	12 12 12 12	La dosis inicial no debe ser mayor de lo estipulado, sin embargo, si el local no es hermético se aumentará la dosis ya sea inicialmente o al tratar, para compensar las fugas de Bromuro de metilo.
Mercancías encastalladas o en paquetes, tratadas bajo carpas, en furgones, camioneros o locales distintos a las cámaras apertadas	Bromuro de metilo	32.2 o más 26.7 - 31.7 21.1 - 26.1 15.6 - 20.0	65.0 98.0 128.0 192.0	24 24 24 24	Se considera que este programa se usará para productos finamente molidos, como la harinolina, donde es difícil obtener la dosis estipulada en el caso de 12 hrs.
Tratamiento de mercancías a granal-Trigo, cebada, maíz, maíz desgranado, alimentos mezclados para animal, etc.	Bromuro de metilo	32.2 o más 26.7 - 31.7 21.1 - 26.1 15.6 - 20.0	40.5 57.0 73.0 97.0	12 12 12 12	La dosis inicial no debe ser menor de la estipulada; si hay fugas, se aumentará el Bromuro ya sea inicialmente o durante el tratamiento, para ajustar la dosis. En las 2-4 horas se sostendrá la concentración o se mantendrá arriba para la fumigación final.

mercancía	FEUICASTE	Temperatura de la mercancía	Dosis gramo en H <sub>2</sub>	Horas de Exposición	OBSERVACIONES
Tratamiento de sacos y abrigos usados, usando el analizador de gases TIC	Bromuro de metil	32.2 o más	65.0	24	
		26.7 - 31.7	96.0	24	
		21.1 - 28.1	128.0	24	
		15.0 - 20.6	192.0	24	
Tratamientos de sacos y abrigos usados donde no hay analizador TIC disponible. CAMARA APROBADA carpas CAMARA AL VACIO	Bromuro de metilo	15.6 o más	113.0	24	
		4.4 - 15.6	160.0	24	
		15.6 - más	130.0	24	
		4.4 - 15.6	170.0	24	
		15.6 o más	130.0	3	
		4.4 - 15.6	146.0	3	
Granos o semillas a granel	Fosfamina	8 - 13°C	6 Tab.18 gra.	120	
		12 - 15°C	6 Tab.18 gra.	96	
		15 o más	6 Tab.18 gra.	72	
Mercancía encastalada o en paquetes	Fosfamina	8 - 12°C	10 Tab.30 gra.	120	
		12 - 15°C	10 Tab.30 gra.	96	
		15 o más	10 Tab.30 gra.	72	
Silos con granos	Fosfamina	8 - 12	4 Tab.12 gra.	120	
		12 - 15	4 Tab.12 gra.	96	
		15 o más	4 Tab.12 gra.	72	
Furgones, camiones	Fosfamina	8 - 12	10 Tab.30 gra.	120	
		12 - 15	10 Tab.30 gra.	96	
		15 o más	10 Tab.30 gra.	72	



# EVALUACION TOXICOLOGICA Y RESIDUALIDAD DE ALGUNOS PLAGUICIDAS EN PRODUCTOS ALMACENADOS

Por: Ruby Londoño Uribe\*

## Introducción

La necesidad del suministro de alimentos ha llevado al uso de productos químicos para la protección de los mismos no solamente durante el cultivo, sino también en el almacenamiento y transporte. Si bien algunas de las sustancias químicas usadas con este fin no contaminan los productos tratados, existen otras que a pesar de utilizarse con arreglo a prácticas agrícolas o de almacenamiento adecuadas dejan residuos que muchas veces están presentes al momento de consumir los alimentos.

Frete a situaciones como éstas, es necesario un entendimiento de la problemática para desarrollar mecanismos y procedimientos que tiendan a un uso adecuado de estas sustancias químicas, con el fin de disminuir los riesgos que su uso involucra y minimizar la presencia de residuos al momento del consumo de los alimentos.

En las páginas siguientes se presentan algunos de los criterios que se han desarrollado en la revaluación de esos posibles riesgos para el hombre, como también se suministra información sobre aspectos físicos, químicos y toxicológicos de los plaguicidas más utilizados en el control de plagas de productos almacenados. La fuente principal de lo que se expone en este documento la constituye varias de las publicaciones de la FAO y de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las cuales a través de la Reunión Conjunta FAO/OMS y del Codex Alimentarius han adelantado una actividad a nivel internacional digna de confianza por su solidez científica.

### A. Límites Máximos de Residuos (LMR)

El establecimiento de los LMR constituye uno de los criterios que más ha contribuido a disminuir los riesgos de la comunidad al consumir alimentos que han sido tratados previamente con plaguicidas de origen químico.

Esta premisa se basa en el hecho de que para llegar a fijar un LMR es necesario una información muy amplia no solamente de aspectos químicos y toxicológicos, sino también de comportamiento del plaguicida con arreglo a un uso adecuado, que asegure eficiencia en su uso siguiendo normas que minimicen sus efectos adversos.

#### 1. Residuo de plaguicidas

Es cualquier sustancia o sustancias en alimentos de consumo humano o animal, resultantes del uso de un plaguicida. La expresión incluye también

---

\* I.A. Ph.D. Directora Sección Residuos, ICA.

cualquier derivado específico, producto de degradación y conversión, los metabolitos y los productos de reacción considerados como toxicológicamente importantes.

## 2. Tolerancia o límite máximo de residuo

Es la máxima concentración de un residuo de plaguicida legalmente permitida en un producto alimentario; se expresa en miligramos por kilogramo. En general un LMR se refiere al residuo originado en el uso normalizado de un plaguicida en programas fitosanitarios.

## 3. Bases para el establecimiento de LMR

### a. Consideraciones generales

Para determinar la cantidad de residuo permisible en alimentos, se debe procurar que esa cantidad no sea superior a la resultante de las "prácticas" y que la cantidad final del residuo en el alimento que se ingiera diariamente, no sobrepase la cantidad aceptada como segura para el consumo prolongado.

La forma como se expresa un LMR con respecto a la identificación de entidades químicas incluye consideraciones e intervenciones de naturaleza química y toxicológica. El problema es menos complejo cuando el residuo se convierte en otro producto simple que cuando se trata de un complejo conformado por metabolitos. La entidad química que se tiene en cuenta para la fijación del LMR dependerá de su significancia toxicológica, de la proporción relativa en el residuo total y de la eficiencia de sus métodos analíticos.

El LMR como un valor derivado con base en niveles de residuos, datos toxicológicos, hábitos alimentarios, evaluación de peligrosidad y juzgamiento científico, se puede establecer, suspender, revocar o cambiar cuando las circunstancias así lo requieran.

### b. Práctica agrícola correcta

Es el uso oficialmente recomendado o autorizado de plaguicidas bajo condiciones prácticas en cualquier fase de producción, almacenamiento, transporte, distribución y proceso de alimentos o cualquier producto agrícola. El uso "recomendado o autorizado" se refiere a los procedimientos, incluyendo la formulación, dosis, frecuencia de aplicación e intervalos anteriores a la recolección o consumo, aprobados por las autoridades pertinentes.

### c. Aspectos químicos

- Elucidación de la química del producto: Incluye propiedades químicas y físicas; proceso de fabricación; impurezas en la producción del grado técnico y en la formulación.

- Descripción de los métodos analíticos utilizados en la obtención de los datos químicos.
- Uso del producto en especial la que se requiere para el registro.
- Degradación del producto después de su aplicación. Incluye cambios sufridos en el suelo, cultivo, referente a metabolismo, oxidación, hidrólisis, fotólisis y movilidad en el ambiente debido a percolación o arrastre.
- Datos sobre residuos provenientes de experimentación que demuestren la magnitud del residuo terminal en productos de cosecha.
- Datos sobre residuos en productos alimentarios derivados de cosecha o forraje.
- Si el residuo está presente en alimentos de animales se deben presentar estudios sobre alimentación y determinación de residuos en carne, leche, aves, huevos.

d. Aspectos toxicológicos

- Dosis letal media (LD<sub>50</sub>) oral aguda del ingrediente activo.
- Datos sobre dosis subagudas en dos especies de mamíferos
- Datos sobre reproducción en tres generaciones.
- Datos sobre teratogénesis
- Datos sobre dosis crónica
- Datos sobre potencial oncogénico
- Datos sobre mutagénesis.
- Datos sobre neurotoxicidad para productos inhibidores de la colinesterasa.
- Datos referentes al metabolismo, degradación y almacenamiento en tejidos.

