PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION AGROP

MATERIAL DI
(VERSION PRELI

2

CURSO PARA FORMACION DE TECNICOS EN MANEJO DE PLANTAS DE SILOS

-IDEMA-

TOMO 3

BOGOTA, JULIO 27 A DICIEMBRE 15 DE 1972

IICA CIRA

PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION AGROPECUARIA

MATERIAL DIDACTICO
(VERSION PRELIMINAR)

2

CURSO PARA FORMACION DE TECNICOS EN MANEJO DE PLANTAS DE SILOS

-IDEMA-

TOMO 3

BOGOTA, JULIO 27 A DICIEMBRE 15 DE 1972

INSTITUTO DE MERCADEO AGROPECUARIO (IDEMA)

El IDEMA, es el organismo oficial responsable de la "compra, almacenamiento, distribución, importación y exportación de los artículos de consumo mayor y de los mercaderíos de primera necesidad, con el fin de regular el precio de los mismos, de apoyar la agricultura y de aumentar la producción nacional, evitando la especulación".

IICA-CIRA. PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITACION AGROPECUARIA (PNCA)

El PNCA, es un instrumento funcional de capacitación creado por convenio entre el Gobierno de Colombia y el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Este Programa tiene como objetivo atender a las necesidades específicas de capacitación que se presenten por las diferentes entidades del sector agropecuario y dar a éstas la asesoría que soliciten. Su Dirección y Administración está a cargo de la Representación Nacional en Colombia, de la Dirección Regional para la Zona Andina.

INTRODUCCION

El IDEMA como establecimiento público, es un instrumento eficaz del gobierno para manejar la producción agrícola nacional y realizar oportunamente su distribución en el lugar donde sea necesario. Para tal fin dispone de una red de plantas de silos, agencias y puestos de compra distribuídos en el país.

En la medida en que el desarrollo nacional exige soluciones de mercadeo más acordes con las circunstancias, esa red requiere de nuevas instalaciones de acopio y distribución para su ensanchamiento. La operación de esas nuevas instalaciones-plantas de silos, agencias, puestos de compras, etc.-, debe ser encomendada a personal técnico, capacitado en áreas específicas de mercadeo agrícola, a fin de garantizar almacenamiento, conservación y distribución adecuadas para los productos comercializados.

Por todo lo anterior, paralelamente con la constante ampliación de su red, el IDEMA ve aumentadas sus necesidades de personal técnico, especializado en áreas específicas del mercadeo de productos básicos, por lo que el Instituto se vió precisado a fijar políticas integrales de capacitación de su personal, de acuerdo con sus requerimientos.

En desarrollo de dichas políticas, el IDEMA encomendó al PNCA la programación y ejecución de cursos para formación de Directores de Planta (1), Laboratoristas de Granos (4), Mecánicos de Plantas (2), Administradores de Supermercados (1), y Técnicos en Control de Trillas de Arroz (1).

Este programa conjunto de capacitación-IDEMA/PNCA-, se viene desarrollando de acuerdo a prioridades establecidas por IDEMA, según sus necesidades inmediatas. Así, para el segundo semestre de este año, se solicitó la realización de un segundo curso para formación de Directores de Plantas de Acopio de Cereales, cuyos objetivos fueron:

1. Capacitar a un grupo de futuros jefes de planta, en aquellas disciplinas que les permita conocer, manipular, tratar y conservar adecuadamente los granos.

2. Facilitar a los participantes el conocimiento de todas las técnicas modernas que les permita hacer uso eficiente y racional del equipo e instalaciones de las plantas del IDEMA.

3. Dar a los participantes capacitación en el manejo eficiente y ordenado de la parte administrativa, contable y financiera de cada instalación.

4. Corregir deficiencias en el proceso de mercadeo perjudiciales para el interés general, al capacitar personal en la aplicación exacta de las normas de clasificación, información de precios, formas de evitar manipuleos excesivos que incrementen los costos de comercialización, programación del trasporte.

5. Crear entre los participantes actitudes favorables hacia el cambio, el mejoramiento institucional y las necesidades del desarrollo económico.

EDUARDO RAMOS LOPEZ
Codirector PNCA

mgm.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

1. [illegible] aquellas disciplinas que [illegible] comercio [illegible] [illegible] los [illegible].

2. [illegible] [illegible] [illegible]

CONTENIDO

CONTENIDO

Pgs.

Pgs.

Pgs.

Pgs.

DIRECTIVOS DE LAS ENTIDADES AUSPICIADORAS

Dr. Ariel Armel Arenas	Gerente General del Instituto de Mercadeo Agropecuario (IDEMA)
Dr. Luis Ramiro Beltrán	Director del Centro Interamericano de Desarrollo Rural y Reforma Agraria (IICA-CIRA/PNCA).
Dr. Eduardo Ramos López	Co-Director del Programa Nacional de Capacitación Agropecuaria

COORDINADORES DEL CURSO

Dr. César Rodríguez	Mercadólogo del Programa Nacional de Capacitación Agropecuaria, PNCA (IICA-CIRA)
Sr. Fernando Galindo	Visitador Técnico Nacional Instituto de Mercadeo Agropecuario (IDEMA)

CONFERENCIANTES

Dr. ANIBAL ALVAREZ RAMIREZ. Licenciado Dibujo Técnico, Escuela Normal Industrial Nacional. Licenciado Educación. Especializado en Psicología y Pedagogía, Universidad Pedagógica Nacional. Psicopedagogo, Programa Nacional de Capacitación Agropecuaria (PNCA), IICA-CIRA.

Tte. PABLO CAMPIÑO. Especializado en Protección Estructural y Preventiva. Actualmente Jefe Departamento de Capacitación de Bomberos de Bogotá.

Dr. RAFAEL CANCELADO. Ingeniero Agrónomo. Master en Entomología. Actualmente Profesor de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional.

Dr. ALFREDO CARRASCO. Economista Agrícola. Ph. D. Actualmente Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional.

Dr. ALVARO CASTILLO. Ingeniero Civil. Universidad Javeriana de Bogotá, Gerente de la Empresa Metalúrgica de Colombia S.A..

Dr. RICARDO CEPEDA. Ingeniero Agrónomo. Actualmente Profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional.

Dr. JAIME CUSICANQUI. Comunicador. Actualmente Comunicador del IICA-CIDIA.

Dr. RAFAEL ESPINEL. Ingeniero Agrónomo. Actualmente Profesor de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional.

Dr. CIRO GARZON. Administrador Público. Actualmente Funcionario de la Escuela Superior de Administración Pública.

Dr. ERNESTO GULT. Ingeniero Civil. Universidad de los Andes de Bogotá. Universidad de Notre Dame, Ingeniería de Trasporte. Subgerente Técnico de la Corporación Financiera de Trasporte.

Dr. MISAEL HERNANDEZ. Ingeniero Industrial. Actualmente Jefe Sección de Seguridad Industrial del IDEMA.

Dr. JORGE JAIMES. Administrador de Empresas. Actualmente Secretario de la Facultad de Administración de la Universidad Nacional.

Dr. HUMBERTO PATIÑO. Abogado. Actualmente Director División Administración y Desarrollo de Personal del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Dr. JORGE REYES. Ingeniero Civil. Actualmente Instructor del Cuerpo de Bomberos de Bogotá.

Sr. HECTOR ROZO. Contador. Actualmente Contador de la División Financiera del IDEMA.

Dr. CESAR O. RODRIGUEZ. Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional. Egresado del Instituto Latinoamericano de Mercadeo Agrícola (ILMA). Mercadólogo Programa Nacional de Capacitación Agropecuaria (PNCA), IICA-CIRA.

Dr. JOSE MARIA RODRIGUEZ. Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional de Medellín. Ingeniero Asistente del Programa de Procesos Agrícolas. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Sta. EDITH TORRES. Secretaria Ejecutiva. Actualmente Jefe del Secretariado Conjunto del IICA-CIRA.

Dr. JORGE TORRES. Ingeniero Agrónomo. Máster en Economía Agrícola. Actualmente Profesor de la Escuela de Graduados del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional.

Dr. LEVY VARGAS. Contador. Actualmente dicta Cursos de Especialización en Contabilidad en Institutos del Sector Agropecuario.

Dr. NIZAR VERGARA. Economista Agrícola. Especialista en Mercadeo Agropecuario. Actualmente Profesor en Mercadeo del Programa Nacional de Capacitación Agropecuaria (PNCA), IICA-CIRA.

Dr. PEDRO NEL URUEÑA. Economista. Especializado en Mercadeo Agrícola. Actualmente funcionario de la Oficina Nacional Coordinadora de Supermercados del IDEMA.

PARTICIPANTES

Bastidas Moreno, Luis E.	Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de Colombia
Bustos Berrocal, Gabriel	Ingeniero Químico. Director Planta de Silos Montería
Bustos Pinzón, Jorge	Analista de Planeación - INAGRARIO
Castaño Becerra, Jorge A.	Ingeniero Agrónomo Regional 8
Criollo Cruz, Rafael	Agrólogo Laboratorista, División Control de Calidad
Duarte Correa, Alejandrino	Economista Asistente de la División Control de Calidad
Durán Fernández, Eduardo	Laboratorista, División Control de Calidad
Espinosa Restrepo, Alvaro	Ingeniero Agrónomo, Supervisor VII
Franco López, Alvaro	Laboratorista, División Control de Calidad
Gómez Téllez, Carlos	Administrador de Empresas. Laboratorista División Control de Calidad
Gutiérrez Gutiérrez, Ricardo	Asistente de Planta de Silos de El Espinal
Henriquez Lux, Maximiliano	Ingeniero Agrónomo Supervisor V
Quintana Cely, Alberto	División de Operaciones INAGRARIO
Rodríguez Bravo, Néstor	Ingeniero Agrónomo Supervisor V
Soto Ruíz, José A.	Ingeniero Agrónomo. Administrador Supermercado Girardot
Triana Díaz, Alex E.	Contador, Laboratorista División Control de Calidad
Uribe Díaz, Pablo	Laboratorista Planta de Silos de Gamarra
Peñafort Lerzundi, Enrique	CORABASTOS

PROGRAMA

A. Aspectos Económicos y de Mercadeo.

- Matemáti cas.
- Economía Agrícola.
- Estadística.
- Mercadeo y Programación de Acopio.
- Clasificación.

B. Aspectos Administrativos.

- Bases de Administración.
- Operaciones Administrativas en Plantas y Manejo de Personal.
- Relaciones Humanas.
- Técnicas de Oficina.
- Seguridad Industrial.
- Contabilidad General y de IDEMA.

C. Aspectos de Tráfico y Operaciones.

- Trasporte y tráfico.
- Interpretación de Planos Mecánicos y Teoría de Equipos.
- Operaciones en Planta (Gral.).

D. Aspectos de Manejo y Conservación de Granos.

- Manejo y Conservación.
- Entomología.
- Calidad Industrial del Trigo.
- Control de la Elaboración Industrial del Arroz.

E. Prácticas de Campo (en plantas).

CONFERENCIAS Y DOCUMENTOS

Nota: La responsabilidad del contenido de las Conferencias y Documentos es de sus Autores

PARTE PRIMERA

COMPENDIO SOBRE NORMAS DE CLASIFICACION DE LOS GRANOS Y ALGUNAS NOCIONES SOBRE SU CULTIVO Y NATURALEZA

NOCIONES GENERALES SOBRE AGRICULTURA

(Luis José Lizarazo)

NOCIONES GENERALES SOBRE AGRICULTURA

A. Concepto de Agricultura

Desde el agricultor más adelantado hasta el de escasos conocimientos, aplica al realizar las tareas agrícolas una serie de ciencias. Por lo tanto participa en la aplicación de principios de edafología o sea la ciencia que estudia la naturaleza del suelo, de climatología y metereología, ciencias que estudian el clima y las variaciones de la atmósfera, de botánica, ciencia que estudia los vegetales y de entomología o sea parte de las ciencias naturales que trata de los insectos. Esta consideración es la que obliga al agricultor, al que dirige un establecimiento agrícola o al que está en posición favorable para asistir o enseñar al productor, conocer algo de las ciencias referidas en relación a los fenómenos que ocurren en el suelo, en la atmósfera y en las plantas.

1 El suelo. En una forma técnica se puede analizar el suelo y por lo tanto definir de la siguiente manera:

a Características físicas, que comprenden la textura, la estructura y el calcáreo.

b Características físico-químicas, las que hacen relación a las reacciones químicas, encontrando que tenemos suelos ácidos, aquellos que tienen en p H menos q'7 y hasta 4; suelos alcalinos aquellos que tienen un p H superior a 7 y hasta 9, (aunque hay plantas que se cultivan en suelos hasta de 10 de p H); y suelos neutros o de p H igual a 7 en el cual no predomina ni la alcalinidad ni la acidez.

c. Características Químicas. Elementos nutritivos. Encontramos que las plantas absorben de la tierra o del aire algunos elementos para su desarrollo siendo los primarios o principales el Nitrógeno, fósforo y potasio, secundarios como el calcio y el magneso, etc. Microelementos como el cobre, zinc, cloro, hierro. El humus es un conjunto de materias orgánicas que fertilizan el suelo y se encuentran en la capa arable que es influenciada por la atmósfera y fácilmente removible por los instrumentos de labranza.

Un suelo muy fértil idealmente se compondría de 50% de arcilla, 23% de arena y 27% de calcáreo con una buena capa de humus.

2. Clima. La atmósfera juega en la vida de las plantas un papel principal que obra sobre ellas por los gases y líquidos complejos que contiene, además por el calor y la luz que les transmite, sin los cuales no puede haber vida orgánica. Cada planta necesita para completar su ciclo evolutivo una cierta cantidad de luz y calor sin la cual no llega a la completa madurez y por consiguiente a fructificar. Por ello hay plantas de climas cálidos, fríos y numerosos de climas templados.

Para estudiar en forma precisa las características del clima de un lugar o de una zona determinada, es necesario observar y medir en condiciones adecuadas, las variaciones de los fenómenos atmosféricos que en conjunto forman el clima.

Los fenómenos meteorológicos que deben estudiarse son:

La radicación solar e insolación.
Temperatura del aire.
Temperatura del suelo.
Presión atmosférica.
Vientos.
Humedad del aire.
Lluvia o precipitación.

a. La radicación solar que recibe la tierra del sol varía con el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre ella y con la mayor o menor distancia entre el sol y la tierra en las diferentes épocas del año. La unidad de medida de la radiación solar es la caloría gramo por centímetro cuadrado de superficie por minuto.

La insolación o brillo solar estudia, la duración del resplandor solar, bajo los aspectos de luz directa y luz difusa. La primera de ellas no sufre modificaciones al través de la atmósfera cuando ésta presenta su máxima transparencia y llega a la tierra con una alta intensidad de brillo, mientras no sea interceptado por la nubosidad o por la topografía y otros obstáculos; de lo contrario da como resultado la luz difusa.

b. La temperatura es el efecto sensible del calor por lo tanto se debe distinguir entre calor y temperatura, pues el primero es la energía que envía el sol, cuya unidad de medida es la caloría gramo y la segunda, es la absorción o aprovechamiento de esa energía y su unidad de medida es el grado térmico (°C o °F).

c. La temperatura del suelo tiene su origen en el color opaco que procede del calor radiante del sol, es absorbido por las primeras capas de la tierra y éstas a su vez, lo trasmiten a los interiores con mayor o menor facilidad según sea la composición del terreno.

d. Presión atmosférica. La tierra se encuentra rodeada de una atmósfera gaseosa que por leyes físicas de la gravedad, está sujeta a la atracción que, desde el centro de la tierra, se ejerce sobre todos los cuerpos que la rodean. Por consiguiente, la presión atmosférica es el resultado de la fuerza que ejerce la gravedad sobre el aire.

Para medir la presión atmosférica se toma como unidad de medida la ejercida por el peso de una columna de mercurio de 76 cms. de altura y un centímetro de base, en el cual se ha hecho el vacío y se encuentra al nivel del mar sobre una superficie de 1 cm^2.

La unidad de medida de la presión es el milímetro o el milibar.

e. Vientos. El origen de los vientos es la circulación de la atmósfera que sufre desequilibrios térmicos dentro de ellos y viene a producir desplazamientos del aire de un lugar a otro con una disección y velocidad variable.

f. Humedad del aire. En la atmósfera aunque invisible se encuentra siempre el vapor de agua, que procede de la evaporación del agua de los mares, ríos, lagos y transpiración de las plantas y animales.

g. Lluvias o precipitación. Las precipitaciones pluviales son la condensación del vapor de agua del aire, cuando por intermedio de nubes que se sobresaturan debido al descenso de la temperatura, para medir el espesor de la capa de agua precipitada se usan los pluviámetros. La unidad de medida es el milímetro. El milímetro equivale a un litro de agua por metro cuadrado de superficie.

3. Preparación de la tierra. El suelo debe ser trabajado de modo que ponga a disposición de los vegetales los elementos necesarios para desarrollarse.

a. Objetivos: a) preparar una cama ordenada y adecuada para la semilla; b) mejorar las condiciones físicas del suelo; c) destruír larvas y huevos de insectos.

b. Efectos de la preparación del suelo: a) permite mayor humedad con mayor rapidez; b) favorece capacidad de retención de humedad; c) previene erosión del suelo por acción de agua y viento; d) incorpora vegetación y estiércol al suelo; e) destruye malezas; f) destruye insectos dañinos; g) aumenta la aireación; h) rompe el suelo; i) modifica la estructura; j) favorece el desarrollo y la penetración de raíces; k) favorece operaciones siguientes de cultivo.

c. Labores

Arada. Es la operación por medio de la cual se rompe y se voltea el suelo. Esta operación se hace con arados, como su nombre lo indica, y estos pueden ser de varios tipos: a) de vertedera; b) de discos. Los efectos de la arada sobre el suelo son: facilitar la penetración del aire, permitir un mayor almacenamiento de agua, es decir, preparar el terreno a condiciones ideales para recibir la semilla.

Equipos utilizados

Equipo secundario. Las funciones del equipo secundario en la preparación del suelo son esencialmente pulverizar, emparejar y comprimir, lo que permite que el suelo quede listo para recibir la semilla. El equipo secundario está formado por: a) rastrillos; b) rodillos desterronadores. Para que estos implementos tengan una adecuada utilización, es de mucha importancia tener en cuenta la humedad y textura del suelo.

Sembradoras. La función de las sembradoras es depositar la semilla en el suelo a la profundidad requerida (2½ veces el diámetro más largo de la semilla) y a una distancia entre semillas depositadas adecuadamente.

Cultivadoras o aporcadoras. Se utilizan en cultivos en hileras; su objetivo principal es el de permitir la retención de humedad, destruír malezas, etc. Estos implementos se utilizan en las primeras etapas del cultivo.

Cosechadoras. Como su nombre lo indica sirven para recoger el producto del cultivo. En el país se utilizan principalmente en los siguientes cultivos: trigo, cebada, arroz, avena.

4. Selección de Semillas. Un lote de semillas debe estar constituído por un ciento por ciento de semillas viables y enteras y deben ser de la misma especie o variedad. Este grado de pureza y germinación es sólo teórico, pues en la práctica es muy difícil de conseguir. Se expresa mediante el valor cultural cuyo cálculo debe realizarse en función del coeficiente de pureza y del coeficiente de germinación.

a. Coeficiente de pureza. El coeficiente de pureza da el grado de pureza o integridad de la semilla. Para su determinación se procede de la manera siguiente: se toma un lote de semillas y se pesa, luego se separan las impurezas, las cuales pueden ser de dos clases:

1) Impurezas vivientes, que son aquellos granos no pertenecientes a la variedad. Un ejemplo sería encontrar en una muestra de semilla de arroz granos de arroz rojo, o semillas de malezas.

2) Impurezas inertes, son restos de glumas, raquis, granos quebrados, granos dañados, tierra. Estas impurezas no dañan el terreno ni el cultivo, sólo que la muestra o lote de semilla que los posee disminuye su valor porque reduce su peso.

Supongamos haber pesado 100 gramos y de ellos hemos sacado 5 gramos de cuerpos extraños, establecimos de acuerdo a la fórmula que sigue, el grado de pureza.

$$\text{Coeficiente de pureza} = \frac{p - p}{p} \times 100$$

$$\text{Coeficiente de pureza} = \frac{100 - 5}{100} \times 100 = 95\%$$

b. Coeficiente de germinación. Se entiende por poder germinativo el porcentaje de granos que germinó sobre una cantidad tomada como índice. Una vez determinado el grado de pureza se debe colocar a la semilla obtenida en condiciones de humedad, temperatura y aire adecuados para pasar a determinar el "coeficiente de germinación". Si se toman 100 gramos y se colocan en condiciones de humedad y temperatura óptimos para su germinación entre los 5 y los 14 días, término medio, germinarían las semillas. Si la cantidad de semillas fue 100 y germinan 95 diremos que el poder germinativo de esa muestra es de 95%. Además hay que tener en cuenta la energía germinativa, es decir la propiedad que debe tener la semilla para que germine con fuerza y rapidez para salir a la superficie lo antes posible. Se determinó entre el tercero y séptimo día.

c. Valor cultural. Es el valor real de la semilla. Este porcentaje resume germinación y pureza. Está dado por el producto de poder germinativo y el coeficiente de pureza estimado en porcentaje.

$$vc\% = \frac{P.G. \times C.P.}{100}$$

NOCIONES GENERALES SOBRE LA NATURALEZA Y CULTIVO DE LOS PRINCIPALES GRANOS

NOCIONES GENERALES SOBRE LA NATURALEZA Y CULTIVO DE LOS PRINCIPALES GRANOS

A. Ajonjolí

1. Generalidades. Su nombre científico es Sesamun indicum (L), es una planta de la familia de las Pedaliáceas, originaria del Africa. En la actualidad se cultiva en varios países principalmente en la India, China, Birmania, Sudán, Nigeria, México, América Central y Venezuela.

   Es una planta anual, erecta, con o sin ramas según la variedad. Su tallo es cuadrangular; alcanza una altura de uno a dos metros y unos dos dms. de diámetro; su consistencia es fibrosa. En unas varieda des el Tallo está cubierto de pelo y en otras es liso y poseen unas glándulas que segregan una sustancia viscosa; también son pegajosas las hojas, flores y cápsulas. Tiene hojas simples enteras o partidas y con forma lanceolada o acorazonada. Las flores son blancas o ligeramente moradas y de forma acampanada; miden de 2 a 3 cmts. de largo, son axi liares y salen de una a tres por axila.

   Los frutos son cápsulas dehiscentes con cuatro divi siones o celdas llenas de semillas; también los hay de ocho celdas. Las semillas son pequeñas de dos a cuatro milímetros de largo, de forma achatada y de color variable, blanco cremoso o pardo. Un litro de semilla pesa de 600 a 650 gramos y contiene alre dedor del 50% de aceite, 35% de proteína, 8% de hidratos de carbono, mineral, etc.

2. Variedades. Las principales variedades son: Aceitera, Chino Rojo y Venezuela 51 y 52.

3. Clima. Las temperaturas altas (30°C), mucha insolación y una precipitación de 300 a 600 milímetros bien distribuída, son las mejores condiciones climaticas para una buena cosecha.

Aunque el ajonjolí es bastante resistente a la sequía, la escasez de lluvia trae como consecuencia, la disminución del rendimiento. También las precipitaciones excesivas, o mal distribuídas, sobre todo si caen durante la cosecha, perjudican notablemente el cultivo.

4. Suelos. Deben preferirse suelos fértiles, sueltos y livianos, predominantemente arenosos (fran-arenosos ó arcillo-arenosos) con buen drenaje. No se recomiendan los suelos pesados (arcillosos) y mal drenados para sembrar ajonjolí, porque este cultivo es muy susceptible a los excesos de la humedad. En todo caso, sea cual fuere la clase de suelo, es indispensable un drenaje eficiente que impida el estancamiento del agua.

5. Preparación del terreno. En la preparación del terreno deben perseguirse dos objetivos muy importantes:

a. Destruir la mayor cantidad posible de malas hierbas. El crecimiento del ajonjolí durante los primeros 30 días es sumamente lento, y en ese mismo tiempo un terreno mal preparado puede quedar cubierto profusamente de vegetación indeseable que ahoga todo el cultivo.

b. Mullir completamente toda la superficie del terreno. La semilla de ajonjolí, por ser tan pequeña, requiere para su germinación condiciones de estructura del suelo similares a las de un almácigo o semillero.

Las labores de preparación del terreno deben comenzarse 20 ó 30 días antes de la fecha prevista para la siembra. Se empieza con un pase de arado seguido por otro de rastra y se deja el terreno en esa forma durante unos 15 ó 20 días para que germinen las malas hierbas. Se dá luego un segundo pase de rastra a fin de destruír las malas hierbas y mullir más la superficie del terreno. Finalmente se pasa un rodillo pulverizador. Algunos agricultores que carecen de rodillo lo sustituyen por un rollo pesado que arrastran por el campo. De ser posible, se recomienda acoplar una rastra de púas detrás del

rodillo con el objeto de destruír los lomitos y recoger la brocha que haya quedado en el terreno. El normal desenvolvimiento posterior del cultivo (germinación, desarrollo, etc.), dependerá en alto grado de la buena preparación del terreno.

Profundidad, distancia y densidad de siembra. El ajonjolí se siembra a una profundidad de uno a dos centímetros. La distancia entre hileras cambia según la variedad a sembrarse, las condiciones del suelo y el procedimiento mecánico ó manual. En términos generales se puede decir que la separación más conveniente es de 80 a 90 centímetros entre hileras para las variedades ramificadas, y de 60 a 70 centímetros para las no ramificadas o de una sola guía.

6. Densidad de siembra. Para lograr una densidad de siembra apropiada y uniforme, deben sembrarse alrededor de dos a cuatro kilogramos de semillas por hectárea, siempre que éstas tengan un buen poder germinativo.

Suponiendo que se desee una siembra efectiva de tres kilos de semilla y que la prueba de germinación haya dado un porcentaje de 85%, se efectúa el siguiente cálculo para saber el peso real que ha de sembrarse:

"Si de 100 germinaron 85, de "x" cantidad (que se habrá de sembrar) germinarán los 3 kilogramos previstos". Una regla de tres simple da el resultado:

$$\frac{100}{85} = \frac{X}{3} \qquad \text{"x"} \qquad \frac{100 \times 3}{85} = 3.529$$

Redondeando el resultado se deduce que sembrando 3.5 kilogramos por hectárea, germinarán los 3 kilogramos de semilla previstos.

7. Epoca de siembra. Para establecer la mejor época de siembra, han de tenerse presente los siguientes criterios:

a. El suelo debe contener suficiente y adecuada humedad. En suelo seco no germina la semilla.

b. Deben haber terminado los aguaceros fuertes del "invierno".

c. Después de la siembra deberán caer algunas lluvias (los "nortes"), no menores de 300 milímetros en total y bien distribuídas.

También se tendrá que combinar la época de siembra con el ciclo de la variedad, ya sea temprana, mediana o tardía, para que la cosecha pueda recogerse antes de la entrada del próximo invierno.

8. Cosecha. Esta es una face del cultivo que requiere sumo cuidado, ya que puede poner en peligro el buen éxito de la siembra. La cosecha del ajonjolí comprende tres operaciones: a) Corte y hacinamiento de las plantas; b) formación de montones y secado y, c) trilla, limpieza y ensacado. El ajonjolí debe cortarse cuando haya alcanzado su madurez. Si se hace antes, las cápsulas de los extremos superiores de las plantas no producirán por estar todavía verdes, es decir, no estarán en sazón.

Máximo grado de maduración. Se nota en todas las variedades del ajonjolí el grado máximo de maduración, por el color amarillo más o menos intenso que toman las plantas y la carencia casi total de hojas, que se van cayendo paulatinamente.

Trilla. Al cabo de 10 a 15 días de estar los montones expuestos al sol, se procede a la trilla, operación final encaminada a obtener el grano de las cápsulas secas. Puede efectuarse a mano o a máquina.

Rendimiento. Varía mucho según las condiciones diferentes del suelo, el clima, las plagas y enfermedades y en general los métodos de cultivos. Puede oscilar entre 400 y 1.400 kilogramos, considerándose aceptable una cosecha que dé más de 700 kilogramos por hectárea, siempre teniendo en cuenta la región y otros factores.

9. Usos. El aceite que se extrae de las semillas se usa principalmente para fines alimenticios, pero también se emplea en la industria de jabones y cosméticos. La otra torta que queda una vez extraído el aceite, contiene calcio, fósforo y proteínas y se usa en la preparación de alimentos concentrados para bovinos, porcinos, caprinos y aves.

B. Arroz

1. Generalidades. El arroz conjuntamente con el trigo, son los principales alimentos de la humanidad y se disputan el mayor volumen de producción.

Es originario de la India y China produciendo Asia más de las tres cuartas partes del volumen mundial.

Clasificación Botánica:

Clases: Monocotiledóneas
Orden: Glumiflorales
Familia: Gramíneas
Tribu: Oríceas
Género: Oryza
Especie: Oryza Sativa L.

2. Descripción de la planta

Raíz. La semilla germina a los 8 ó 10 días de sembrada, apareciendo las raíces seminales o primarias en cantidad de tres, una principal y dos laterales. Luego aparecen las secundarias en los nudos del tallo principal y de los originados posteriormente o macollos.

También pueden originarse raíces adventicias en los nudos superiores a estos últimos.

Tallo. Durante el primer mes de vida el tallo crece sólo, luego comienza a dar otros secundarios o macollos en forma abundante. Llegan hasta una altura de 1.50 mts. en forma más o menos vertical. Las cañas son huecas, teniendo hasta 20 nudos y entrenudos con un diámetro de 5 a 8 cms.

Hoja. Las hojas crecen en los nudos del tallo con una vaina sumamente larga, lígula bien desarrollada y aurícula pequeña.

La lámina es más bien angosta con un largo que oscila en unos 50 cms.

Panoja. Es una panoja laxa, terminal, ramificada y comprimida lateralmente.

El número de espiguillas oscila entre 50 y 250, son unifloras y constituídas por dos glumas muy pequeñas y persistentes y dos glumelas desarrolladas.

Una superior y otra inferior llamadas lemmas.

La fecundación es autógama o directa y a la madurez del grano, éste queda recubierto de las glumelas que acompañan el grano en la trilla.

El pericarpio es en la mayoría de las variedades blanco, pudiendo ser también amarillento, rojo y hasta excepcionalmente azulado.

Existen variedades con endosperma córneo y también glutinoso. El primero es duro, traslúcido y en la cocción quedan los gránulos separados unos de otros, mientras que el glutinoso es opaco y harinoso y en la cocción tiende a formar una pasta.

3. Clima y suelo. Aún cuando siempre se ha considerado el arroz como un cultivo tropical, se le produce en gran escala, en latitudes subtropicales y templadas bajas. Se puede cultivar casi en cualquier región que tenga de 4 a 6 meses con una temperatura promedia de cuando menos 20 a 25°C y una mínima de 10°C. El arroz requiere de abundantes lluviar y/o riegos durante su período vegetativo. Las variedades de tierras altas o de temporal (secano) requieren de un mínimo de 600 a 1.200 mm. y las variedades de suelos bajos y húmedos de 1.800 a 2.400 mm. Si no se cuenta con la suficiente precipitación, el déficit debe cumplirse con agua de riego.

En el cultivo del arroz se utilizan una gran variedad de suelos. La fertilidad del suelo es de gran importancia, aún cuando con frecuencia se enriquece a los suelos pobres utilizando agua para riego con gran contenido de materias en suspensión. Para un buen desarrollo radicular del arroz, se requieren aproximadamente de 20 a 25 cms. de profundidad de buen suelo. La mayor parte de suelos para arroz, son ligeramente ácidos con un pH de 5 a 6.

4. Cultivo. El arroz se siembra como cultivo de inundación y de secano, pero las variedades que se utilizan bajo inundación, no se pueden utilizar fácilmente para cultivos de secano y viceversa. Probablemente las variedades para tierras altas fueron las primeras en desarrollarse pero perdieron su importancia después de demostrar que las variedades para inundación y sus prácticas de producción rendían mayores cantidades de arroz. En el cultivo del arroz de secano, los campos se inundan parcial o completamente, sólo durante la siembra, permaneciendo sin inundación durante todo el resto del ciclo vegetativo. El arroz de tierras bajas se produce en campos que se conservan inundados hasta muy poco antes de la cosecha.

En el cultivo del arroz bajo inundación se utilizan dos sistemas generales. El más antiguo que se originó en Asia y que se ha practicado allí durante muchos siglos, depende completamente de mano de obra. Se siembran de 50 a 60 kgs. de semilla por ha., en pequeños lotes inundados. Las plántulas se trasplantan a los campos por hileras separadas de 30 cms. cuando tienen cerca de 2 meses de edad. La cantidad de mano de obra que se requiere es muy alta, por lo cual las pequeñas parcelas son generalmente de poca superficie, dividiéndolas entre sí por las adyacentes por medio de bordos. Las parcelas tienen una muy ligera pendiente de tal manera que se pueda derivar agua por gravedad, de una corriente, canal o lago vecino o que puede bombearse a los campos más elevados.

El sistema más reciente para el cultivo del arroz, bajo estas condiciones, difiere del antiguo en eliminar la mano de obra en todo lo que sea posible; por ejemplo, los campos de arroz en los Estados Unidos se siembran con aeroplano, el combate de malezas se efectúa con productos químicos y la cosecha por medio de máquinas combinadas. La semilla que se utiliza se humedece en agua durante 36 ó 48 horas, precisamente antes de la siembra, y se esparce usando de 140 a 225 kgs. por ha. Este humedecimiento previo elimina la mala distribución de la semilla y asegura una germinación más rápida y uniforme. Los campos se inundan al tiempo de la siembra con una capa de 2.5 a 5 cms. de agua manteniendo su nivel en este punto hasta que las plantas crezcan de 15 a 20 cms. Luego se agrega más agua para lograr una profundidad de 10 a 15 cms. aún cuando generalmente es suficiente tener 7.5 a 10 cms. para asegurar un buen cultivo.

5. Beneficio y valor nutritivo. La preparación del arroz para el consumo humano involucra la separación de la cáscara gruesa, áspera y no comestible del grano. Las partes comestibles de este último, consisten del pericarpio y capa de aleurona, el embrión y el endosperma almidonoso o aglutinante, el que contiene de 6 a 9% de proteína. El descascarado se puede efectuar a mano como todavía se hace en muchos poblados asiáticos para el uso familiar o la venta a mercados locales o se puede efectuar con maquinaria. El arroz que se descascara a mano, conserva el grano y el embrión prácticamente intactos, lo cual es de importancia considerable, ya que la capa de aleurona contiene tiamina (vitamina B1) y otras valiosas sustancias. La enfermedad de beriberi causada por una dieta deficiente en tiamina, es muy rara en los países en donde se descascara el arroz a mano después de humedecerse con vapor de agua. En la molienda comercial se elimina primeramente la cáscara y la cubierta de la semilla, pero se deja la capa de aleurona más o menos intacta. Enseguida el arroz debe pulirse, ya que de otra manera se deteriora rápidamente. Estas operaciones eliminan por completo el pericarpio, la capa de aleurona y el embrión de tal manera que, de hecho se pierden las vitaminas totalmente.

El arroz blanco pulido contiene prácticamente sólo almidón y muy poco de valor alimenticio. Un tercer método de beneficio involucra el sancochar el arroz con cáscara. Esto gelatiniza las capas exteriores de almidón en el endosperma, las cuales puede absorber parte de las vitaminas de la capa de aleurona, que, a su vez son retenidas después de que los granos se someten a molienda y a pulido. De las diversas formas de beneficio, el arroz blanco pulido se conserva por más largo tiempo en almacenamiento, luego el tratamiento de arroz con cáscara sancochado, enseguida el arroz descascarado a mano, y finalmente el arroz que se ha sometido a molienda pero que no se ha pulido, el cual se conserva por menor tiempo.

En Colombia se cultivan 300.000 has. aproximadamente que producen unas 500.000 toneladas con un rendimiento promedio de 1.800 kilogramos por ha.

C. Cebada

1. Generalidades. Con relación al origen de la cebada, se consideran dos centros:

   1) S.E. de Asia, China y Japón

   2) Eritkea Abisinia y Norte de Africa

   Clasificación Botánica:

   Clase: Monocotiledóneas
   Orden: Glumiflorales
   Familia: Gramíneas
   Tribu: Hordeas
   Género: Hordeum
   Especie: Hordeum Vulgare

2. Descripción de la planta.

   Raíz. Al producirse la germinación, lo primero en aparecer de la semilla son las raíces seminales o primarias en número que puede variar entre 5 y 8, las que se desarrollan a buena profundidad del suelo.

Las raíces secundarias se desarrollan antes de que la planta macolle.

Tallo. Puede ser erecto, semierecto o rastrero. Su altura varía entre los 70 y 80 cms., terminando en una espiga, es más grueso y suculento que el trigo. El número de nudos oscila entre 8 y 13. Las cañas constituyen los macollos.

Hoja. Son lineales, paralelinervadas, glabras, de color verde claro, con una pigmentación ligeramente amarilla al nacer, que luego al madurar se hace oscura.

Consta de lámina, vaina que abraza al tallo, ligula membrenosa y bien desarrollada, aurículas completamente bien desarrolladas que envuelven el tallo.

Espiga. Cada macollo tiene una espiga. El peciolo es corto saliendo la espiga directamente de la vaina.

Las espigas son más o menos redondeadas o cuadradas, estando toda la inflorescencia sostenida sobre un raquis, a lo largo del cual se insertan en forma alternada las espiguillas.

En cada artejo del raquis se insertan tres espiguillas.

3. Clima y suelo. En Colombia, la cebada se cultiva a alturas comprendidas entre 1.800 y 3.200 metros, con temperaturas que varían de los 18 grados centígrados. Los suelos con una acidez (pH) comprendida entre 5,6 y 6,5 son los más aconsejables para el cultivo.

Mucha humedad o mucha sequía afectan el crecimiento y el macollamiento de la cebada y limitan la producción. Se necesita una buena humedad durante la germinación y el macollamiento.

4. Variedades recomendadas. Las variedades Funza y "124" se recomiendan para las zonas de Cundinamarca y Boyacá y la variedad Galeras para las zonas de Nariño, en donde se presenta la enfermedad conocida como "enanismo". Para las zonas de Nariño libres de "enanismo", se recomiendan las variedades Funza y "124".

5. Preparación del suelo. El éxito del cultivo de la cebada depende en gran parte de la buena preparación del suelo. Esta labor varía de acuerdo con la clase de terreno, cultivo anterior, etc., y consiste comunmente en arada, dos o tres rastrilladas y nivelación del terreno. Las zanjas de desagüe son indispensables. La profundidad de la arada no debe ser menor de 20 centímetros a menos que se trate de suelos muy sueltos. En estos terrenos es necesario el uso de "cultipackers" o rodillos antes y después de sembrar.

6. Siembra. La siembra debe hacerse con sembradora-abonadora para obtener mejor aprovechamiento de los fertilizantes, pues la semilla queda cerca de éstos y a igual profundidad, y germina uniformemente. En terrenos muy pendientes la siembra se hace al voleo, es decir se riega la semilla y el abono a mano.

7. Epocas de siembra. La precocidad de las variedades de cebada permite hacer dos siembras al año.

Debido a que las condiciones del clima son muy variables, no pueden darse recomendaciones precisas en cuanto a épocas de siembra. Sin embargo, las mejores épocas de siembra, en términos generales son:

En los Departamentos de Cundinamarca y Boyacá las siembras de "año grande" están comprendidas entre el 20 de Febrero y el 15 de Marzo. En las zonas que pasan de 3.000 metros de altura las siembras se realizan a fines de Mayo y principios de Junio. La "mitaca" se siembra en Agosto.

8. Semilla. La semilla debe ser de variedades puras (certificada), estar debidamente clasificada y desinfectada. Se debe exigir como mínimo un 90 por ciento de germinación de la semilla. Esto se logra adquiriendo semillas certificadas y producidas por una persona o entidad de reconocida responsabilidad.

No es aconsejable por lo tanto, que el agricultor utilice para las siembras, semilla de su consecha anterior.

9. Densidad de siembra. Generalmente se utilizan 70 kilogramos de semilla por hectárea. Esto depende de la clase de terreno, de su preparación y de la variedad a sembrar. Para los suelos sueltos o cultivados anteriormente con papa o cebada la densidad de siembra puede ser menor. En la siembra al voleo, la cantidad de semilla debe aumentarse en un 20 por ciento.

D. Fríjol

1. Generalidades. Se acepta en general, que existen cinco centros mundiales de orígen de las legumbres principales, en especial los fríjoles, uno de ellos ubicados en México y Guatemala, aunque Perú se acepta también como centro de orígen primario. El hecho es que comenzaron a difundirse y utilizarse intensamente en Europa después de los viajes de Colón, alrededor de 1542.

Clasificación Botánica:

La clasificación Botánica de las especies de Phaseolus, es:

Clase: Dicotiledoneas
Orden: Rosales
Subfamilia: Papilionidae
Tribu: Phaseolineae
Género: Phaseolus

2. Descripción de la planta y condiciones para su cultivo. Son plantas anuales, adaptadas a zonas de climas templados hasta cálidos, sensibles a las temperaturas extremas y que requieren una cantidad modesta de agua, siendo producidas con más éxito en áreas donde las precipitaciones son ligeras en la última parte de su desarrollo. Se adaptan a diversos tipos de suelos.

En la mayor parte del mundo se siembran, se cultivan y se cosechan a mano. En los Estados Unidos y otros países avanzados, donde se han mecanizado altamente esas labores, la siembra se realiza a máquina, utilizando en muchos casos la sembradora común de maíz adaptada para ese fin; igualmente se hacen a máquina las carpidas, deshierbes, etc., y finalmente se

cosechan utilizando cosechadoras especiales o las combinadas comunes para cereales con adaptaciones simples.

El fruto, que es una legumbre o vaina, contiene un número variado de semillas, según especies y variedades, de tamaños diversos y de colores muy variados; blanco, café rojo, mateado o con pintas, negro azulado, etc. En Estados Unidos, las variedades de fríjol de semilla más grande, incluyen alrededor de 900 semillas por libra; las más pequeñas, término medio, alcanzan a 2.300 semillas por libra.

En cuanto a medidas medias de la semilla, se clasifican en grupos, de los cuales las más largas son de más de 1,5 cms. (2 x 1,5 cms. o 2,5 x 1 cm. por ejemplo) y las más cortas de menos de 0.8 cms. con grupos intermedios.

En Colombia se cultiva una serie muy grande y muy variable en cuanto a tamaño, forma y color de la semilla, lo que veremos en detalle al tratar de tipificación. Para Colombia, los fríjoles representan un cultivo de singular importancia, por constituír los mismos, parte fundamental de la dieta de los habitantes de extensas zonas de su territorio.

El fríjol se destaca por su alto contenido de proteínas, que oscila entre 14,5 y 32 por ciento -según análisis de las variedades colombianas- y de acuerdo con la variedad, la zona donde se cultiva y otros factores; así mismo posee un alto contenido de carbohidratos, que fluctúan entre 45 y 70 por ciento. Se destaca igualmente por su riqueza en hierro y por la cantidad de calorías que produce por kilogramo, que es casi tan alta como la obtenida del arroz integral.

Sin embargo, la proteína del fríjol se considera de calidad inferior, por carecer de tres aminoácidos esenciales, de donde es necesario reforzar con proteínas que contengan los aminoácidos de que carece. A la alimentación básica de maíz y fríjol (ambos carecen de aminoácidos indispensables al crecimiento), se atribuye la baja estatura de la mayor parte de los pueblos latinoamericanos.

Algunos autores afirman que el color del fríjol, generalmente guarda una relación muy estrecha con su sabor y con el valor alimenticio. Así, los fríjoles blancos o de colores claros son de valores nutritivos más elevados; siguen luego los de color negro y, por último, los de color café, sayo, rojo, etc. Estos últimos, sin embargo, son los que tienen mayor demanda en el mercado colombiano por su color y tamaño y además porque dan caldos espesos y tienen sabores muy agradables. La variedad de fríjol más rica en proteína al parecer es la variedad de grano blanco pequeño, llamada "Navy bean" y "pea bean" en Estados Unidos, "panamito" en Ecuador y Perú y "blanquillo" en Colombia. Este tipo de grano es consumido de preferencia en la zona oriental colombiana.

En el fríjol, el valor elevado de proteínas está en relación directa con algunas características, tales como el tamaño pequeño, la forma esférica y de color negro o blanco de la semilla, con el crecimiento en guía y con el origen tropical de la variedad.

Son conocidas las graves deficiencias en la alimentación del pueblo colombiano, con dietas desequilibradas producidas no por un exceso de consumo de carbohidratos, sino por el bajo consumo de grasas y proteínas.

El maíz es el alimento más consumido, pero el arroz es también base alimenticia del país (Colombia es el 5o. consumidor de arroz en el mundo, después de China, India, Japón y Thailandia) y en la Costa Atlántica representa el 50% del total de alimento en peso.

Antioquia y Caldas son los dos departamentos de mayor consumo de fríjol, del que se estima en 80 a 110 gramos por día y por persona, mientras en Barranquilla es sólo de 6 a 16 gramos y en algunas regiones del país es prácticamente nulo.

Se estima que elevando el consumo de leguminosas de grano en Colombia hasta un nivel per-cápita de 80 a 90 gramos por día, se cubriría aproximadamente el 25 por ciento de las necesidades proteícas, dejando otro 25 por ciento para cereales, tubérculos y raíces y un 50 por ciento para los alimentos con proteínas de alto valor biológico como la leche y sus derivados, carne, pescado, huevos, etc.

Una política de mejoramiento de la alimentación, es función primordial de todo gobierno, y en ese sentido Inglaterra nos ofrece un ejemplo de extraordinaria significación; con una política alimentaria adecuada, elevó la estatura media de sus escolares en 5 centímetros, disminuyó en un 50% la mortalidad infantil y en un 60% la mortalidad por tuberculosis.

En Colombia el fríjol se explota en su mayor parte como cultivo de subsistencia, intercalado con maíz. Prácticamente sólo en el Valle del Cauca se produce a escala comercial y como una cosecha independiente. El resultado es que la restricción de las áreas de maíz que se hizo particularmente aguda en 1963, trajo consigo también, como efecto secundario, una disminución sensible en la producción de fríjol.

Las enfermedades también han afectado apreciablemente este cultivo, al par que la competencia de otros productos como la caña de azúcar, algodón, ajonjolí, soya, etc., también ha influído con fuerza en la reducción de áreas dedicadas a fríjol, en especial en el Valle del Cauca.

En 1956 y 1957 la superficie de cultivo llegó a su punto culminante con 132.000 hectáreas, que comprendía tanto siembras de fríjol solo, como intercalado con maíz. La producción de 1955 se ha calculado en más de 69.000 toneladas y la de 1957 en 72.000 toneladas. El censo de 1960 señaló un área cosechada de sólo 115.927 hectáreas y una producción de 70.395 toneladas. Para 1962, se calculó un nuevo descenso a 67.000 toneladas; en 1963, continuó en descenso y a principios de 1964, hubo necesidad de autorizar la importación de fríjol extranjero.

E. Maíz - Zea Mays L.

1. Generalidades. El maíz es nativo de las tierras bajas de América del Sur con un probable centro de orígen en Perú, Mangelsdorf y Reeves (1939), han eliminado el último vestigio de duda de que el maíz pudiera haber emigrado o que se haya traído en tiempos prehistóricos de algún otro continente a los trópicos americanos. En donde quiera que el hombre blanco pisó las costas americanas, ya fuera las Indias Occidentales, Panamá, México, Perú, Nueva Inglaterra o Virginia, encontró a los habitantes nativos cultivando maíz. El cultivo fué de importancia vital en los primeros días de la colonia, ya que se presentaron numerosos casos, en los cuales los colonizadores hubieran perecido de no haber sido por este grano que pudieron cultivar o comprar de los indígenas. Desde entonces, el maíz se ha llevado a todas partes del mundo y juntamente con el arroz y el trigo, es uno de los cereales de mayor importancia. Es consumido como alimento por millones de gentes en Asia y en los trópicos americanos y se le utiliza para muchos propósitos, de igual manera que en el mundo occidental.

El maíz es el principal alimento para la industria animal, y aproximadamente el 90% del que se cultiva en los Estados Unidos, es consumido por animales. En 1955, la producción mundial en toneladas métricas llegó a 157.800.000 toneladas, de las cuales 88.300.000 se produjeron en América del Norte y América Central; 27.400.000 en Asia, 18.200.000 en Europa, 13.500.000 en América del Sur, 10.300.000 en Africa y 100.000 en Oceanía. Solamente los Estados Unidos produjeron 82.000.000 o sea aproximadamente el 50% del total (Yearbook of Food an Agricultural Statistics, 1956).

Clasificación Botánica:

Clase: Monocotiledoneas
Orden: Glumiflorales
Familia: Gramineas
Tribu: Maydeas
Género: Zea
Especie: Zea Mays L.

2. Descripción de la planta

Raíz. Consta de una raiz principal y varias muy ramificadas llamadas primarias o seminales que perduran por lo general toda la vida. En cuanto a las secundarias se distinguen las verticales y las laterales. Por último, del tercer y cuarto nudo basal nacen raíces adventicias gruesas y poderosas que reciben el nombre de raices aéreas y que tienen como principal finalidad dar a la planta mayor fijeza en el suelo.

Tallo. Consta de una caña maciza vertical, de altura variable que puede ir de 0,80 a 3 metros.

Posee nudos y entrenudos en cantidad variable (8 a 14), en la base de los nudos se encuentran unos meristemas que permiten el crecimiento de la planta en largo y ancho.

Hoja. La cantidad de hojas es también variable y nacen en cada nudo, extendiéndose en un solo plano, son de color verde intenso; cuanto más rico en elementos fertilizantes es el suelo, tanto más verde es la hoja en la oscilación que permite la caracteristica de la variedad. Las hojas se componen de cuatro partes: la lámina con nervadura central bien marcada, la vaina más o menos transparente, la lígula que es fina y la aurícula unión de la vaina al tallo. Las hojas poseen estomas en cantidad muy numerosa y también células motoras que permiten que la hoja se extienda en toda su superficie para evaporar el exceso de agua y en otras circunstancias, que se acartuche para disminuir la transpiración en tiempo de sequía.

Espiga. El maíz es una especie diclina y monoica por tener en un mismo pie las flores masculinas separadas de las femeninas.

La inflorescencia masculina está formada por un penacho o panoja sostenido por un pedicelo que es la prolongación del tallo, es bien ramificado y en esas ramificaciones se encuentran las espiguillas que llevan dos flores cada una, una pedicelada y otra sentada. En cada flor hay tres estambres con tres anteras con dos glumas pubescentes y dos lodículos que favorecen la apertura de la flor en el momento de la salida del polen. El polen se encuentra en grandes cantidades y se disemina por el viento e insectos a grandes distancias.

La inflorescencia femenina recibe el nombre de "muñeca" en los primeros momnentos del desarrollo y luego se le denomina mazorca; consta de un eje central o raquis con sus óvulos dispuestos alrededor, se desarrolla en una yema lateral en la axila de una hoja en forma de espiga densa sostenida por una rama con varios entrenudos de donde salen las brácteas modificadas (chalas) que protegen a la espiga.

Se calcula en cada espiga un contenido de 500 óvulos que una vez fecundados y desarrollados se transforman en granos dispuestos en hileras e insertos en el marlo. La cantidad de hileras varía desde ocho para el amarillo, doce a catorce para el colorado, y hasta veinte para el cuarentino y dentados.

Grano. El grano es un cariopse con el pericarpio adherido al endosperma y con el embrión colocado en una de las caras de la punta que se inserta en el marlo.

El pericarpio envuelve al grano con una fina capa de celulosa; el endosperma está constituído principalmente por almidón y el embrión contiene alto porcentaje de aceite. El endosperma puede ser de textura córnea o harinosa, según el porcentaje de cada una de éstas, se caracterizan los distintos grupos de maíces.

Los que tienen la gran mayoría de su endosperma córneo se denominan de tipo duro o también lisos o "flint", pueden ser colorados, amarillos, anaranjados y blancos o morochos.

Los que tienen endosperma harinoso en forma visible son denominados dentados. Son de mayor tamaño. Los semidentados son híbridos de variedades duras con variedades dentadas, obteniendo aumento de rendimiento y mayor precocidad debido a que el cruzamiento desarrolla lo que se denomina "vigor híbrido". Tiene el inconveniente de que sus granos son muy desuniformes, no pudiéndose tipificar, y además todos los años debe adquirirse la semilla al criadero.

3. Los maíces mejorados en Colombia. Los maíces mejorados obtenidos por el Programa Nacional de Maíz y Sorgo, tienen las siguientes ventajas:

a. Alto rendimiento en grano.
b. Tolerancia al ataque de plagas y enfermedades.
c. Plantas de altura uniforme y mediana.
d. Mazorcas bien formadas y colocadas a media o baja altura.
e. Plantas prolíficas y bastante resistentes al vuelco.
f. Granos uniformes.

4. Tipos de maíces mejorados producidos por el I.C.A.

Variedad ó hibrido	Rendimiento Kls/Ha. 15% de humedad	Período Vegetativo (Días)	Color y Tipo de Granos
a. Zona Caliente (0 a 600 metros sobre el nivel del mar)			
Diacol V 103	3.800	130	Amarillo fino/1
Diacol H 104	4.500	130	Amarillo fino/1
Diacol V 153	3.800	140	Blanco fino /1
Ica H 154	4.500	140	Blanco fino

b. Zona Caliente Moderada (600 a 1.200 metros sobre el nivel del mar)

Diacol V 206	3.000	125	Amarillo fino
Diacol H 205	4.500	145	Amarillo fino /1
Ica H 207	5.500	145	Amarillo fino /1
Diacol H 253	5.500	145	Blanco fino /1
Diacol V 254	4.000	150	Blanco fino /1

c. Zona Media (1.200 a 1.700 metros sobre el nivel del mar)

Diacol H 301	4.000	160	Amarillo fino
Ica H 302	4.500	160	Amarillo fino
Diacol Veto	3.500	165	Amarillo fino
Diacol V 351	3.500	165	Blanco fino
Diacol H 352	4.200	155	Blanco fino

d. Zona Fría Moderada (1.700 a 2.200 metros sobre el nivel del mar)

Diacol H 401	4.500	230	Amarillo fino
Diacol H 451	4,500	235	Blanco fino

e. Zona Fría (2.200 a 2.800 metros sobre el nivel del mar)

Diacol H 501	5.500	315	Amarillo harinoso
Diacol V 502	4.500	300	Amarillo harinoso
Ica V 503	5.200	310	Amarillo harinoso
Diacol V 551	4.500	300	Blanco fino
Ica V 552 /2	4.000	320	Blanco fino
Ica V 553	5.200	310	Blanco fino

1/ Para sembrar preferencialmente en las zonas frías del departamento de Nariño.
2/ Ligera capa harinosa

5. Clima y suelo. Para obtener una buena cosecha el maíz debe cultivarse en suelos fértiles, bien drenados y relativamente livianos, los cuales han de ararse, rastrillarse y nivelarse anticipadamente para que las semillas encuentren una cama mullida, suelta y libre de terrones. Esto garantiza una buena germinación y normal crecimiento de las plántulas. El maíz es muy sensible a suelos mal aireados o de subsuelos pesados.

Para un adecuado desarrollo vegetativo, esta planta requiere abundante agua, principalmente en las etapas de su crecimiento inicial y desde el espigamiento a la formación de granos. En general el maíz utiliza para su normal crecimiento de 600 a 800 milímetros de agua. Por tanto, en zonas de baja precipitación pluvial o de lluvias irregularmente distribuídas se necesita riego en forma oportuna.

Sólo cuando las plantas disponen de suficientes elementos nutritivos, se puede obtener elevados rendimientos. En suelos fértiles, las plantas pueden aprovechar directamente tales elementos. De lo contrario, se hace necesaria la aplicación de fertilizantes comerciales para corregir posibles deficiencias de nitrógeno, fósforo y potasio.

6. Recomendaciones sobre el cultivo.

a. La cantidad de semilla por hectárea en la siembra es de 12 a 15 kilos.

b. Cuando se siembra en cuadro, se depositan 3 a 5 granos por sitio, distanciados unos 90 centímetros entre sí, formando un cuadro.

c. En la siembra a chorrillo, correspondiente a la efectuada a máquina, los surcos se distancian unos 90 cms., colocando un grano a una distancia de 25 a 30 cms. Si se siembra semilla en exceso, debe realizarse un raleo (eliminar plantas), en tal forma que las plantas dejadas queden a la distancia anotada anteriormente. Esta labor se efectúa cuando las plantas tienen aproximadamente 60 cms. de altura.

d. Cuando resulte económico puede usarse Gesaprim 80% (1,5 a 2,0 kgs/ha.), como preemergente o post-emergente para el control de las malas hierbas. Al hacer la aplicación del herbicida el suelo debe estar húmedo. Cuando el maíz tiene de 20 a 30 cms. de altura se puede usar de 1 a 2 litros por ha. de 2,4 de Amina.

e. En caso de no poder aplicarse matamaleza, el lote se debe mantener limpio mediante cultivadas y desyerbas oportunas. El número de tales labores culturales dependerá de la cantidad y tamaño de las malezas.

f. Debe hacerse un control efectivo y oportuno de los insectos más dañinos que atacan al maíz tales como los trozadores y cogolleros. Para su control debe usarse Telodrex en la proporción de 1.5 litros por hectárea disueltos en 100 galones de agua.

g. La época más aconsejable para cosechar el maíz es en tiempo seco. Si ésta se hace cuando el maíz está algo húmedo (18-25% humedad), debe secarse artificialmente hasta dejarlo al 25% de humedad antes de desgranarlo. Desgranar maíz muy húmedo no sólo es labor dispendiosa sino que ocasiona daños a los granos.

h. Al almacenar maíz debe cuidarse de que esté bien seco y tratarlo con insecticida que no sea perjudicial para la salud. El Pyrenone en la proporción de dos gramos por kilo de semilla es un tratamiento aconsejable. También se puede usar Malatión en polvo del 1%, a razón de un gramo del producto por cada kilo de semilla.

i. Si se usa semilla de maíz híbrido, ésta debe adquirirse para cada siembra, pues al utilizar la semilla cosechada en la finca, se corre el riesgo de perder entre un 15 y un 30 por ciento del rendimiento obtenido con la semilla híbrida original.

j. Si se siembra una variedad mejorada, se puede usar en futuros cultivos semilla seleccionada de la cosecha anterior, siempre y cuando se tenga la precaución de conservar este material libre de contaminaciones de maíces de tipos diferentes. En tal caso el lote debe quedar distanciado unos 30 metros de cualquier otro cultivo de maíz, con el cual puede cruzarse o casarse. Cuando empiece a notarse degeneración en la semilla usada, ésta debe reemplazarse.

k. Los maíces mejorados que produce el Programa Nacional de Maíz y Sorgo del ICA, los multiplican, venden y distribuye la Caja Agraria.

F. Maní

1. Generalidades. El maní es un oleaginoso de origen americano. Se hallan numerosas formas muy parecidas en el Norte Argentino, Brasil, Paraguay y Uruguay, aunque también se han hallado en el Este de Asia y Africa.

Clasificación Botánica:

Clase: Dicotiledoneas
Orden: Rosales
Familia: Leguminosas
Género: Arachis
Especie: Arachis Hypogea L.

2. Descripción de la planta. El maní es una planta de ciclo vegetativo de 145 a 165 días de duración.

Raíz. La raíz penetra profundamente en el suelo (1 metro), la principal es pivotante con numerosas raíces secundarias formando cabellera. Tiene gran cantidad de nudosidades producidas por un bacilo, teniendo la facultad de asimilar el nitrógeno atmosférico y enriquecer el suelo.

Tallo. El maní puede tener un porte erecto, rastrero o semirecto, de 40 cms. de alto aproximadamente y varios laterales o secundarios, a veces rastreros.

Hoja. Son hojas compuestas de 4 folidos, dos pares por lo general, de forma oral de 2 cms. de largo por 1 de ancho, velludas en el borde.

Inflorescencia. Las flores nacen en las axilas de las hojas, en grupos de 5 ó más, en un raquis de longitud variable. Se producen en camadas en tres o más veces.

El ovario una vez fecundado desarrolla un clavo que penetra en la tierra y forma el fruto o "caja". Las flores superiores por lo general no llegan hasta el suelo quedando estériles.

Fruto. Las "cajas" son frutos en forma de vaina redondeada, con 1 a 5 semillas con pericarpio coriáceo (cáscara) de superficie reticulada, de color blanco amarillento o moreno según la variedad.

Las semillas formadas por dos grandes cotiledones son carnosas, blancas y provistas de aceite.

El maní contribuye con alrededor del 15% de la producción mundial de aceites vegetales, sembrándose intensamente en regiones tropicales y subtropicales, aunque también en ciertas áreas de clima templado se desarrolla con éxito. Las semillas no sólo son utilizadas en la industria de extracción de aceite sino que se consumendirectamente en diversas formas; se calcula que una tercera parte de la cosecha mundial es utilizada para consumo directo, pero las proporciones varían grandemente de un país a otro. Los subproductos resultantes de la extracción -tortas, "expellers" y harinas, según el método empleado- son un forraje de alto valor nutritivo. El rendimiento industrial de aceite puede llegar a 47% con las modernas técnicas, pero en general está por debajo, utilizándose comunmente una media de 45 por ciento sobre maní descascarado, para estimar rendimientos y convertir, en estadísticas, maní descascarado a aceite.

El aceite de maní es muy usado en la manufactura de margarina (una mezcla se 80% de aceite vegetal e hidrogenado, un 16% de leche desnatada fermentada, un derivado de glicerina, leticina, sal y vitamina A, como componentes fundamentales) y grasas compuestas para cocina, pero frecuentemente el aceite es usado en forma directa para freír y para ensaladas.

El maní es una planta anual, rastrera, muy curiosa por la forma en que se entierran las flores y maduran los frutos bajo tierra, produciendo las cápsulas que contienen normalmente, 2, 3, ó 4 semillas o más, según variedades, de colores diversos (blancas, rosadas y rojas, las más comunes).

Se cree originario del Brasil, pero su cultivo se halla hoy muy difundido en varias regiones de Africa, la India, China, Estados Unidos y algunos países de Sudamérica como Argentina y, naturalmente, Brasil.

El maní se siembra descascarado o con cáscara, con resultados más o menos equivalentes en los casos de buena conservación de los frutos y adecuadas condiciones de humedad. Para la cosecha, debe tenerse en cuenta que es una planta de floración contínua y de maduración sucesiva de los frutos, es decir, que puede haber en la misma planta frutos recien formados junto con otros que empiezan a germinar y que son los primeros que se formaron. La elección del momento adecuado para la cosecha es pues una cuestión de experiencia, eligiendo el momento en que las pérdidas sean menores por los motivos antedichos. Lo más usual es tomar algunas plantas al azar en el campo y determinar así el momento más apropiado por el relieve de las cáscaras, su color, facilidad con que se separan las semillas, color y dureza de éstas. Así mismo, el aspecto de las plantas puede ser un buen índice de la maduración de los frutos; el amarillento y caída de las hojas son los síntomas principales en ese sentido. La cosecha consta de tres partes, que deben cuidarse prolijamente a fin de no desmerecer el producto: a) extracción de los frutos del suelo; b) secado de las plantas y los frutos y c) separación de los frutos.

Para la extracción de los frutos se usan distintos tipos de máquinas que sólo arrancan las plantas y las dejan en el suelo para que sequen, o bien las sacuden y quitan gran parte de la tierra adherida, o bien, juntan en una sóla hilera las plantas extraídas de dos o más hileras seguidas. Despues de dejadas al sol unas horas, las plantas se amontonan en "parvas" de forma cónica para completar el secado, aunque en países de temperatura elevada en época de cosecha o en países tropicales, esta operación puede evitarse; luego se procede a separar los frutos de la planta mediante una máquina especial.

En Estados Unidos se ha difundido el uso de máquinas que en una sola operación arrancan las plantas y separan los frutos, los que se someten luego a secado artificial mediante corriente de aire caliente de más o menos 35°C.

3. <u>Usos del maní</u>. Las diferentes partes que componen la planta del maní se aprovechan en la forma siguiente:

a. La planta entera o sus partes aéreas son beneficiadas y utilizadas para alimentación de animales.

b. La semilla se usa en la fabricación de mantequilla, en confitería, en la industria de extracción de aceite, en la manufactura de torta y harina de maní, etc.

c. Aceite: Se usa como aceite crudo de mesa, en la manufactura de mantecas vegetales, oleomargarinas, mayonesas, cosméticos, productos farmaceuticos, jabones, etc.

d. Torta: Se emplea en la alimentación de animales y en la confección de diversos productos industriales, como materiales plásticos, pinturas, adhesivos, emulsificadores, etc.

e. Semilla blanqueada. Se usa en la manufactura de mantequilla de maní, para la preparación de maní tostado y salado, en la industria de dulces y helados y en la fabricación de harina comestible despues de extraído el aceite.

f. Los tegumentos de la semilla se usan para alimentación animal y en la preparación de compuestos ricos en vitamina B.

g. Las cáscaras se utilizan como combustible o como materia inerte en alimentos concentrados, abonos, etc.

G. Sorgo - Sorgum Vulgaris

1. Generalidades. Los sorgos incluyen un gran grupo heterogeneo de pastos bien conocidos en todo el mundo. Se supone que son originarios del Africa y se cultivan en escala extensiva en las zonas tropicales y templadas. Los sorgos se pueden producir en regiones demasiado áridas para la producción de maíz. Los habitantes de Africa, India y China consumen grandes cantidades de su grano, utilizándolo en forma muy semejante a la del maíz. En cualquiera otra parte, los sorgos se cultivan por su grano como un componente para la alimentación animal, forrajes, ensilaje y para la obtención de miel, fabricación de escobas y para muchos otros propósitos. Su capacidad para tolerar la sequía y las condiciones moderadamente altas en el contenido de sales en donde la mayor parte de otras plantas podría fallar, hace de los sorgos un grupo valioso de plantas para zonas marginales.

La producción mundial de sorgo en 1965, llego a 34'560.000 toneladas métricas, de las cuales se produjeron 25'420.000 en el Lejano Oriente; 6'160.000 en América del Norte; 1'750.000 en el Cercano Oriente; 750.000 en Africa; 320.000 en América Latina; 120.000 en Oceanía (principalmente Austria); y 40.000 en Europa. Todo el sorgo de Norte América se obtiene en los Estados Unidos. China e India, son los centros predominantes en el Lejano Oriente, produciendo la primera, cerca del 50% y la segunda 25% del sorgo que se cultiva en Asia. En Colombia se cultivan aproximadamente 32.864 has. con una producción de 44.611 toneladas y un rendimiento promedio de 1.357 kgs. por hectárea.

2. Importancia del cultivo. El progreso de las industrias ganadera, avícola y porcina, así como la creciente demanda de las casas productoras de alimentos para animales, han hecho que el cultivo del sorgo aumente año tras año en Colombia. El área del cultivo, calculada en el presente en 50.000 hectáreas, dá la idea del avance logrado en pocos años. Antes, los únicos existentes eran las pequeñas áreas sembradas en los Santanderes y en la Costa Atlántica, donde se cultiva el millo. Esta misma variedad del sorgo aumentó en área cultivada por el uso que le dieron, alimentando ganado de leche.

El cultivo del sorgo tiene las siguientes ventajas:

Permite cosechas económicas en terrenos marginales para maíz y algodón.
Período vegetativo corto, que permite usarlo como cultivo de rotación.
Se adapta a gran diversidad de condiciones ambientales.
Es totalmente mecanizable.
Bajo costo de producción por hectárea.
Creciente demanda en el mercado nacional.

Las investigaciones realizadas en los Estados Unidos de Norte América por Merle Nichaus demostraron que el grano de sorgo molido es la mejor forma para utilizarlo en la alimentación. Para ganado vacuno y cerdos, el sorgo tiene un valor nutritivo del 5 al 10 por ciento inferior al valor nutritivo del maíz. En cuanto al uso del sorgo para aves de corral, la ración no debe contener más del 15 al 25% de sorgo.

3. La Planta

Durante su desarrollo vegetativo, los sorgos se asemejan considerablemente al maíz, aun cuando las hojas son generalmente más angostas. Son plantas anuales, fuertes, con tallos delgados, de entrenudos de 1.4 mts. de altura. Con frecuencia los tallos están ramificados en su base o cerca de la misma y ocasionalmente brotan raíces de los nudos inferiores; con frecuencia también, los tallos QUE quedan casi a ras del suelo después de la cosecha, pueden producir nuevos brotes. En algunas variedades los tallos son jugosos y en otros son secos. Las panículas son terminales y de muchos tipos. Las espiguillas son grandes, amplias y se originan en pares, cada una con dos florecillas; una espiguilla es sésil, la florecilla superior es fértil y la inferior estéril; la otra espiguilla es pedicelada con florecillas estériles o estaminadas. El raquis y los pedicilos son pilosos, las lemas pueden tener barbas, los estigmas sobresalen lateralmente habiendo tres estambres. Los granos (frutos) son de varios tamaños, formas y colores y están completamente cubiertos por envolturas

en algunas de las variedades, principalmente las que se cultivan en los trópicos, en tanto que otras tienen los granos más o menos expuestos. Los sorgos rara vez presentan polinización cruzada ya que en general, su completa autopolinización se efectúa normalmente en el campo. El número cromosónico (n) es de 10 como en el caso del maíz.