B. El Concepto de Ingestión Diaria Aceptable y su Aplicación a los Plaguicidas

La naturaleza tóxica de los plaguicidas hace que su ingestión por parte del hombre sea desaconsejable. Por esa razón, el uso de estos productos debe ser en forma tal, que la cantidad de residuo sea el mínimo al momento del empleo del producto como alimento. Para evaluar los posibles riesgos del consumo diario de cantidad ínfimas de plaguicida es muy útil saber cuáles son las dosis inocuas de ingestión.

El concepto de "Ingesta Diaria Admisible" (IDA o ADI) se basa en la opinión ampliamente aceptada de que todo producto químico es tóxico pero que su toxicidad varía no solo en su naturaleza, sino en la cantidad que se requiere para producir signos de toxicidad. La expresión se usa para denotar bien sea un concepto o una cifra expresada en términos de miligramos de la sustancia química, en el estado en que se encuentra en el alimento, por kilogramo de peso corporal, (mg/Ka/día).

La IDA se define como la dosis diaria de un producto químico, que al ser ingerida durante el transcurso de la vida del individuo, no revista un riesgo apreciable a juzgar por los datos conocidos. La expresión sin riesgos aparente quiere decir que se tiene la certidumbre práctica de que no resultarán daños, aunque la exposición dure toda la vida.

La determinación de los valores aceptables de ingestión diaria se basan en los datos siguientes:

1. Naturaleza química del residuo presente en los alimentos listos para el consumo. Los plaguicidas pueden sufrir cambios químicos causados por factores ambientales o ser metabolizados permanentemente en los tejidos de las plantas o animales. Así se aplique un producto simple, el residuo puede estar compuesto por varios derivados con propiedades diferentes y cuya naturaleza exacta puede diferir en animales y plantas o en diferentes cultivos y productos.

2. Toxicidad de los compuestos de significancia que forman el residuo a partir de estudios en animales sobre efectos agudos a corto y largo plazo, conocimiento sobre metabolismo, mecanismo de acción y posibilidad de efecto cancerígeno del residuo cuando se ingiere.

3. En lo posible, conocimiento de los efectos de esos residuos en el organismo humano.

Si se dispone de esta información, es posible determinar un nivel de ingestión diaria exenta de efectos apreciables en una especie de animal sensible. En algunos casos se ha determinado el nivel de ingestión inocuo para el hombre.

#### 4. Nivel de efecto no observable (NOEL)

La interpretación de los datos toxicológicos descansa sobre el juzgamiento hecho por los expertos de la Reunión Conjunta FAO/OMS e involucra la identificación del nivel de no efecto, o nivel de efecto no observable (NOEL) el cual se basa fundamentalmente en estudios a largo plazo realizados en animales de laboratorio.

El NOEL se define como el nivel (cantidad) de una sustancia suministrada a un grupo de animales de laboratorio, en el cual no se presentan los efectos observados o medidas a niveles más altos y en el cual tampoco hay una diferencia significativa al compararse con el grupo control (animales no expuestos a la sustancia, pero mantenidos en condiciones experimentales similares).

El NOEL se determina en base a cuatro factores:

- Potencial intrínseco de la sustancia para producir cambios-celulares.
- La afinidad existente entre la sustancia y el tejido receptor.
- La respuesta del tejido objeto de tratamiento al momento en el cual entra en contacto con el producto.
- La efectividad de los reflejos celulares o sistémicos para resistir o modificar los cambios inducidos por la sustancia.

La determinación del nivel de no efecto (NOEL) se basa en uno de los principios generales de la toxicología experimental, el cual establece que debe existir cierta cantidad de cada producto químico por debajo del cual habrá un nivel detectable de no efecto sobre sistemas biológicos (Umbral) y existirá una cantidad grande de cada producto químico a la cual se presentará un efecto significativo en todos los organismos biológicos (Nivel de Efecto). Entre estos dos límites existirá un rango de cantidades de producto químico que producen efectos sobre ciertos sistemas biológicos, que permiten una exploración de niveles seguros al hombre (dosis que producen efecto no significativo, nivel máximo de no efecto, dosis mínima de no efecto, etc.).

Una vez uno o varios niveles de no efecto se han identificado en varias especies de animales de laboratorio, la extrapolación al hombre es un proceso que reviste incertidumbre no solo por la diferencia entre especies, sino principalmente por la naturaleza del índice de seguridad que se desea derivar de la dosis diaria máxima de un producto químico que podría alimentar, en forma continuada, una especie apropiada de animal, sin producir ningún efecto de enfermedad.

## 5. Factor de seguridad

La extrapolación al hombre se puede hacer mediante el uso de un factor de seguridad. El grado de seguridad que se obtiene por este procedimiento puede variar con el tamaño del factor escogido. Hasta la fecha el valor más ampliamente aceptado y usado ha sido 100.

Sin embargo, el tamaño del factor de seguridad puede variar de acuerdo con el caso estudiado, lo cual depende del juzgamiento dado por los expertos. En la práctica el margen de variación de este factor ha estado entre 10 a 500, basado principalmente en el alcance y comprensión de los datos disponibles. En términos generales puede decirse que el margen de seguridad de 100 es útil como una guía general, no se debe aplicar en una forma rígida y su magnitud es técnicamente, un factor de adecuación de los datos toxicológicos disponibles.

## 6. Determinación de la IDA

La extrapolación de los hallazgos y observaciones al hombre a partir de modelos animales se efectúa basado en la premisa, generalmente aceptada, de que si un efecto se observa en varias especies animales, existe una buena

posibilidad de que dicho efecto se observe también en el hombre, al menos esta posibilidad no puede excluirse a no ser que existan mucha lógica y razones específicas para ello.

La cantidad de datos disponibles respecto de distintos plaguicidas varía considerablemente y aun cuando estos datos parezcan ser muy completos y permitan proponer un nivel de ingesta aceptable (IDA) se debe tener en cuenta que por más acertada que haya sido la evaluación toxicológica, la conclusión de que se puede ingerir a diario, sin riesgo apreciable x mg/kg de peso corporal durante una vida entera es una simple opinión, sin garantía ninguna de acierto en la apreciación de una inocuidad "absoluta".

Por otra parte, el deseo de utilizar criterios de la mayor precisión posible para la determinación de los umbrales de toxicidad y la natural tendencia conservadora de un organismo internacional, hacen inevitable que se extremen las precauciones al proponer los valores de ingesta diaria aceptable; esa circunstancia debe tenerse en cuenta cuando se empleen los citados valores.

#### C. Aceptación de los L.M.R.

En la aceptación de un LMR se deben seguir los siguientes pasos:

1. NOEL si se expresa un ppm se convierte a mg/kg de peso corporal/día, basado en el peso del animal en experimentación y el peso del alimento consumido durante el día.
2. La IDA se determina utilizando el factor de seguridad apropiado.
3. La Ingesta Máxima Permitida (MPI) de residuo en la dieta diaria, se calcula usando la IDA y el peso corporal promedio de un adulto (60kg).
4. La contribución Máxima Teórica del Residuo (TMRC) a la dieta diaria se determina asumiendo que la cantidad representada por el LMR propuesto, debe estar presente en el alimento al consumirse. Esto se hace asumiendo un factor alimentario de 1,5 kg promedio de dieta diaria o el factor que corresponda a cada país o región.
5. Se compara MPI con TMRC. Para aceptar el LMR la TMRC debe ser menor que la MPI.

Para complementar lo relacionado con fijación de LMR se da a continuación claridad sobre algunos términos utilizados en las páginas anteriores:

*Ingesta Máxima Permisible (MPI)* de un residuo se calcula usando la IDA y el peso corporal promedio del consumidor (60Kg).

*Contribución Máxima Teórica del Residuo (TMRC) a la Dieta Diaria:* Se determina asumiendo que la cantidad representada por el LMR propuesto debe estar presente en el alimento al consumirse. Esto se hace en base al factor alimentario promedio que corresponda a cada país o región.

*Factor Alimentario:* Porcentaje de la dieta total constituida por el alimento o grupo de alimentos en proceso de evaluación.

*Estudios a Corto Plazo:* Incluye la prueba clásica de toxicidad de 90 días. Estos estudios generalmente se extienden desde el destete del animal hasta la madurez sexual, generalmente son de tres meses en especies de roedores y de uno a dos años en perros y micos.

*Estudios a Largo Plazo:* Generalmente son de 80 semanas en ratones, dos años en ratas, cinco años en perros. Estudios en varias generaciones, lo cual depende del tratamiento recibido en cada generación.

#### D. Fumigación en Alimentos Almacenados

Los fumigantes para alimentos forman un grupo bien delimitado de sustancias, cuyo número y cuya composición no han variado desde hace muchos años. El empleo de estas sustancias para fumigar se fundamenta en tres motivos:

- Son eficaces para combatir una u otra plaga;
- si bien algunos de ellos tienen gran toxicidad, se han encontrado medios para emplearlas sin mucho riesgo;
- según se ha considerado hasta la fecha, el uso de fumigantes no acarrea peligro para el consumidor siempre que el operario siga las prácticas adecuadas respecto a dosis y métodos de aplicación y tratamiento posterior de los productos, por ejemplo ventilación.

Los peligros que el uso de fumigantes puede presentar para el consumidor son de distintos tipos:

- Persistencia de los fumigantes, químicamente inalterados, en el alimento hasta el momento de la ingestión.

Descomposición total o parcial del fumigante en el alimento, conformación de residuos de naturaleza diferente, que podrían también persistir hasta el momento de la ingestión

- Reacción química del fumigante con el alimento y formación de nuevas sustancias, que dejan también residuos.
- Reacción química del fumigante con el alimento y alteración del valor nutritivo de éste

Si un fumigante, usado con arreglo a prácticas adecuadas no tuviera ninguno de esos efectos, su empleo no podría constituir un peligro para el consumidor y sería por lo tanto aceptable. Para la evaluación de los peligros de un fumigante que tuviera uno o más de estos efectos, la determinación de la IDA podría resultar útil, ya que facilitaría la apreciación de los riesgos que pueden representar para el consumidor.

Ni los riesgos del usuario ni los del consumidor se pueden evaluar sin tener en cuenta la técnica de aplicación del fumigante. Por ejemplo la importancia de los residuos estará en proporción directa de la cantidad de fumigante aplicada y del tratamiento posterior que se le dé al producto fumigado.

# 1. Plaguicidas más utilizados en productos almacenados

## a. Fosfina

Nombre Químico: Fosfuro de Hidrógeno

Sinónimo: Fosfina

Fórmula Empírica:  $H_3P$

Fórmula Estructural:

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ H - P - H \end{array}$$

Usos: - Como fumigante de granos

- Fosfina se forma por acción de la humedad del aire sobre el fosfuro de aluminio (polvo - tableta).
- Tabletas contienen carbamato amónico (amoníaco ácido carbónico) impiden la combustión
- Dosis de 6 a 10 tabletas/tonelada de grano. Cada tableta produce 1 gr. de Fosfina.
- Período de fumigación varía con la temperatura:
- Cinco días a temperatura 12 - 15°C
- Cuatro días a temperatura 16 - 20°C
- Tres días a temperatura 20°C. o mayor
- No se recomienda aplicación por debajo de 5°C.



**Residuos:** Son de tres clases:

- Los de Fosfina
- Rastros de fosfuro de Al inalterado
- Polvo fino gris de hidruro de Al resultante de la reacción del fosfuro de Al con el agua.

Ejemplo en trigo:

Dosis: 3 - 1- tabletas/tonelada

Análisis de Residuos: 1 - 14 días después de la fumigación

Residuos: 0,001 ppm - 0,046 ppm de fosfina

Efecto de la aireación disminuyó residuo de 0,046 ppm a 0,006 ppm.

- Fosfuro se elimina con la limpieza y lavado del grano
- LMR en cereales 0.1 mg/kg.

**Toxicología:**

- Fosfina tóxico de efectos acumulativos.
- $DL_{50}$  fosfuro Zn, a fin a las fosfina, es de  $40,5 \pm 2,9$  mg/kg.
- Dosis de 2,8 mg de fosfina/litro de aire tiene efecto letal rápido en el hombre.
- Umbral de toxicidad: 0.4 mg/cm<sup>3</sup> de aire.
- Toxicidad aguda: (por inhalación)

**Efectos de la Fosfina sobre los alimentos:**

- No reacciona químicamente con los alimentos
- En los alimentos húmedos se observa un ligero aumento del contenido de fósforo.
- Los alimentos tratados con Fosfuro de Al, se deben limpiar y lavar cuidadosamente antes de su venta al público para evitar la ingestión de residuos de polvo formado por el fumigante.

Cuadro No. 1 \*

Animal	Concentración	Tiempo de Exposición
Rata	0.68 mg/l 1.47 mg/l	67 - 75 min 35 - 50 min
Conejo	10 ppm	120 mi/día por días
Cobayo	25 ppm	4 h/día por 2 días
Ratón	50 ppm	2 horas
Gato	25 ppm	2.3 o 4 h/día por 3 días.

\* Informe Segunda Reunión Conjunta FAO/OMS No. PL/1965/10 WHO/Food. Ad/26.65.

b. Bromuro de metilo

Nombre Químico: Bromuro de metilo

Sinónimo: Bromometano

Fórmula Empírica  $C H_3 Br$

Fórmula Estructural

$$\begin{array}{c}
 H \\
 | \\
 H - C - Br \\
 | \\
 H
 \end{array}$$

Usos:

- Fumigación de numerosos alimentos
- La fumigación en cámaras especiales de cierre hermético a la presión atmosférica.
- A presiones reducidas (fumigación vacío)
- Depósitos aislados del exterior, barcazas-vagones del ferrocarril.
- Bajo lonas que no dejen escapar el gas.
- Circulación de gas a presión como en cantidades grandes de cereales.
- Cámaras especiales para fumigación de productos frescos con fines de cuarentena.

**Residuos:** La presencia de residuos depende:

- Composición y propiedades físicas de los alimentos fumigados.
- Tiempo de fumigación
- Tiempo de exposición
- Temperatura y humedad
- Ejemplo: Trigo fumigado.

Tiempo: 24 horas

Dosis: 2 libras/1.000 pies<sup>3</sup>

Temperatura: 20,9°C

**Residuos presentes:** En trigo 9% de humedad

30 ppm sin aireación

19 ppm 6 horas aireación

17 ppm 8 días después

Para trigo 15% humedad los valores fueron 99,78 y 77 ppm respectivamente.

**Residuos suelen ser mayores en oleaginosas.**

200 a 250 ppm en la harina y los copos de algodón tratados con 8 libras/100 pies cúbicos durante cuatro días.

Cacao en grano, dosis normales 10 ppm y algunas veces hasta 150 ppm.

Inmediatamente después de la fumigación el residuo consta de bromuro de metilo y de bromuro inorgánico.

El bromuro de metilo reacciona principalmente con la fracción proteína del alimento tratado.

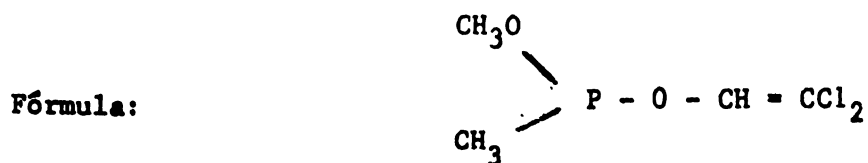
Ejemplo: Trigo, la fracción proteínica descompone el 80% del fumigante absorbido por metilación especialmente de grupos moleculares que contienen N y S.

**Evaluación:** La ingestión diaria total del ión Br no debe exceder de 10 mg/kg de peso corporal.

c. Diclorvos

Nombre Químico: Dimetilfosfato de 2,2-diclorovinilo

Sinónimo: DDPV, "diclorvos"



Produce una concentración insecticida de vapor muy alta.

## Usos:

- Control de insectos vectores de enfermedades.
- Granos almacenados y otros productos
- Desinfección de locales y aviones.
- En cuarentenas.