4. Variedades. Los sorgos se pueden agrupar, según el uso y el tipo de la planta, en sorgos de grano, sorgos forrajeros y sorgos escoberos. Los sorgos de grano se utilizan especialmente para producir granos que se utilizan en la alimentación animal y humana. Los sorgos forrajeros se usan en la alimentación animal, en pastoreo o cortados, sea para consumir como pasto verde o para ensilar. Los sorgos escoberos producen granos y la panoja desgranada se emplea en la fabricación de escobas.

Como ya se anotó, en Colombia se ha cultivado desde hace muchos años diversas clases de sorgo. Recientemente los cultivos comerciales se hacen a base de semillas mejoradas distribuídas por el ICA y por otras entidades. Entre las diversas variedades que el ICA ha producido se distribuyen en la actualidad la ICAPAL -1 y la ICA-MARUPAANSTE, sorgos de grano, de alto rendimiento, para clima cálido; como forrajero se distribuye el ICA-PALMIRA, también para los mismos climas.

El MARUPAANSTE es propio para alturas de cero a 1.000 metros sobre el nivel del mar; es medianamente resistente al volcamiento, susceptible al ataque de los gusanos perforadores del tallo y ha producido rendimientos experimentales de 4.000 kilos por hectárea; período de siembra a cosecha, de 100 días; altura promedia de 1.60 metros; panoja alargada, semiabierta, de 30 cms. y granos rosados. ICAPAL-1 de cero a 1.500 metros de altura; es moderadamente resistente a las pestes y altamente resistente al ataque de pájaros; ha producido rendimientos experimentales de 4.550 kilos; período de siembra a cosecha de 110 días; altura de la planta de 1.00 a 1.10 metros, con panoja semiabierta y granos de color café.

5. Clima. El sorgo se desarrolla bien desde el nivel del mar hasta 1.500 metros de altura. En ésto hay que considerar las distintas variedades, ya que todas no tienen el mismo rango de adaptación. La mejor temperatura para el desarrollo del cultivo está entre 24 y 30 grados centígrados. El sorgo crece bien con precipitaciones de 430 a 630 mm. de lluvia. En el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Turipaná, Cereté Departamento de Córdoba, se han logrado buenos cultivos con sólo 110 cms. de lluvia en suelos arcillo-limosos que mantienen buena humedad.

6. Suelos. Para obtener las mejores cosechas del sorgo, se necesita un terreno profundo, liviano, mecanizable y bien drenado. La preparación del terreno debe ser igual que para el cultivo del maíz, pero la tierra debe quedar más desmenuzada. El campo debe estar libre de residuos de cosechas, pues la semilla del sorgo es pequeña y necesita quedar bien cubierta con la tierra.

En terrenos donde la humedad es escasa, el sorgo ofrece más ventajas que otros cultivos por ser más resistente a sequías y encharcamientos.

7. Fertilización. El análisis químico de los suelos da una idea de las necesidades de aplicación de fertilizantes a los mismos suelos, lo mismo que la fórmula adecuada a usar. En términos generales, se puede decir que el sorgo requiere altas cantidades de nitrógeno. Las dosis más aconsejadas varían de 100 a 150 kgs. por ha. de úrea del 46%. La mitad de las dosis se debe aplicar en el momento de la siembra y la otra mitad se agregará de 25 a 30 días después de la germinación.

8. Siembra. Si no se dispone de riego, la siembra debe coincidir con la iniciación de las lluvias, pues la semilla necesita humedad suficiente para su germinación. Para la siembra de sorgo se pueden aprovechar las sembradoras de maíz, soya, fríjol o algodón, cambiando los platos por otros más adecuados para la semilla de sorgo. Los platos podrían ser de 5/32 de pulgada de espesor, con orificios de 7/32 de pulgada de diámetro.

Si el sorgo que va a sembrarse es de más de 1.80 metros de altura, se recomiendan distancias entre surcos, que varían de 60 hasta 80 cms., aparte y con una distancia entre plantas de 7 a 10 cms. En este caso se necesitarán de 10 a 12 kgs. de semilla por hectárea. Si el sorgo es bajo, con alturas inferiores a 1.60 metros, la distancia de siembra entre surcos varía de 34 a 60 cms., aparte y entre plantas debe ser de 5 a 7 cms. Por lo general, para este último tipo de siembra se necesitan de 15 a 18 kgs. de semilla por hectárea. Para sorgos forrajeros se recomiendan 10 kilos de semilla por ha., en surcos de 30 a 60 cms. aparte y de 5 a 7 cms. entre plantas. Debido a esos sorgos hay mucha mayor cantidad de semilla por cada kg., que la que hay en los sorgos de grano.

H. Soya - Glycine Max (L).

1. Generalidades. Es originaria de la China, de allí pasó a Europa en 1690 llevada por el Botánico Alemán Engel Berp-Kacmpfer.

Clasificación Botánica:

Clase: Dicotiledoneas
Sub-clase: Arguidamídeas
Orden: Rosales
Familia: Leguminosas

Las plantas crecen de 0.40 a 1.20 metros de altura; la planta está cubierta de pelos muy finos de color castaño o gris. Las hojas están provistas por tres folios de diferentes tamaños, que se caen cuando la semilla madura. De flores pequeñas de color blanco o púrpura, autofértiles, brotan de las axilas de las hojas. Las vainas contienen de una a cuatro semillas de distintos colores que pueden ser amarillo, verde, castaño o negro. Los tallos son erguidos, ramosos; vainas cortas curvas, divididas por tabiques provistos de dos a cinco semillas ovales, alisadas, de varios colores (verde, amarillo, blanco, pardo, negro).

2. Usos. La leche de soya es rica en vitaminas A, B, C, D y E. Se cultiva con propósitos de semilla para extracción de aceite, forraje y propósitos vegetales. La planta misma es usada para pastoreo, y abono verde. El contenido de proteína varía entre el 30 y 50% y el de aceite entre el 15 y el 25%.

Algunos de los usos más importantes de la Soya, son:

Industriales	Consumo Humano	Consumo Animal	Uso Agrícola
Materiales Impermeables	Aceite de Cocina	Heno	Abonos
Jabones	Leche Vegetal	Ensilaje	Abonos Verdes
Aislantes Eléctricos	Cremas	Pastoreo	Sustituto de Tabaco y Café
Celuloides	Sopas de Soya	Torta de Soya	
Esmaltes	Fríjol Verde	Aceite de Soya	
Plásticos	Elaboración de Cerveza		
	Salsas, Azúcar		

3. Variedades. Todas las variedades difieren de otras en:

a. Grado de Vellosidad
b. Producción
c. Hábito de Crecimiento
d. Grado de Resquebrajamiento de la Semilla
e. Resistencia a las Enfermedades
f. Color de la Semilla
g. Tamaño de la Semilla
h. Forma de la Semilla
i. Contenido de Aceite en la Semilla

Las variedades de mayor propósito para la producción son la Pelícano, Mandarín y Lucerna que alcanzan producciones de 1.500 kgs. promedio.

4. Preparación del suelo. Para una buena producción es necesaria una buena preparación, similar a la efectuada para el maíz, procurando esparcir las labores de arada y rastrillada, con el objeto de permitir la germinación de malezas que serán destruídas con la labor siguiente, pues la soya no compite con éxito con las malezas. Aparte de ésto, la correcta preparación hace:

a. Una siembra más fácil y uniforme
b. Condiciones favorables para una buena germinación
c. Condiciones favorables para un buen crecimiento

5. Tiempo de siembra. Al comienzo de las lluvias según la región, debido a su período vegetativo corto, se puede posponer un poco la siembra con el objeto de permitir una última rastrillada para destruír la maleza nacida con la última.

6. Densidad de siembra. Los surcos deben quedar esparcidos a distancia de 60 a 80 centímetros, con distancia entre matas de 3 a 6 centímetros y profundidad promedia de 3 centímetros. Esto equivale a unas 5 arrobas de semilla por hectárea.

7. Producción. Los principales países productores en el mundo son: Estados Unidos, China, Japón y Brasil.

La producción mundial es aproximadamente de 30 millones de toneladas, de las cuales Estados Unidos produce un 65% aproximadamente. En Colombia el principal productor de soya es el Valle del Cauca. La extensión cultivada en el país es de 32.000 has. aproximadamente. Los rendimientos promedios son de 1.000 - 1.500 kgs. por ha.

I. Trigo - Triticum Aestivum.

1. Generalidades.

Origen. En cuanto a su origen se refiere, se admiten tres grandes centros geográficos: Asia Menor, Costa del Mediterraneo, en especial Arabia, Etiopía y Abisinia; Oeste de Afganistán, India y Persia. Colón la introdujo al Continente Americano en su segundo viaje.

Clasificación Botánica:

Clase: Monocotiledoneas
Orden: Glumiflorales
Tribu: Hordeas
Género: Triticum
Especie: Triticum Aestivum

2. Descripción de la planta. Normalmente la planta de trigo es de naturaleza herbácea, anual y consta de un sistema radicular fibroso más o menos ramificado, hoja, flor y fruto.

Raíz. Presenta dos tipos de raíces: las primarias o seminales que nacen del embrión en número de tres, y que perduran durante toda la vida de la planta, y las secundarias o adventicias que tienen su orígen en los primeros nudos del tallo principal, desarrollándose por debajo de la superficie del suelo y formando un conjunto muy ramificado.

Las raíces adventicias son de mayor grosor que las seminales, dependiendo su difusión de la capa arable, de la humedad y condiciones del suelo.

Tallo. Es cilíndrico, hueco y erecto, distinguiéndose en él de 5 a 7 nudos. Los entrenudos presentan un espacio mayor en la parte superior del tallo. De las yemas de los nudos basales, nacen los tallos secundarios o macollos, cuyo número depende de la variedad, densidad y época de siembra, como también de las condiciones del suelo. Las bajas temperaturas y las siembras tempranas facilitan un mayor macollaje; las lluvias excesivas por el contrario, lo reducen.

Hoja. Es lanceolada, se distinguen las hojas embrionarias y las del follaje. Las embrionarias nacen del embrión, están formadas por varias capas de células cuyo fin es el de protegerle. Las hojas verdaderas o del follaje se componen de láminas o limbo, vaina, lígula y aurículas.

Espiga. Es compuesta, presentando cada espiguilla de tres a cinco flores, las espiguillas están insertadas en el raquis, que es el eje central compuesto por gran número de artejos, de forma triangular, más ensanchados en su parte superior. El número de artejos es variable. Llegando comunmente a 18. De acuerdo a la separación del raquis las espigas son más o menos compactas.

Para conocer la densidad de la espiga, se establece el número de entrenudos del raquis y se divide por el largo en centímetros de la espiga. Las espiguillas se encuentran ubicadas a lo largo del raquis, presentando espiguillas abortadas en la parte inferior. En los trigos seleccionados todas las espiguillas, aún las inferiores, son fértiles. En cada espiguilla podemos considerar:

a. La gluma que presenta el diente, la quilla más o menos desarrollada y el hombro, llevando gran número de nervaduras.

b. Las flores protegidas por las glumelas o sea bracteas protectoras de cada flor. Se distinguen la glumela superior y la inferior, esta última es aristada, algo córnea y transparente, llevando de 8 a 10 nervaduras. La arista permite clasificar los trigos en aristados y mútico; en los primeros, la arista llega a tener 10 y más centímetros de longitud, en los otros es muy pequeña.

La flor consta de un gineceo y tres estambres con anteras de color verde. La floración completa se produce entre los 7 y 9 días, siendo preponderantes en su duración, la lluvia, las temperaturas, etc.

Grano. Una vez fecundado el ovario, comienza a crecer desarrollándose el grano de trigo. Este empieza a perder volumen por disminución del porcentaje de agua, hasta llegar a la madurez comercial o amarilla, que indica el momento propicio para su recolección.

Como en todas las gramíneas el grano de trigo es un fruto indehiscente llamado cariopse, constituído por tres partes diferenciadas; el germen o embrión, que da origen a la nueva planta; endosperma de constitución amilácea que alimenta en sus comienzos a la planta; los tegumentos o pericarpio que cubren y protegen al grano. El porcentaje de cada una de estas partes puede variar según la forma y tamaño del grano. El endosperma constituye aproximadamente un 85% del mismo.

3. Constitución de un grano de trigo:

Almidón	63.71%
Proteínas	9.18%
Celulosa	2.3 %
Grasas	1.52%
Azúcares	2.3 %
Sustancias Minerales	1.52%

Es rico en vitaminas A y B

4. Clima y suelo. El trigo se cultiva en las zonas frías. Hay variedades mejoradas para las diferentes regiones desde los 2.200 hasta los 3.000 metros de altura sobre el nivel del mar.

Para obtener buenas cosechas, el trigo se debe sembrar en suelos franco-arcillosos, es decir, que no sean muy sueltos, y que tengan buen drenaje tanto interno como externo.

5. Preparación del suelo. La preparación adecuada del terreno es muy importante; una arada, dos rastrilladas y una nivelada, son por lo general suficientes. La preparación del suelo debe hacerse con anticipación, cuando el suelo no tenga demasiada humedad ni esté muy seco, a fin de que la arada no forme terrones muy grandes, difíciles de desmenuzarlos luego con el rastrillo.

6. Epoca de siembra. La siembra debe efectuarse en tiempo oportuno y con semilla mejorada, clasificada y tratada. Una buena densidad de siembra es de 100 a 110 kilogramos por hectárea. Si se siembran las variedades Tiba, Tota, Napo o Miramar, la densidad puede aumentarse hasta 130 ó 140 kilogramos por hectárea, especialmente en suelos pesados. Se aconseja que cada agricultor siembre cantidades de semillas mayores e inferiores a las aquí recomendadas, para que experimentalmente, adopte la que más le convenga, de acuerdo a la variedad que más le guste y al tipo de suelo de su finca.

7. Fertilización. El trigo se cultiva en Colombia en regiones de clima frío en donde los suelos son generalmente ácidos y pobres en fósforo. Es muy importante conocer mediante un análisis de suelos, el nivel de fertilidad de los terrenos para así aplicar la cantidad más adecuada de fertilizante. Es necesario el uso de fertilizantes en cantidades adecuadas, si se quiere aumentar la producción. La cantidad de fertilizante depende de la fertilidad del terreno, la cual puede conocerse mediante el análisis de suelos.

En algunos suelos y después de un cultivo de papa bien fertilizado, se puede disminuír la cantidad de fertilizante.

8. Cosecha. La cosecha y trilla debe hacerse en tiempo seco, cuando el grano tenga menos de un 15% de humedad, o cuando éste, al morderlo con los dientes, parta verticalmente; en esta forma se puede lograr precios más altos en el mercado y una mejor calidad del grano y de la harina. Si el trigo se cosecha húmedo y con semillas de malezas en estado verde, aquel se recalienta y pierde puntaje, calidad harinera y panadera.

9. Rotaciones. La rotación racional de cultivos es aquella en donde se incluye una leguminosa (arveja, trebol, etc.) para incorporar al suelo. Una rotación que ha dado buenos resultados es papa-trigo-leguminosa. Para aquellos suelos que tienen leguminosas naturales como el trebol blanco, se recomienda la rotación de papa-trigo descanso (mezcla natural de gramíneas y leguminosas).

La rotación comercial usada en clima frío de papa-trigo, durante cuatro o cinco años, y después descanso o una leguminosa para incorporar es bastante aceptada, especialmente en aquellos suelos de buen drenaje, que no tienen problemas de pudriciones de raíz. Las leguminosas recomendadas para las rotaciones en clima frío son la arveja y el trebol alejandrino.

10. Variedades mejoradas.

Crespo 63. La variedad Crespo produce altos rendimientos y es de buena calidad; es tolerante a la roya amarilla y relativamente sensible al vaneamiento. Tiene un período vegetativo de 160 a 165 días, entre las nuevas variedades es una de las más tardías. Se recomienda para alturas 2.400 a 2.800 metros sobre el nivel del mar. Esta variedad no tiene raspas y presenta un buen grado de rusticidad.

Napo 63. La variedad Napo tiene buena calidad y tallo fuerte, es muy resistente a la roya amarilla y al vaneamiento, precoz, acepta altas dosis de fertilización y rinde un poco menos que la variedad Crespo. Se recomienda para zonas de 2.500 a 3.000 metros de altura sobre el nivel del mar. Esta variedad tiene barbas de color café y es la que mejor se comporta en alturas de 2.800 metros.

Bonza 63. Esta variedad es de buena calidad, tiene mayor capacidad de rendimiento más resistencia al vaneamiento y es más precoz que Bonza 55; tolera la roya amarilla y se recomienda para las mismas zonas en donde se siembra Bonza 55. Es decir, se recomienda para alturas de 2.400 a 2.700 metros sobre el nivel del mar. Bonza 63 es una variedad pelona parecida a Bonza 55, pero más baja.

Tiba 63. La variedad Tiba 63 es de excelente calidad, tallo fuerte, precoz, soporta altas dosis de fertilización y exige control eficaz de malezas. Es resistente al vaneamiento y de gluma algo débil, razón por la cual se debe cosechar tan pronto madure. Es más resistente a la roya amarilla que Tota y es recomendada para alturas de 2.200 a 2.700 metros de altura sobre el nivel del mar. Tiba tiene espiga barbona y de color café, clavada y corta; además tiene buen grado de rusticidad.

Tota 63. Tiene características muy similares a las de la variedad Tiba; se recomienda para zonas de 2.200 a 2.700 metros de altura sobre el nivel del mar. Su tallo corto dificulta el control de las malezas; tiene un buen grado de rusticidad. Se desarrolla muy bien en el Departamento de Nariño, en donde produce excelentes rendimientos.

Miramar 63. La variedad Miramar tiene tallo fuerte, muy precoz, muy resistente a la roya amarilla y al vaneamiento. Su puntaje y calidad no son tan buenos como en las demás variedades mejoradas. Se recomienda especialmente para zonas de vaneamiento como la parte norte de la Sabana de Bogotá. Su rango de adaptabilidad es muy amplio y puede sembrarse de 2.400 a 2.800 metros sobre el nivel del mar. También es útil en aquellas áreas en donde la lluvia es escasa y concentrada, en pocas semanas. Es una variedad multilineal formada de una mezcla de 10 líneas similares, lo que da más seguridad de defenderse contra la aparición de enfermedades.

En Colombia se cultivan aproximadamente 131.192 has. que producen 126.189 toneladas con un rendimiento promedio de 962 kilogramos por hectárea.

CUADRO DE PRODUCCION, HECTAREAS CULTIVADAS Y RENDIMIENTOS PROMEDIOS POR HECTAREA

CULTIVO	PRIMER SEMESTRE TOTAL Ha. Cultivadas 1o.	PRIMER SEMESTRE TOTAL Ha. Recolectadas 2o.	SEGUNDO SEMESTRE TOTAL Ha. Cultivadas 1o.	SEGUNDO SEMESTRE TOTAL Ha. Recolectadas 2o.	PRODUCCION TON. Semestres 1o.	PRODUCCION TON. Semestres 2o.	RENDIMIENTO PROMEDIO POR Ha. EN KILOS Semestres 1o.	RENDIMIENTO PROMEDIO POR Ha. EN KILOS Semestres 2o.
AJONJOLI	31.111	23.262	91.109	58.899	12.117	29.253	521	497
ALGODON	48.996	47.167	127.408	124.867	94.018	188.150	1.993	1.507
ARROZ	221.654	204.074	118.634	107.548	386.896	242.495	1.896	2.255
CEBADA	34.835	32.208	24.953	20.579	41.479	21.856	1.288	1.062
FRIJOL	99.484	81.233	71.023	63.350	26.519	22.912	326	362
MAIZ	699.617	557.516	629.162	545.354	518.262	500.763	930	918
SORGO	17.497	16.281	27.389	26.658	29.258	48.106	1.797	1.085
TRIGO	93.507	80.806	25.419	24.627	82.105	24.748	1.016	1.005

FUENTE: Encuesta Agropecuaria Nacional 1.967

ENUNCIACION TENTATIVA DE LAS ETAPAS POR LAS QUE SE DEBE PASAR PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE NORMAS DE CLASIFICACION

ENUNCIACION TENTATIVA DE LAS ETAPAS POR LAS QUE SE DEBE PASAR PARA ESTABLECER UN SISTEMA DE NORMAS DE CLASIFICACION

A. Remisión anual de muestras por los productores o por personal de las instituciones vinculadas a las actividades agrícolas

El primero de los problemas a resolver consiste en establecer para cada cereal y para cada zona los tipos y grados de los granos cosechados, mediante muestras representativas de la cosecha. Para la obtención de estas muestras se puede recurrir a los registros de productores que en la actualidad adelanta el Ministerio de Agricultura, Caja de Crédito Agrario, Federaciones como las de arroceros y de cerealistas, socios de cooperativas de producción como las del INCORA, Asociaciones de Usuarios, y agremiaciones como la Sociedad de Agricultores de Colombia.

Una vez reunidos los nombres y direcciones (pueblos) de los agricultores que cultivan cereales, se les remitirá en épocas de cosecha un juego de bolsitas para que ellos envíen al organismo encargado de hacer el estudio una muestra fiel de los granos cosechados con las finalidades que más adelante se verán. En una de las caras de cada bolsita se podría imprimir un cuestionario que el agricultor o el funcionario de cualquier institución que preste asistencia técnica en esa zona, debe llenar y que comprende los siguientes datos: nombre y apellido del agricultor; si es propietario o arrendatario; nombre de la variedad que remite; hectáreas cosechadas; si fueron cortadas con máquinas o a mano; cantidad cosechada en bultos o en kilos.

El correo transportará estas muestras sin costo alguno para el productor mediante convenio que se celebre con ésta institución o gratuitamente como un aporte del gobierno para solucionar los problemas de la comercialización.

El organismo encargado de hacer el estudio de clasificación recibirá también muestras de los molinos e industrias cuya materia prima sean los cereales, sectores éstos que consumen más de las dos terceras partes de la producción nacional.

Entre los productores de granos por una parte, -cuya cosecha se hallará clasificada, mediante las muestras representativas- y por la otra los molinos, e industrias que utilizan los cereales como materia prima, se sitúan todos los intermediarios que se ocupan del comercio de granos.

B. Contacto directo con los productores

Con el objeto de hacer comprender bien el interés que reviste el establecimiento de un sistema de clasificación se debe desplegar una acción conjunta entre las diversas instituciones vinculadas a la producción agrícola así por ejemplo por intermedio de los funcionarios de la Federación de Arroceros, ICA, Ministerio de Agricultura, FENALCE, peritos avaluadores de la Caja Agraria visitadores y agentes compradores del IDEMA., etc los que deberán estar en condiciones de divulgar y dar a conocer las ventajas de un sistema adecuado de comercialización, en qué consiste la clasificación de sus productos, los precios de sustentación, obtener informaciones acerca de las variedades cultivadas, estado de los cultivos y evacuar todas las consultas que los agricultores les formulen sobre la comercialización de los cereales y cuestiones relacionadas con ella, principalmente a los radicados en aquellas zonas en las que el productor acoge con displicencia el hecho de dar a conocer la cantidad y calidad de la cosecha de su zona, sea ello por indolencia, incomprensión o recelos de que tal medida implique suministrar bases para la aplicación de nuevos impuestos.

Además de los contactos directos debe ponerse en ejecución diversos medios de propaganda, consistentes en la distribución de circulares e informaciones técnicas, campañas periódicas en diarios y publicaciones del gremio, radiodifusión, propaganda mural en estaciones de transporte, oficinas de correos, sucursales de bancos, tiendas o graneros, en general sitios de afluencia de los agricultores en los que se debe hacer alusión a los beneficios que les reportará un sistema de clasificación y en general la organización de la comercialización mediante la cual recibirán un precio justo de acuerdo a la calidad de sus productos.

C. Recepción de muestras

Como se ha notado anteriormente, además de las muestras recibidas por parte de los productores, también deben llegar muestras de los molinos e industrias y en algunos casos de comerciantes mayoristas, instalaciones de almacenamiento tanto oficiales como privadas, muestras que al ser recibidas deberán

ser clasificadas por zonas, variedades e institución o persona que las envía, ya que de cada grupo se pueden deducir importantes conclusiones.

Así por ejemplo con los trabajos que se realicen con las muestras remitidas por los molinos, se puede llegar a saber cuáles son las preferencias de los industriales por los cereales que muelen. Este es un asunto de capital importancia para la producción pues el mejor cliente de ella es la industria.

En esta etapa es importante registrar nuevamente el nombre y dirección del remitente de la muestra, para poder determinar el valor representativo del conjunto de muestras con relación al total de la producción permitiendo establecer la compatibilidad de las normas de clasificación, con la calidad término medio de la producción.

D. Clasificación y archivo de las muestras

La primera clasificación que se debe hacer es teniendo en cuenta las zonas donde se producen los cereales, ésto con el objeto de poder determinar cuales son las variedades que más se cultivan en cada región, los rendimientos promedios por hectáreas y la calidad comercial e industrial de los mismos, análisis que unidos a los que realice el Instituto Colombiano Agropecuario sobre mejoramiento, permitirán ir seleccionando aquellas variedades que reunan buenas condiciones para su cultivo y que tengan gran demanda en el mercado dentro del marco del consumo industrial y consumo humano en forma directa.

Una vez clasificadas las muestras teniendo en cuenta las diversas variedades que en cada una se cultiva, se les podrá poner a cada grupo una franja de color distinto para facilitar su posterior análisis, evitar mezclas y organizar el archivo para el caso de tener que repetir análisis o hacer comparaciones cuando alguna de ellas difiera grandemente de la calidad promedio del conjunto.

E. Determinación de los factores que intervienen en la calidad Comercial de los cereales

En toda mercancía la calidad es factor de precio y del mayor o menor interés en su compra, pero suelen agregarse otros factores que desvían al comprador de observar aquella con la

atención que exigiría una operación mas ventajosa. No sucede lo mismo con los cereales, donde la calidad es factor ciento por ciento en que se basa su comercialización.

En la práctica se llama calidad comercial de los cereales, al color, tamaño y estado del grano, haciéndose omisión en algunos de ellos (ej: maíz) del peso hectolítrico y de los cuerpos extraños, pero debe admitirse que se le involucre en aquel concepto por cuanto tienden a su formación. De consiguiente; calidad en los cereales, es el criterio que se forma sobre su condición comercial, atendiendo al peso hectolítrico, cuerpos extraños, defectos del grano, color y tamaño, factores éstos a los cuales hay necesidad de agregarles el contenido de humedad del grano.

Cuando se estime conveniente haber reunido el mayor porcentaje de muestras, de acuerdo al número de bolsitas despachadas, se procederá a hacer los análisis que determinarán la calidad comercial de cada una de las muestras, análisis que serán tabulados y permitirán conocer la variabilidad de la producción de cada zona. Los análisis y la forma de realizarlos que se llevarán a cabo son los siguientes:

F. <u>Determinación de los factores en que intervienen directamente la vista y el olfato</u>

Aún cuando ya existen métodos modernos para determinar el color de los granos, en la práctica se debe estar en condiciones de efectuar éste análisis a sola apreciación empleando el criterio personal, ya que en el maíz y sorgo principalmente, este es factor que determina el tipo. El otro factor que depende del criterio que el analizador se haya formado de acuerdo a su experiencia, es la determinación de olores objetables que pueda tener el grano, determinaciones éstas que se harán tomando el total de la muestra que se va a analizar.

G. <u>División y preparación de la muestra</u>

Para que los análisis sean representativos, ésta se debe mezclar hasta cuando se encuentre bien homogenea, la que estando en éstas condiciones se dividirá en determinado número de partes teniendo en cuenta la cantidad que requiere cada análisis.

H. Cuerpos extraños

Las deficiencias en la cosecha, el desgrane o trilla de los cereales, las malas prácticas de cultivo que permiten el crecimiento de malezas ajenas al producto que se cultiva, origina la precencia de cuerpos extraños que desmerecen la calidad de los productos.

Existen diversas formas de determinar el contenido de cuerpos extraños que contiene una muestra; desde la simple separación a mano hasta el empleo de cribas y zarandas y aún fuertes corrientes de aire, que en forma de ciclón las extrae. Sea cualquiera de las formas antes indicadas, la empleada, una vez se haya efectuado esta operación se pesará nuevamente la muestra y por diferencia de peso se obtendrá la parte porcentual en que intervienen estos cuerpos extraños con relación al total de la muestra.

I. Determinación del contenido de humedad

Se considera como uno de los factores más importantes dentro de la comercialización de los cereales para la conservación de la calidad comercial, ya que de su contenido depende que se le puede almacenar para su utilización racional a través del tiempo. Existen límites seguros de contenido de humedad para cada grano que garantizan su calidad, a los cuales es necesario llegar bien sea por medios naturales o artificales, siendo preciso determinar, con anterioridad en una forma exacta el contenido de agua que se encuentra involucrada dentro de las partes constitutivas del grano.

Los medios comunmente conocidos para este tipo de determinaciones son: por destilación (Brown Duvel) y por conducción de corriente (Motonco, Stemlite, etc.) los que expresan dicho factor en porcentaje de contenido de agua.

J. Determinación del peso volumétrico

Se entiende por este factor el peso volumétrico de cualquier grano; o sea el peso acusado por una unidad de volumen de grano. Está expresado en los países donde rige el sistema métrico decimal por el peso hectolítrico es decir, el peso en kilográmos de un hectolitro (100 litros) de grano.

En los países, de habla inglesa, el peso volumétrico llamado comercialmente "natural weight", se indica en términos de libras por bushels (35,2 litros de capacidad).

Es este el más importante factor relacionado con la calidad comercial de los cereales principalmente en aquellos que se dediquen a la obtención de harinas, (como el trigo); debido al hecho de que regula el rendimiento de esta, teniendo así gran valor desde el punto de vista molinero, Se ha podido calcular de una manera general que un aumento o disminución de un kilográmo en el peso hectolítrico determina una variación en igual sentido de algo más del medio por ciento en el rendimiento harinero.

La anterior consideración hace que dicho factor, en el caso del trigo, sea el más importante entre todos los elementos de juicio que concurren a la fijación de precios.

La determinación se realiza generalmente con la balanza chopper de un cuarto de litro, o de un litro, siguiendo las instrucciones pora cada caso, de acuerdo a la modalidad comercial.

K. Determinación de granos dañados

Los granos dañados son un defecto que rebajan la calidad del producto, afectando normalmente las partes constitutivas del grano. Una definición más amplia sería la que se enuncia a continuación: se consideran dañados los granos y pedazos de grano que presenten una alteración manifiesta en su parte constitutiva ocasionada por el calor, hongos, insectos, o que se encuentren germinados, sucios o alterados por la intemperie.

Para su determinación se toma una porción representativa de la muestra, porción que variará para cada grano, teniendo en cuenta el tamaño del mismo; así tenemos que para el trigo se tomarán 25 gramos, para el sorgo 25 gramos, cebada 50 gramos para el arroz 50 gramos y para el maíz 100 gramos.

Una vez se hayan separado los granos defectuosos, éstos se pesarán y relacionarán a 100, con el objeto de expresar su cantidad en porcentaje, En este análisis juega un papel preponderante la experiencia del laboratista o analista por lo que requiere práctica y un criterio bien formado.

L. Determinación del tipo y grado de las muestras

La tipificación se hace en algunos cereales en base a la variedad, como en el trigo y arroz, en otros en base al color y consistencia del grano como en el maíz y en otros de acuerdo al fin hacia el cual se destina como la cebada en cervecera y forrajera.

Al recibir una muestra enviada por un agricultor se trata de determinar su variedad para establecer su tipo. Esta determinación se hace teniendo en cuenta ciertas características principalmente morfológicas como el tamaño y la forma del grano.

Teniendo ya las demás especificaciones respecto a la calidad comercial se procederá a hacer grados, estableciendo límites o tolerancias numéricas de tal forma que quede incluídos en ellos todo o el mayor porcentaje de la producción; los cuales podrán ser empleados para la comercialización interna para esa cosecha.

M. Formación de patrones oficiales para las diferentes zonas productoras

Con el objeto de poder tener para cada zona un patrón oficial, que represente la calidad término medio de la producción, se obtendrá un conjunto para lo cual se le dará a cada muestra su participación de acuerdo al peso que representa cada una dentro del peso total de la cosecha.

Este patrón serviría de base para el establecimiento de un sistema definitivo de clasificación de la producción, al permitir conocer a través de un número determinado de cosechas, la variabilidad de la calidad de los cereales ocasionados principalmente por las condiciones climáticas de cada año y las modificaciones que sufre la distribución geográfica de las semillas mejoradas.

Importa pués que éstos patrones anuales sean la representación más exacta posible de la cosecha, por cuanto de su análisis se obtendrán las bases de comercialización sobre los cuales se fijarán los precios de sustentación y dará las bases para el establecimiento de un sistema de información de mercados y precios al permitir referirse a una calidad determinada, conocida por los productores y comerciantes.

Por tales razones es de desear que los envíos de muestras hechos por los agricultores sean los más copiosos posibles, de tal suerte que representen debidamente el conjunto de la cosecha.

Un tipo de calidad superior a la cosecha media es perjudicial para los vendedores porque una parte importante de las cosechas quedan excluídos de la clasificación y por el contrario, el establecimiento de un tipo de calidad inferior de promedio obliga a los compradores a recibir lotes de inferior calidad, lo cual determinaría una baja general de los precios.

Analizando cada conjunto se remitirán pequeñas muestras a las agencias e instalaciones de compras oficiales, instituciones que reciben cereales como Almacenes Generales de Depósito, y aún comerciantes privados, para que sobre la base de ese patrón oficial se liquiden todas las transacciones efectuadas en el país, abonándose por cada parte diferencias en más o menos sobre el referido patrón.

N. Acuse de recibo de las muestras

Con los resultados obtenidos en las operaciones mencionadas se llena un boletín en el que conste el tipo, peso hectolítrico, porcentaje de granos dañados, contenido de humedad, etc. de la muestra enviada por el productor, molinero, o comerciante; éste análisis es remitido a estas personas dentro de un corto plazo. Los datos mencionados en el boletín son de gran valor para el productor en cuanto le permiten conocer el precio de su grano con solo escuchar alguna transmisión radial, o recurrir a cualquier periódico que publique los precios del mercado. A los molineros y comerciantes los beneficia al facilitarles la agrupación de sus adquisiciones de acuerdo a la calidad de cada lote, permitiéndoles hacer uso más racional de la capacidad de almacenamiento, limpieza y conservación de que disponen, hacer mezclas que les permita obtener una calidad término medio teniendo en cuenta las exigencias del consumo.

Este paso, es de suma importancia por cuanto además de prestar los servicios antes indicados, despierta en el productor principalmente, el deseo de colaboración para el envío sucesivo de muestras de sus producciones futuras, crea confianza en este tipo de organismos y aprende a valorar la calidad de su producción.