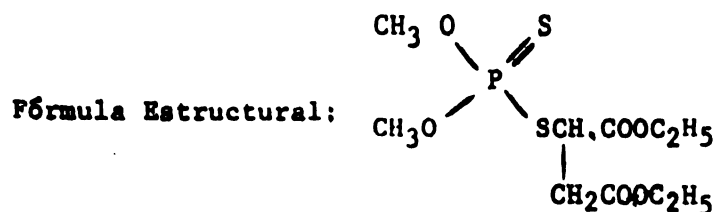
## Observaciones toxicológicas:

- Muy bajos y disminuyen rápidamente.
- Se pierden rápidamente por volatilización
- La parte que se absorbe en los tejidos se convierte por hidrólisis en metabolitos inactivos.
- Aplicaciones en alimentos de animales sufren una detoxificación y degradación rápida y no produce residuos en leche, carne y huevos.
- Residuos decrecen rápidamente cuando se exponen al aire.
- Residuos se destruyen por lavado, cocinado u otro proceso previo al consumo.

d. Malation

Sinónimos: Carbofos, Malaton

Fórmula Empírica  $\text{C}_{10} \text{H}_{19} \text{O}_6 \text{S}_2 \text{P}$



#### Propiedades Bioquímicas:

- Se absorbe rápidamente en el tracto intestinal.
- Por oxidación se convierte en malaoxon que es la forma activa del compuesto.
- Por hidrólisis se forman metabolitos menos tóxicos.
- Se elimina por la orina

#### Estudios en el hombre:

- Dosis de 8 mg de malation durante 12 días no presentaron efecto alguno sobre la colinesterasa. Lo mismo ocurrió a una dosis de 16 mg durante 47 días. Pero 24 mg durante 56 días inhibió la colinesterasa del plasma a partir de la dos semanas.
- Dosis exenta efectos tóxicos 16 mg diarios (0.2 mg/kg peso/día)
- IDA: 0.02 mg/kg peso corporal.

#### Residuos:

- LMR en cereales 8 ppm
- LMR en harina 2 ppm

## LITERATURA CONSULTADA

1. CODEX ALIMENTARIUS COMMITTEE, Joint FAO/WHO, Food Standards program Eleventh Session, Report of the eight session of the Codex Committee on Pesticide Residues, the Haya, 1975, Alinorm 76/24
2. ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY. Washington D.C. Tolerance paper, 1977. 22 p.
3. KAY A.D., The international Regulation of Pesticide Residue in Food, (NSF - RA - X 75) - 003. 1975. s.p.
4. LOGOTHETIS, C., W.E. The role fo the Food and Agriculture Organization of the United Nations in the pesticide residue problem Residue Review, No. 7, 1964. pp. 1-8.
5. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION; Y ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. Informe de la Segunda Reunión Conjunta FAO/OMS. FAO, Informes de reuniones, No. PL/1965/10; WHO/Food. Add./26.65, 1965, 89 p.
6. SOMERS, E. Enviromental contaminants in foods: Problems and posible solutions of the seventies. In: Proceedings of sixth annual symposium, New York, november, 1971, Ithaca. Cornell University, Agricultural Experimental Station, Ithaca, 1971. 5 p.
7. VAN TIEL, M. Pesticide in environment and food. Environmental quality and safety, s.e. 1972. 181 p.
8. VETORAZZI, G. Toxicological decisions and recommendations resulting from the safety assessment of pesticide residues in food. In: Criticial reviews in toxicology. 4(2):125-183. 1975
9. \_\_\_\_\_. Pesticide residues in food in the contest of present and future internacional pesticide materials approaches. Pesticide management and insecticide resistance. New York, Academic Press, 1977. 128 p.

## EL PROBLEMA DE LAS MICOTOXINAS EN PRODUCTOS ALMACENADOS

Leda Beatriz Mendoza S.\*

Entre los daños que ocasionan los hongos de almacén debe considerarse de mayor importancia la producción de compuestos tóxicos secretados bajo condiciones ecológicas especiales. A estas toxinas se les conoce como Micotoxinas y las enfermedades asociadas con ellas, Micotoxicosis.

Muchos hongos toxigénicos tienen amplia distribución geográfica y pueden desarrollarse sobre productos vegetales, incluyendo granos, frutas, piensos, etc, como también sobre material animal.

Desde tiempos remotos se ha asociado enfermedades toxicológicas del hombre y de los animales con el consumo de alimentos enmohecidos. En el siglo XIX, se estableció relación entre la ingestión de centeno infectado por Claviceps purpurea y las características clínicas del ergotismo; los componentes tóxicos del hongo fueron identificados como alcaloides. En 1911, se conoció casos del "síndrome de pan borracho" producido por el consumo de panes infectados con Fusarium graminearum. En la URSS, especialmente en el Distrito de Orenburg, se asoció la epidemia de la enfermedad de ATA (Leucopenia tóxica alimentaria) con el consumo de mijo contaminado con toxinas producidas por Fusarium poae y Fusarium sporotrichoides. A pesar de que en algunos casos, estas micotoxicosis fueron estudiadas e identificados por los agentes causales, no se llegó a plantear las posibles consecuencias que representan estos hongos y otros, para la salud pública en condiciones no epidémicas.

El acopio de información sobre las micotoxinas y el aumento de la preocupación de los efectos de ellas sobre la salud humana y animal, data de la década del 60 con el descubrimiento de las aflatoxinas. Estos metabolitos tóxicos fueron aislados de un alimento contaminado con el hongo Aspergillus flavus; dicho alimento al ser consumido produjo la muerte a millares de pavos en Inglaterra. Investigaciones posteriores evidenciaron a las aflatoxinas como uno de los agentes cancerígenos más potentes.

Muchas micotoxinas han sido aisladas en cultivos de laboratorio, pero la mayor ocurrencia natural la presentan aflatoxinas, ocratoxinas, zearaleona y tricotecenos. Patulina, citrinina, moniliformina, rubrotoxinas, islandiastoxina, ergotismo, ácido penicéflico son de menor ocurrencia aunque no de menor importancia.

En el presente artículo se intenta llamar la atención sobre las micotoxinas de mayor ocurrencia natural asociadas con micotoxicosis en el hombre y animales domésticos; los efectos nocivos para la salud, y en términos generales, los problemas que ocasionan en productos almacenados.

---

\* Ingeniero Agrónomo. Profesor Universidad del Magdalena. Santa Marta Colombia.

## A. Aflatoxinas

Las aflatoxinas son compuestos químicos producidos por Aspergillus flavus Link y A. parasiticus Speare. Estos hongos son cosmopolitas y se desarrollan en una gran variedad de productos vegetales y animales; ocasionan calentamiento y pudrición en granos almacenados, pero, también son utilizados en la preparación de alimentos, condimentos, bebidas y en la obtención de la enzima diastasa usada en varios productos alimenticios (Christensen Mirocha, 1978).

La denominación aflatoxina es un término derivado del hongo productor, Aspergillus flavus, y hace referencia a uno o más de los cuatro metabolitos producidos ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $G_1$ ,  $G_2$ ). De las cuatro aflatoxinas, la  $B_1$  es la de mayor ocurrencia y concentración encontrada; la  $B_2$  y  $G_2$  las que menos, y la  $G_1$  de concentraciones intermedias. Pueden aparecer juntas, aunque no siempre se da esta situación (FAO, 1982).

Las aflatoxinas son resistentes al calor, no se destruye con el cocimiento de los alimentos, pero pueden ser descompuestas por la luz solar (Patterson, 1976).

1. Condiciones ecológicas para el desarrollo de A. flavus y la producción de la aflatoxina.

Los factores que influyen en el desarrollo de A. flavus son el contenido de humedad del grano, la temperatura y el tiempo de incubación.

El contenido de humedad mínimo para el desarrollo de A. flavus debe estar en equilibrio con humedades relativas cercanas al 85%. Esto varía de acuerdo con el tipo de grano; en cereales como el maíz, el sorgo, el trigo, la avena, la cebada y el arroz, el contenido de humedad es de 18.0-18.5% peso seco básico, en maíz y semillas de girasol el contenido de humedad es de 9-10%. La temperatura mínima, óptima y máxima para la producción de la toxina es 12°C, 27°C, 42°C. Bajo condiciones óptimas, se ha producido aflatoxinas en 24 horas y cantidades máximas en diez o menos días (Diener & Davis, 1969; Mirocha & Christensen, 1979).

La presencia de A. flavus en un producto no es indicativo de contaminación con aflatoxina; existen cepas del hongo no toxigénicas, aunque existe un alto porcentaje de cepas toxigénicas. Así mismo, la ausencia de un moho visible tampoco es indicativo de que el producto esté libre de contaminación por aflatoxinas. Se ha encontrado granos de frijol para el consumo humano aparentemente en buen estado contaminados con aflatoxinas (Pabón & Escobar, 1981).

Existen evidencias, reunidas por Christensen & Kaufmann (1976) sobre que los granos y semillas de sorgo, trigo, maíz, no son invadidas seriamente antes de la cosecha por hongos de almacén incluyendo a A. flavus. Sin embargo, recientemente se ha encontrado que la infección y formación de aflatoxinas puede producirse en el campo, asociadas con ataques de insectos.