O. Análisis de calidad industrial

Con el objeto de servir principalmente a las industrias que utilizan los cereales como materia prima, en las que juega un papel importante la calidad de sus productos, como por ejemplo la calidad de la harina de trigo para la elaboración del pan, el tiempo de cocción y glutinocidad en el arroz, el poder germinativo en la cebada, como también a las instituciones que se decidan al mejoramiento y obtención de semillas y multiplicación quienes están interesados en dichos análisis que escapan al simple análisis comercial.

Para un futuro, este tipo de análisis servirá para seleccionar aquellas semillas que reunan las mejores características de calidad y de esta manera año a año ir eliminando variedades hasta llegar a sólo fomentar el cultivo de aquellas cuya calidad sea garantizada, beneficiándose así el productor, el industrial y el consumidor.

CLASIFICACION DE LOS PRINCIPALES GRANOS SEGUN NORMAS DE PAISES PRODUCTORES

CLASIFICACION DE LOS PRINCIPALES GRANOS SEGUN NORMAS DE PAISES PRODUCTORES

A. Arroz

1. Generalidades.- Este grano se comercializa en forma de arroz en cáscara o paddy y en forma de arroz blanco o sea el grano desprovisto de cáscara y de las envolturas que comúnmente se conocen con el nombre de salvado.

En otros países se comercializa también en forma de arroz moreno o sea el grano desprovisto de cáscara pero con sus envolturas de salvado.

Se asegura que en el mundo la mitad más o menos de la población se alimenta total o parcialmente con este cereal cuya producción mundial se calcula que sobrepasa los 250 millones de toneladas por año.

En Colombia es uno de los productos alimenticios básicos y de mayor importancia económica dentro del conjunto de la producción nacional de granos.

El sancochado o precocción.- Para dar al arroz un aspecto agradable por medio del blanqueo sin perder mucho las materias nutritivas, el arroz en cáscara se ablanda con agua, se trata con vapor de agua, se seca y luego se pila en la forma corriente.

Otras ventajas que se obtiene con la precocción son: una digestión más fácil, poca formación de partidos al elaborarlo, mejor protección contra insectos y mayor tiempo de conservación.

Para ablandar el arroz en cáscara se emplean grandes recipientes que se llenan de agua hasta la mitad aproximadamente, en los cuales se vierte el producto.

Con agua fría el ablandamiento dura de 1 a 3 días según los casos; con agua calentada a 70 u 80°C, el tiempo se reduce a la mitad.

Alcanzado el ablandamiento se pasa el arroz a calderas especiales para someterlo a la acción del vapor durante un período de 10 a 15 minutos bajo presión de 3 o 4 atmósferas. El tratamiento al vapor se da por terminado cuando los granos sacados para la prueba permiten ser amasados como una especie de goma.

El secamiento posterior puede hacerse en patios o en secadoras, en forma cuidadosa, para no cuartear el grano.

El arroz precocido se conoce comercialmente como "arroz liberado" y "arroz vitaminado".

El arroz precocido se le da su característico color amarillento, secando el arroz ligeramente después del proceso de precocción y dejándolo luego reposar en un recipiente cerrado. El tono de color obtenido es proporcional al tiempo de reposo; de 12 a 16 horas deben bastar en la mayoría de los casos; luego se continúa con el secamiento en la forma acostumbrada.

<u>La elaboración y los rendimientos molineros</u>.-

El arroz en cáscara está formado por:

a. La cáscara que lo envuelve y prctege. Esta cáscara es dura y áspera; está recubierta por pequeñas vellosidades en forma de aguja (la pubescencia) y contiene silice en abundancia.

b. Las capas de salvado. Estas capas tienen un color carmelita claro en general aunque a veces son casi blancas en algunas variedades. A este color se debe que el arroz descascarado se conozca con los nombres de arroz carmelita o arroz moreno. Hacia un extremo de la almendra se encuentra el germen o embrión que casi siempre se desprende al remover las capas de salvado.

c. La capa de aleurona que en forma de una película delgada, semejante a una envoltura de plástico, separa el salvado de la almendra.

d. La almendra o parte almidonosa del grano que aparece después de removidas las anteriores, cuyo color va de blanco a crema y comercialmente se denomina "arroz blanco" o "arroz pilado".

Al elaborar el arroz en cáscara se obtienen:

arroz blanco entero;

arroz blanco partido de distintos tamaños;

salvado;

harina;

harina de descacarado;

cáscara y desechos.

Granos partidos. - Se denominan así los pedazos de granos que provienen de la rotura del grano normal ocasionada por: cambios bruscos de temperatura o del contenido de humedad en el cultivo; prácticas inadecuadas de secamiento; elaboración poco cuidadosa o defecto de la variedad que no permite una elaboración conveniente.

Muchos granos de arroz en cáscara conservan aparentemente su integridad pero al examinarlos cuidadosamente aparecen en su interior fisuras o cuarteaduras que luego con el roce o la elaboración producen la separación de los fragmentos.

En la elaboración del arroz se producen cuatro clases de arroz partido, a saber:

Partido, grueso o grande. - El que tiene un tamaño más o menos igual a las 3/4 del tamaño de un grano entero.

Partido mediano o medio. - El que tiene un tamaño más o menos igual a la mitad de un grano entero.

Partido fino o pequeño. - El que tiene un tamaño más o menos igual a 1/4 del grano entero.

Partido muy pequeño, cabecita o sémola de cabecita.- El inferior a 1/4 de grano.

Pasos en la elaboración industrial. - El arroz en cáscara en los llamados molinos o piladoras, sufre el siguiente proceso:

a. Limpieza o sea separación de todo material extraño removible, incluso granos de arroz vanos, cáscaras de arroz, etc.

b. Descascarado o separación de las cáscaras.

c. Blanqueo o sea separación de las capas de salvado y aleurona.

d. Pulimentación para quitar los rastros de harina que hayan quedado adheridos y para dar al grano una superficie lisa y suave.

e. Clasificación para separar el partido y preparar el producto final según las exigencias del mercado.

f. Satinado para dar al arroz blanco un exterior brillante vidrioso y glaseado. Se hace con talco, glucosa y eventualmente con parafina.

En nuestro país el arroz se limpia, se descascara, se blanquea y se prepara para el mercado quitándole el partido en mayor o menor proporción según criterio del molinero.

La pulimentación y el satinado solo la emplean unos pocos molinos para arroces especiales y para clientela muy selecta. La clasificación para obtener arroces blancos normalizados no existe.

Los rendimientos molineros.- El rendimiento en productos y sub-productos del arroz en cáscara depende de los siguientes factores:

- La calidad del arroz en cáscara.

- La clase de equipo y la forma de trabajo en el molino.

- La exigencia de calidad de los productos finales.

Al analizar en el laboratorio muestras promedias de un determinado lote de arroz en cáscara se puede saber con relativa exactitud el beneficio aproximado en el molino o piladora industrial, de acuerdo naturalmente con la calidad de equipo de laboratorio que se use y la técnica empleada.

Como existen numerosas variedades de arroz, desde las de grano pequeño hasta grande y de cáscara delgada hasta gruesa, los rendimientos fluctuarán respectivamente de acuerdo con ello. Cómo además la formación de partido puede ser diferente y el blanqueo del grano más o menos fuerte según las exigencias del mercado, esto naturalmente influye también en la fluctuación de los rendimientos.

El resumen siguiente contiene los niveles aproximados entre los cuales fluctúan los rendimientos normales en productos y sub-productos para arroces en condiciones de pila, o sea arroces en cáscara limpios, secos (de 12 a 13% de humedad) y secados satisfactoriamente.

Productos

Arroz blanco entero y partido	:	de 50 a 68% del total
Arroz blanco entero	:	de 45 a 56% del total
Partido grande (3/4 de grano)	:	de 4 a 8% del total
Partido mediano (1/2 de grano)	:	de 3 a 5% del total
Partido fino	:	de 2 a 4% del total

Sub-productos

Sémola de cabeza o cabecilla	:	Hasta el 2% del total
Salvado y harina	:	de 5 a 8% del total
Harina de descascarado	:	de 2 a 4% del total

Hasta 1% de semigranos y semillas de maleza.

Desechos

Cáscara y desechos : de 20 a 24% del total.

FAO en su publicación "FAO Development Paper No. 27 Agriculture -- Equipment for the processing of rice", considera que, como regla general, un arroz en cáscara de buena calidad debe producir después de un buen grado de blanqueo y pulimentación:

Arroz blanco entero	el 51%	
Arroz partido y cervecero	el 18%	
Rendimiento total o rendimiento de pilada		el 69%
Salvado	el 10%	
Harina de pulimento	el 1%	
Total sub-productos		el 11%
Cáscara		el 20%
		100%

Tipo y grado de elaboración. - La elaboración normal o natural del arroz en cáscara comprende la producción de clases de arroz de calidades diferentes y de diversos grados de elaboración.

En cuanto a la elaboración propiamente dicha, además del arroz moreno o arroz descascarado, hay normalmente otros tres tipos de arroz elaborado que corresponde al paso por las tres blanqueadoras de que debe disponer toda piladora de tamaño comercial que se haya instalado para producir arroces de calidad comercial aceptable.

El cuadro siguiente da la denominación de los diferentes arroces y las características de los grados de elaboración:

Grado de elaboración	Descripción
1o. grado Arroz completamente elaborado	Elaboración completa. Extracción casi completa de las capas y células aleurónicas que constituyen el salvado y la harina.
2o. grado Arroz bastante elaborado	Buena elaboración. Extracción parcial de las capas de salvado y células aleurónicas, con presencia de harina y ausencia de salvado.
3o. grado Arroz semi-elaborado	Elaboración discreta. Extracción parcial de las envolturas con presencia total de harinas y rastros de salvado.

La elaboración quita gradualmente las envolturas pasando por las capas más oscuras hasta llegar el endospermo más blanco. Por consiguiente se constata que para cada grado de elaboración hay una graduación diferente de la blancura del grano en comparación con la blancura que alcanza el grano con elaboración de 1er. grado.

Apreciación de la elaboración.- La apreciación de los grados de elaboración se puede hacer a ojo por operarios expertos, sujeta desde luego a la apreciación personal de cada uno, tal como aconteca en nuestro país.

Para que la apreciación de los grados de elaboración pueda hacerse de manera exacta, se han ideado métodos ópticos y macrocolorimétricos. El más práctico y usual de ellos es el método óptico que opera con ayuda de aparatos especiales entre los cuales cabe mencionar el equipo foto-eléctrico desarrollado por L. Borasio de la Estación Experimental de Vercelli (Italia) que mide las propiedades ópticas del grano (blancura y transparencia).

Puesto que durante la elaboración se presenta una acentuación de la blancura y de la transparencia del arroz, hay la posibilidad para los arroces normales de controlar rápidamente el grado de elaboración y el trabajo de las blanqueadoras, utilizando las variaciones de las propiedades ópticas.

La piladora de laboratorio

Para conocer el rendimiento en productos y sub-productos del arroz en cáscara así como la presencia de defectos principales se hace uso de la Piladora de Laboratorio que en esencia efectúa o debe efectuar un trabajo similar al ejecutado en las piladoras industriales.

Hay modelos diversos de piladoras desde el pequeño McGill hasta piladoras automáticas que entregan el grano blanqueado y listo para su análisis.

Un equipo adecuado de laboratorio no solamente permitirá predecir el resultado a obtener en una operación industrial, a base del análisis de pequeñas muestras representativas, sino que servirá para ajustar los equipos industriales al rendimiento apropiado que deben dar.

Como complemento de la piladora debe disponerse de equipo de limpieza por cribas y aire, de equipo de clasificación manual, de básculas que pesen hasta 1/10 de gramo, de un divisor de muestras, de un probador de humedad y de un lente de aumento para inspeccionar el grano cuando fuere necesario.

El mantenimiento del equipo en buenas condiciones de funcionamiento es fundamental para obtener resultados satisfactorios. El arroz debe encontrarse en condiciones de pila (seco y limpio) para que los resultados sean comparables.

La mejor calibración de la piladora se logra en forma práctica con muestras de arroz de una variedad de características de pilada bien conocidas. Si los resultados difieren de los que corresponden a dicha variedad debe hacerse el ajuste hasta llegar a los resultados que se esperan. Si esto no se consigue hay que buscar las causas que pueden ser las siguientes, por ejemplo, para una piladora que utilice descascaradora y cono de esmeril: a) esmeril desgastado con pérdida de la alineación que debe tener; b) disco y frenos de goma desgastados y defectuosos; c) esmeril sucio; d) cambios en la velocidad de régimen por patinaje de las bandas de transmisión o por deficiencia de funcionamiento de la unidad motriz; e) retención del grano en la piladora más allá del límite adecuado para obtener un grado satisfactorio de elaboración.

En Colombia se utiliza la piladora de laboratorio de disco y cono de esmeril por ser esta clase de equipo semejante al equipo industrial existente en el país y permitir en consecuencia que los datos obtenidos resulten comparables.

Los tipos en el arroz.- Las principales características cualitativas que se tienen en cuenta para la formación de los tipos, son las cualidades culinarias y los carácteres de tamaño y forma.

Las cualidades culinarias.- El ama de casa pide y adquiere el arroz que le sirve para la preparación de los platos a que está acostumbrada o que son los predilectos de sus familiares, de sus comensales o de su clientela.

Para esto ya sabe que: el arroz debe cocinarse en un tiempo determinado; que hay que agregar una determinada cantidad de agua al grano; que el arroz debe rendir y crecer o sea aumentar de peso y volumen; que el producto resultante debe ser consistencia media o blanda; que los granos deben quedar sueltos, adheridos unos a otros o en forma de una masa pastosa y; que el arroz ya preparado debe tener un olor, sabor y color determinados.

Las propiedades anteriores que el ama de casa conoce en forma práctica y que deciden sobre el tipo de arroz que le conviene, se denominan cualidades culinarias.

Clasificando estas propiedades sobre las cuales se basa la estimación del valor culinario podemos dividirlas así:

a) Los carácteres de cocción;

b) Las propiedades organolépticas (aspecto, cohesión, dureza, sabor, etc.)

Los carácteres de cocción.-

Los principales son:

El índice de cocción o tiempo de cocción en minutos. Señala en minutos el tiempo que el arroz necesita para la cocción completa la cual se juzga sobre la base de la consistencia adquirida.

Agua absorbida por la cocción.- El agua que el grano absorbe durante la cocción varía notablemente de un tipo o de una variedad de arroz a otro y se aprecia por la relación que hay entre el peso del arroz cocido y el peso del arroz crudo.

La relación entre los dos pesos indica el rendimiento de cocción.

Aumento de volumen.- El arroz aumenta de volumen durante la cocción en proporción al agua absorbida. El aumento de volumen se aprecia por la relación que hay entre el volumen del arroz cocido y el volumen del arroz crudo.

La relación entre los dos volúmenes indica el rendimiento en volumen, dato visible y muy apreciado por los consumidores.

Coeficiente de dispersión.- Al cocinar el arroz hay sustancias que se diluyen o se dispersan en el agua de cocción. El coeficiente de dispersión indica las pérdidas de substancia por este concepto y su estimación se hace dosificando la cantidad de substancia presente en el líquido que queda después de la cocción. Por medio del coeficiente de dispersión se puede apreciar también la resistencia del grano a la cocción.

Basándose en los carácteres de cocción se han hecho clarificaciones que permiten apreciar las diferencias existentes entre los diversos tipos de arroz. Sin embargo, no hay que olvidar que los carácteres de cocción pueden variar por muchas causas entre las cuales se pueden citar: el tipo de elaboración; las condiciones de producción, de recolección y de secamiento; el estado de conservación del grano y la duración del almacenamiento; la uniformidad, presencia de roturas, de granos yesados, manchados, inmaduros, etc.; la precocción, y muy especialmente, los sistemas de cocción.

Las propiedades organolépticas

Un complemento indispensable de la apreciación de los carácteres de cocción, que forma parte del juzgamiento de la calidad culinaria, es la estimación de las propiedades organolépticas del arroz cocido, entre las cuales se pueden citar: el aspecto, la dureza, la cohesión, el sabor, el color y el olor.

La estimación de las propiedades organolépticas se hace por expertos sobre clasificaciones especiales según las exigencias del consumo de un país o región determinada.

Los criterios para el juzgamiento de las propiedades organolépticas varían considerablemente según los gustos, las costumbres y las exigencias de los consumidores.

En cuanto a los sistemas de cocción, puede decirse que son muy numerosos y que varían de un país a otro y aún dentro de un mismo país. Hay sin embargo los siguientes puntos que los países que se alimentan a base de arroz tienen en cuenta cuando se trata de cocinar dicho grano: no remover el producto durante la cocción; agregar agua en cantidad equivalente a 1-1/2 o 2-1/2 veces la del arroz;

mantener una ebullición regular, ni fuerte ni rápida para evitar una dispersión o desintegración excesiva y, cubrir siempre el recipiente para utilizar en forma más o menos completa el vapor desarrollado que provoca un mejoramiento notable de las propiedades culinarias del arroz.

Los caracteres de tamaño y forma.- El concepto de tamaño se aprecia en el arroz por la medida de su dimensión más importante que es la longitud, la cual se define como la longitud del 80% por lo menos de los granos de arroz elaborado.

Teniendo en cuenta la longitud, los arroces se han catalogado en los siguientes grupos:

Tamaño	Longitud en milímetros
Muy largo	Más de 7,00 mms.
largo	entre 6, y 7,00 mms.
semilargo	entre 5, 2 y 5,99 mms.
corto	menos de 5,20 mms.

Para el concepto de forma se toma la relación $\frac{\text{Longitud}}{\text{ancho}}$ lo cual conduce a la formación de los siguientes grupos:

Forma	Relación longitud/ancho
Delgada	Más de 3,0
media	de 2,4 a 3,0
ancha	de 2,0 a 2,4
redonda	menos de 2,0

A los anteriores podemos agregar el concepto de grueso que se estima por el peso de 1.000 granos de arroz elaborado, base de la agrupación siguiente:

	Peso de 1.000 granos de arroz elaborado
Arroz muy grueso	Más de 28 gramos
Grueso	de 28-22 gramos
Arroz pequeño	de 22-16 gramos
Arroz muy pequeño	Menos de 16 gramos

Las determinaciones de longitud, forma y grueso se hacen sobre la base del grano elaborado aunque muchos prefieren hacerlo sobre el arroz moreno a causa de las modificaciones que sufre el producto durante su elaboración.

Sobre la base de las divisiones descritas anteriormente (teniendo en cuenta longitud y forma), se ha preparado el cuadro que aparece en la página siguiente, el cual incluye varios de los arroces cultivados en Colombia.

Los problemas en el establecimiento de tipos para el arroz. - Existen en el mundo algo más de 8.000 variedades diferenciadas botánicamente. Si se intentara hacer una agrupación universal por tipos tendrían que tomarse en cuenta las principales características cualitativas que como ya hemos visto son: las cualidades culinarias y los carácteres de tamaño y forma.

Esta agrupación única está muy lejos de realizarse a causa del número exagerado de variedades y de sus características y de las variaciones considerables existentes en cuanto a sistemas de cocción, exigencias, gustos, sistemas de preparación de platos y criterios para la apreciación de las cualidades culinarias.

Algunos países como Italia han establecido su clasificación tipificada por variedades reduciendo el número de éstas al mínimo posible dentro de sus circunstancias peculiares.

Estados Unidos de América que durante bastantes años sostuvo una clasificación tipificada por variedades, reduciendo el número de éstas, dió un vuelco total al establecer recientemente sus tipos basándose en el concepto de forma o sea la relación entre la longitud y el ancho de los granos. Con la propagación de nuevas variedades y la similitud de muchas de ellas en cuanto a color, tamaño y forma en cáscara y semejanza en cuanto a tamaño y forma de los arroces blancos resultantes, el comercio y los inspectores de calidad, se encontraron en dificultades insuperables en la práctica para diferenciar los arroces correspondientes a las distintas variedades, lo cual creó confusión y trastornos en la organización comercial. Estados Unidos de acuerdo con programas recientes de expansión está en vías de convertirse en el primer exportador mundial de arroz.

Centroamérica y Panamá tienen tipos establecidos de acuerdo con la longitud del grano blanco.

La Conasupo de México ha establecido tipos para el arroz en cáscara basándose en la longitud de los granos de arroz en cáscara.

Agrupación de algunos de los arroces cultivados en Colombia según tamaño y forma

Variedad o nombre común	Procedencia muestra	En blanco			En cáscara		
		Largo	Ancho	Relación long/anch.	Largo	Ancho	Relación long/anch.
1o. tamaño muy largo y forma delgada							
Canilla largo	Cúcuta	7,33	1,96	3,74	10,44	2,65	3,94
Nira	Montería	7,03	2,26	3,11	9,98	2,73	3,65
Palmira Blanco	Magangué	7,08	2,27	3,11	9,88	2,94	3,36
Manta Negra	Montería	7,09	2,34	3,09	9,80	2,96	3,31
2o. tamaño muy largo y forma media							
Palmira Blanco	Montería	7,13	2,44	2,92	9,53	2,95	3,23
San Jerónimo Blanco	Montería	7,02	2,48	2,83	9,53	2,99	3,19
Palmira 105	Buga	7,13	2,50	2,85	9,71	3,07	3,16

Agrupación de algunos de los arroces cultivados en Colombia según tamaño y forma (continuación)

3o. tamaño largo y forma delgada

Variedad o nombre común	Procedencia muestra	En blanco			En cáscara		
		Largo	Ancho	Relación long/anch.	Largo	Ancho	Relación long/anch.
Rexoro	Tolima	6,45	1,98	3,26	9,09	2,35	3,87
Century	Tolima	6,65	1,69	3,93	9,42	2,50	3,77
Mestizo	Montería	6,66	2,06	3,23	9,68	2,62	3,69
Blue Bonnet	Tolima	6,50	2,16	3,00	9,58	2,51	3,83
4o. tamaño largo y forma media							
Americano	B/manga	6,62	2,38	2,78	9,34	2,90	3,22
Pablo Montes	B/manga	6,99	2,48	2,82	9,42	2,97	3,17
Mono Olaya	Villavo	6,53	2,60	2,51	10,02	2,98	3,36
Palmira Morado	Montería	6,81	2,47	2,76	10,39	3,20	3,25
San Jerónimo Mono	Montería	6,57	2,47	2,66	9,64	3,05	3,16
Cristal	Cartagena	6,17	2,26	2,73	8,50	2,76	3,08
Llanero	Villavo	6,95	2,54	2,74	9,35	3,14	2,98
Mono contraplaga	Montería	6,04	2,49	2,42	8,94	3,06	2,92

Agrupación de algunos de los arroces cultivados en Colombia, según tamaño y forma (Continuación)

Variedad o nombre común	Procedencia muestra	En blanco			En cáscara		
		Largo	Ancho	Relación long/anch.	Largo	Ancho	Relación long/ancho
5o. tamaño largo y forma ancha							
Fortuna criollo o criollo blanco.	Montería	6,19	2,74	2,26	9,35	3,02	3,10
Harta muchacho	Montería	6,24	2,76	2,26	8,70	3,61	2,40
6o. tamaño medio y forma media							
Tres colores	Montería	5,97	2,45	2,44	7,93	3,14	2,52
Alisardo o cacao	Montería	5,59	2,30	2,43	8,12	3,58	2,27
7o. tamaño medio y forma ancha							
Conmonroy	Magangué	5,57	2,36	2,36	8,57	2,82	3,04
Chombo	Cartagena	5,96	2,62	2,27	8,88	3,10	2,86
Palmira 203	Buga	5,78	2,53	2,28	8,37	3,26	2,57
Zenith	Buga	5,63	2,51	2,24	7,81	3,10	2,52
Bola	Montería	5,21	2,55	2,04	7,96	3,54	2,25
Lucerna	Buga	5,76	2,86	2,01	8,47	3,71	2,28

Argentina tiene tipos establecidos por tamaño y forma para el arroz en cáscara, según las características que corresponden a un número reducido de variedades que se toman como representativas de los tipos.

En Colombia la mitad aproximadamente del arroz cultivado corresponde a cultivos de riego y la otra mitad a cultivos de secano. Las variedades que se cultivan bajo riego son relativamente pocas y casi todos son de tamaño largo y forma delgada, características muy estimadas por los consumidores de mejores ingresos del país quienes asocian a ella la buena calidad culinaria aún cuando esta creencia no resulte siempre cierta.

En el cultivo de secano hay innumerables variedades de todo tamaño y forma con la circunstancia de que la mezcla de variedades es cosa corriente dentro de este sistema de cultivo. Las variedades de secano abastecen el consumo popular.

2. Clasificación de Estados Unidos.- En este país existe clasificación tipificada para: arroz en cáscara; arroz moreno o descascarado y arroz pilado o blanco en sus denominaciones de arroz pilado, arroz pilado cabeza de segunda, cribadura de arroz pilado y, arroz pilado cervecero.

Arroz en cáscara.- En la actualidad existen los tipos siguientes basados en la relación longitud/ancho de los granos enteros:

Arroz en cáscara de grano largo;
arroz en cáscara de grano medio;
arroz en cáscara de grano corto, y;
arroz en cáscara mezclado.

Los grados, clases o categorías para todos los tipos de arroz en cáscara se asignan de acuerdo con la escala de límites que se inserta a continuación.

Una observación muy importante en la aplicación de esta escala es la de que sobre el arroz blanco obtenido se hacen dos exámenes para una misma muestra: el primero sobre el arroz cabeza obtenido al cual se aplica la escala y el segundo sobre el arroz pilado partido de tamaño grande al cual se aplica por separado la escala para arroz pilado cabeza de 2a.

Grados y requisitos de grado para arroz en cáscara

Grado	LIMITES MAXIMOS DE						Requisitos de color (2)
	Semillas y granos dañados por calor		Arroz rojo y granos dañados (sólo o combinado	Granos yesosos		Arroz de otros tipos (1)	
	Total (sólo o combinado)	Granos dañados por calor y semillas objetables (sólo o combinado)		En arroz de grano largo	En arroz de grano corto y medio		
	No. en 500 grms.	No. en 500 grms	%	%	%	%	
US. No. 1	2	1	0,5	1,0	2,0	1,0	Blanco o crema.
US. No. 2	4	2	1,5	2,0	4,0	2,0	Ligeramente gris.
US. No. 3	7	5	2,5	4,0	6,0	3,0	Gris claro.
US. No. 4	20	15	4,0	6,0	8,0	5,0	Gris o ligeramente rosado.
US. No. 5	30	25	6,0	10,0	10,0	10,0	Gris oscuro o rosado.
US. No. 6	75	75	15,0 (3)	15,0	15,0	10,0	Gris oscuro o rosado
US. Muestra	El arroz en cáscara que no cumple los requisitos de ninguno de los grados de US. No. 1 al US. No. 6, inclusive; que contiene más del 14% de humedad; que está mohoso, agrio o caliente; que tiene cualquier olor objetable comercialmente; que es de baja calidad por cualquier otro concepto.						

(1) Estos límites no se aplican al tipo de Arroz en Cáscara Mezclado.

(2) Estos requisitos de color no son aplicables al Arroz en Cáscara Precocido.

(3) El arroz del grado US. No. 6 puede contener no más del 6,0% de granos dañados.

El objeto de este doble examen es conocer con bastante exactitud las características del arroz cabeza y del arroz partido de tamaño grande que se pueden obtener de un determinado lote dd arroz en cáscara.

Bases para la determinación de los factores.- La determinación de los factores, tipo, semillas, semillas objetables, granos dañados por calor, arroz rojo y granos dañados, granos yesados, granos partidos, arroz de otros tipos y color, se hacen sobre la base del arroz cabeza (head rice) obtenido.

Al analizar el grano partido de tamaño grande, las determinaciones de semillas, semillas objetables, granos dañados por calor, arroz rojo, granos dañados y granos yesosos, se harán sobre la base del grano partido de tamaño grande.

La determinación de cualquier otro factor se hace sobre la base del arroz en cáscara como un todo.

Contenido de humedad.- Para la aplicación de las normas el arroz en cáscara debe estar seco (no más del 14% de humedad, b.h.).

El arroz con más del 14% de humedad, se clasifica como grado muestra.

Rendimiento de pila.- En la clasificación de EE. UU., es el estimativo de la cantidad de arroz cabeza y del arroz pilado total que puede obtenerse de una unidad de arroz en cáscara. El rendimiento de pila hace parte de la designación de grado.

Algunas definiciones:

Arroz en cáscara.- Es el arroz que contiene 50% o más de granos de arroz en cáscara (Oriza sativa).

Arroz en cáscara mezclado.- Cualquier mezcla de arroz en cáscara que contenga menos del 90% de un tipo y más del 10% de arroz de cualquier otro tipo.

Arroz de otros tipos.- El arroz cuya relación lontitud ancho difiera de la que corresponde a los granos del tipo predominante.

Granos enteros.- Los granos de arroz sin roturas y los granos partidos que alcancen, por lo menos, una longitud igual a los 3/4 de la longitud del grano sin roturas.

Granos partidos, son:

a. Pedazos de granos de arroz inferiores a 3/4 de la longitud del grano sin roturas y granos resquebrajados de arroz;

b. grano partido grande. Los granos partidos del arroz de grano largo y del arroz del grano medio que no pasen por una bandeja calibradora No. 6 (criba No. 6) y los granos partidos de arroz de grano corto que no pasen por una criba de huecos circulares de 6/64", o los que separa o determine cualquier otro dispositivo que dé resultados equivalentes.

Granos yesosos.- Granos y pedazos de granos de arroz cuya mitad o más sea yesoso.

Arroz rojo.- Granos y pedazos de granos de arroz de color rojo ostensible o visible o que tienen una cantidad apreciable de salvado rojo.

Arroz cabeza, (head rice).- La cantidad de granos enteros de arroz pilado, incluso 4% de granos partidos de tamaño grande, que puede obtenerse al pilar el arroz en cáscara.

Arroz pilado total.- La cantidad de granos de arroz pilado, enteros y partidos, que se obtienen al determinar el "Rendimiento de Pila".

Impurezas removibles, (Dockage).- Todo material distinto del arroz que puede removerse fácilmente del arroz en cáscara con el uso de zarandas y dispositivos apropiados de limpieza; también los pedacitos de granos de arroz en cáscara que se remueven al separar las impurezas removibles y que no pueden recuperarse con un recribado o relimpieza adecuados.

Porcentajes.- Todos los procentajes se determinan sobre la base del peso.

Orden de procedimiento.- La aplicación adecuada de las normas de arroz en cáscara requiere que algunos de los ensayos se hagan sobre el arroz en cáscara antes de pilarlo y otros se efectúen sobre el arroz pilado. El orden de procedimiento u orden de los ensayos se describe en las dos partes siguientes:

Sobre el arroz en cáscara como un todo.- Se considera el informe del muestreador en cuanto a condición y calidad; luego se examinará la muestra para mohoso, agrio, caliente, olores extraños objetables, gorgojos o vivos y otros insectos perjudiciales al arroz almacenado y para determinar si el arroz es de baja calidad por cualquier otro concepto. A continuación se determinará tentativamente el tipo del arroz sobre la base del grano sin descascarar. Luego se hará el ensayo de humedad. Cuando el arroz en cáscara no contiene más del 18% de humedad se hace el ensayo de pilada cuyo primer paso consiste en determinar las impurezas removibles (dockage) sobre la muestra como un todo. El arroz en cáscara libre de las impurezas removibles, se descascara y blanquea, según la norma establecida para el caso.

Sobre el arroz cabeza.- Despues de determinar el rendimiento en arroz cabeza y en arroz pilado total, hay que hacer algunos análisis posteriores sobre el arroz cabeza para determinar el grado numérico del arroz. Estos análisis se refieren a semillas, semillas objetables, granos dañados por calor, arroz rojo y granos dañados, granos yesosos y arroz de otros tipos que se encuentren presentes en la muestra.

Sobre el grano partido grande.- Se hace un análisis de factores para el grano partido grande al determinar el grado del arroz en cáscara que se califica de acuerdo con las normas para Arroz Pilado Cabeza de Segunda. En el certificado de inspección se inscribe el grado resultante y el análisis de factores que incluye el número de semillas, semillas objetables, granos dañados por calor lo mismo que los porcentajes de arroz rojo, granos yesados y granos dañados. Se determina además el paso del arroz partido grande.

Designación de grado.- La designación de grado para arroz incluirá en el orden citado: las letras U.S.; el número del grado o las palabras "grado muestra" según sea el caso; el nombre del tipo; el nombre de cada grado especial aplicable y, la declaración del rendimiento de pilá si el arroz en cáscara no contiene más del 18% de humedad. Si se trata de arroz en cáscara mezclado, la designación de grado incluirá además, a continuación del nombre del tipo, el nombre y porcentaje aproximado del tipo predominante y luego, en el orden de predominio, los de los demás tipos de arroz en cáscara contenidos en la muestra.

Grados especiales.- Hay grados especiales para el arroz en cáscara preococido y para el arroz en cáscara agorgojado.

3. Clasificación Argentina.- Para el comercio de arroz en cáscara se establecieron tipos que incorporan una o más variedades de características similares pero no existen grados o escalas de categorías sino que los negocios se realizan sobre bases de comercialización con descuentos o bonificaciones para cada factor considerado, según esté por encima o por debajo de la base establecida.

Bases estatutarias.- Arroz en cáscara. La producción se divide en dos zonas: Norte y Litoral.

Para cada zona existen tres tipos a saber:

Tipo doble Carolina.- Formado por las variedades Fortuna y otras de grano similar, de forma cilíndrica muy alargada y de mayor tamaño que los otros tipos.

Tipo Carolina.- Dividido en dos subtipos: 1) subtipo Carolina normal, formado por las variedades Blue Rose y otras de grano similar, de forma cilíndrica alargada; y 2) subtipo Carolina mediano, formado por la variedad Chacarero y otras de grano similar, de forma cilíndrica alargada, pero de tamaño menor que el subtipo anterior.

Tipo Japonés.- Formado por las variedades: Japonés precoz, Yamaní y otros de grano similar, más cortos y convexos que el tipo anterior. (Continúa Pags. 77A y 77B).

4. El arroz en México.- Del folleto "Normas de Calidad para Arroz Palay" Morelos - México 1964, editado por CONASUPO, son los siguientes apartes:

Principales grupos y variedades de arroz.- Los arroces que se cultivan en el país se clasifican, según su tamaño, en tres grupos:

Grupo I	arroz de grano largo
Grupo II	arroz de grano mediano
Grupo III	arroz de grano corto

Las principales variedades que se producen en el Estado de Morelos son Jajutla, San Vicente y Tetecala, que por las características de su grano, corresponden todas al grupo I de la clasificación general. El arroz de grano largo, en Palay, mide aproximadamente de 8 a 9 mms. de punta a punta y 3 milímetros de ancho; ya pulido, su apariencia es vítrea, su consistencia dura y al cocinarse los granos no se compactan unos con otros, con una tendencia franca a mantenerse separados.