La contaminación con aflatoxinas puede, entonces, producirse durante el cultivo, la recolección, el almacenaje, en la elaboración, o en la casa del consumidor, si los alimentos no son conservados adecuadamente.

Cuando se sospecha que un producto está contaminado con aflatoxina es necesario realizar análisis químico y en lo posible ensayos biológicos. En la actualidad se trabaja tratando de obtener métodos analíticos químicos más sensibles, más rápidos y confiables en la detección de micotoxinas en alimentos.

## 2. Productos vegetales susceptibles

Entre los materiales vegetales encontrados con contaminación por aflatoxinas están: Nueces (maní, nuez del Brasil, pistachos, almendras), semillas oleaginosas (torta de algodón, copra), granos (maíz, cebada, sorgo, trigo, arroz, avena, frijol), frutas (higos), especias y condimentos, pastas.

En la leche de ganado lechero se ha encontrado aflatoxina  $M_1$ , un producto del metabolismo de la aflatoxina  $B_1$ . También han sido detectados en tejidos de cerdos, ganado vacuno, y aves alimentados con raciones contaminadas con la toxina (Baiton, 1977 Glodbatt, 1969). Esta ocurrencia en productos para consumo humano, representan un riesgo para la salud pública.

## 3. Efectos nocivos de las aflatoxinas sobre los animales

Según Pier (1979), los efectos que ocasionan las aflatoxinas en los animales pueden ser agrupados en cuatro categorías generales:

- Daño crónico y agudo del hígado
- Reducción de la tasa de crecimiento
- Deterioro del sistema inmunológico
- Efectos carcinogénicos y teratogénicos.

Los animales difieren en la sensibilidad al daño por aflatoxinas, influyendo en ello la edad, la clase de animal, el estado de preñez y el estado nutricional (Allcroft, 1969).

Las aves de corral son susceptibles a  $LD_{50}$  de 0.3 mg/kg peso corporal, y los pollos a  $LD_{50}$  de 6.0-16.0 mg/kg peso corporal (Christensen & Mirocha, 1978).

## 4. Efectos en humanos

Los posibles efectos agudos y crónicos de las aflatoxinas en humanos solo han podido estimarse en casos epidémicos, cuando se han relacionado intoxicaciones con el consumo de alimentos contaminados. Estudios epidemiológicos realizados en Kenya, Mozambique, Swazilandia y Tailandia, muestran una correlación positiva entre el consumo diario de aflatoxinas y el

aumento de la incidencia de cáncer hepático en el hombre. Igualmente, las regiones de más baja altitud, revelan una elevada incidencia de cáncer al hígado. Esto nos sugiere la necesidad de orientar los trabajos epidemiológicos en aquellas áreas donde se dan condiciones ecológicas propicias para la formación de la toxina, si además a ello se encuentra asociado manejo deficientes de los granos y productos durante el almacenamiento (Tabla respectiva).

Las enfermedades al hígado y el Síndrome de Reye están consideradas como un efecto agudo por el consumo de alimentos contaminados con aflatoxinas (Pier, 1979).

No se sabe aún cuales son las dosis diarias de consumo de aflatoxina que no causen cáncer del hígado al hombre.

### 5. Reglamentación

Dieciocho países han establecido límites máximos admisibles de aflatoxinas en alimentos para humanos o animal, como se muestra en la tabla respectiva. Dichos niveles varían de 0 a 50 ug/kg en alimentos para humanos y de 0 a 1.000 ug/kg en alimento para animales. El límite inferior de la concentración de aflatoxina depende de la sensibilidad del método analítico oficialmente adoptado.

### 6. Trabajos de aflatoxinas realizados en Colombia

En el país se han realizado varios trabajos de carácter exploratorio en regiones de Medellín, y Bogotá. Se ha detectado contaminación por aflatoxinas en maíz, sorgo, frijol y arroz, atribuida a demora en secado después de la cosecha y a un almacenamiento deficiente (Pabón & Arango, 1981; Peña, 1981; Peña, 1982; Corredor & Perilla, 1983).

En la actualidad se discute la reglamentación de nivel permisibles en alimentos para aves.

### B. Zearalenone

Diversas especies de Fusarium, producen zearalenona, un compuesto tóxico de características estrogénicas. Se la conoce como FES (Fermentation Estrogenic Substance), F-2 o RAL (Mirocha, 1974). Se ha encontrado zearalenona en maíz, cebada, trigo y piensos en EE.UU, Europa y Africa. La toxina ocurre en condiciones climáticas templadas cuando la infección por Fusarium en el campo se ve favorecida por tiempo húmedo y cosechas tardías (Caldwell, 1968, 1974). Sin embargo, el compuesto ocurre en otras áreas y en otros cereales, como se presume por los informes sobre enfermedades asociadas con el síndrome estrogénico en cerdos, que se han publicado en muchos países (Krogh, 1980; Marasas, 1977).

Los cerdos son los animales más susceptibles a la zearalenona, siguiéndoles el ganado lechero, las gallinas y los pavos (Mirocha & Christensen, 1974).

El efecto adverso más característico que produce la zearalenona en los cerdos es un agrandamiento de la vulva y pezones, puede ir acompañado por prolapso de la vagina, el útero se edematiza y los ovarios se atrofian. Los machos jóvenes pueden tomar una apariencia femenina con atrofiamiento de los testículos y desarrollo de las mamas (Mirocha & Christensen, 1974).

No se ha reportado casos de enfermedades en el hombre asociadas con zearalenona, sin embargo, es probable que intervenga en enfermedades relacionada con la hormona estrógena, ya que se le ha encontrado en alimentos destinados al consumo humano. También se ha sugerido que la ingestión regular de zearalenona en productos fermentados en regiones de Swazilandia (Sur Africa) pudiera estar relacionada con el elevado número de casos de cáncer cervical en ciertos grupos de la población (Martin, 1978).

La zearalenona es estable en las condiciones que se registran durante la elaboración de los piensos (Christensen & Mirocha, 1978). Ningún país ha reglamentado niveles permisibles para zearalenona, aunque se están realizando estudios tendientes a ello, principalmente en Estados Unidos y Europa.

#### C. Ochratoxinas

Siete ochratoxinas se han encontrado bajo condiciones de laboratorio, pero solamente se ha hallado ochratoxina A como contaminante de alimentos. Aspergillus ochraceus es un contaminante de granos en áreas tropicales y subtropicales; se le encuentra en granos de maíz, café, frijol, avena y habichuelas, productos en los cuales también se ha encontrado ochratoxina A. Penicillium viridicatum, otro potente productor de ochratoxina A es hallado principalmente en zonas templadas (Krogh, 1980). Esto plantea que es muy posible que la ochratoxina A se produzca tanto en regiones templadas como en regiones tropicales y subtropicales, lo cual sería confirmado sólo a través de trabajos realizados en esas áreas.

Los efectos nocivos del consumo de ochratoxina A se manifiesta por nefropatías (daños en los riñones) en cerdos, perros, patos, pollos. Se ha sugerido que la ochratoxina A puede jugar papel causal en las nefropatías endémicas ocurridas en asentamientos humanos en regiones de Bulgaria, Rumania y Yugoslavia (Krogh, 1980).

La ochratoxina es relativamente estable en las operaciones normales de cocción y elaboración, pero se destruye en parte durante el tostado del café.

Se ha detectado la toxina en tejidos musculares, hígado, riñones, y tejido adiposo de los animales que consumen piensos contaminados (Krogh, 1981).

#### D. Los Tricotecenos

Varias especies de *Fusarium* producen compuestos relacionados químicamente llamados tricotecenos, los cuales se han encontrado en maíz, cebada y piensos (Palti, 1978).

La toxina T-2 es uno de los 300 tricotecenos conocidos y es la más detectada en maíz, debido a que las condiciones requeridas para su formación -un contenido de humedad mínimo de 23% y un período de baja temperatura de (8°C)- se dan muchas en las áreas productoras. En los pollos, la toxina T-2 puede producir lesiones sobre el borde del pico, plumaje anormal, reducción en la ganancia del peso del cuerpo y mortalidad (CHI, 1978).

Como otras micotoxinas, la T-2 puede pasar a la leche de ganado bovino y porcino (Robinson, 1979).

Los valores de la LD<sub>50</sub> de T-2 están, para pollos; 5-5.25 mg/kg y para cerdos jóvenes, 1.21 mg/kg.