Normas de calidad.- La CONASUPO en sus compras de arroz Palay en el Estado de Morelos, a precio de garantía, observa las normas de calidad siguientes:

a. Estará sano, seco y libre de toda plaga y de olor a fermentación o putrefacción.

b. Las tolerancias admisibles son las siguientes:

Máximo de humedad sin castigo hasta el 25%. Del 25, 1% hasta el 35% con deducciones en el precio. Del 35, 1% arriba, será rechazado.

Máximo de impurezas sin castigo hasta el 2%. Del 2, 1% hasta el 5% con deducciones en el precio. Del 5, 1% arriba será rechazado.

Máximo de grano manchado sin castigo hasta 2%. Del 2, 1% arriba será rechazado.

Bases de compra-venta, tolerancias de recibo, bonificaciones y rebajas

Se encuentran resumidos en los cuadros siguientes:

Rendimiento de Granos Enteros

Zona	Tipo	Base	Recibo obligatorio	Bonificación	Rebaja	Rebaja mercadería recibida fuera de tolerancia establecida
Litoral (Riego)	Doble Carolina	57%	52%	1%	1%	Hasta 50% 2%
	Carolina Normal	57%	52%	1%	1%	Hasta 50% 2%
	Carolina Media	57%	52%	1%	1%	Hasta 50% 2%
	Japonés	61%	56%	1%	1%	Hasta 54% 2%
Norte (secano)	Doble rolina	54%	49%	1%	1%	Hasta 47% 2%
	Carolina Normal	54%	49%	1%	1%	Hasta 47% 2%
	Carolina Media	54%	49%	1%	1%	Hasta 47% 2%
	Japonés	60%	55%	1%	1%	Hasta 53% 2%

Rendimiento de Granos Enteros y Quebrados

Zona	Tipo	Base	Recibo obligatorio	Bonificación	Rebaja	Rebaja mercadería recibida fuera de tolerancia establecida
Litoral	Doble Carolina	70%	65%	1%	1%	1%
	Carolina Normal	68%	63%	1%	1%	---
y	Carolina Mediano	66%	61%	1%	1%	---
Norte	Japonés	70%	65%	1%	1%	---

Otros factores para todas las zonas y tipos

Rubros	Base	Recibo obligatorio	Bonificación	Rebaja	Rebaja mercadería recibida fuera de tolerancia establecida
Cuerpos Extraños					
Materias inertes(1)	0,50%	1,50%	1,00%	1,00%	Hasta 3%-1,50%
Semillas extrañas	0,25%	1,00%	1,00%	1,00%	Hasta 2%-2,00%
Granos colorados o con estrías rojas	1,00%	10,00%	0,50%	0,50%	Hasta 15%-0,75%
Granos panza blanca	1,50%	7,00%	0,50%	0,50%	Hasta 15%-0,75%
Granos enyesados o muertos	0,50%	2,00%	0,50%	0,50%	Hasta 4%-0,75%
Granos manchados y/o ambarinos	0,25%	0,75%	---	Según arbitraje	
Humedad	14,00%	15,00%	---	Merma: 1,50%	
Tipo	5,00%	---	---	---	

(1) La tolerancia máxima de semillas conocidas como "bejuco" o "porotillo", será de una semilla en 100 grms.
En Argentina solamente existe reglamentación para arroz en cáscara.

Máximo de grano vano o inmaduro sin castigo, hasta el 2%. Del 2, 1% hasta 5% con deducciones en el precio. Del 5, 1% arriba será rechazado.

La determinación de granos manchados se hace sobre el arroz Palay tomando como granos manchados los que presentan manchas en la superficie de la cáscara.

En forma similar se determinan los granos vanos o inmaduros considerando como tales los que presentan un color verde.

Para arroz no existe ninguna otra reglamentación.

5. Clasificación para Centroamérica y Panamá (CAP) Resolución No. 1 (IFE)

Arroz en cáscara.- Se divide en las siguientes clases (tipos):

Grano extralargo.- Comprende las variedades cuyos granos elaborados miden más de 7 mm. de longitud.

Grano largo.- Comprende las variedades cuyos granos elaborados miden de 6 a 7 mms. de longitud.

Grano mediano.- Comprende las variedades cuyos granos elaborados miden de 5 a 5,99 mms. de longitud.

Grano corto.- Comprende las variedades cuyos granos elaborados miden menos de 55 mms. de longitud.

a, Grados o categorías:

Requisitos de calidad para arroz en cáscara

Calidades CAP	Tolerancias máximas de				
	Semillas objetables No. en 100 grms.	Arroz rojo y granos dañados %	Granos yesosos %	Arroz quebrado %	Clases contrastantes (1) %
1	2	3	4	6	4
2	4	5	8	15	8
3	6	7	12	25	12

(1) Estos límites no se aplican a la clase de arroz en cáscara mezclado.

b. Bases para determinaciones

Toda determinación de granos dañados, arroz rojo, arroz yesoso, arroz quebrado, color y apariencia general, se hará sobre la base de arroz descascarado. Las otras determinaciones se harán con base en el arroz en cáscara, considerado en conjunto.

c Humedad e impurezas

En las compras a los agricultores se hacen deducciones por humedad e impurezas, de acuerdo con los procedimientos acordados en la determinación del precio mínimo de garantía. Se toma como base el 12% de humedad.

Hay grados especiales para arroz en cáscara húmedo y para arroz en cáscara infestado.

B. Cebada

1. Generalidades. La cebada es otro grano de cultivo muy difundido en el mundo, utilizándosela para alimento humano, industrias diversas, tales como cervecerías y destilerías y como forraje para animales.

Las mayores áreas de producción se encuentran en zonas templadas a templado-frías, aún cuando países ubicados en zonas cálidas, aprovechando condiciones especiales de altitud y variedades adaptadas, son también fuertes productores.

Se superpone en muchos países el cultivo de trigo, pero como en general madura más temprano que éste, puede desarrollarse también en regiones de condiciones climatológicas poco favorables para dicho grano.

Botánicamente, la cebada pertenece al género Hordeum y las diversas clasificaciones que se han efectuado de la misma, se basan fundamentalmente en el número de filas, rangos o hileras de espiguillas, espiga ancha o estrecha, presencia o no de aristas, etc.

Comercialmente, los dos grupos que se distinguen son las denominadas cebadas de seis rangos y las cebadas de dos rangos o hileras o filas, como también se denominan. Tales nombres provienen del hecho de que las primeras poseen tres espiguillas fértiles en cada soporte del raquis, mientras que en las segundas las espiguillas laterales se atrofian y sólo se desarrolla y produce grano la espiguilla central.

La identificación de estos dos grupos en el campo es simple, por las características anotadas, pero una vez trillada la espiga es necesario recurrir a otros detalles para reconocerlas y separarlas por características del grano, por cuanto comercialmente se las considera en forma distinta y sus precios respectivos no son iguales.

Los granos laterales de las cebadas de seis rangos, son normalmente más delgados que el central y, con mayor razón, que el de espigas de dos rangos. A su vez, esos granos laterales tienen un aspecto torsionado por la misma disposición en la espiguilla que

no permite su libre desarrollo y esa es una de las principales características para diferenciar ambos grupos en el comercio de cebada.

Por otra parte, aunque es una característica que depende de la variedad, en general el color de los granos de cebada de seis rangos es levemente verdoso, azulado, mientras que en los de dos rangos es normalmente de un tono amarillo oro.

También el grano de seis hileras presenta una forma de cuello de botella con curvas hacia adentro, en el extremo de germen, mientras que el de dos hileras es recto en la misma parte; los granos del primero presentan el dorso curvo o prominente, al par que en el segundo grupo, es más o menos chato o recto.

En Argentina se conocen las cebadas de seis rangos con el nombre de "forrajeras" y las de dos rangos como "cerveceras". Estas últimas, como su nombre lo indica, son las que se destinan preferentemente allí, a la preparación de malta de cebada. A la fabricación de malta se destinan, como es lógico las calidades de cebada más finas y más caras. Por regla general, la cualidad de malteo de la cebada se aprecia en el comercio por el aspecto externo y algunos ensayos físicos sencillos, tales como peso hectolítrico, porcentajes de zaranda, etc. A pesar de que en la práctica ordinaria estos ensayos suelen ser útiles, no siempre resultan adecuados para establecer con certeza si una determinada cebada es apta para el tipo de malta o cerveza que se requiere; sin embargo, tienen gran importancia en las transacciones comerciales de dicho cereal.

Las características que se suelen tener en cuenta son: madurez, humedad, sanidad del grano, desarrollo, textura de la piel, uniformidad de tamaño, forma y color, aspecto del endosperma al corte, pureza varietal, limpieza y sanidad (libre de daños causados por agentes meteorológicos, el calor, la trilla, insectos, hongos, etc.). Todos estos factores se estiman normalmente por examen, "a vista" o "a mano", constituyendo cualidades esenciales para el malteo, el estado de madurez, vitalidad, uniformidad, finura de piel y carencia de alteraciones.

Quizás las más importantes sean la madurez y la uniformidad. No se puede elaborar una buena malta con cebada que no esté madura o cuyos granos se hayan secado prematuramente en la espiga. Una cierta proporción de granos en malas condiciones puede malograr el valor cervecero de la malta elaborada.

Por consiguiente, no siempre corresponde al químico determinar si una cebada es apta para el malteo, pero no obstante, se acepta que la composición química del grano es decisiva, caracterizándose en general el grano amiláceo, al igual que en trigo, por un bajo contenido en proteínas. Cuando se cultiva cebada con destino al malteo hay que procurar que la riqueza del grano en almidón sea lo más elevada posible, debiendo encaminar todas las operaciones agrícolas a conseguir esta finalidad.

Ambos tipos pueden ser utilizados para producción de malta, pero en América del Norte se emplea preferentemente la de seis hileras, mientras en Europa se prefiere la de dos, destinándose la otra a forraje o a maltas para propósitos especiales.

Estados Unidos posee normas muy completas a este respecto, de las cuales trascribimos las partes principales:

Cebada: Se entiende por tal, todo grano que antes de la remoción del dockage, consista de un 50 por ciento o más de cebada. No puede contener más del 25 por ciento de otros granos.

Clases: La cebada se divide en tres clases: Barley (cebada), Western Barley (cebada occidental) y Mixed Barley (cebada mezclada).

Cebada (Barley): La clase Barley será cualquier cebada de glumas blancas cultivadas al este de las Montañas Rocallosas y no puede incluír más del 10 por ciento de cebada negra o de la cebada de la clase occidental en forma simple o combinada. Esta clase se divide en las tres subclases siguientes:

a. Malting Barley (cevada cervecera). Esta subclase será cebada de seis hileras de clase Barley que tenga un 90 por ciento o más de granos con capa de aleurona blanca y que después de la remoción del dockage no contenga más del 5 por ciento de cebada de dos hileras y/u otros tipos o variedades de cebada que no reunan las características del tipo cervecero, como la variedad Trebi, el 4.0 por ciento de granos dañados, el 3 por ciento de material extraño, un 10 por ciento de granos con glumas y quebrados, un 15 por ciento de cebada delgada (thin), el 2 por ciento de cebada negra y el 5.0 por ciento de otros granos, cuya prueba de peso mínimo sea de 43 libras; que contenga un mínimo de 90 por ciento de cebada de buena calidad (sana), que no contenga cebada dañada por las heladas o por el calor; que no esté atacada de carbón hediondo, cornezuelo, gorgojos y que no esté mezclada con ajo silvestre ni haya sufrido serias alteraciones en su color y, que de otra manera llene los requisitos exigidos por los granos No. 1 al No. 3 inclusive, de la subclase Barley.

b. Blue Malting Barley (cebada cervecera azul). Esta subclase comprenderá cualquier cebada de clase Barley de seis hileras, que contenga 90% o más de granos con capas de aleurona de color azul y que de otra manera llene los requisitos de la subclase Malting Barley.

c. Barley. La subclase Barley será cualquier cebada de clase Barley que no reuna los requisitos de las subclases Malting Barley (cebada cervecera) o Blue Malting Barley (cebada cervecera azul).

Western Barley (cebada occidental). Esta clase será cualquier cebada de glumas blancas cultivada al oeste de la región de las Grandes Llanuras de los Estados Unidos y puede incluir no más del 10% de cebada negra o de cebada de clase Barley, ya sea en forma sola o combinada.

Mixed Barley (cebada mezclada). Esta clase será cualquier mezcla de cebada que no reuna los requisitos de las clases Barley o Western Barley. La cebada negra será clasificada como Mixed Barley (cebada mezclada).

Material conocido por dockage. Este material consiste de semillas y tallos de hierbas, broza, paja y otros granos que no sean de cebada, arena, basura y cualquier otro material ajeno a la cebada, el cual pueda ser separado fácilmente de la cebada por medio del uso de cribas y dispositivos de limpieza apropiados. También se consideran los granos de cebada no desarrollados que puedan ser removidos debidamente en el proceso de separación del material que no siendo cebada no puede ser removido debidamente por medio de una cribación o limpieza.

Cebada sana o de buena calidad. Serán de cebada sana los granos y fragmentos de grano que después de la remoción de impurezas (dockage), no estén dañados o que su color haya sufrido alteraciones por el moho o la roya, o que no estén dañados por la fermentación, las malas condiciones del suelo y del clima; que no estén germinados, helados o seriamente dañados por cualquier otra causa.

Granos dañados. Serán los granos y fragmentos de granos de cebada, otros granos y avenas silvestres que hayan sufrido serias trasformaciones en su color (descoloridos) o por la acción del moho y/o la roya, o que estén dañados por la acción del calor, las condiciones precarias del suelo o del clima, o que estén germinados, helados o dañados muy seriamente por cualquier otra causa.

Granos dañados por el calor. Los granos dañados por el calor serán los granos y fragmentos de granos de cebada, de otros granos y avenas silvestres que hayan sufrido serias alteraciones en su color (que estén descoloridos) y que hayan sido dañados por la acción del calor.

Materia Extraña. La materia extraña será todo el material que no sea cebada, otros granos y avenas silvestres que no hayan sido separados de la cebada al efectuar la propia determinación del dockage.

Otros granos. Otros granos serán los de trigo, centeno, avena, maíz, sorgo, cebada sin glumas, semillas de lino y fríjol de soya.

Avenas silvestres. Las avenas silvestres serán las semillas de Avena Fatua y Avena Estéril.

Granos quebrados. Los granos quebrados serán los fragmentos de los granos de cebada.

Granos desnudos. Los granos desnudos serán los granos de cebada, de los cuales una tercera parte o más de las glumas han sido removidas, o cuyas glumas se encuentran flojas o removidas por encima del germen.

Cebada negra. Será la cebada de glumas negras.

Cebada delgada o chuza. 1. La cebada delgada de clase Barley será la cebada y otros materiales que pasen fácilmente por una criba de 5/64 x 3/4. 2. Esta cebada en la clase Western Barley será la cebada y otra materia que pase fácilmente por una criba de 5½/64 x 3/4.

Piedras. Piedras serán la materia concreta de tierra o mineral y otras materias de dureza similar que no se desintegren fácilmente en el agua.

Criba de 5/64 x 3/4. Será una criba de metal, de un espesor de 0.032 de pulgada, con perforaciones acanaladas de 0.0781 (5/64) por 0.750 (3/4) de pulgada, con 865 perforaciones aproximadamente por pie cuadrado.

Criba de 5½/64 x 3/4. Será una criba de metal de un espesor de 0.032 de pulgada, con perforaciones acanaladas de 0.0858 5½/64 por 0.750 (3/4) de pulgada, con 856 perforaciones aproximadamente por pie cuadrado.

Principios que gobiernan la aplicación de las normas. Los principios siguientes regirán la determinación de las clases y grados de la cebada:

Bases de la determinación. Cada determinación de dockage, temperatura, olor, presencia de ajo silvestre, gorgojos vivos u otros insectos perjudiciales para el grano almacenado y la calidad evidentemente

inferior del grano se hará con base al cereal considerado como un todo. Cada determinación de granos dañados por el calor y de granos con capas de aleurona blanca (en la cebada Malting Barley) y de aleurona (en la cebada Blue Malting Barley) se hará con base al grano perlado libre de dockage. Todas las demás determinaciones se harán con base al grano libre de dockage.

Porcentajes. Todos los porcentajes serán hechos sobre la base del peso.

Humedad. La humedad debe ser verificada por el método de la estufa de aire prescrito por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos o por cualquier otro método que dé resultados equivalentes.

Grados, requisitos y designaciones de grados. Los siguientes grados, requisitos y designaciones de grado son aplicables a estas normas.

Cuadro No. 1 cebada: Grados y requisitos de grado para la subclase Barley de la clase Barley.

Grado No.	Límites mínimos de Prueba de peso por bushel	Límites mínimos de Cebada sana	Límites máximos de Total grano dañado	Límites máximos de Grano dañado por el calor	Límites máximos de Materia extraña	Límites máximos de Granos quebrados	Límites máximos de Cebada delgada o chuza	Límites máximos de Cebada negra
	LIBRAS	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento
1.....	47	97	2.0	0.2	1.0	5.0	10.0	0.5
2.....	45	94	4.0	0.3	2.0	10.0	15.0	1.0
3.....	43	90	6.0	0.5	3.0	15.0	25.0	2.0
4.....	40	80	8.0	1.0	4.0	20.0	35.0	5.0
5.....	36	70	10.0	3.0	6.0	30.0	75.0	10.0

Grado muestra. El grado muestra incluirá la cebada de la clase Barley que no reuna los requisitos de grado de cualquiera de los grados variedades No. 1 al No. 5 inclusive; o que tenga más del 16% de humedad, o que contenga piedras, o que esté mohosa (olor a moho), rancia o dañada por la acción del calor, o

que despida un olor comercialmente objetable, excepto al de ajo silvestre o de carbón hediondo, o que contenga tal cantidad de carbón hediondo que uno o más de los requisitos de grado no puedan ser aplicados correctamente, o que sea de calidad evidentemente inferior.

Cuadro No. 2 cebada: Grados y requisitos de grado para las subclases Malting Barley (cebada cervecera) y Blue Malting Barley (cebada cervecera azul) de la clase Barley.

Grado No.	Límites mínimos de		Límites máximos de					
	Prueba de peso por bushel	Cebada sana	Granos dañados	Materia extraña	Granos desvestidos y quebrados	Cebada delgada o chuza	Cebada	Otros Granos
	LIBRAS	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento
1.....	47	97	2.0	1.0	4.0	7.0	0.5	2.0
2.....	45	94	3.0	2.0	7.0	10.0	1.0	3.0
3.....	43	90	4.0	3.0	10.0	15.0	2.0	5.0

Nota: La cebada de clase Barley que no reuna los requisitos de cualquiera de los grados del No. 1 al No. 3 inclusive, para las subclases Malting Barley y Blue Malting Barley, será clasificada y graduada según los requisitos de grado de la subclase Barley.

Cuadro No. 3 Cebada: Grados y requisitos para la Western Barley (cebada occidental).

	Límites mínimos de cebada sana	Límites máximos de				
		Granos dañados por el calor (cebada, otros granos y avenas silvestres)	Avenas silvestres	Materia extraña	Granos quebrados	Cebada negra
	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento
1...	98	0.1	1.0	0.5	3.0	0.5
2...	96	0.2	2.0	1.0	6.0	1.0
3...	93	0.3	3.0	2.0	10.0	2.0
4...	88	0.5	5.0	3.0	15.0	5.0
5...	80	1.0	10.0	4.0	25.0	10.0

Grado muestra. El grado muestra incluirá cebada de la clase Western Barley que no reuna los requisitos de grado de cualquiera de los grados del No. 1 al No. 5 inclusive, o que contenga más del 15% de humedad, o que contenga piedras, o esté mohosa , (olor a moho); rancia o dañada por acción de calor, o que despida un olor comercialmente objetable, excepto al de ajo silvestre o carbón hediondo, o que contenga tal cantidad de carbón hediondo que uno o más de los requisitos de grado no puedan ser aplicados correctamente, o que contenga semillas de pasto silvestre de cierta naturaleza y en una cantidad suficiente para disminuir la calidad del grano para fines de alimentación del ganado, o que sea de calidad evidentemente inferior.

2. Normas de clasificación de Canadá. La tipificación canadiense establece una serie de variedades para cada grado de calidad y así dice por ejemplo, que las únicas variedades aceptadas en el grado No. 1 Canadá Western seis hileras (No. 1 C.W. Six Row) serán las siguientes: O.A.C. 21, Mensury, Olli, Manchurian y otras que se detallan.

Esto supone una mejor identificación de la calidad en todo sentido, y en ciertas formas podemos compararlo, por sus ventajas, con lo que ya se comentará al tratar de las comparaciones entre la tipificación de trigo canadiense y americano.

Las principales especificaciones del sistema de clasificación canadiense se resumen en el cuadro siguiente. Además de los grados detallados en el mismo, existen dos grados comerciales que son: No. 4 Canadá Western seis hileras, con un peso mínimo por bushel de 46 libras, incluyendo cualquier variedad de cebada de seis hileras de calidad maltera aceptable y un mínimo de pureza varietal o de tipo de 85%. Prácticamente sana, puede contener hasta 8% de granos pelados y quebrados, puede ser manchada y debe ser razonablemente bien madura. Límites máximos para materias extrañas: semillas, alrededor de 1%, avena silvestre, alrededor de 1%, otros granos, 3%, total no debe exceder de 4%. El otro grado corresponde al No. 3 Canadá Western de dos hileras, exige un peso mínimo por bushel de 47 libras, y el resto de las especificaciones, similares.

Semillas. Todos los grados deben ser prácticamente libres de semillas y otras materias removibles mediante una zaranda del 4½/64" con perforaciones circulares. El porcentaje de tolerancias de semillas, especificado en los grados, se refiere a semillas grandes. Todo porcentaje de semillas grandes, sobre la tolerancia de cada grado, será tratado como dockage (por ejemplo, No. 1 cebada forrajera conteniendo 4% de semillas grandes, 2% es lo permitido en el grado y 2% será clasificado como dockage junto con las semillas pequeñas).

Avena silvestre en la cebada. La avena silvestre será removida como dockage según lo siguiente: En 1 C.W. y 2 C.W. 6 hileras hasta alrededor de 4%. En 1 C.W. y 2 C.W. 2 hileras hasta alrededor de 4%. En 3 C.W. 6 hileras, 4 C.W. 6 hileras y 3 C.W. 2 hileras, hasta alrededor de 5%.

Si exceden de 5% serán clasificadas como 2 ó 3 cebada forrajera, de acuerdo a las tolerancias para avena silvestre de cada uno de esos grados. No será removida como dockage, de los grados 1, 2 y 3 forrajeros. Cebada para malteria que contenga más de 5% y hasta 10% de avena silvestre será clasificada como No. 2 cebada forrajera. Con más de 10% y hasta 20%, será graduada como No. 3 cebada forrajera.

Tolerancias para cebada brotada: 1 C.W. 6 hileras y 1 C.W. 2 hileras: Libre, 2 C.W. 6 hileras y 2 C.W. 2 hileras: prácticamente libre. 3 C.W. 6 hileras, 4 C.W. 6 hileras y 3 C.W. 2 hileras: hasta 3%. 1 forrajera: hasta 10% - 2 forrajera: hasta 20% y 3 forrajera: más de 20%.

Humedad. Se tolera hasta 14,8% como mercadería en condiciones. De 14,9 a 17 se clasifica como "tough" y de más de 17 como "Damp", agregando esa denominación al grado que corresponde, según los demás factores. En los casos de secado, se agrega este término al grado que corresponde. La cebada blanca sin cáscara será graduada como No. 1 forrajera. La cebada sin cáscara, coloreada, y la cebada negra será clasificada como No. 2 forrajera.

3. Tipificación en Argentina. El sistema de clasificación oficial de cebada en Argentina establece dos tipos, cebada cervecera o de dos rangos y cebada forrajera o de seis rangos. Para cada uno de esos tipos se fijan grados de calidad según el siguiente detalle:

Tipo Cervecera:

Grado	Peso hectolítrico mínimo kgs.	Tolerancia máxima de cuerpos extraños, granos quebrados y dañados		Granos de carbón
		Total %	Dañado %	
1	65	2,5	0,5	0,1
2	62	3,5	1,0	0,2
3	59	5,0	1,5	0,3

Tipo Forrajera:

Grado	Peso hectolítico mínimo kgs.	Tolerancia máxima de cuerpos extraños, granos quebrados y dañados		Granos de carbón
		Total %	Dañado %	
1	59	3	1	0,1
2	56	4	2	0,2
3	53	5,5	3	0,3

Se tolera un 10% de mezcla de un tipo en otro.

Para el manchado rige una escala de "ligeramente" y "razonablemente"; estas últimas no pueden graduarse como grado 1, aunque les corresponda por los demás factores. La base de cotización oficial es el grado 2, con base de peso hectolítrico correspondiente al grado 1, es decir, que por ejemplo, se cotiza cebada cervecera, grado 2, 65 kgs. de peso. El grado 1 tiene una bonificación de 1% y el grado 3 una rebaja de 1,5% sobre el precio del grado 2.

Por mayor peso que la base de peso hectolítrico se benifica hasta 3 kilos arriba a razón de 1% por el primer kilogramo y ½% por cada uno restante. Por debajo de la base se rebaja 1% por cada uno de los tres primeros kilos y 1½% por cada kilograma restante.

c. Clasificación de Fríjol

Estados Unidos tiene sistemas de clasificación muy perfeccionados para fríjoles y que aportan sus múltiples ventajas a productores intermediarios y compradores.

Arriba de 18%, se agrega el porcentaje respectivo a la designación de grado. Por ejemplo: U.S. No. 1 Lima Beans, humedad 20,5%.

Factores especiales que se consideran solamente en las clases "Limas". Se toman en cuenta también para la clasificación, los fríjoles ampollados, arrugados, pelados y quebrados, así mismo, aquellos mal formados o deformados o los que presentan un octavo o más de su superficie pelada, sin la cutícula de la semilla. Además, existen ciertos requerimientos de tamaño de la semilla.

Las tolerancias máximas para los defectos citados en los diversos grados de la clasificación, son las que siguen:

Grado	Ampollado, arrugado, pelado y/o quebrado %	Partidos %	Límites máximos de Fríjoles dañados, clases contrastantes y materias extrañas					
			Total %	Fríjoles muy dañados %	Clases contrastantes %	Materias extrañas Total %	Materias extrañas Piedras %	Mezcla %
U.S.Extra #1	3	2	1	0,5	0,2	0,2		2
U.S. No. 1	5	3	2	1,0	0,5	0,5	0,2	5
U.S. No. 2	8	4	3	1,5	1,0	1,0	0,3	10

Se establece además, un grado "U.S. Substandard" para toda mercancía que no encuadre en las especificaciones de los grados anteriores o en el "grado muestra". En el "grado muestra" se incluye toda mercadería que presente aspecto mohoso, con olor caliente, agorgojada o de calidad evidentemente inferior.

El grado U.S. Extra No.1 de la clase "Lima" no puede contener más de 20% de fríjol que pase a través de una zaranda No.30 y dentro de ese 20% no puede incluir más de 5% de fríjoles que pasen a través de una zaranda No.28.

El grado U.S. No.1 de la clase "Lima" no puede contener más de 25% de fríjoles que pasen por una zaranda No.28 y dentro de ese 25%, no más de 5% que pase por una zaranda No.24.

El grado U.S. No.2 de la clase "Lima" no puede contener más de 40% de fríjoles que pasen por una zaranda No.28 y dentro de ese porcentaje no más de 5% que pase por una zaranda No. 24.

Se produce una serie variada de fríjoles de diversas formas, tamaños, colores, etc. y que presentan a su vez defectos diversos como materias extrañas, granos encogidos, mal formados, quebrados, inmaduros, etc., que intervienen en la formación de grados de calidad.

Tomando como modelo las clases de fríjol "Lima" y "Baby Lima", de gran producción, ciertas zonas de Estados Unidos, en especial California y que se caracterizan por su color blanco, tamaño grande el primero y pequeño el segundo, analizaremos las especificaciones principales de su tipificación, la que, por otra parte, no difieren mayormente con la de las demás clases.

Mezclas: "Lima" y "Baby Lima" no pueden contener más de 1% de fríjoles de clases contrastantes (clases de diferentes tamaños, color o forma) y no más de 10% de mezcla entre sí. Los porcentajes son en peso. Para otras clases de fríjoles, esos porcentajes son 2 y 15% respectivamente. Cuando exceden esos límites, se clasifican como "mezclas".

Grados: Dentro de cada una de estas clases comerciales existen cinco grados, determinados por tolerancia para los diversos defectos, como son: granos partidos, fríjol de clases contrastantes, materia extraña, ampollados, pelados, arrugados, quebrados, etc.

Defectos: Partidos, son pedazos de fríjol igual o menor a las tres cuartas partes de un grano entero. Incluye fríjoles, cuyas mitades apenas se sostienen juntas y se ve a simple vista su separación.

Dañados: Incluye fríjoles afectados por el tiempo, enfermedades, insectos y otras causas. Materia extraña: Incluye piedras, tierra, semillas, granos de cereales y toda materia distinta a fríjol. Las piedras son definidas como trozos de roca, guijarros u otros materiales que no se desintegran en agua.

Fríjol bien zarandeado o tamizado: La presencia de fríjoles encogidos, arrugados, de menor tamaño que el normal, inmaduros, indica que las operaciones normales de limpieza no se han realizado.

Fríjoles descoloridos y afectados por la intemperie. Si una muestra, despues de removidos los defectos, presenta alteración en el color por causa de la edad de la semilla u otras causas naturales, pero no está descolorida por causa de haberse expuesto a la intemperie, se agrega el término "off color" a la designación de grado, por ejemplo, se dice U.S. No.1 Lima Beans, Off Color. Si el cambio de color se debe a la intemperie, se clasifica "según muestra".

Humedad: No es factor de graduación a niveles menores de 18%.

Los fríjoles de los grados U.S. No.1, Extra No. 1 y No. 2 de cualquiera de estas clases deberán estar bien zarandeados.

1. Tipificación en Argentina. Existen disposiciones sobre tipificación de porotos destinados a exportación y otras para consumo interno. En el primer caso se clasifican en "extra seleccionados", y "buenos".

   a. Extra seleccionados: se consideran los porotos de un mismo tipo, de tamaño uniforme, sanos, secos, limpios, brillantes y turgentes. Se tolera un 2% en peso de partidos, defectuosos, perforados por insectos, de materias extrañas o de otros tipos de porotos, los cuales deberán ser similares en color, forma y tamaño a los que se deseen exportar.

   b. Seleccionados: con las mismas especificaciones generales, eleva la tolerancia de 2% a 4%.

   c. Buenos: la única medificación es que la tolerancia se eleva a 10%.

   Para los porotos destinados a consumo interno se establecen grados de calidad, que van desde el Super hasta el No.3.

   En cada uno de los grados se establecen tolerancias para porotos de otras variedades, manchados, defectuosos, partidos y/o quebrados, materias extrañas, porotos perforados por insectos.

2. Tipificación en Colombia. Al igual que para otros productos, los intentos más serios para llegar a un sistema de clasificación adecuado de las múltiples formas y tipos de fríjol sembrado en Colombia, corresponden al IDEMA.

Los fríjoles al salir de las desgranadora contienen cantidades apreciables de granos partidos, desteñidos, arrugados y atrofiados que constituyen el material conocido como desecho y además, terronos, piedrecitas y otras impurezas.

Con la limpieza a máquina, aún cuando se haga en las mejores condiciones, quedan siempre dentro del artículo algunos granos defectuosos y cierta cantidad de impurezas difíciles de remover por tener aproximadamente el mismo tamaño y peso del grano.

Estas deficiencias rebajan la calidad del fríjol y hacen necesario que se establezcan escalas de categorías, para poder apreciar en forma conveniente el valor comercial.

Existen además, otros factores tales como el porcentaje de fríjoles de contraste que influyen en la apreciación comercial de un tipo determinado. El consumidor generalmente rechaza las revolturas o mezclas, en primer lugar por su aspecto y luego porque las diferentes clases que contienen las mezclas se cuecen en tiempos diferentes y ello ocasiona dificultades en su preparación.

En Colombia existen muchos tipos y variedades de fríjol, unas de arbolito y otras de enredadera, buena parte cultivadas en climas cálidos y un crecido número en ambientes templados y fríos. Hay también el cultivo mecanizado en el cual la cosecha, el desgrane, la limpieza y la clasificación se ejecutan a máquina y el cultivo manual que no emplea maquinaria de ninguna índole. Las calidades más apreciadas corresponden a los fríjoles de clima medio y frío, casi todos cultivados a mano como cultivo intercalado con el maíz.

Su clasificación se verá por separado siguiendo el manual preparado por el IDEMA.

D. Maíz

Los varios cientos de variedades que presenta la especie, ofrecen muchas dificultades para una clasificación adecuada, y se han dividido en varios grupos de acuerdo con ciertas características, tales como la estructura de la semilla. Dichos grupos son los siguientes:

Zea mays indentada. Maíz dentado, caracterizado por una depresión en la corona o parte superior del grano. Esta hendidura se produce como consecuencia de tensiones entre el almidón córneo que se encuentra a los lados del grano y el almidón blando que se extiende hasta el ápice. La pérdida rápida de humedad del almidón blando y contracciones subsiguientes, provocan la indentación característica. Es el tipo predominante en Estados Unidos y México y se ha difundido también en zonas típicas de maíz duro, tales como Argentina, Sudáfrica, Hungría, Brasil, etc. Las hay de color y blancos, con predominancia de los amarillos. Los granos son relativamente grandes y en forma de diente.

Zea mays indurata. Maíz liso o duro o flint, caracterizado, como su nombre lo indica, por granos lisos, constituídos por almidón duro o córneo y solo una pequeña fracción de almidón blando, de tamaño más pequeño en general, que el dentado, de colores variables, blanco a rojo o anaranjado, de superficie lisa, tersa y brillante.

Zea mays sacharata. Maíz dulce, caracterizado por contener un almidón dulce, de aspecto vidrioso. Cuando está inmaduro es traslúcido y se arregla una vez seco. Se diferencia genéticamente del dentado en que posee un factor que evita la conversión de una parte del azúcar en almidón. Las mazorcas se recogen sin llegar a la madurez para consumo tal cual en la mesa doméstica.

Zea mays amylacea. Es uno de los tipos más antiguos de maíz, sembrado profusamente en las regiones secas de Estados Unidos, algo en Perú, Colombia y Bolivia y en Sudáfrica. La mazorca es de características similares a la del flint, los granos están constituídos enteramente por almidón blando, de tamaño mediado.

Zea mays everta. Se siembra en pequeñas cantidades en algunos Estados Americanos y en México. Las mazorcas son más pequeñas que los anteriores y los granos también; contienen éstos últimos una proporción de almidón duro aún mayor que el flint. Es la base del llamado "pop-corn" o "maíz tote", como se le denomina en Colombia o "maíz reventón" como se le conoce en otros lugares.

Zea mays tunicata. Es un tipo completamente distinto a los anteriores, caracterizado porque cada grano de la espiga o mazorca está cubierto por una envoltura similar a la que a su vez cubre la espiga. No se cultiva comercialmente y solo tienen interés en estudios sobre el origen del maíz.