La leucopenia tóxica alimentaria (ATA) se caracteriza por una inflamación de la piel y de las mucosas, vómitos y depresión de la médula ósea está asociada con la ingestión de mijo contaminado con tricotecenos producidos por Fusarium poae, e F. sporotrichoides (Joffe, 1971)..

#### 1. Evaluación de pérdidas debidas a micotixinas

Es difícil evaluar pérdidas económicas debidas a micotoxinas porque las informaciones disponibles son incompletas. Actualmente los registros existentes sólo son para aflatoxinas. Sin embargo, hay indicaciones que pueden dar una idea de la naturaleza y magnitud de esas pérdidas. Un indicativo de la evaluación podría ser la importancia que el cultivo susceptible a la contaminación por micotoxinas juega en la economía nacional; así mismo, debe disponerse de datos sobre ocurrencia y distribución de enfermedades. En la tabla correspondiente se muestra a nivel general las pérdidas y costos que ocasionan la contaminación de alimentos por micotoxinas.

Conviene dirigir la atención hacia la necesidad de investigar los posibles efectos de micotoxinas en comunidades humanas y la distribución geográfica de las más importantes. Debe hacerse conciencia entre nuestros investigadores, que los estudios pueden ser más fructíferos si se establecen equipos interdisciplinarios para tratar de brindar respuestas a las exigencias de salubridad de la población.

Sería recomendable la definición oficial de niveles permisibles de micotoxinas para los alimentos de mayor consumo y en especial para productos de importación, medida sanitaria de gran importancia para el país.

## LITERATURA CONSULTADA

- ALLCROFT, R. Aflatoxicosis in farm animals. In: Glodblatt, L.A., Aflatoxin. New York, Academic Press. 1969. p' 237.
- BAITON, J. and JONES, B.D. Mycotoxins in food and feeds their occurrence and significance. Nutr. Alim (London) 31:415-424. 1977.
- BROOK, P.J. and WHITE, E.P. Fungus toxins affecting mammals. In: Rev. of Phtopathology, vol 4. 1966.
- BULLERMAN, L.B. Significance of mycotoxins to food safety and human health, Jour. Food Protec. (Estados Unidos) 42(1):65-86. 1979.
- CALDWELL, R.W. and TUIITE, J., Zearalenone production among *Fusarium* species. Phtopathology 58: 1046. 1969.
- \_\_\_\_\_. Zearalenone in freshly harvested corn. Phytopathology 64: 752-753. 1974.
- COKER, R.D. Aflatoxin: past, present and future. Trop. Sci. 1979.
- CORREDOR, F. y PERILLA, E.M. Incidencia de la contaminación por hongos y de aflatoxina B<sub>1</sub> en sorgo acopiado en algunas regiones del país. Tesis de grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 1983. pp. 90.
- CHI, M.S. and MIROCHA, C.J. Necrotic oral lesions in chickens feed diacetoxycirpenol, T-2 Toxin and Crotoxin. Poultry Science: vol, 57, no. 3. 1978.
- CHRISTENSEN, C.M., MIROCHA, C.J.; MERONUCH, R.A.; Molds, Micotoxins and Mycotoxicoses. Miscellaneous Report 142. 1978.
- \_\_\_\_\_. and HAUFMANN, H.H. Microflora. In: Storage of cereal grains and their products. Minnesota, American Association of cereal chemists St Paul, 1974.
- DETROY, R.W., LILLEHOJ, E.B., and CIEGLER, A. Aflatoxin and related compounds. In: Microbial Toxin. Vol VI. Fungal Toxins. Ciegler A. Kadis, A.J. New York, Academic Press, 1971.
- DIENER, U.L., and DAVIS, N.D. Aflatoxin formation by Aspergillus flavus. In: Aflatoxin control and implication. New York, Academic Press 1969.
- EUGENIO, C.P.; CHRISTENSEN, C.M. and MIROCHA, C.J. Factors affecting the production of the mycotoxin F-2 by Fusarium roseum. Phytopathology 60, 1055-57. 1970.

- GOLDBLATT, L.A. Introduction. In: Goldblatt, L.A. ed. Aflatoxin. New York, Academic Press, p.1. 1969.
- JIMENO, M.C. de RUIZ, N. y PEÑA, N.E. Niveles de aflatoxina B<sub>1</sub> en sorgo recolectado en dos zonas del país, primera cosecha de 1979. Rev. ICA (Bogotá) 15(2) 129-134. 1980.
- JOFFE, A.Z. Alimentary Toxic Aleukia. In: Ciegler, A. and s.t., A. Microbial Toxins, ed. New York, Academic Press. v.7. 1971.
- JONES, B.D. Aflatoxin in feedingstuffs its incidence, significance and control. London Tropical Products. Institute pp. 273-290.
- KRAYBILL, H.F. and SHAPIRO, R.F. Implications of fungal toxicity to human health. In: Goldblatt, Aflatoxin, New York, Academic Press. 1969.
- KROGH, P. Foodborne mycotoxins and their adverse effects on Man and animals: How to assess the magnitude of the problem. International USSR-UNEP Seminar on "Actual problems of Food Contamination with Mycotoxins", Tbilisi, The Georgia Republic, URSS, Dec, 1-5. 1980.
- LOPEZ, L.C. and CHRISTENSEN, C.M. Effect of moisture content and temperature on invasion of stored corn by Aspergillus flavus. Phytopathology 57: 588-590. s.f.
- MARASAS, W.F.O., KRIEK, N.P., VAN RENSBURG, S.J., STEYN, M.; and VAN SCHALKWYK, C.C. (Nat'l. Res. Inst) Occurrence of zearalenone and deoxynivalenol, mycotoxins produced by F. graminearum Schwabe, in maize in Southern Africa. S. Afr. J. Sci 73(11):346-349. 1977.
- MARTIN, P.M.D. and KEEN, P. The occurrence of zearalenone in raw and fermented products from Swaziland and Lesotho. Sabourandia 16(1): 15-22. 1978.
- MIROCHA, C.J. and CHRISTENSEN, C.M. Fungus metabolites toxic to animals. Revista Phytopathology, vol 4.
- \_\_\_\_\_. Oestrogenic Mycotoxins Synthesized by Fusarium. In: Mycotoxins (I.H.F. Purchase Ed) pp. 129-148. 1974.
- \_\_\_\_\_. and NELSON, G.H. Biosynthesis of the fungal estrogen F-2 and Naturally occurring derivative (F-3) by Fusarium moniliforme. App. Microbiol. 17:482-483. 1969.
- \_\_\_\_\_. Estrogenic metabolite produced by Fusarium graminearum in stored corn. App. Microb 15:497-503. s.f.

- MIROCHA, C.J., PATHRE, S.V., CHRISTENSEN, C.M. Chemistry of Fusarium and Stachybotrys Mycotoxins. In: Mycotoxic Fungi, Mycotoxins, Mycotoxicoses. Encyclopedic Handbook, vol I. Marcel Dekker. s.f.
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Alimentación y nutrición: Perspectiva sobre micotoxinas. (no. 13), Roma, FAO, 1982.
- PABON de M. GLORIA y ARANGO de ESCOBAR, LIA. Estudios preliminares sobre el problema de aflatoxinas en algunos granos de consumo humano y animal en la ciudad de Medellín. Revista Callescia. 1(1):79-88 s.f.
- PALTI, J. Toxigenic Fusaria, their Distribution and significance as cause of disease in animal and man. Verlag Paul Parey, Berlin un Hamburg, 1978. pp. 110.
- PATTERSON, D.S.P. Mycotoxins in human and animal health. Trop. Prodc, Institute (London) 1: 136-143 y 190-237. 1976.
- PEÑA B.N.; JIMENO de C.M.; MOGOLLON, G.D.; BUSTOS, M.F. y GONZALEZ, CH.H. Alteraciones histopatológicas y niveles residuales de aflatoxina B<sub>1</sub> en pollos asaderos, Rev. Acovez (Colombia) 5(6): 17-24. 1981.
- PEÑA, N. VILLAMIL, J.L.; JIMENO de M.C. y HERRERA de A.I. Contaminantes químicos y microbiológicos en muestras de alimentos y materias primas de uso avícola. Rev. Acovez (Bogotá) 6(19):5-14. 1982.
- PIER, A.C. Mycotoxins and animal health. Advan. Vertr. Scien. Comp. Med. New York, Academic Press 25: 185-243. 1979.
- ROBINSON, T.S.; MIROCHA, C.J.; KURTZ, H.J.; BEHRENS, C.J.; CHI, M.S. WAVER, G.A. and NYSTROM, S.D. Transmisión of T-2 Toxin into Bovine and Porcine Milk. Reprinted from Journal of Dairy Science, 62(4):637-641. 1979.