Zea maíz ceratina. Como su nombre lo indica, es un maíz de aspecto ceroso y su almidón difiere considerablemente de los demás tipos, participando de algunas características de la tapioca. Se han desarrollado algunos híbridos en Estados Unidos, donde se le siembra en pequeña escala para la producción de un almidón similar al almidón de tapioca.

Entre las características generales de la planta, cabe citar en primer término el tallo o caña, macizo, en contraposición al de los demás cereales, de una altura media entre 2 a 3 metros. Los hay de sólo 90 cms. de altura y algunas variedades de "pop-corn" (Z. mays everta) solo llegan a alturas de 30 a 50 cms. En regiones tropicales y subtropicales, por el contrario, las plantas pueden llegar a 6 y 7 metros de altura. El grosor medio del tallo es de 3 a 4 cms.

Las flores tienen los sexos separados: las masculinas forman un ápice o penacho o panoja en el extremo superior de la planta, mientras las femeninas se hallan a lo largo del tallo en cantidad que va de una a varias. La polinación o fecundación se efectúa por medio del polen de la misma planta o de otras, transportado por el viento o por gravedad.

El largo de la mazorca varía entre 8 y 40 cms. y en casos extremos entre 2,5 y 50 cms. El diámetro puede llegar hasta 7,5 cms. o más, pero normalmente se halla entre 3 y 5 cms.

Los granos se hallan dispuestos en hileras a lo largo de la mazorca, pudiendo variar este número de hileras entre 4 y 30 ó más. Normalmente, una mazorca contiene entre 300 y 1.000 granos y el peso medio de cada grano, en las variedades flint es de 350 miligramos.

En lo que respecta a la estructura del grano, éste comprende tres partes que son: a) la envoltura externa, b) el endosperma y, c) el germen.

a. La envoltura o pericarpio es una cubierta protectora, dura y fibrosa, que equivale al 5 ó 6 por ciento del peso total del grano.

b. El endosperma, que forma la mayor parte del grano (80 a 84%) contiene en su superficie una capa muy rica en proteinas y grasa; debajo de ésta se hallan el endosperma córneo, que es traslúcido y duro y el endosperma harinoso o parte interior masamilácea.

c. El germen o embrión es inusitadamente grande para un cereal y ocupa del 9,5 al 12% del volumen del grano total.

1. Tipificación. La tipificación del maíz presenta algunos aspectos que la simplifican y facilitan, en cierto modo la elaboración de sistemas encaminados a ese fin. Sin embargo las complicaciones comienzan después, por cuanto la aplicación de las normas se dificulta por causa del desmejoramiento que se produce, relativamente en forma más fácil en el maíz que en otros granos. De allí que un lote o conjunto de lotes almacenados con una clasificación previa, corren el riesgo de que con el tiempo, si las condiciones no son ideales modifiquen, por causa del dañado, en especial, el grado que se le asignara originalmente con los problemas que es de suponer.

Las propiedades alimenticias e industriales del maíz quedan suficientemente cubiertas mediante la clasificación en tipos -dentado y duro son fundamentales- más las especificaciones del color -blanco, amarillo y colorado- por cuanto la composición química del grano varía dentro de una escala de muy pequeña amplitud dentro de esos grupos.

En tal forma, agregando a la clasificación los demás factores comerciales, como son la humedad, granos dañados, quebrados y materias extrañas, puede llegarse a normas que reflejen adecuadamente la calidad integral del producto. Los maices que se buscan para fines especiales son objeto de comercialización por separado, generalmente en base a muestras, y ello no trastorna la agilidad y la simplicidad del sistema en su conjunto. Tal sucede por ejemplo, con el denominado "maíz cuarentín" o "cuarentino" de Argentina, caracterizado por sus granos duros, colorados, pequeños, muy brillosos, que se utilizan para alimento directo de palomas, pájaros y otras aves.

Las normas americanas de tipificación del maíz -que representan el intento más serio y más logrado dentro de los países productores y exportadores del mundo- definen así el maíz a los efectos de la aplicación de las mismas:

Maíz. El maíz será cualquier grano que consista del 50% o más del maíz desgranado de las variedades dentadas (dent) y duras (flint) y no puede contener más del 10% de otros granos cuyas normas hayan sido establecidas bajo las previsiones del "United States Grain Standards Act".

A continuación divide el maíz en tres clases, de acuerdo con su color: Clase I, Maíz Amarillo, Clase II, Maíz Blanco y Clase III, Maíz Mezclado.

Maíz Amarillo (clase I). Esta clase no puede incluír más del 5% de maíz de otros colores. Un ligero tinte rojizo en los granos amarillos de maíz no afectará su clasificación como maíz amarillo.

Maíz Blanco (clase II). Esta clase no puede incluír más de 2% de maíz de otros colores. Un ligero tinte pajizo o rosado en los granos blancos no afectará su clasificación como maíz blanco.

Maíz Mezclado (clase III). Esta clase consiste en maíz de varios colores que no llenen los requisitos de color para las clases de maíz amarillo o maíz blanco.

A su vez, estas tres clases se clasifican en grados, de acuerdo con las especificaciones y tolerancias que se detallan a continuación:

Maíz. Requisitos de graduación para el Maíz Amarillo, Maíz Blanco y Maíz Mezclado.

Grado No.	Prueba de peso mínimo por bushel	Límites máximos de: Humedad	Granos quebrados y materia extraña	Granos dañados: Total	Granos dañados por el calor
	Libras	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento
1.....	56	14,0	2	3	0,1
2.....	54	15,5	3	5	0,2
3.....	52	17,5	4	7	0,5
4.....	49	20,0	5	10	1,0
5.....	46	23,0	7	15	3,0

Grado Muestra. El grado muestra incluirá maíz de las clases Maíz Amarillo o Maíz Blanco o Maíz Mezclado, que no llene los requisitos de cualquiera de los grados No. 1 al No. 5, inclusive; o que contiene piedras y/o escorias, o que esté mohoso (olor a moho), rancio, dañado por el calor, fermentado, o que despide un olor comercialmente objetable, o que es de calidad evidentemente inferior.

Grados especiales para el maíz. En el caso del maíz duro o liso o "flint", se considera como tal, a todo maíz que consista del 95% o más de cualquiera de las variedades de maíz duro. El maíz duro se clasifica de acuerdo a los requisitos de clasificación, detallados más arriba, agregando la palabra "flint" como parte de la designación del grado, a continuación inmediata de las palabras Maíz Amarillo, Maíz Blanco o Maíz Mezclado, según sea el caso. En tal forma se dirá: Maíz Amarillo, Flint No. 2, identificando con ello la calidad integral del lote de que se trate; color, tipo y calidad comercial expresada por el grado.

Maíz duro y dentado. Las normas de clasificación de Estados Unidos definen este grupo especial en esta forma: "El maíz duro y dentado será el maíz de cualquier clase que consista de una mezcla de las variedades duro y dentado y que contenga más del 5%, pero menos del 95% de maíz de cualquiera de las variedades duras". Es decir, que todo lote de maíz duro que contega más del 5% de maíz dentado será clasificado en este grupo como maíz duro y dentado.

Para los fines de la graduación se procede como en el caso anterior, es decir, como si el lote no fuera "duro y dentado", pero incorporando estas palabras como parte de la designación del grado, inmediatamente después de las palabras "Maíz Amarillo, Maíz Blanco o Maíz Mezclado", según sea el caso. De tal manera, se dirá: Maíz Amarillo, Duro y Dentado, No. 1. Se entiende que cuando se dice "Maíz Amarillo No. 2," el lote corresponde a Maíz Dentado.

Maíz Agorgojado. El maíz agorgojado es aquel infestado de gorgojos vivos u otros insectos perjudiciales a los granos almacenados. Tal como en los casos anteriores, el maíz agorgojado se gradúa como si no acusara ese defecto, agregando a la designación de grado la palabra "agorgojado". Se dirá entonces "Maíz Amarillo No. 2, agorgojado".

Definiciones. Las normas de clasificación americanas establecen una serie de definiciones relacionadas con la aplicación de las normas, de las cuales las principales son las siguientes:

Principios para la determinación del grado. Cada determinación de clase, variedad, deterioro y daño causado por el calor se hará sobre la base del grano después de la remoción de los granos de maíz quebrado y materia extraña. Las demás determinaciones se harán sobre la base del grano como un todo.

Significa ésto que la prueba de peso por bushel, humedad, apreciación de olores comercialmente objetables, se hace sobre la muestra representativa del lote tal cual, sin limpieza previa, en conjunto, como un todo y sólo los cuatro rubros citados al principio se determinan una vez eliminados los cuerpos extraños y granos quebrados.

Porcentajes. Para los porcentajes, con excepción del de humedad, serán todos determinados en función del peso.

Maíz quebrado y materia extraña. Esta denominación incluye granos y fragmentos de granos de maíz y otros cuerpos que pasen por una criba No. 12 y cualquier otro material que no siendo Maiz, quede en la zaranda después de la cribación. La criba No. 12 es una zaranda de metal con perforaciones circulares de 12/64 de pulgada de diámetro (alrededor de 4,5 milímetros y 2,640 perforaciones por pie cuadrado).

Otros granos. Incluyen el trigo común y otras especies de trigo como el monoccocum, diccocum, spelta, polonicum y turgidum; trigo sarraceno o alforfón, el centeno, la cebada, la avena, el sorgo, las semillas de lino, soya, maíz dulce y maíz reventón.

Granos dañados. Los granos dañados son los granos y fragmentos de granos de maíz que hayan sido dañados por el calor, brotados, dañados seriamente por las condiciones del suelo o del clima o seriamente dañados por cualquier otra causa.

Granos dañados por el calor. Se consideran como tales los granos y fragmentos de granos de maíz que estén seriamente decolorados por la acción externa del calor o que presenten alteraciones en su coloración natural como resultado de la elevación de la temperatura causada por la fermentación. El cambio de coloración comienza en el germen donde el alto contenido de grasas favorece las fermentaciones provocadas por calor y puede luego extenderse a todo el grano. El germen se presenta en un principio con un tono exterior o interior levemente marrón, que a medida que avanza el proceso se intensifica hasta alcanzar tonalidades negruzcas.

Como se ve, la mención de solo dos datos a lo sumo tres, bastan para identificar la calidad de un lote en forma completa. Las ventajas generales que un sistema de clasificación de esta naturaleza presta a todos los agentes del mercadeo, se irán analizando en las conferencias sobre tipificación, por lo que preferimos dejar para las horas de seminarios y laboratorios un comentario más amplio y aplicado a casos prácticos respecto a los beneficios que para el productor, el comerciante, el industrial y el exportador implica la utilización de sistemas de este tipo. Sin embargo, hay una opinión autorizadísima que conviene oir desde ahora. Es la de S.J. Duly, autoridad en la materia, que dice:

"Las ventajas de un sistema de normas de clasificación son numerosas. Es esencialmente un sistema para el cultivador. Es una salvaguardia. La clasificación se hace en el país productor y proporciona un incentivo necesario para el cultivador, quien está seguro de que su ingreso será determinado por la calidad de su cultivo. Su certificado de clasificación le proporciona inmediatamente crédito bancario. Después, la clasificación es el requisito previo absoluto para

manejar a granel. Si el grano no está clasificado no puede ser vendido a granel con otro grano que debe retener su identidad y ser muestreado a menudo para poder venderlo. La tremenda economía que se obtiene con el sistema del almacenamiento terminal sólo es posible si se basa en una clasificación de confianza. También proporciona la base para un mercado organizado con ventas anticipadas y arbitraje. Esto constituye el mecanismo más barato para financiar la cosecha, pagando al contado al agricultor meses antes de que el grano sea exportado, guardándolo, transportándolo y llevándolo al molinero. Por último, proporciona al comprador final un artículo uniforme del que puede fiarse, del mismo modo que los compradores se fían de la marca registrada de artículos manufacturados por causas de prestigio. El principal inconveniente desde el punto de vista del comprador europeo es la imposibilidad de objetar la clasificación y recurrir a un arbitraje sobre cuestiones de calidad o estado del grano, cada vez que es vendido después de clasificado, para su embarque al extranjero. Por eso, este sistema es esencialmente adecuado para un país exportador. Solamente puede convertirse en un sistema internacional, mediante un certificado definitivo, cuando la experiencia demuestre que la clasificación en el país exportador es de toda confianza.

2. En Argentina el sistema de clasificación es distinto, por cuanto sobre la base de más o menos los mismos factores que hemos considerado antes -salvo peso por bushel que no se toma en cuenta- se establecen tolerancias límites para cada factor, sin especificación de grados.

Sobre tales bases, se fijan las siguientes disposiciones:

Tipo y color. Se establecen dos tipos comerciales, que son el "dentado" y el "duro". Se clasifican en el tipo "duro" (flint) todos aquellos maices cuyo grano sea de naturaleza vítrea y córnea y su superficie lisa, detallándose en la reglamentación una serie de variedades que responden a esas características. El tipo dentado incluye todos los maíces que se caracterizan por tener la parte central del grano de naturaleza almidonosa y que presentan una hendidura en la corona o parte superior del mismo, detallándose igualmente una serie de variedades, que responden a esas características.

Dentro de cada uno de esos tios, los maices se clasifican de acuerdo a su color en la siguiente forma: a) maíces colorados, b) maíces anaranjados, c) maíces amarillos y, d) maices blancos.

Respecto a tolerancias en las mezclas de tipos y colores, se establece que: 1) contratado un tipo y color determinado, será de recibo todos maíz que responda al mismo, con una tolerancia de 3% de otro tipo, incluído 1% de otro color. En los casos de maíz llamado cuarentín, esta tolerancia será de 1% de otro tipo de igual color; 2) cuando se estipule un color determinado, la entrega deberá responder al mismo, aceptando 5% de maíces de otros colores dentro del mismo tipo, no pudiendo exceder el blanco del 2% dentro de ese total. En el caso de contratarse maíz blanco se tolerará en conjunto 3% de granos "casados", incluído 1% de otros colores. (Los "casados" son granos de una tonalidad amarilla muy suave, producidos por cruzamiento natural del blanco con amarillo colorado); 3) el maíz anaranjado admitirá cualquier proporción de maíz colorado.

Humedad. El maíz destinado a la exportación tendrá una tolerancia máxima de 15,2% de humedad tratándose de maíz natural y 14% en el caso del maíz secado artificialmente. El maíz destinado al consumo tendrá una tolerancia máxima de 16,5% de humedad.

Están prohibidas las mezclas de maices secados con maices naturales, así como también las de estos últimos entre sí cuando uno de ellos exceda las tolerancias anteriores.

Dañado. Tolerancia incial (de principio de cosechas) 2%, pudiendo aumentarse esta cifra a medida que avanza el año comercial. Incluye defectos como fermentado, brotado, calcinado, podrido, más "verdín", caracterizado porque el germen presenta una mancha verde debida al ataque de un hongo, que puede extenderse a todo el germen (en Estados Unidos se conoce con el nombre de "blue eye mold") 0,5%.

Picado. Son granos que presentan perforaciones causadas por el ataque de gorgojos, palomitas y otros insectos que atacan los granos en depósito. No se incluyen en el rubro "dañado" sino que se consideran por separado, con tolerancias estacionales. Para el primer año agrícola comercial, la tolerancia de granos picados, en peso, es de 3%, elevándose a 6%, siempre libre de rebajas, en el segundo año y siguientes.

En Argentina, se considera el 1o. de Abril como el comienzo del año agrícola comercial. Cuando la mercadería excede cualquiera de esos límites se aplica una rebaja de ½% del valor del producto, por cada por ciento o fracción en exceso.

Quebrado. Se tolera hasta 5% de granos quebrados, considerándose como tales todo pedazo de grano menor que la mitad de un grano entero.

Cuerpos extraños. La tolerancia es de 1%.

Como se pude ver, en el sistema argentino no existen grados de calidad, como en el americano. Se consideran prácticamente los mismos factores -salvo peso por bushel, como dijimos antes, pero los mismos no se agrupan en una escala dependente de calidad, en forma de grados numéricos, sino que sólo se fijan tolerancias límites para cada uno, con obligación para el comprador de recibir todo lote que no exceda esos límites.

Supongamos que un exportador compra 1.000 toneladas de maíz colorado, duro. Estará obligado a recibir, sin efectuar rebaja alguna, todo lote que no exceda de 15,2% de humedad, que no tenga más de 2% de dañado o más de 5% de quebrado o más de 1% de cuerpos extraños, etc.

En caso de que algún lote excediera una o más de esas tolerancias, no está obligado a recibirlo y puede rechazarlo, en cuyo caso el vendedor debe reponer esa cantidad para cumplir el total del contrato.

Si acepta recibir el lote, pueden convenir las partes la rebaja que corresponda o si no -caso general prácticamente- recurren a un organismo arbitral, las Cámaras de Cereales, para que la establezca.

En las ventas al exterior del maíz argentino, se utiliza el sistema f.a.q. (fair average quality, es decir, calidad media aceptable). En virtud de ese sistema, el exportador vende una determinada cantidad especificando únicamente origen, tipo y color, es decir, vende 10.000 toneladas, por ejemplo de maíz plata -como se conoce en el comercio internacional al maíz de ese origen- tipo duro, color colorado y/o anaranjado.

Cumple la entrega con la cantidad contratada, lo mismo que tipo y color y la calidad queda sujeta a la aprobación o no, del comprador. Si éste considera que el maíz presenta algún defecto que no corresponde a la calidad media para la época, solicita un arbitraje a los organismos pertinentes.

El más universal de ellos y que monopoliza la mayor parte de esas operaciones, es la London Corn Trade Association, con sede en Londres, la que reglamenta la mayor parte del comercio internacional de granos y subproductos, efectúa arbitrajes, etc.

Por tal sistema, la entrega de mejor calidad no tiene alicientes para el vendedor; él se conforma con que su grano esté dentro de la calidad media de la época, ya que por una calidad superior a la misma no recibirá compensación de ninguna naturaleza.

Lo mismo sucede en la comercialización interna de maíz en Argentina; al vendedor solo le interesa que su lote no exceda ninguno de los límites establecidos y aún trata que la mercadería se halle lo más cerca posible de los mismos, sin excederlos.

En tal forma, podrá mezclar lotes y salir de mercaderías inferiores por exceso de dañado o picado, etc. Si entregara un lote absolutamente sano, seco y limpio, esa mejor calidad no tendría compensación alguna con un mejor precio.

Por el sistema americano, las transacciones se efectúan de acuerdo a los grados respectivos y a ellos se refieren tanto las cotizaciones locales como internacionales.

El comprador compra la calidad que necesita, expresada por el grado y el vendedor vende, a precios diferenciales según grados, las calidades que posee o las mejores que puede obtener por mezcla, secado, limpieza, etc.

Normalmente las operaciones efectivas y por ende las cotizaciones internas o externas se refieren al maíz amarillo No. 2 ó No. 3 que en cierta forma representa la calidad media o poco menos de la calidad englobada en los cinco grados de las normas americanas

E. Clasificación del Maní

1. Clasificación Argentina. La forma en que se encara la clasificación del maní y los factores principales que se consideran en la misma, así como las exigencias respectivas, varían según se trate de maní con cáscara o descascarado, destinado a fines industriales diversos o para confitería y otros usos específicos.

En Argentina se establece un sólo tipo de maní descascarado, aunque los industriales prefieren últimamente el de tegumento blanco, relacionándolo con un mayor rendimiento en aceite. Las cotizaciones se refieren a la mercadería con una base de 1% de "calidad" (incluye maní podrido, ardido y brotado); 3% de maní chuzo; 2% de cuerpos extraños y/o tierra; 15% de maní quebrado y/o partido y 9% de humedad.

Se establecen para cada factor límites de recibo, es decir, porcentajes máximos hasta donde el comprador está obligado a recibir, y a partir de aquellas bases, se fijan bonificaciones recíprocas según la mercadería entregada, esté por debajo o por encima de las mismas, salvo el caso de humedad en que no hay bonificaciones para el vendedor por debajo del 9% pero sí rebajas por los excesos. Así por ejemplo, se dice: bonificaciones y rebajas por cuerpos extraños; por un menor porcentaje que la base de 2%, se bonificará al vendedor 1% por cada por ciento o fracción proporcional. Por un mayor porcentaje que la base se rebajará 1% por cada por ciento o fracción hasta 5% y 1½% por cada por ciento restante.

Humedad. De 9 a 10% se rebajará 2% por cada por ciento o fracción y de 10 a 11%, 4% por cada por ciento o fracción. La comercialización de maní cáscara se efectúa con las mismas bases de calidad, chuzo y humedad que el descascarado, 5% de cuerpos extraños y/o tierra y 70% de rendimiento de "pepita" o semilla descascarada, expresada sobre maní limpio. En la misma forma se efectúan bonificaciones recíprocas, y así por ejemplo, se bonifica 1% por cada por ciento por mayor dendimiento de pepita hasta 80% y se rebaja en igual proporción hasta 60%.

En cuanto al maní denominado "tipo confitería" las exigencias de calidad son mucho mayores, estableciéndose para su comercialización las siguientes bases: color; colorado y/o rosado, libre de blanco. Cuerpos extraños y/o tierra; libre, con recibo obligatorio hasta ½% por mil.

Calidad. Libre de defectos, con recibo obligatorio hasta ½%.

Quebrado, y/o partido. 2% con recibo obligatorio hasta 4%.

Humedad. No más de 9%.

Chuzo. Libre, con recibo obligatorio hasta ½%.

Las diferencias que en la entrega resultaran en los distintos rubros, dentro de los límites anteriores, se entienden libres de bonificaciones y rebajas, a excepción del quebrado en que se rebaja de 2 a 4% a razón de ¼% por cada por ciento o fracción.

Teniendo en cuenta que en Colombia se está incrementando el cultivo del maní, el IDEMA ha iniciado la elaboración de normas de calidad para este grano con miras a intervenir en su comercialización. El sistema de clasificación presentado anteriormente tiene como objeto el que sirva como punto de referencia o partida.

F. Clasificación del Sorgo Granífero

1. Clasificación de los Estados Unidos. Para los efectos de las normas de clasificación de Estados Unidos sobre sorgos de grano, se definen los granos de sorgo en la siguiente forma:

Los granos de sorgo serán cualquier grano que, antes de la remoción del dockage, consista del 50% o más de granos de sorgo y no más del 10% de otros granos, cuyas normas han sido establecidas bajo las provisiones del United States Grain Standards Act y que, después de la remoción del dockage y de "granos triturados, materia extraña y otros granos" no contenga más de un 25% de sorgo no granífero.

Clases. Los granos de sorgo se dividirán en las cinco clases siguientes: Clase I, White Grain Sorghums (sorgos de grano blanco); clase II, Yellow Grain Sorghums (sorgos de grano amarillo); clase III, Red Grain Soghums (sorgos de grano rojo); clase IV, Brown Grain Sorghums (sorgos de grano café) y, clase V, Mixed Grain Sorghums (granos mezclados de sorgo).

Sorgos de grano blanco (White Grain Sorghums). Esta clase incluirá todas las variedades de granos de sorgo de grano blanco y puede incluír no más del 10% de granos de sorgo de otros colores. Las manchas rojizas en los granos blancos no afectarán su clasificación como sorgo blanco. Esta clase será dividida en las tres subclases siguientes:

Subclase (A) - Kafir Blanco (White Kafir). Incluirá granos de sorgo del tipo White Kafir, incluyendo hegari y no podrá incluir más del 10% de otros granos de sorgo blanco, granos de sorgo de otros colores o sorgo no granífero de otros colores, solos o combinados.

Subclase (B) - Durra Blanco (White Durra). Incluirá granos de sorgo de tipo White Durra y no puede incluir más del 10% de otros granos de sorgo blanco, granos de sorgo de otros colores o sorgo no granífero de otros colores, solos o mezclados.

Subclase (C) - Sorgos de granos blanco (White Grain Sorghums). Incluirá los granos de sorgo de la clase White Grain Sorghums que no se incluyan en la clasificación de las subclases (A) White Kafir o subclase (B) White Durra.

Sorgos de grano amarillo (Yellow Grain Sorghums). Incluirá todas las variedades de granos de sorgo amarillo y salmón y no puede incluir más del 10% de granos de sorgo de otros colores. Esta clase se dividirá en dos subclases siguientes:

Subclase (A) - Milo Amarillo (Yellow Milo). Incluirá granos de sorgo de tipo Yellow Milo y no puede incluír más del 10% de otros sorgos amarillos, granos de sorgo de otros colores, o sorgo no granífero de otros colores, solos o combinados.

Subclase (B) - Sorgos de grano amarillo (Yellow Grain Sorghums). Incluirá los granos de sorgo de clase Yellow Grain Sorghums que no se incluyan en la clasificación para la subclase (A) Yellow Milo.

Sorgos de granos rojos (Red Grain Sorghums). Incluirá todas las variedades de granos de sorgo rojos y puede incluir no más del 10% de granos de sorgo de otros colores. Esta clase se dividirá en las dos subclases siguientes:

Subclase (A) - Kafir Rojo (Red Kafir). Incluirá los granos de sorgo de tipo Red Kafir y no puede incluír más del 10% de otros sorgos rojos, granos de sorgo de otros colores o sorgos no graníferos de otros colores, solos o combinados.

Subclase (B) - Sorgos de granos rojos (Red Grain Sorghums). Incluirá los granos de sorgo de la clase Red Grain Sorghums que no se incluyen en la clasificación de la subclase (A) Red Kafir.

Sorgos de Grano Café (Brown Grain Sorghums). Esta clase incluirá las variedades de granos de sorgo de color café y no puede incluír mas del 10% de granos de sorgo de otros colores.

Granos de sorgo mezclados (Mixed Grain Sorghums). Incluirá todas las mezclas de granos de sorgo no previstas en las clases del I al IV, inclusive.

Requisitos de grado para los Granos de Sorgo.

Grado No.	Prueba de peso mínimo por bushel	Límites máximos de: Humedad	Granos dañados (sorgo granífero no granífero y otros granos) Total	Dañados por el calor	Sorgo no granífero	Total de granos triturados, materia extraña y otros granos
	Libras	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento
1.....	55	14	2	0,2	1	4
2.....	53	15	5	0,5	3	8
3.....	51	16	10	1,0	5	12
4.....	49	18	15	3,0	10	15

Grado muestra. El grado muestra incluirá sorgo de cualquier clase o subclase que no llene los requisitos de cualquiera de los grados del No. 1 al No. 4 inclusive, o que contenga piedras y/o escorias inseparables, o que esté mohoso (olor a moho), rancio o fermentado, o dañado por el calor, o que su color haya sufrido cambios por los agentes atmosféricos, o que despida algún olor comercialmente objetable, o que de cualquier forma sea de calidad evidentemente inferior.

Basura (Dockage). El dockage incluye la arena, el polvo, los fragmentos pequeños de granos, las semillas de maleza y otras materias extrañas que puedan ser fácilmente separadas de los granos de sorgo mediante una criba metálica perforada con agujeros redondos de 2½/64 de pulgada de diámetro. La cantidad de dockage será calculada en términos de porcentaje basado en el peso total del grano, incluyendo el dockage.

El dockage será estipulado en términos del porcentaje total. Una fracción de 1% no será tomada en cuenta. La palabra "dockage", junto con el porcentaje correspondiente, deberá incorporarse y formar parte de la designación de grado.

Se establecen además grados especiales para sorgo descolorido o manchado, agorgojado o con carbón, graduando cada lote de acuerdo a las especificaciones generales y agregando en cada caso a la designación de grado, la palabra que identifique el defecto: "Sorgo descolorido o manchado", "Sorgo agorgojado" o "Sorgo con carbón", según corresponda.

Cada determinación de "granos triturados, materia extraña y otros granos" será hecha en base al grano libre de dockage. Cada determinación de clase, subclase, sorgo no granífero, dañados, dañados por causa del calor y piedras inseparables y/o escorias, será efectuada con base al grano libre de dockage y cuando esté libre de "granos triturados, materia extraña y otros granos" que puedan ser separados fácilmente por medio de una criba de metal con perforaciones en forma de triángulos equiláteros, cuyo círculo inscrito sea de 5/64 de pulgada de diámetro. Las demás determinaciones se harán con base al grano considerado como un todo.

Otros granos. Otros granos incluirán el trigo, el centeno, la avena, el maíz, la cebada, la cebada desvestida (sin glumas), la semilla de lino y el fríjol soya.

Granos triturados, materia extraña y otros granos. Los granos triturados, la materia extraña y otros granos, incluirán los granos y fragmentos de granos de sorgo y cualquier otra sustancia, excepto el dockage, que pase a través de una criba metálica con perforaciones en forma de triángulo equilátero, cuyo círculo inscrito tenga un diámetro de 5/64 de pulgada; también otros granos y otras sustancias, excepto los granos de sorgo y sorgo no granífero, que queden en la criba después del proceso de cribación.

Granos dañados. Los granos dañados serán los granos y fragmentos de granos de sorgo, el sorgo no granífero y otros granos que estén dañados por la acción del calor, que estén brotados, dañados por el efecto de las heladas, seriamente dañados por el efecto de las condiciones del suelo, mohosos (olor a moho) o seriamente dañados por cualquier otra causa.

Granos dañados por el calor. Los granos dañados por el calor serán los granos y fra mentos de granos de sorgo, sorgo no granífero y otros granos cuyo color haya sufrido serias alteraciones y dañados por el calor ambiente o como resultado del calor causado por la fermentación.

2. Tipificación de sorgo en Argentina. Se clasifica en tipos, según color, en la siguiente forma: a) sorgos graníferos tipo colorado, incluyéndose en este grupo una serie de variedades con esa característica de color del grano; b) sorgos graníferos tipo blanco y, c) sorgos graníferos tipo blanco, amarillento, especificando en cada grupo como ejemplo, las variedades u otras que puedieran aparecer con esa característica de color.

No se establecen grados de calidad, sino que se fijan bases y tolerancias de recibo (hasta donde el comprador está obligado a recibir), para cada factor comercial. En tal forma se dice: A) Base de cuerpos extraños: 2%. B) Tolerancias de recibo: 1) Tipo: se admitirá como máximo 10% de un tipo dentro de otro. 2) Sorgos no graníferos y otros granos: hasta 7% libre de dañado. 3) Cuerpos extraños: hasta 4%, o sea 2% sobre la base. 4) Quebrado y/o partido: hasta 10%. 5) Granos dañados hasta 2%. 6) Humedad: a) Para exportación, 15%. b) Para consumo, 16%. 6) Granos de carbón hasta 0,30%. 7) Picado: hasta 1% como tolerancia de principio de cosecha, pudiendo aumentarse a medida que avanza el año. El único renglón que tiene bonificación recíproca es el de cuerpos extraños: debajo de la base (2%) se bonifica al vendedor 1% por cada por ciento o fracción y por encima de la base se le rebaja en la misma proporción hasta 4%. Para los demás factores, el comprador está obligado a recibir, sin rebajas, hasta los límites establecidos en 1), 2), 4), 5), 6), 7) y 8).

Definiciones y especificaciones. a) Sorgos no graníferos y otros granos; comprenden a los sorgos forrajeros, azucarados, Sudan grass y negro y a los sorgos de escobas. Se consideran como otros granos los demás cereales y el lino. b) Cuerpos extraños. Se

consideran como tales, toda materia inerte, glumas sueltas y adheridas al grano y semillas extrañas. c) Granos quebrados o partidos; se consideran como tales, todo pedazo de sorgo granífero sano, cualquiera sea su tamaño. d) Granos dañados; se consideran como tales, todos grano o pedazo de grano fermentado, ardido, brotado, helado, etc. e) Humedad; el porcentaje de humedad será determinado por medio del aparato Brown Duvel utilizándose 100 granos de sorgo y 150 cms^3 de aceite mineral. Se suspenderá la calefacción a 195°C, debiendo hacerse la lectura cuando el termómetro baje a 160°C. Podrá hacerse así mismo tal determinación por cualquier otro método aprobado por la Junta Nacional de Granos. f) Granos de carbón; granos o pedazos de granos de sorgo transformados en una masa negruzca pulverulenta constituída por los esporos del hongo Sphace lotheca sorghi. g) Picado; comprende todo grano o pedazo de grano de sorgo granífero que presente perforaciones causadas por insectos.

Los sorgos que excedan las tolerancias establecidas anteriormente, los que acusen olores comercialmente objetables, que estén calientes o que por cualquier otra causa presenten una calidad evidentemente inferior, deberán ser vendidos "según muestra".

G. Clasificación de la Semilla de Soya

1. Clasificación de los Estados Unidos. A continuación se ofrece un resumen de las principales especificaciones de las normas de clasificación de Estados Unidos.

Fríjol soya. El fríjol soya será cualquier grano que consista del 50% o más de granos enteros o fragmentos de granos que no pasen fácilmente a través de una criba de 8/64 de pulgada y no más del 10% de otros granos cuyas normas hayan sido establecidas de acuerdo con la United States Grain Standards Act.

Clases. El fríjol soya será dividido en las cinco clases siguientes: Yellow Soybeans (fríjol soya amarillo); Green Soybeans (frijol soya verde); Brown Soybeans (fríjol soya castaño); Black Soybeans (fríjol soya negro) y, Mixed Soybeans (fríjol soya mezclado).

Frijol soya amarillo. El fríjol soya amarillo será cualquier fríjol soya que tenga el tegumento de color amarillo o verde y que en un corte trasversal presente un color amarillo o tenga un matiz amarillo, y puede incluír no más del 10% de fríjol soya de otras clases.

Fríjol soya verde. El fríjol soya verde será cualquier fríjol soya que tenga el tegumento de color verde y que en un corte trasversal sus paredes sean de color verde, y puede incluír no más del 10% de fríjol soya de otras clases.

Fríjol soya de color café. El fríjol soya castaño será cualquier fríjol soya que tenga el tegumento de color café y puede incluír no más del 10% de fríjol soya de otras clases.

Fríjol soya negro. El fríjol soya negro será cualquier fríjol soya que tenga el tegumento de color negro, y puede incluír no mas del 10% de fríjol soya de otras clases.

Fríjol soya mezclado. El fríjol soya mezclado será cualquier mezcla de fríjol soya que no reuna los requisitos de las clases fríjol soya amarillo, fríjol soya verde, fríjol soya castaño o fríjol soya negro. El fríjol soya bicolor (de dos colores) será clasificado como fríjol soya mezclado.

Splits. Los splits (fragmentos) serán los fragmentos de granos no dañados.

Granos dañados. Los granos dañados serán los granos de fríjol de soya y los fragmentos de granos de fríjol soya que hayan sido dañados por el calor, que están germinados, dañados por el efecto de las heladas, seriamente dañados por las condiciones del suelo o dañados por la acción de los agentes climatéricos, que estén mohosos, enfermos o seriamente dañados por cualquier otra causa.

Granos dañados por el calor. Los granos dañados por el calor serán los granos y fragmentos de fríjol de soya que hayan sufrido serias alteraciones en su color y seriamente dañados por la acción del calor.

Materia extraña. Materia extraña será toda la sustancia, incluyendo granos y fragmentos de granos de fríjol de soya, que pasen fácilmente a través de una criba de 8/64 de pulgada y las sustancias que permanezcan en la criba después del proceso de cribación.

Piedras. Las piedras serán los terrones (tierra, concreto) o materia mineral y otras sustancias de dureza similar que no se desintegren fácilmente en el agua.

Criba de 8/64. Una criba de 8/64 será una criba de metal de un espesor de 0.032 de pulgada, con orificios circulares de 0.125 (8/64) de pulgada de diámetro y aproximadamente 4.736 perforaciones por pié cuadrado.

2. Principios que rigen la aplicación de las normas. Los princios siguientes se aplicarán en la determinación de las clases y grados del fríjol soya.

Bases para la determinación. Cada determinación de clase, fragmento, granos dañados y granos dañados por el calor y, de color negro, brown, y/o fríjol soya de dos colores (bicolor) en las clases: fríjol soya amarillo o fríjol soya verde, se efectuará con base al grano libre de materia extraña. Las otras determinaciones se efectuarán con base al grano considerado como un todo.

3. Grados y requisitos de grado de la soya

Grado No.	Prueba de peso mínimo por bushel	Límites máximos de: Humedad	Splits (fragmentos)	Granos dañados total	Granos dañados dañados por el calor	Materia extraña	Soya negra castaña y bicolor en soya amarilla o verde
	Libras	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento	Por Ciento
1.....	56	13.0	10	2.0	0.2	1.0	1.0
2.....	54	14.0	20	3.0	0.5	2.0	2.0
3.....	52	16.0	30	5.0/1	1.0	3.0	5.0
4.....	49	18.0	40	8.0	3.0/2	5.0	10.0

1/ El fríjol soya que tiene motas púrpuras o está manchado no será graduado más del No. 3.

2/ El fríjol soya muy dañado por los agentes atmosféricos no será graduado más del No. 4.

Grado muestra. El grado muestra se aplicará al fríjol soya que no tiene los requisitos de cualquiera de los grados del No. 1 al No. 4, inclusive; o que esté mohoso (olor a moho), rancio o dañado por el calor, o que tenga algún olor comercialmente objetable, o que contenga piedras, o que por cualquier otra causa sea de calidad evidentemente inferior.

4. Grados especiales para fríjol de soya.

Garlicky Soybeans (fríjol soya con ajo silvestre). Requisitos. El fríjol soya con bulbillos de ajo silvestre será el fríjol soya que contenga 5 ó más bulbillos de ajo silvestre en una muestra de 1.000 gramos de peso.

Designación del grado. El fríjol soya con bulbillos de ajo silvestre será graduado y designado de acuerdo con los requisitos de grado de las normas aplicables a dicha soya como si no tuviera ajo silvestre. La palabra "Garlicky" (con bulbillos de ajo silvestre) deberá incorporarse y formar parte de la designación del grado.

Weevily Soybeans (fríjol soya agorgojado) Requisitos. El fríjol soya agorgojado será el fríjol soya infestado con gorgojos vivos u otros insectos nocivos a los granos almacenados.

Designación del grado. El fríjol soya agorgojado será clasificado y designado de acuerdo con los requisitos de las normas comunes a dicho fríjol soya como si no estuviera agorgojado. La palabra "Weevily" (agorgojado) deberá incorporarse y formar parte de la designación del grado.

4. Clasificación del trigo

El grano de trigo es una semilla o mejor dicho un fruto llamado cariopse por los botánicos. Ese grano o semilla consiste de dos partes principales: 1) el pericarpio o envoltura protectora externa que correspondería a la cáscara de una nuez y que en sí es compleja, pues por lo menos consiste de 5 capas de estructura, espesor y composición variables y, 2) la semilla propiamente dicha, que también es compleja y consiste de tres partes principales: a) una envoltura de la semilla de 3 capas de estructura, espesor y composición variables, siendo la capa más interna, la bien conocida capa de aleurona que aparece con características notables cuando se observa al microscopio un corte de grano de trigo; b) el germen o embrión que es en realidad una minúscula planta y, c) el endosperma harinoso que constituye una reserva nutritiva para la planta joven, el que le sirve de sustento hasta que está en condiciones de proveerse a sí misma. Como se ve al ser usado como alimento para el hombre se ha desnaturalizado la función del endosperma. La harina es un artículo manufacturado y muchas de las dificultades que originan su manufactura se deben al hecho de que usamos para un objeto lo que la naturaleza ha destinado a otro. Así por ejemplo, el surco inferior que muestra el grano de trigo aumenta en alto grado la dificultad de separar el endosperma (harina) del afrecho (capas exteriores del grano) y esta dificultad se aumenta aun mas por el hecho de que el endosperma del trigo está adherido firmemente al pericarpio, de manera que no puede haber cuestión de pelar el grano como una nuez, sino que es preciso recurrir al procedimiento mucha mas complejo y difícil de la molienda. Por la misma razón, ese endosperma será enteramente apropiado como alimento para la planta joven, pero se observa una gran variación en esa propiedad cuando se le considera como alimento para el hombre.

La proporción media de las tres partes principales del grano del trigo es la siguiente: 85% de endosperma; 2% de embrión o germen y 13% de cubiertas externas. En cuanto a su composición química puede darse los siguientes valores promedios: Humedad, 8 a 17% - Almidón, 63 a 71% - Proteínas, 8 a 15% - Celulosa, 2 a 2,5% - Grasa, 1,5 a 2% - Azúcares, 2 a 3% - Materia Mineral (cenizas), 1,5 a 2%.

Hay trigos duros, trigos blandos o tiernos, trigos que virtual o económicamente no tienen valor alguno desde el punto de vista de la molienda y la panificación y entre estos dos extremos existe un sinnúmero de variedades.

Clasificación de los trigos. El trigo es miembro de la gran familia de las gramíneas, que comprende entre otras plantas útiles el trigo, centeno, cebada, avena, arroz y maíz. Todos los sistemas adoptados para la clasificación de los trigos se han derivado principalmente de las características de la planta. Los hay de tallos o cañas de diversa longitud, delgados o gruesos, rígidos o flexibles. Hay tipos de trigo que tienen aristas largas, mientras que otros son sin barbas; lo hay que tienen las glumas coloradas y otras blancas. Otras características merfológicas que también son de importancia para la clasificación son las hojas, la densidad y compacidad de las espigas y las características (inclusive el color) de las glumas, además de otras como las características de raquis o tallo de la espiga quebradizo o tenaz, largo o corto, etc. En la misma forma las características del grano, tamaño, longitud, grosor, textura, etc., son también utilizadas para las diversas clasificaciones que se han intentado de los trigos. Sobre esta base y mediante subdivisiones repetidas en base a éstos y otros caracteres, se llega hasta la clasificación por variedad o formas individuales de los trigos cultivados. De éstas existe gran número y en algunos países se cultivan más de 200 variedades diferentes y hay, según autores, más de 1.200 variedades con nombre, conocidas en todo el mundo.

El trigo, el centeno y la cebada están mas estrechamente relacionados entre sí que la avena y el arroz y por eso se los incluye en la tribu de las Hordeas. A su vez el trigo y el centeno se asemejan entre sí más que a la cebada y forman así una subtribu especial, las Triticeae. El trigo mismo, en todas sus formas, constituye el género Triticum.

Características del grano de trigo. Hay que tener presente, en primer lugar, que los granos de todos los trigos se asemejan unos a otros en su estructura fundamental. Todos tienen un germen, una envoltura de afrecho y un endosperma dispuesto de la misma manera. Sentado este principio, se puede considerar que las variaciones en sus detalles menores, casi infinitas, son comparables en número a las que caracterizan los diversos tipos de razas humanas.

Tamaño. Para empezar, los granos de los diferentes tipos varían considerablemente en tamaño y forma. De estas dos caracteristicas, la forma es el atributo más distinto ya que, en general, puede decirse que no hay grandes diferencias en el tamaño de los granos de la mayoría de las clases de trigo. Los más blandos y flojos se cuentan entre los que producen los granos más grandes; sin embargo encontramos comunmente, entre los trigos más grandes, a los Durum, que ciertamente no tienen nada de blandos. Los granos de trigo de mayor tamaño que se conocen, los produce el T. polonicum; esos granos, aunque delgados, son de un largo de media pulgada, aproximadamente.

Forma. La forma es mucho más importante que el tamaño y se distinguen con mayor certeza a simple vista. Empero, en este sentido no debe admitirse proporciones fijas, la relación del ancho al largo no es constante para ningún tipo de trigo. Esta varía mucho según sea un grano "lleno" o"chuzo", dependiendo ésto, de las condiciones climáticas que son las que regulan la nutrición del grano durante el proceso de la maduración.

Aunque la cualidad de lleno o relación del ancho al largo de cualquier tipo de trigo, puede variar considerablemente de un lote a otro, el largo medio de los granos varía mucho menos; en efecto, es éste uno de los caracteres más constantes del grano de trigo.

En general, los granos cortos tienen una longitud media de 4 a 6 mm. y entre ellos se cuenta el Marquis, principal constituyente del famoso Manitoba canadiense. Los granos medianos tienen de 6 a 7 mm. de longitud y los largos, a los cuales pertenecen la mayoría de las variedades de Durum, 7 mm. y más.

Se habla generalmente de la forma del grano de trigo como de su contorno, mirando desde su superficie dorsal. La mayoría de los granos son ovoides, pero algunos son ovalados y los hay que son de forma elíptica (cuando el largo es superior a dos veces el ancho). La punta o ápice del grano es redondeada en casi todas las variedades, pero algunos tipos tienen los granos con punta aguda o afilada. Hay otros de punta truncada, es decir, más bien cuadrada que redonda y entre ellos el Marquis presenta un aspecto muy característico. Observado lateralmente, el grano de trigo se presenta en algunas variedades como "jorobado"; otros son aquillados en su superficie dorsal.

Textura del grano. Es imposible formarse un juicio seguro respecto a la dureza de un trigo o mejor dicho respecto a su calidad panadera, guiándose únicamente por la apariencia del mismo. La razón es que, aunque la textura del grano está íntimamente relacionada con la proteina, también lo está con otras características de la misma, además de aquellas que constituyen la fuerza y una de éstas es la "cantidad".

Cabe preguntarse en qué forma determina la proteina la textura y la dureza del grano. Para explicarlo, de recordarse que cuando el grano perfectamente desarrollado, que contiene más de 40% de agua, empieza a secarse, los cuerpos nitrogenados "se condensa" para formar el tejido de gluten que se filtra por el endosperma, ligando el conjunto. Al progresar la desecación, el grano se contrae y se produce un esfuerzo de tensión en todo el endosperma. Si el esfuerzo es resistido hasta que la humedad del grano se reduce a su contenido normal, éste quedará todo traslúcido, como cola endurecida, siendo vítreo o duro. Si la resistencia a la tensión falla, aparecerán en el endosperma diminutas grietas que lo harán aparecer opaco y amiláceo.

El hecho de que la tensión sea resistida o no, depende más que nada, de dos cosas: 1) la cantidad de proteinas, 2) las características especiales de la proteina.

En términos generales, cuando más proteina hay, más denso y resistente será el tejido, aunque también la presencia de características especiales podrá compensar la escasez de proteina y un tejido más abierto, de mejor clase, resistirá a una tensión mayor. Sin embargo, estas características son de naturaleza muy compleja y no todas están relacionadas con la fuerza ni aún con la posesión de una verdadera dureza

en el grano. Los trigos fuertes son duros tanto en su naturaleza como en su aspecto y cuando sufren la acción de impacto y rotura en el primer cilindro del molino, los granos se desmenuzan más bien en fragmentos semolosos que no en la harina fina. Puede decirse que el verdadero significado del término dureza, es la resistencia opuesta a la desintegración progresiva, no al desmenuzamiento súbito en forma de polvo.

Cuando la dureza del grano es resultado del factor cantidad más que de las características especiales de la proteina, puede afirmarse que carece de fuerza apreciable o de verdadera dureza. Trigos muy abonados poseen un contenido notablemente mayor de proteinas y son de apariencia vítrea, pero no obstante continúan siendo débiles, sin verdadera dureza. Una situación a la inversa, es decir, trigos con proteinas de características especiales pero cultivados en condiciones que reducen el contenido de la misma, conservan sin embargo la dureza característica de la variedad. Puede afirmarse entonces que la textura no es en absoluto una característica de variedad, ella depende en parte, del medio ambiente y no está en correlación simple con la fuerza.

Color del grano. El color del grano de los diferentes trigos varía desde un blanco amarillento pálido, pasando por el ámbar, hasta un rojo ladrillo muy subido. Se puede decir que el color es el resultado del espesor, color y trasparencia del pericarpio (capas exteriores) en sí, y de la textura y el color del endosperma.

Imagínese un pericarpio o afrecho delgado, colorado, envuelto alrededor de un endosperma traslúcido, casi incoloro. El resultado es un color colorado parduzco fuerte, de excelente apariencia, característico de los trigos Manitoba de buena calidad y de los trigos Duros de Invierno, producidos en Kansas, que son de color colorado muy oscuro. Un pericarpio exactamente igual, envuelto alrededor de un endosperma blando amiláceo, dará un grano de aspecto parduzco pálido.

El factor color es complejo y aunque algunos trigos colorados comerciales son más fuertes y duros que otros trigos blancos comerciales, el color, la dureza y la fuerza no tienen necesariamente nada que ver con ello. Se conocen trigos blancos que son tan fuertes como cualquier trigo colorado.

Respecto a las influencias de las características del grano sobre el comprotamiento molinero y, fundamentalmente en lo que se refiere a la producción de harina, podemos decir que el rendimiento de ésta depende de la forma, densidad y tamaño del grano, del espesor de la envoltura de afrecho y del tamaño del germen, sin tomar en cuenta, naturalmente, el contenido de humedad porque éste es controlado por el molinero. Suponiendo que todos los trigos tienen envoltura de afrecho, de espesor similar y un germen del mismo tamaño, no será difícil determinar mediante simple cálculo geométrico el efecto de la forma y tamaño del grano. La cantida de afrecho en un solo grano dependerá únicamente de la superficie del mismo; la cantidad porcentual de afrecho disminuirá (es decir, el rendimiento posible de la harina será mayor), en proporción a la disminución de la superficie del grano, en relación a su peso total, o si consideramos por un momento a todos los granos como de la misma densidad, dicha cantidad será menor en relación a su volumen. Recordando que la relación de superficie a volumen varía con la forma de los cuerpos, y es la más pequeña en la esfera en igualdad de las demás cosas, cuanto más esférico es un grano de trigo, tanto más elevada será su producción de harina. A su vez, la relación de superficie a volumen es tanto menor cuanto mayor es el volumen y de allí que los trigos de grano grande tienden a rendir mayor cantidad de harina que las variedades de grano pequeño.

Es evidente entonces, que los trigos de mayor rendimiento harinero serán los de grano redondo, mayor tamaño posible. Por lo expuesto se comprenderá también que la presencia de granos de tamaño inferior al normal y chuzos tienen que aminorar considerablemente la extracción, porque los granos de pericarpio arrugado producen menos harina que aquellos con envoltura lisa. El peso del germen en general no aumenta en proporción al peso del grano. Los granos pequeños tienen gérmenes relativamente más grandes. En los granos de trigo muy grandes (de un peso de 50 miligramos por ejemplo) el peso del germen equivaldrá a lo sumo a 2% del grano; en los granos más pequeños (de un peso de 25 miligramos) será del 3% aproximadamente.

Las variedades típicas que constituyen el trigo americano Duro de Invierno poseen gérmenes marcadamente pequeños y a esta circunstancia se atribuye el rendimiento muy satisfactorio de harina de ese tipo.

La calidad del trigo. En el estudio de los factores que determinan la calidad del trigo, se utilizan frecuentemente las expresiones "calidad comercial" y "calidad industrial", las

que constituyen en realidad dos matices distintos del valor total de comercialización de los trigos, y al que podríamos llamar genéricamente "valor comercial". Sin discriminación responde a la conveniencia de agrupar por separado los factores que integran la calidad comercial y que tienen, sobre todo, una influencia cuantitativa en el rendimiento molinero del trigo, en oposición a los que determinan la calidad industrial y que están más directamente relacionados con su valor de panificación.

Con ligeras diferencias, tales factores son básicamente los mismos en los diveros países productores, con modalidades locales para su determinación o designación que no alteran sustancialmente esa identidad.

Para los fines de nuestro estudio procederemos a comentar cada uno de ellos en la forma que sigue:

Proteina. La proteina del trigo constituye un factor importante de su calidad industrial, porque es el elemento que regula el desarrollo de la fuerza panadera que caracteriza a cada variedad, teniendo así un sentido cuantitativo dentro del concepto de calidad.

La mayor o menor riqueza protéica determina la fuerza del trigo dentro de una misma variedad y, en el mismo sentido, las variaciones de fuerza según procedencia deben atribuirse también principalmente a una variación correlativa de la proteina que contiene.

Naturalmente que dentro de la variedad, las variaciones de fuerza producidas por su riqueza protéica oscilan, normalmente dentro de los límites de una escala propia para cada tipo, siendo esta característica lo que ha permitido clasificar los trigos en duros, semiduros, blandos, etc. con un criterio varietal.

La importancia de este factor se reconoce universalmente, aunque la "cantidad" de proteinas está ligada íntimamente a la "calidad" de la misma, por lo que la simple expresión del contenido protéico de un trigo, no complementada por las características especiales de esa proteina, más la variedad, procedencia, etc., carece de valor comparativo y puede inducir a error.

Una forma utilizada en el comercio por los molineros para valorar el contenido de proteina de un trigo, es mediante la determinación de su contenido en gluten, forma equivalente aunque menos exacta, pero de todas maneras más rápida y simple, por cuanto la evaluación de la proteina exige métodos químicos y equipos más complicados y lentos.

El gluten se obtiene mediante el "lavado", mezclando harina con agua y sometiendo esa masa a la acción de un chorro fino de agua. En estado húmedo es de color gris-blanco, ligeramente amarillo, viscoso, consistente y de olor agradable.

Sus propiedades de tenacidad, extensibilidad, etc., son las que en definitiva determinarán la calidad del trigo.

Los trigos que se aceptan como los de mejor calidad del mundo, es decir, los Manitoba de Canadá, tienen un contenido medio de proteinas alrededor de 13,5 a 14% y algo menos los americanos y argentinos (12 a 13%).

Mediación alveográfica. En general, la mayoría de las pruebas que en un principio se idearon para determinar la calidad de la harina y en primer lugar del trigo, consistieron en determinaciones químicas o en pruebas de panificación. No obstante, en años recientes las determinaciones mecánicas y físicas tratando de eliminar el factor personal en toda forma, se han mejorado notablemente y proporcionan datos muy valederos para juzgar la calidad de los trigos.

Existen numerosísimos aparatos y métodos para ese fin, pero nosotros nos reduciremos a los más difundidos y a los que aceptan como más perfeccionados, comenzando por el llamado Alveógrado de Chopin.

El método de Chopín determina las propiedades plásticas de la masa y se basa en el registro gráfico de la resistencia que ofrece una película de pasta en reposo, a la presión del aire insuflado en forma regulada. El gráfico resultante, del cual se agregan unos modelos al final de la conferencia, permite medir la plasticidad del trigo bajo tres aspectos: un valor P que indica la tenacidad de la pasta; un valor G, su extensibilidad y finalmente, un valor W que indica el trabajo de la deformación y que es la cifra más importante proporcionada por el método, porque sintetiza el valor de la fuerza panadera del trigo.

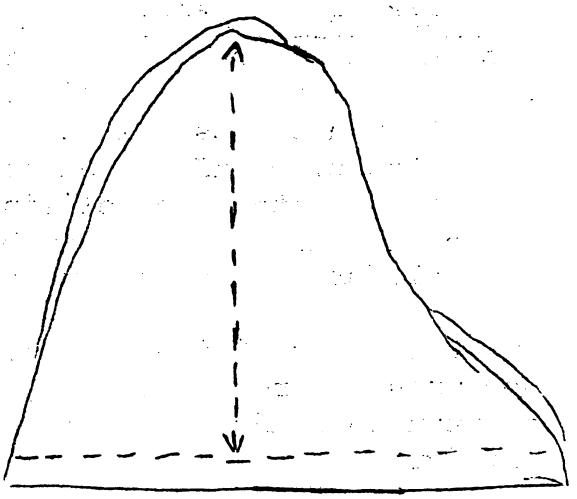
Para interpretar correctamente el valor W de Chopín como índice de la fuerza del trigo, debe tenerse presente que el W está en función directa de dicha fuerza y que los trigos se agrupan por sus características, de acuerdo con la siguiente escala de valores aproximados: trigos de fuerza o de corte o "supporting wheats" en la terminología inglesa, los que poseen un W superior a 200, pudiendo llegar a más de 400; trigos de "relleno" o de panificación directa o "filler wheats" con un W entre 100 y 200 y trigos blandos o flojos o "soft wheats", con valores inferiores a 100.

Como dijimos, el método consiste en insuflar aire a presión por debajo de una lámina de masa, preparada de una forma especial y de espesor determinado, con lo cual se forma una burbuja que va aumentando de volumen hasta que se rompe; la presión interna de la burbuja se registra simultáneamente sobre un papel móvil y proporciona un gráfico similar al siguiente, en el que se indican los valores principales que proporcionan el método:

P = altura de la curva, mide la tenacidad o firmeza o estabilidad de la masa.

G = longitud de la curva, indica lo que la masa puede estirarse antes de romperse y mide por consiguiente la extensibilidad.

W = área limitada por la curva, que mide el trabajo total desarrollado sobre la masa, antes de que se rompa.



Farinógrafo de Brabender. Representa otro aparato para el ensayo de las masas y es, sin duda, el que más se ha utilizado para esos fines. Esquemáticamente, el farinógrafo registra en forma de banda ancha la fuerza que se requiere para accionar las palas de un mezclador que giran a velocidad constante a través de una masa de consistencia inicial fija. En el curso del ensayo, dicha fuerza varía según la naturaleza de la harina, produciéndose por consiguiente bandas o gráficos de distinta forma que reciben el nombre de farinogramas, un modelo del cual, se agrega al final.

Prueba de sedimentación. Ultimamente ha aparecido un método muy simple, debido al Dr. L. Zeleny que, según parece, proporciona datos muy reales respecto a la calidad de los trigos.

Consiste en mezclar una parte de harina con agua, ácido láctico y alcohol y dejarla en reposo en un frasco de vidrio. El volumen de sedimento en centímetros cúbicos depositado después de 5 minutos, proporciona el valor de sedimentación. Se ha comprobado, a través de miles de ensayos, comparando a su vez con determinaciones de proteina, farinogramas, etc., que el volumen de sedimento depositado se halla relacionado directamente con la calidad panadera de los trigos.

Peso hectolítrico. El peso volumétrico del trigo, o sea el peso acusado por una unidad de volumen de grano, está expresado en los paises donde rige el sistema métrico decimal por el peso hectolítico, es decir, el peso en kilogramos de un hectolitro de grano. En los países de habla inglesa, el peso volumétrico, llamado comercialmente "natural weight", se indica en términos de libras por bushel. En Gran Bretaña y sus exdominios se basan en el "Imperial Bushel", de 36,348 litros de capacidad y en los Estados Unidos en el "winchester bushel", con capacidad de 35,238 litros.

Es el más importante factor relacionado con la calidad comercial del trigo y, por consiguiente, el más importante entre todos los elementos de juicio que concurren a la fijación de precios.

Constituye la base de contratación en la totalidad de los paises que no poseen normas fijas de clasificación y es factor principal en los sistemas utilizados en Canadá, Estados Unidos y Argentina. Su importancia comercial se debe al hecho de que regula el rendimiento en harina, teniendo así gran valor desde el punto de vista molinero, aunque no refleja la calidad panadera del trigo.

El peso hectolítrico del trigo limpio, en el que está excluída la influencia de otros factores ajenos al desarrollo del grano, como los cuerpos extraños, guarda una relación aproximada con la producción de harina, calculándose de una manera general que un aumento o disminución de un kilogramo de peso, determina una variación en igual sentido de algo más del medio por ciento en el rendimiento harinero. Así, si un trigo

cuyo peso es de 80 kgs. se obtiene extracción total de 72%, otro del mismo tipo y de 70 kgs. dará sólo 66% de harina en las mismas condiciones.

Son numerosos los métodos utilizados para determinar el peso volumétrico del trigo, pero aquí nos referiremos a los dos principales, que son el de Boerner, utilizado en Canadá y los Estados Unidos y el de Schopper, empleado en Argentina y otros muchos paises.

En las clases prácticas veremos cómo se manejan estos aparatos, evitándonos ahora una descripción detallada que no será más útil que una conferencia práctica sobre su empleo. Solo nos interesa destacar por el momento que al convertir pesos hectolítricos expresados en libras por bushel a kilogramos por hectolitro, es necesario tener presente: 1) si se trata de bushel Imperial o Winchester y, 2) El aparato utilizado.

Hemos visto ya las diferencias de capacidad entre ambos bushels, de donde resulta que 60 libras por bushel americano equivalen a 61,9 libras por bushel Imperial, es decir, aproximadamente 2 libras que hay que agregar al primero para compararlo con el sistema inglés. A su vez, se ha comprobado que el aparato Boerner usado en los Estados Unidos para expresar el peso oficial por bushel, indica resultados inferiores en 2 libras por bushel, aproximadamente, al obtenido con las mejores balanzas, por ejemplo la Schopper de 20 litros utilizada como patrón por la London Corn Trade Association. Por consiguiente, al convertir cifras americanas obtenidas con el aparato Boerner en sus equivalentes inglesas, habría que agregar aproximadamente 4 libras por bushel a las cifras americanas. Sobre esta base se han elaborado tablas especiales que muestran los respectivos equivalentes, y de las cuales damos algunos ejemplos como orientación:

Libras por bushel Imperial		Libras por Winchester bushel. Sistema de Estados Unidos	Kilos por hectolitro
Sistema ingles	Sistema canadiense		
50	47,4	45,8	62,40
55	52,7	51	68,64
60	57,9	56,1	74,88
62	60	58,1	77,37
65	63,2	61,2	81,12
67	65,3	63,2	83,62
68	66,3	64,2	84,86

En la terminología de Colombia, los kilogramos por hectolitro corresponden a lo que se conoce con el nombre de "puntos", o sea que cuando se dice que un trigo tiene 78 puntos, significa que el hectolitro pesa 78 kilos.

Finalmente, no debe confundirse peso hectolítrico con peso específico, nombre con que suele designarse erróneamente ese factor en el comercio cerealista, el peso específico se refiere a un coeficiente de densidad que en el trigo es casi constante y que oscila alrededor de 1,4.

Materias extrañas. En este rubro se incluyen tanto a las materias inertes (glumas, paja, trozos de raquis, tierra, etc.) como a las semillas de maleza y de otros cereales. Como constituyen un elemento importante de la calidad comercial del trigo, desde que reducen el rendimiento industrial, a la vez que su separación antes de la molienda eleva el costo de la elaboración, los cuerpos extraños están sujetos a reglamentaciones y tolerancias que varían con el sistema de comercialización en uso en cada país.

En Estados Unidos y Canadá, las normas de tipificación consideran las materias extrañas para la graduación después de haber sido extraídas aquellas que pueden ser separadas fácilmente por la maquinaria de limpieza debido a la práctica corriente de limpiar el trigo antes de asignarle grado. Algo se ve favorecido por la gran difusión alcanzada en esos países por el elevador como elemento de almacenaje y movimiento del grano.

Esa fracción fácilmente separable recibe el nombre de "dockage", pero la limpieza no es completa, siempre queda en el cereal clasificado una pequeña cantidad de cuerpos extraños excluyendo "dockage", por lo que en los grados respectivos ese especifica la cantidad permitida de dichas materias extrañas inseparables.

Según las normas estadounidenses, dentro del "dockage" se incluyen también los granos de trigo no desarrollados, marchitos y pequeños pedazos de granos de trigo.

Granos quebrados. Se trata de un defecto de poca significación, motivo por el cual se le considera con relativa liberalidad en los sistemas de clasificación más avanzados. En las normas argentinas se los define como todo pedazo de grano de trigo menor que la mitad de un grano entero en cualquiera de sus diámetros. En Estados Unidos y Canadá se clasifican por medio de zarandas.

Su efecto principal, aunque muy relativo, es el de que pueden afectar ligeramente el color de las harinas al estar expuestos en la parte fracturada a mayores contaminaciones de tierra y polvo.

Granos dañados. Los sistemas de tipificación de Estados Unidos definen los granos dañados como todo grano o pedazo de grano de trigo y otros granos dañados por el calor, germinado, helado, dañado por las condiciones del suelo, del clima, patológicamente dañados o seriamente dañados por cualquier otra causa. A su vez, define los granos dañados por el calor diciendo que serán los granos o pedazos de granos de trigo o de otros granos cuyo color haya sufrido serias alteraciones y daños por el calor.

La tipificación argentina los define en forma parecida incluyendo en este rubro los granos helados, brotados, calcinados, ardidos, revolcados y roidos por larvas de insectos ("roidos por isoca"), pero separando de ellos los granos "picados", que presentan perforaciones causadas por los insector que atacan los granos en depósito.

El dañado agrupa varios defectos, como se ve, que responden a causas agronómicas muy diversas y que ocurren independientemente con variable intensidad. El ardido tiene su origen en el calentamiento causado por excesiva humedad del grano y se reconoce por una alteración del color natural del mismo, tanto en el exterior como en el endosperma, que toman un tono más oscuro, ocre oscuro hasta marrón subido y en casos extremos casi negro con apariencia de quemado.

El helado es consecuencia de heladas caídas antes de la madurez, cuando el grano se encuentra en estado "lechoso", momentos en que son más graves sus resultados.

Se reconocen porque el grano se presenta de color verde y en otros casos de un tono anaranjado suave, presentan ampollas en su superficie o tienen la cubierta de salvado parcialmente descascarada; el grano no conserva su forma normal sino que aparece hundido en sus flancos como si con los dedos se le hubiera apretado tomándolo desde arriba.

Los granos brotados se originan principalmente en lluvias abundantes durante la cosecha, y se reconocen fácilmente porque presentan el germen roto o cubierto y en casos más avanzados el brote más o menos largo.

Los granos calcinados se presentan arrugados, más pequeños que el grano normal, delgado y con el interior trasformado en una masa blanca de aspecto yesoso.

Carbón hediondo o "caries del trigo". Esta enfermedad se debe al ataque de un hongo que trasforma el grano, convirtiéndolo en una masa negruzca, grasosa, de fuerte olor a pescado, cubierta por una película. Sus efectos pueden ser graves, según la intensidad del ataque, por cuanto al romperse esas especies de pequeñas esferas o "balls" como se las llama en inglés, se desintegran en un número infinito de partículas microscópicas, que forman un polvo tenue que se difunde en la masa del trigo y se adhiere a la parte pilosa del grano, siendo sus rastros difíciles de eliminar en el proceso de industrialización -hay que recurrir al lavado del trigo como método más eficaz- y llegan de ese modo a desmerecer la calidad de la harina y el pan, cuyos caracteres organolépticos resultan afectados.

Comercialmente se fijan tolerancias muy restrictivas para este defecto. En Argentina cada grado tiene una tolerancia máxima en peso de 0,1 - 0,2 y 0,3% en los grados, 1, 2 y 3, respectivamente para los granos o pedazos de granos de carbón, y a su vez la mercadería con olor a carbón o con esporos adheridos a la parte pilosa del grano (punta negra o punta sombreada, según intensidad) es excluida del grano y se la castiga con fuertes descuentos.

En Estados Unidos el trigo "carbonudo" tiene una limitación de caracter general para que puedan entrar en grado los lotes afectados, designándolos con los términos de "Light simitty" (Ligeramente carbonudo) o"Simitty" (carbonudo), según especificaciones que veremos más adelante.

Más o menos el mismo procedimiento se sigue en Canadá, con el agregado de la misma palabra a la designación del grado.

Granos "panza blanca". Son granos que presentan una textura almidonosa en una mitad o más de los mismos, según la definición argentina. La formación de zonas más amiláceas dentro del grano -más común en los trigos de elevado peso hectolítrico- supone una reducción de su contenido de proteina, que se traduce, a su vez, en una disminución de la fuerza panadera, dentro del mismo tipo o variedad, en virtud de la correlación existente entre ambos factores. Esta relación de la textura del grano con su calidad industrial, aunque indirecta y de alcance limitado, hace que en el comercio se la tome en cuenta, ya sea estableciendo tolerancias máximas en cada grado para granos "panza blanca", como en el sistema argentino, o bien, estableciendo la vitriosidad del grano.

Este es el método seguido en Canadá y Estados Unidos, y que hasta cierto punto es complementaria del primero, pues se refleja igualmente, pero en sentido inverso, sobre la calidad del trigo.

Los sistemas canadienses y americanos, entonces no fijan tolerancias para "panza blanca", pero en cambio en el primero establece porcentajes mínimos de granos duros y vítreos para los grados superiores, y deja sin límites los inferiores; en el sistema americano los granos duros, oscuros y vítreos constituyen un elemento de tipificación previo a la graduación propiamente dicha, determinando una división en subclases, según los porcentajes mínimos de aquellos establecidos para cada una.

El sistema de clasificación de los Estados Unidos. De acuerdo con la Ley, rige para todo el territorio del país un sistema "standard" de clasificación, en virtud del cual se establecen oficialmente las siguientes clases:

1. Hard red spring wheat ..... Trigo duro rojo de primavera
2. Durum wheat ..... Trigo candeal
3. Red Durum wheat ..... Trigo candeal rojo
4. Hard red winter wheat..... Trigo duro rojo de invierno
5. Soft red winter wheat .... Trigo blando rojo de invierno
6. White wheat ..... Trigo blanco
7. Mixed wheat ..... Trigo mezcla

Cada una de estas clases está dividida a su vez en subclases, en la siguiente forma:

1. Hard red spring wheat

Subclase a. Dark northern spring, conteniendo 75% o más de granos de buen color, duros y vítreos.
b. Northern spring, con menos de 75% pero más de 25% de granos de buen color, duros y vítreos.
c. Red spring, con no más de 25% de granos de buen color, duros y vítreos.

2. Durum wheat

Subclase a. Hard Amber Durum, con 75% o más de granos duros o vítreos, de color ámbar.
b. Amer Durum, con menos de 75% pero más de 60% de granos duros y vítreos de color ámbar.
c. Durum wheat, con no más de 60% de granos duros y vítreos de color ámbar.

3. Hard red winter wheat

Subclase a. Dark hard winter, con un 75% o más de granos de buen color, duros y vítreos.
b. Hard winter, menos de 75% pero más de 40% de granos de buen color, duros y vítreos.
c. Yellow hard winter, con no menos del 40% de granos de buen color, duros y vítreos.