## EVALUACION DE PERDIDAS EN PRODUCTOS ALMACENADOS\*

Ramiro Gómez Quiroga\*\*

### Introducción

En el proceso de producción y consumo de alimentos a nivel mundial, existe una etapa donde es preciso almacenar grandes volúmenes de productos en condiciones adecuadas para los fines propuestos. En esta etapa hay una merma apreciable a causa de factores como: conocimientos insuficientes de la naturaleza de los productos en relación con las condiciones climáticas del país, locales inadecuados y prácticas deficientes de almacenamiento, falta de medidas para combatir plagas, empaque inadecuado y por lo general escasez de personal debidamente capacitado.

Las estadísticas a nivel mundial sobre las pérdidas ocasionadas por diferentes plagas a los productos almacenados, difieren según la fuente de información. Sin embargo, una unificación de criterios en este sentido es básica. Con este propósito, se cree que es de gran utilidad, establecer una metodología que logre este objetivo. En esta charla, se pretende dar algunas ideas y procedimientos que permitan lograr cifras de evaluación de pérdidas comparables, para los diferentes lugares donde esta actividad de evaluación se realice.

### A. Importancia de la Evaluación de Pérdidas

Mediante la evaluación de pérdidas causadas en los productos almacenados por los diferentes factores, es posible determinar parámetros como magnitud de la pérdida, equivalente de pérdida y el perfil de pérdidas, los cuales son básicos para poder justificar la conveniencia económica de los programas de control, y además establecer los causales de pérdidas, para así emprender campañas integradas de manejo.

A continuación se definen cada uno de estos parámetros.

#### 1. Magnitud de pérdida

Es el porcentaje de pérdida del total del producto almacenado.

#### 2. Equivalente de pérdida

Es el porcentaje atribuible a un porcentaje dado de plaga o enfermedad

---

\* Conferencia dictada en el Curso de Manejo de Problemas Fitosanitarios en productos Almacenados, Neiva, Mayo 1984.

\*\* Ing. Agr. M.Sc. Sanidad Vegetal. A.A. 151123 Eldorado - Bogotá.



o cualquier otro factor de naturaleza biótica. Es la unidad de pérdida de cosecha por unidad de factor de pérdida.

### 3. Perfil de pérdida

Es la relación entre la producción total y la producción actual, donde se indica la importancia de cada factor como contribuyente de pérdida.

## B. Naturaleza de las Pérdidas

### 1. Clase de pérdidas

Las pérdidas pueden ser directas o indirectas, dependiente que su causa sea de naturaleza biótica o abiótica.

### 2. Causa de pérdidas

Las causas pueden ser primarias o secundarias.

#### a. Primarias

Dentro de las causas primarias de pérdidas en productos almacenados está el deterioro causado por agentes de naturaleza fisiológica, bioquímica, por agentes bióticos y por daño mecánico o físico.

#### b. Secundarias

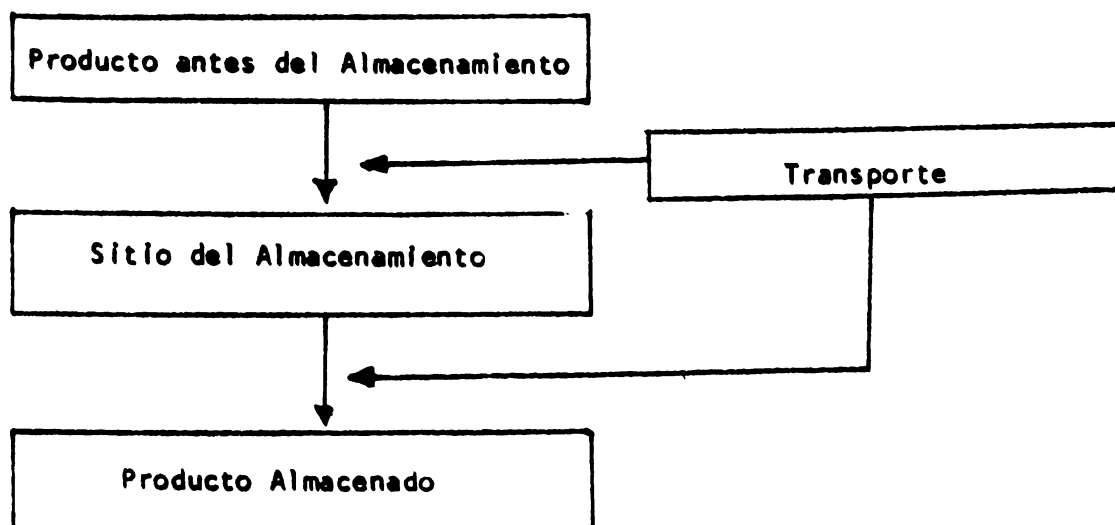
Como causas de pérdidas de naturaleza secundaria se incluyen los producidos por el equipo de recolección, las causadas por el mal almacenamiento o por deficiencia de los locales dedicados a esta actividad. Igualmente es de considerar que en el sistema de transporte, cuando éste no es adecuado, se pueden causar pérdidas de alguna consideración. Algunas veces, la no disponibilidad de los recursos en cuantía y oportunidad deben considerarse como causal de pérdida. Finalmente, por falta de adecuación o capacitación para un manejo racional de los productos, todo el esfuerzo realizado en la fase de pre-cosecha, puede perderse en la fase de post-cosecha o almacenamiento.

## C. Metodología de Evaluación

### 1. El sistema

Una metodología para evaluar pérdidas en productos almacenados debe incluir un análisis del sistema en el cual se considera el producto almacenado. En consecuencia, este sistema estará conformado por el producto antes del almacenamiento, el sitio de almacenamiento, el producto almacenado y el sistema de transporte. Esquemáticamente sería como se presenta en la Figura 1.

**Figura 1. El Sistema, para Evaluar Pérdidas en Productos Almacenados**



**a. Producto antes del almacenamiento**

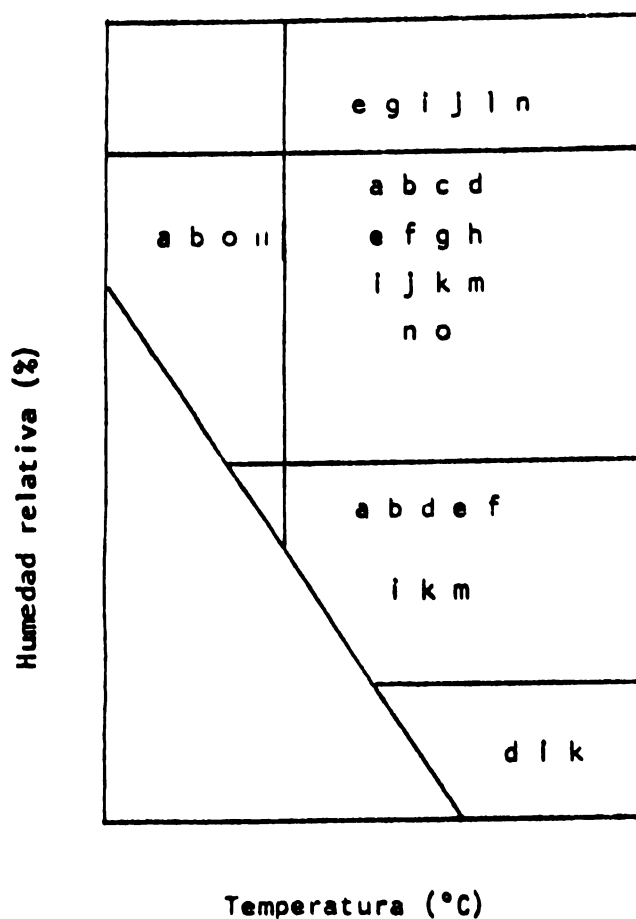
Todo producto de origen vegetal, debe estar en las condiciones de humedad que garanticen al máximo su estabilidad. En la Tabla 1 se presenta el máximo contenido permisible para el almacenamiento seguro de diversos productos básicos. También es necesario que el producto se encuentre libre de daños mecánicos (rapaduras, quebraduras, perforaciones, etc.) para así demorar el ataque de microorganismos. En lo posible, todo producto antes de almacenarse debe estar libre de infestaciones de malezas, de plagas de campo o de almacenamiento.

**b. El sitio de almacenamiento**

Esta conformado por la bodega o establecimiento en donde el producto va a permanecer por algún tiempo. Debe reunir las especificaciones que garanticen las condiciones de aseo, luz, temperatura y humedad necesarios para asegurar el menor deterioro del producto, objeto de almacenamiento. En la Figura 2 se presentan las condiciones de temperatura y humedad que favorecen el desarrollo de plagas en productos almacenados.

En la Figura 3 se puede ver la importancia de las condiciones de temperatura y humedad relativa en el desarrollo de hongos en los productos almacenados.

Figura 2. Importancia de las Condiciones de Temperatura y Humedad Relativa en el Desarrollo de Plagas de Productos Almacenados



## CLAVE

Letra

Especie

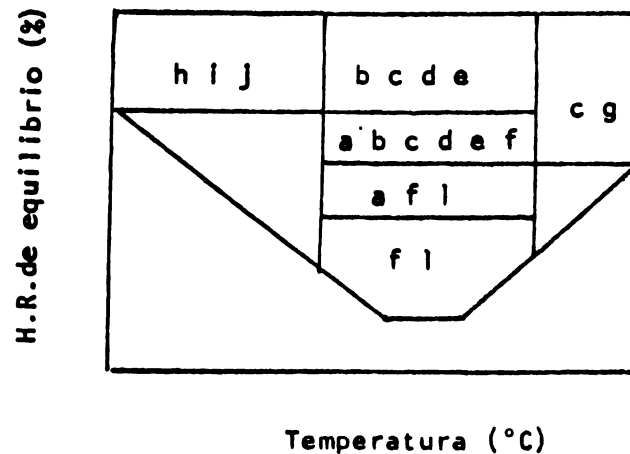
a	<u>Sitotroga cerealella</u>
b	<u>Ephestia cautella</u>
c	<u>Plodia interpunctella</u>
d	<u>Trogoderma granarium</u>
e	<u>Lasioderma serricorne</u>
f	<u>Rhizopertha dominica</u>
g	<u>Carpophilus dimidiatus</u>
h	<u>Crotolestes ferrigineus</u>
i	<u>Oryzaephilus surinamensis</u>

Letra

Especie

j	<u>Ahasverus advena</u>
k	<u>Tribolium castaneum</u>
l	<u>Alphitobius diaperinus</u>
m	<u>Latheticus oryzae</u>
n	<u>Sitophilus oryzae</u>
o	<u>Sitophilus granarius</u>

Figura 3. Importancia de las Condiciones de Temperatura y Humedad Relativa en el Desarrollo de Hongos de los Productos Almacenados



#### CLAVE

#### Letra

a  
b  
c  
d  
e  
f  
  
g  
h  
i  
j  
k

#### Especie

Aspergillus candidus  
Aspergillus flavus  
Aspergillus fumigatus  
Aspergillus tamarii  
Aspergillus niger  
Grupo Aspergillus glaucus  
 (Inclusive A. restrictus)  
Aspergillus terreus  
Penicillium cyclopium  
Penicillium martensii  
 algunas Cladosporium spp.  
Sporendonema sebi

TABLA 1. Máximo Contenido de Humedad Permisible para el Almacenamiento seguro de diversos Productos Básicos (Contenido de Humedad en Equilibrio con una Humedad Relativa del 70%, a aproximadamente 27°C.)

Producto Básico	Máximo Contenido de Humedad Permisible (%)
Trigo	13.5
Trigo bulgur	13.5
Maíz	13.5
Sorgo	16.0
Mijo	16.0
Arroz cáscara	14.0
Arroz pulido	13.0
Fríjol ( <u>habichuela-Phaseolus vulgaris</u> )	15.0
Guisante verde ( <u>guisante hortícola-Pisum sativum</u> )	14.0
Uvas pasas sin semilla	20.0
Albaricoque seco	20.0
Melocotón seco	18.0
Ciruelas	21.0
Dátiles	24.0
Bacalao	14.0
Pescado seco salado	28.0 (Calculado a base de libre de sal).

c. El producto almacenado

Constituye la parte esencial del sistema. Es el objetivo que debe protegerse del ataque de factores biótico o abiótico para garantizar un mínimo de deterioro.

d. El transporte

Es de gran importancia considerar este componente dentro del sistema para evaluar pérdidas en productos almacenados.

## 2. Identificación de causa de las pérdidas

Dentro del proceso de evaluación de pérdidas es necesario, considerar en cada parte del sistema todos los agentes que pueden ocasionar deterioro al producto almacenado. La identificación de estas causas debe ser realizada por personas autorizadas técnicamente.

## 3. Cuantificación de las pérdidas

Mediante sistemas de muestreo, identificación de los agentes causantes de pérdidas, se puede cuantificar el valor de éstas. El valor de la pérdida permite comparar este valor con el de la medida de control.

### a. Toma de datos

La toma de datos, debe obedecer a sistemas de muestreo acordes con el tipo de problema que se quiere estudiar, cuando se toman muestras, éstas deben ser representativas del universo sobre el cual se quiere inferir y además tomadas en las épocas apropiadas, dentro de cada componente del sistema.

Ejemplo: Si el sistema está conformado por: producto antes del almacenamiento, sitio de almacenamiento, producto almacenado y transporte, es necesario tomar muestras al producto antes de ser almacenado, para conocer el estado en que éste llega al lugar del almacenamiento. También es conveniente realizar un reconocimiento al sitio de almacenamiento para establecer el nivel de sanidad del mismo y el estado en que se encuentran los reguladores de humedad y temperatura. Una vez el producto está almacenado, se deben realizar muestras periódicas para establecer oportunamente el nivel de infección por microorganismos o el de infestación de insectos, ácaros y roedores.

### b. Análisis de la muestra

Las muestras de los productos tomadas en cada uno de los sitios del sistema, deben ser analizadas para determinar el porcentaje de producto atacado por microorganismos, insectos o roedores. En el caso del ataque por microorganismos, debe tomarse un criterio de tipo cualitativo, pues la presencia, por ejemplo de aflatoxinas, conlleva a la pérdida total del producto almacenado, así el porcentaje del producto afectado no sea del cien por ciento.

### c. Identificación de resultados

Conocidos los resultados del análisis cualitativo y cuantitativo de cada una de las muestras, se procederá a establecer las diferentes relaciones entre los factores de pérdida y la cantidad de producto perdido o deteriorado y se establecerán las respectivas magnitudes, equivalentes y perfiles de pérdida. Así se podrá tener una visión más real de cuáles son los agentes que la producen y en qué etapa del sistema ocurren.

#### 4. Identificación de soluciones

Establecidas las magnitudes, los equivalentes y los perfiles de pérdidas, se deberá entrar a estudiar las posibles soluciones para cada uno de los canales de pérdidas.

#### 5. Análisis económico

Conocido el valor de la pérdida y el valor del control, se entra a tomar la decisión de aplicar un correctivo o no. Siempre debe tenerse en cuenta que el valor del control debe ser menor que el valor de la cantidad de producto que se quiere proteger.

#### D. Conclusiones

El estudio que permite determinar la magnitud, el equivalente y el perfil de pérdidas, es determinativo en la toma de decisiones para emprender cualquier actividad de control, con el ánimo de disminuir el daño causado a los productos en almacenamiento por el ataque de plagas, enfermedades y malezas y cualquier otro factor que pueda actuar dentro del sistema establecido.

## LITERATURA CONSULTADA

GOMEZ Q. R. y MUÑOZ, V. H. Envíe buenas muestras y obtenga un mejor diagnóstico en sanidad vegetal, 1978.

HORRIS, K. K y C. J. LINDBLAD. Postharvest Grain Loss Assessment Methods. A. D. Inpress. N. York, 1979.

KRANZ, J. Información básica para el curso sobre epidemiología, pronosis y manejo integrado de enfermedades en vegetales. San Cristóbal, República Dominicana, 1981.

MOSQUERA, P. F. Objetivos, materiales y métodos para efectuar reconocimientos entomológicos. Disertación en el Primer Curso Internacional de Reconocimiento y Diagnóstico de Plagas en Vegetales, CIAT. Palmira, Colombia, 1981.

MUÑOZ, V. H. Reconocimiento de Enfermedades. Disertación en el Primer Curso Internacional de Reconocimiento y Diagnóstico de Plagas en Vegetales, CIAT, Palmira, Colombia, 1981.