4. Soft red winter

Subclase a. Red winter, con no más de un 10% que acuse las características de esta clase cuando se cultiva al oeste de las grandes llanuras.

b. Western red wheat, con más de 10% con las características de esta clase cultivada al oeste de las grandes llanuras.

c.

5. White wheat

Subclase a. Hard white, con 75% más de granos duros (no blandos ni yesosos) y no más de 10% de las variedades white club.

b. Soft white, menos de 75% de granos duros (no blandos ni yesosos) y no más del 10% de las variedades white club.

c. White club, con no más de 10% de otros trigos blancos.

d. Western white, con más del 10% de trigo de las variedades white club y más del 10% de otros trigos blancos.

6. Mixed wheat

Incluirá todas las mezclas no comprendidas en las clases anteriores. Cada una de las clases de 1 a 5 tienen una tolerancia máxima de 10% de trigos de otras clases.

Luego cada subclase de cada clase está dividida en grados numéricos, de acuerdo a un número de factores cuantitativos, los que para cada una de las subclases del trigo Hard Red Winter son como sigue:

Grado No.	Trigo rojo, duro de Primavera o Trigo Blanco "Club"	Las demás clases	Granos dañados por el calor	Granos dañados (total)	Materias extrañas	Granos mermados y partidos	Defectos (total)	Clases en contacto	Trigo de otras clases
	Libras	Libras	%	%	%	%	%	%	%
1	58,8	60,0	0,1	2,0	0,5	3,0	3,0	1,0	3,0
2	57,0	58,0	0,2	4,0	1,0	5,0	5,0	2,0	5,0
3	55,0	56,0	0,5	7,0	2,0	8,0	8,0	3,0	10,0
4	53,0	54,0	1,0	10,0	3,0	12,0	12,0	10,0	10,0
5	50,0	51,0	3,0	15,0	5,0	20,0	10,0	10,0	10,0

Grado muestra (simple grade) . Será el trigo que no reuna los requisitos de clasificación de cualquiera de los grados del No. 1 al 5, o que contenga más del 15,5% de humedad, o que contenga piedras o que esté mohoso (olor a moho), rancio o dañado por la acción del calor; o que tenga cualquier olor extraño comercialmente objetable, excepto el de carbón hediondo o el de ajo silvestre, o que contenga tal cantidad de carbón que cualquiera o todos los requisitos de graduación no puedan ser aplicados correctamente, o bien, que sea de calidad evidentemente inferior.

El trigo en los grados No. 1 y 2 de esta clase no puede contener más del 5% y en el grado No. 3 no más del 8% de granos encogidos o quebrados.

Clasificación argentina. En un principio, la comercialización interna se hacía contratando una base de peso hectolítrico, con bonificaciones o descuentos según el lote entregado pesara más o menos que la base, que comúnmente era de 78 u 80 kilos. La calidad se cotejaba con muestras patrones que confeccionaban las cámaras de cereales y que representaban la calidad media en cada zona de jurisdicción de cada cámara. Posteriormente esos patrones los confeccionó la Junta Nacional de Granos, y a partir de la Campaña 1947/48, se impuso con carácter obligatorio para todo el país, un sistema de clasificación por grados numéricos cuyas especificaciones principales son las siguientes:

a. Las distintas variedades sembradas se clasifican, de acuerdo a su valor panadero en dos tipos, duro y semiduro.

b. Para cada tipo rigen los siguientes grados:

	Condición del grano	Peso hectolítrico mínimo kgs.	Tolerancia máx. para cuerpos extraños, quebrados y dañados, excluído picado. Ardido, centeno y candeal	Total	Tolerancia máx. de granos "panza blanca"	Tolerancias máx. de grados de carbón
			%	%	%	%
1	Natural, sano y seco	78	0,5	2	10	0,10
2	"	75	1,0	3	20	0,20
3	"	72	1,5	4,5	30	0,30

El "trigo picado" tiene una tolerancia inicial de 11% que puede aumentarse a medida que avanza el año agrícola.

Los trigos que no comprendan ninguno de los dos tipos o clases oficiales, los que estén calientes, los que excedan de 14% de humedad, los que presenten olores comercialmente objetales, los carbunados, los tratados con productos que alteren su condición natural, son excluídos de los granos y vendidos "según muestra".

El comprador está obligado a recibir hasta grado 3, sujeto a un régimen de bonificaciones y rebajas; por peso hectolítrico, rigen asi mismo descuentos o bonificaciones según la mercadería entregada esté por debajo o por arriba de la base respectiva.

Como se ve, el comprador no se asegura ni un peso ni un grado fijo contratando por este sistema; puede necesitar un trigo pesado y pueden entregarle hasta de 72 kilos, o bien puede necesitar un lote sano, limpio y pueden entregarle hasta grado 3.

En la misma forma que para la clasificación estadounidense, los grados están relacionados únicamente por la calidad molinera del trigo, pero no son su calidad panadera.

Trigo en Colombia. El sistema de clasificación utilizado en Colombia se estudiará siguiendo el manual que para tal efecto fue elaborado por la Oficina de Organización y Métodos del IDEMA.

EQUIPO DE LABORATORIO UTILIZADO PARA LA APLICACION DE NORMAS DE CLASIFICACION

EQUIPO DE LABORATORIO UTILIZADO PARA LA APLICACION DE NORMAS DE CLASIFICACION

A. Toma muestras, Caladores o Sondas para grano ensacado

Se utilizan caladores pequeños para sondeos superficiales que varían entre 8 y 19 pulgadas con una a seis ventanillas de entrada de grano.

Toma-muestras de doble tubo y seis aberturas con o sin divisiones, de 99 cms. (39").

Toma muestras de doble tubo y cinco aberturas con o sin divisiones de 46,15 cms. (18") Ref. 518

Calador Burrows de acero niquelado 9 x 1" Ref. 509

Calador Burrows de acero niquelado para arroz 11-5/8x3/4" Ref. 588

Calador Burrows metálico de orificios, largo 30" Ref. 530

B. Toma muestras para granos sueltos o a granel

Toma-muestras de doble tubo de 63" (1,60 mts) de largo por 13/8" (3,49 cms) de diámetro con 11 aberturas y divisiones.

Toma-muestras de doble tubo 63" (1,60 mts) de longitud por 13/8" (3,49 cms) de diámetro con 10 aberturas sin divisiones.

Para silos se recomienda el que tenga de 9" (22,86 cms) con capacidad para 125 gramos extensiones y manijas en T.

Probador de caño utilizado para toma de muestras en silos.

USO DE LOS TOMA-MUESTRAS

Las muestras del grano en sacos se extraen con un toma-muestra que alcance el centro del saco.

Generalmente se puntean tantos sacos tomados al azar cuántos sean necesarios para obtener una muestra representativa.

Cada extracción o punteada se descargará sobre una lona de muestreo para su examen y el muestreador o empleado correspondiente rechazará los bultos que resulten adulterados o de tipo distinto del promedio del lote.

Además debe seleccionarse el toma muestras más indicado para efectuar el sondeo, según la clase de grano e impurezas comunes que lo acompañan.

Si se trabaja con toma-muestras sencillo, su introducción debe hacerse con las ventanillas mirando hacia el piso, para luego girarlo 180 grados; estando en esta posición se mueve ligeramente en sentido de su longitud para completar la entrada de grano.

Si se trabaja con toma-muestras de doble tubo el aparato debe introducirse con las ventanillas cerradas que luego se abren girando el tubo interior y se cierran de nuevo una vez haya penetrado el grano. Como el toma-muestras de doble tubo ofrece gran resistencia, cuando se le quiere hacer penetrar en bultos sometidos a presión en los arrumes o en la parte inferior de los cargamentos llevados en camiones, se recomienda introducir un mínimo de tres ventanillas, o sea aproximadamente la mitad de la longitud del aparato, en esta posición extrae de 150 a 200 gramos por sondeo, esta operación debe hacerse en la totalidad de los bultos que conforman el cargamento o lote.

C. Elementos utilizados en el manejo de muestras

Platones de lata Burrows tamaño 9-3/4" x 2-3/4" Ref. 342

Platones de lata Burrows tamaño 11-7/8" x 3-1/2" Ref. 343

Bandejas de pico, tamaño medio de 8,1/2" x 12,1/2"

Bandejas triangulares, tamaño grande, de 10 x 10 x 2,1/2"

Bandejas triangulares, tamaño pequeño de 5 x 6 x 7/8"

Bandejas circulares de 9,3/4" x 2,3/4" y de 11,7/8" x 3,1/2"

Lonas de muestreo de 29,1/2" x 40" para sacos

Lonas de muestreo de 29,1/2" x 63" para camiones

Mesa para lona de muestreo

Equipo para toma de temperatura (recipiente y termómetro)

Pinzas de acero inoxidable

Lupas

Termómetro para silos, con extensiones y manija

Caja con cerradura para movilización de muestras

La muestra obtenida del producto con los toma-muestras respectivos, se deposita en esta caja, la cual debe estar colocada en un lugar donde no haya corrientes de aire ni exposición a los rayos solares, preferentemente a la altura de la mano para evitar la ventilación del producto al ser arrojada al fondo de la misma, lo cual debe hacerse en forma tal, que el producto caiga compactamente.

La muestra debe ser el conjunto fiel del producto que representa, cualquier alteración en la calidad o condición, perjudica a una de las partes interesadas, siendo el responsable directo de esta alteración quien toma la muestra, por ello debe extremarse toda precaución en el cometido de esta función.

D. Reconocimiento de insectos en las muestras mediante el uso de las siguientes cribas:

Criba 1/12" de perforaciones circulares
Criba 5/64" de huecos triangulares
Criba 1/16" de perforaciones circulares

E. División y homogenización de la muestra

La división puede hacerse en forma manual o mecánica por medio del cuarteo y de los divisores Boerner y Dean Gamet".

La homogenización se hace utilizando el homogenizador manual de muestras.

1. Sistema de cuarteo. En el sistema de cuarteo, la muestra se mezcla cuidadosamente y luego se extiende sobre una mesa dándole, en cuanto sea posible una forma circular, en seguida, con una regla de tamaño adecuado se divide en dos partes iguales y a continuación en cuatro; dos de los cuartos opuestos obtenidos se retiran y los dos restantes se mezclan y se extienden nuevamente. Se sigue así la división hasta obtener la porción requerida.

2. Divisor Boerner y similares.- Al trabajar el Boerner se coloca el grano en el embudo; quitada la tapa u obturador el grano corre por los lados de un cono en cuya base y a todo alrededor existen 36 receptáculos o aberturas por donde penetra el grano, resultando así 36 chorros distintos de grano que un poco mas abajo se reunen en dos chorros de mayor tamaño que salen por conductos diferentes.

De los 36 se vuelven a unir en uno solo los números 1,3,5,7, etc. o sea los impares; los números 1.4.6 etc. o sea que los pares forman el otro chorro.

La muestra que se quiere dividir se coloca toda, de una sola vez en el embudo superior, o se coloca por partes, según el tamaño; pasada la totalidad de la muestra se deja a un lado una de las mitades resultantes y se sigue la división con la otra hasta obtener la cantidad requerida.

F' Peso de las muestras

Báscula !OHAUS" con capacidad para 5 kilogramos con platón metálico, tiene una pesa para 2.000 gramos y 2 pesas para 1000 gramos c/una Ref. 1331.

Báscula OHAUS para granos hasta 610 gramos de capacidad con sus platones metálicos Ref. 1301.

Balanza HOWE con capacidad hasta de 20 kilogramos con su respectivo platón metálico.

Balanza de cazuelas con pesas para 200.97 miligramos

Balanza de cazuelas para equipo Super-Matic con capacidad para 250 gramos

G. Separación de impurezas

1. Medios manuales mediante la utilización de cribas

Anis: No. 1/16" de perforaciones circulares

No. 1/12" de perforaciones circulares

Ajonjolí: No. 1/16" con perforaciones circulares

No. 1/12" con perforaciones circulares

Arroz: No. 5 1/2/64" con perforaciones circulares

No. 6/64" con perforaciones circulares

No. 6 1/2/64" con perforaciones circulares

No. 1/12" con perforaciones circulares

Alveolar 1.7 mms. con perforaciones rectangulares
Alveolar 1.9 mms. con perforaciones rectangulares

Cebada: Juego de zarandas que se colocan en su orden y extraen:

Zaranda 2.58 mm. Semilla

Zaranda 2.38 mm. Grano sano

Zaranda 1.98 mm. Impurezas

Fríjol: La extracción de impurezas y demás factores de calidad se hace manualmente.

Maíz: No. 16 con perforaciones circulares de 16/64"

No. 12 con perforaciones circulares de 12/64"

No. 8 con perforaciones circulares de 8/64"

No. 5 con perforaciones circulares de 5/64"

Sorgo: No. 1/16 perforaciones circulares

No. 5 de perforaciones triangulares 5/64"

No. 2 1/2 con perforaciones circulares de 2 1/2/64"
No. 1/12 con perforaciones circulares de 1/12"

Soya: No. 10/64 x 3/4" de perforaciones rectangulares

No. 5 de perforaciones triangulares 5/64"

Trigo: No. 12 con perforaciones circulares de 12/64"

No. 5 con perforaciones circulares de 5/64"

No. 4 1/2/64 x 1/2" con perforaciones rectangulares o criba manual de perforaciones rectangulares de 1.7 x 19 mms.

No. 1/12 perforaciones circulares

2. Medios mecánicos: Se utiliza el siguiente equipo:

Aspirador Bates de succión regulable con colector

Tipificador Emerson para trigo

Separador Carter para todo grano en general

Batidor eléctrico de criba GAMMET

H. Determinación de Humedad de la muestra

La humedad contenida en el grano se puede determinar por dos métodos: a) directo b) indirecto

Directo por medio de destilación, evaporación del agua que contiene el grano.

1. Método por destilación: Se utiliza el probador Brown Duvel el cual, calienta el grano sumergido con un baño de aceite, a una temperatura determinada destilando el agua de condensación en una bureta graduada y determinando en esa forma el estado de humedad del grano.

2. Método por evaporación: Se utilizan las estufas Brabender y Rosario.

Las estufas secan la muestra de grano hasta extraer su contenido de agua en determinadas condiciones de temperatura y la diferencia entre el peso original de la muestra y el peso después del secamiento, representa el agua contenida en el grano.

Indirectamente por:

Conducción de corriente eléctrica (lectura directa)

Por la constante dieléctrica del grano (lectura indirecta)

3. Método por conducción de corriente eléctrica. En este proceso tenemos que considerar tres factores, el agua, el contenido de harina en el grano y la presión ejercida sobre el mismo. El paso de la corriente elétrica, cuya intensidad la registra el dial del aparato utilizado, permite conocer el contenido de humedad del grano.

4. Método por la constante dieléctrica. El principio se basa en que todo grano tiene una constante dieléctrica específica, la resistencia al paso de la corriente opuesta por esta constante, permite determinar el grado de humedad que tenga el grano en un momento dado.

La lectura se efectúa en el dial del aparato utilizado y debe confrontarse con tablas preparadas para tal fin y de las que disponen cada uno de los equipos. Estas tablas contemplan ademas de las columnas de cifras equivalentes a las lecturas dadas por el dial del aparato, las correspondientes a la corrección por temperatura, expresadas en porcentaje de humedad para cada caso.

I. Tipos de Probadores de humedad

Brown Duvel. Determina la humedad directamente por el método de destilación.

Estufas Branberder y Rosario. Determina la humedad directamente por el método de evaporación.

Universal. Probador de lectura directa; determina la humedad por conducción de corriente eléctrica.

Burrows. Probador de lectura indirecta, determina la humedad por el principio de la constante dieléctrica del grano.

Motonco. Probador de lectura indirecta determina la humedad por el principio de la constante dieléctrica del grano.

Cera-Tester modelo TCT2. Probador de lectura indirecta determina la humedad por el principio de la constante dieléctrica del grano.

Cera-Tester modelo TCT1

Probador de lectura directa determina la humedad por conducción de corriente eléctrica.

Stenlite y sus diferentes modelos 500 RCTP; 400 G; 400 GB-1 y otros.

Probadores de lectura indirecta determinarán la humedad basados en el principio de la constante dieléctrica del grano.

Super Matic:

Probador de lectura indirecta determina la humedad basado en el principio de la constante dieléctrica del grano.

Gann: Probador de lectura directa para trigo y de lectura indirecta para los demás granos basado en ambos principios

Tag Heppenstal L: Probador de lectura directa determina la humedad por conducción de corriente eléctrica.

J. Determinación de peso volumétrico de la muestra:

Pesagranos Shoper para peso hectolítrico del trigo.

Probador Boerner de peso por bushel

Pesagranos Boerner de litro para peso hectolítrico de todos los granos.

Conversión entre las unidades de medida para peso volumétrico del sistema inglés y decimal.

Sistemas	Unidades de medida para peso volumétrico
Inglés:	Libras por Bushel
Decimal:	Kilogramos por hectolitro

Equivalencias:

1 libra = 0.453 kilos

1 Bushel = 35.23 litros

Relaciones:

$$\frac{1 \text{ Libra}}{1 \text{ Bushel}} = \frac{0.453 \text{ kilos}}{35.23 \text{ litros}}$$

Esta relación expresa las magnitudes del sistema inglés en términos equivalentes del sistema decimal.

Ahora, para obtener la expresión de las unidades de medida del peso volumétrico que en el sistema Decimal es kilogramos por hectolitro es necesario convertir los litros en hectolitros o sea multiplicar la relación establecida por 100, o sea:

$$\frac{(0.453)\ (100)}{35.23} = 1,2872$$

De esta forma obtenemos el factor fijo de conversión de un sistema a otro.

UTILIZACION DEL FACTOR PARA LA CONVERSION =

1,2872 Libras/Bushel = Kilogramos/hectolitro

$$\frac{\text{Kilogramos/hectolitro}}{1,2872} = \text{libras/Bushel}$$

K. EQUIPO ADICIONAL PARA ANALISIS DE ARROZ

Molino Universal # 150 con sus accesorios

Molino Universal pequeño # 80 con sus accesorios

Molino McGill Stein-1 pequeño con sus accesorios

Descascarador McGill

Molino Satake con sus accesorios

Descascarador Satake

Descascaradores Manuales OLMIA

Plansifter para separación de partidos (cilindros con alvéolos de 3-1/2, 4y4-1/2 mms.).

Zarandas para separación grano verde

Diafanoscopio

Micrómetro para medición de grano

PARTE SEGUNDA

MANEJO, TRATAMIENTO Y CONSERVACION DE GRANOS

EL ACONDICIONAMIENTO DE LOS GRANOS

EL ACONDICIONAMIENTO DE LOS GRANOS

Acondicionar un grano significa: secarlo 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 hojas 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 pueda ser extraído por medios mecánicos adecuados, tales como cribas, zarandas, corrientes 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 triguillo 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 permanecen 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 color 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 fríjol y maní.

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 aplicandole 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	- 460 gramos.
Peso de las impurezas removibles	40 gramos.

Cálculo porcentual.

500 grms = 100

40 grms = X

$$X = \frac{40 \times 100}{500} = 8\%$$

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 sobre pasen 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, I [illegible] 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 estan constituídos 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 que cantidad será?

$$\frac{460 \text{ grms.}}{X} = \frac{97\%}{100} \qquad X = \frac{460 \times 100}{97} = 474{,}22 \text{ Grms.}$$

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:

500,oo gramos
- 474,22
25.78 gramos de pérdida de peso por limpieza.

Al hacer la relación de la pérdida de peso por limpieza respeto al peso de la muestra original tenemos.

500 = 100

$$X = \frac{25{,}78 \times 100}{500} = 5{,}15\%$$

25.78 X

Lo anterior nos sirve para aclarar que el porcentaje de pérdida de peso por limpieza no es simplemente la resta aritmética de porcentajes (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:

$$X = 100 \frac{(Ii - If)}{100 - If}$$

X = porcentaje de pérdida de peso
Ii= impurezas inicial
If= impurezas final

Ejemplo: $X = \frac{100\ (8 - 3)}{100-3} = \frac{500}{97} = 5{,}15\%$

La tabla que se presenta en la siguiente hoja está dividida en dos partes; en la mitad inferior se incluyen una serie de factores que indican el peso a que quedarían reducidos 100 Kgrs. 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 nuestro 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 impurezas final o sea con el que deseamos que quede (3%)

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

d) Restamos de 100 (cantidad original de producto), el factor hallado. (100 - 94,85 = 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 mercancía que se va recibir es de 7.000 Kgr. la cual tiene un 8% de impurezas y queremos 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 restarselo a 7.000.

7.000 X 5,15 = 360,50 Kgr.
7.000 - 360,50 = 6.639,50 Kgr. con el 3% de impurezas o también multiplicar la cantidad por el factor que en la tabla corresponda a estas condiciones

7.000 X 94.85 = 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.

Grano	Peso aproximado en miligramos	No. de granos en un gramo
Trigo	32 (0,032 gr.)	31.
Cebada	40 (0,040 gr.)	25.
Avena	30 (0,030 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.
Cebada forrajera	40 (0,040 gr.)	25.
Fríjol	600-700 (0600-0,700 gr.)	1-5

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 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 producen gas carbónico y vapor de agua, con 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 bajo 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 afectarlos sensiblemente.

1. Humedad para la recolección

La mejor 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 muestra al partirlo un aspecto interior espeso y lechoso; continúa con la madurez amarilla en la cual el contenido de agua llega al 30 o 40%, con 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 juntas 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 climatéricos 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 si.

3. Grano seco, húmedo, mojado o 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 se 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 del 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 destilación 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 demas 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 porcentajes es decir en forma relativa, presentandose 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 máiz 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 húmeda) (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 e 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 color y buen aspecto del grano.

Es importante anotar que el exceso de humedad facilita el desarrollo de mohos y bacterias que al respirar producen mas agua, anhídrido carbónico y calor siendo este el factor que más influye 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 Kgrs de maíz con 22% de humedad (b.h) y se quiere rebajar al 12% de humedad (b.h) Se desea saber los kilográmos 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 Kgrs. de agua. En realidad este cálculo no es correcto porque la composición del grano húmedo es:

78 partes de materia seca y
22 partes de agua
100

Mientras que la composición del grano que llamamos seco es:

88 partes de materia seca
12 partes de agua
100

Para el primer caso los 5.000 kgrs. se descomponen en:

3.900 kgrs. de sustancia seca y
1.100 kgrs. de agua
5.000

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.

3.900 = 88%

X 100%

$$X = \frac{3.900 \times 100}{88} = 4.431,81$$ kgrs. de maíz con el 12% de agua.

Si teníamos 5.000 kgrs. iniciales con el 22% de humedad y ahora tenemos 4.431,81 kgrs. de maíz con el 12%, la pérdida de peso será la diferencia entre 5.000 y 4.431,81 que es 568.19 kgrs.

Podemos presentar esta pérdida de peso en porcentaje haciendo simplemente la siguiente relación.

5.000 100

$$X = \frac{568,19 \times 100}{5.000} = 11,36\%$$

568,19 X

De lo anterior deducimos que la pérdida de peso por secamiento no es igual a la simple diferencia de porcentajes (22-12=10%) si no un poco mas (11,36%).

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

$$X = \frac{100\ (Hi - Hf)}{100 - Hf}$$

X= porcentaje de pérdida de peso
Hi= humedad inicial
Hf= humedad final

Ejemplo:

$$X = \frac{100\ (22-12)}{100-12} = \frac{100\ (10)}{88} = 11,36\%$$

9. <u>Aplicación de la tabla de descuento por pérdida de peso en el secamiento</u>

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 kgrs. de grano al rebajar su contenido inicial de humedad desde los porcentajes encerrados en la columna vertical del 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 intercepten las dos líneas correspondientes a 22% y 12% (88,63)

d) Restamos de 100 el factor hallado 100-88,63= <u>11,36%</u>

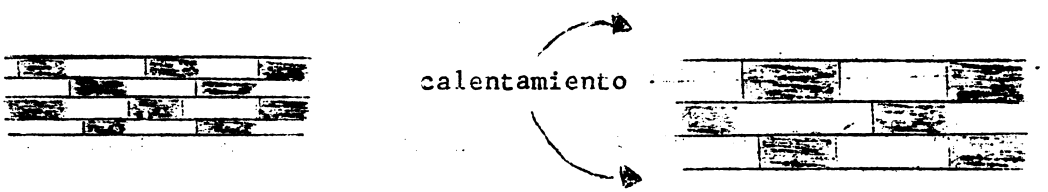
EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL AIRE Y SU IMPORTANCIA EN RELACION CON LOS GRANOS

EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL AIRE Y SU IMPORTANCIA EN RELACION CON LOS GRANOS

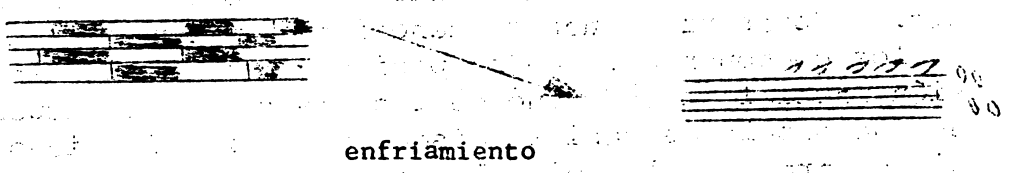
A. Humedad del aire

La humedad en este caso es el vapor de agua mezclado con el aire en la atmósfera. Dicho vapor proviene de la evaporación del agua que en estado libre existe en la superficie de la tierra y del vapor que exahalan los seres vivientes al respirar.

Se puede decir que el aire es una mezcla de gases y absorbe la humedad como una mezcla de gases y vapor de agua. El aumento de vapor de agua que el aire puede llevar en suspensión depende primordialmente de la temperatura. Si el aire se calienta, su capacidad para contener humedad se aumenta.



Igualmente, si el aire se enfría, su capacidad se ve disminuída y puede presentarse la condensación.



Tenemos entonces que para un volumen de aire cualquiera, un metro cúbico, por ejemplo, existe un límite máximo de contenido de vapor de agua, según la temperatura. Cuando el volumen de aire que se considera llega a ese límite máximo de contenido de humedad se dice que está saturado.

Los siguientes datos indican el peso de vapor de agua que contiene un metro cúbico de aire a saturación para diversas temperaturas.

TEMPERATURA	PESO DEL VAPOR DE AGUA EN GRAMOS POR M3
15°C	12.85
16°C	13.65
17°C	14.50
18°C	15.40
19°C	16.53
20°C	17.31

De ordinario, el aire solamente contiene para cada temperatura, una parte del vapor de agua que podría contener si estuviera a saturación.

La proporción en que el vapor de agua se encuentra en el aire puede medirse así:

1. Humedad absoluta

Es la masa de vapor de agua que hay por unidad de volumen.

La presión total ejercida por la atmósfera es la suma de las presiones ejercidas por sus componentes gaseosos (nitrógeno, oxígeno, anhídrido carbónico, vapor de agua etc.) Estas presiones se denominan presiones parciales de los componentes. Se ha podido comprobar que la presión parcial de cada uno de los gases que se encuentran en una mezcla es casi la misma que ejercería dicho gas si ocupara él solo todo el volumen que ocupa la mezcla, pues cada uno de los gases de una mezcla actúa con independencia de los demás. En la práctica se usa más que presiones, el peso del vapor contenido en una determinada unidad de volumen, o de peso del aire, Así se dice: gramos por metro cúbico; gramos por kilogramo de aire; gramos por libra de aire.

Cuando el aire contiene el máximo de vapor de agua que puede mantener, se dice que el aire está saturado y la humedad absoluta recibe el nombre de presión máxima de vapor; en otras palabras podemos decir que, cuando la presión parcial es igual a la presión máxima de vapor, el aire se halla saturado.

2. Humedad Relativa

Si la presión parcial es inferior a la presión máxima, el aire no está saturado. Se considera como humedad relativa la relación que existe entre la presión parcial (presión ejercida por el vapor de agua en un momento dado) y la presión máxima que corresponde para las mismas condiciones de temperatura, o en otras palabras, la relación que existe entre el peso del vapor de agua en un volumen dado y el peso del vapor de agua que ese mismo volumen es capaz de sostener a saturación y a la misma temperatura.

Ejemplo: Si la presión parcial del vapor de agua en la atmósfera es de 10 mm. de mercurio, su temperatura 20°C y la presión máxima para la misma temperatura es de 17,5 mm. Cuál es la humedad relativa?

$$HR = 100 \times \frac{10}{17,5} = 57\%$$

Si en lugar de usar las presiones se emplean los pesos del vapor de agua, la humedad relativa puede representarse por la expresión:

$HR = \frac{P}{P_1}$ en la cual: P = Peso del vapor de agua en una unidad de volumen. (humedad absoluta).

P_1 = Peso del vapor de agua contenido en la misma unidad de volumen a saturación (contenido máximo de vapor de agua que es capaz de sostener la unidad de volumen a una temperatura dada).

Ejemplo: un metro cúbico de aire a la temperatura de 15°C contiene 11 gramos de vapor de agua. Si ese mismo volumen de aire a saturación puede contener 12.85 gramos de vapor de agua, cuál es la humedad relativa?

$$HR = 100 \times \frac{11}{12,85} = 85,6\%$$

La humedad absoluta cambia poco durante el día especialmente en épocas de invierno; es mínima en las primeras horas del día, debido a que existe condensación y máxima después del medio día debido a la evaporación del agua ocasionada por el calor del sol. La humedad relativa

varía durante el día en relación inversa a la temperatura puesto que como se anotó anteriormente, ella es la relación entre la presión actual de vapor de agua o humedad absoluta y la presión máxima que corresponde a la misma temperatura.

B. Métodos para conocer la humedad relativa

1. Los higrómetros

Son aparatos que permiten conocer la humedad relativa del aire por medio de la dilatación o contracción que algunos cuerpos experimentan al entrar en contacto con la humedad del ambiente en que se colocan.

El Higrómetro metálico o de espiral es un aparato que tiene una pequeña espiral en cinta de cobre muy sensible, recubierta en su cara exterior por una película de una sustancia muy higroscópica,

El Higrómetro de cabellos es un aparato que contiene un haz de cabellos desengrasados, uno de cuyos extremos va fijo y el otro se enrolla en una polea que acciona una aguja indicadora la cual se mueve delante de un dial con graduaciones.

2. Los Psicrómetros

Son aparatos fundamentales para determinar la humedad relativa del aire, dato fundamental en el secamiento, aireación y control de la calidad en el almacenamiento de los granos.

En general un psicrómetro consta de dos termómetros, uno de bulbo seco y otro de bulbo húmedo que permanece cubierto por una funda de muselina mojada, la cual se prolonga hasta llegar al interior de un pequeño depósito de agua, con el objeto de que haya un constante abastecimiento de agua al termómetro. El recipiente de agua debe estar más o menos a una distancia de 3 cms con respecto al termómetro, con el fin de que no llegue más agua de la que la corriente de aire puede evaporar, y evitar asi que el termómetro no baje lo suficiente debido a que el agua está a una temperatura próxima a la del aire; por otra parte, si

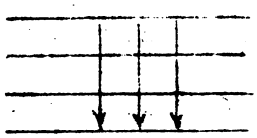
la cantidad de agua que llega no es la suficiente , la muselina se seca y el termómetro no se enfría lo suficiente.

Tanto en un caso como en el otro habrá una indicación de temperatura de saturación demasiado elevada y la humedad relativa que se deduzca será superior a la real.

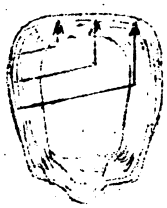
Una vez conocidas las temperaturas del bulbo seco y húmedo podemos conocer la humedad relativa haciendo uso de la carta psicrométrica o por medio de una reglilla de corredera que al hacer coincidir las lecturas nos da directamente el porcentaje de humedad.

C. Equilibrio de humedades entre el aire y el grano

Cuando el grano y el aire se ponen en contacto, con el tiempo se establece un equilibrio entre el contenido de humedad del grano y la humedad relativa del aire circundante. Debe quedar bien claro que éste equilibrio no es una igualación de cantidades físicas de humedad, sino un equilibrio de presiones o energía.



Presión del vapor de agua contenida en el aire.



Presión del vapor de agua contenida en el grano

Si la presión o energía del vapor de agua que existe en el aire es mayor que la que corresponde en equilibrio en el grano, el aire perderá humedad y el grano se humedecerá hasta que el equilibrio se restablezca, e inversamente cuando la energía del vapor del agua del grano es superior a la del aire el grano se secará hasta que el equilibrio se restablezca.

En esta forma se puede decir que si la humedad relativa del aire circundante en contacto con el grano, es mayor que la que corresponde en equilibrio al contenido de humedad del grano ; el aire perderá humedad y el grano se humedecerá hasta que el equilibrio se restablezca y si la humedad relativa del aire circundante en contacto con el grano es inferior en condiciones de equilibrio.

Al contenido de agua del grano, éste se secará y el aire se humedecerá hasta encontrar el equilibrio.

1.1 Niveles de equilibrio de humedades del aire y el grano

Con fines didácticos se presenta a continuación los contenidos de humedad de diversos granos en equilibrio con diferentes humedades relativas para temperaturas ambientales comprendidas entre 20°C y 30°C. Las cifras concernientes a la humedad relativa versus contenido de humedad se tomaron de una representación gráfica obtenida a través de puntos localizados a partir de los datos originales del ensayo.

NIVEL DE EQUILIBRIO ENTRE GRANOS CON DIVERSO CONTENIDO DE HUMEDAD Y AIRE CON HUMEDADES RELATIVAS DISTINTAS

Clase de grano y contenido de Humedad (b.h.)	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE									
	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
Arroz cáscara	9.8	10.3	10.9	11.5	12.2	12.9	13.7	14.7	15.8	17.6
Arroz descascarado	9.7	10.3	11.0	11.6	12.3	13.0	13.7	14.6	15.5	
Arroz semielaborado	10.6	11.3	11.9	12.6	13.3	14.0	14.7	15.8	16.9	
Arroz elaborado	10.9	11.6	12.3	13.1	14.0	14.7	15.4	16.5	17.7	
Sorgo	10.4	11.0	11.5	12.0	12.9	13.8	14.8	15.8	[illegible]	18.8
Maíz amarillo	9.0	9.7	10.4	11.2	12.1	13.1	14.1	15.4	16.8	19.2
Maíz Blanco	9.9	10.6	11.3	12.1	12.9	13.8	14.7	16.0	17.4	
Trigo	10.5	11.2	11.9	12.6	13.4	14.2	15.3	16.4	[illegible]	
Soya	7.5	8.0	8.6	9.3	10.4	11.6	13.2	14.8	16.9	19.
Fríjol común	10.4	11.0	11.9	12.8	14.0	15.2	16.9	18.6	[illegible]	
Cebada	10.2	10.8	11.4	12.1	12.8	13.5	14.6	15.8	17.6	19.5
Semilla algodón	7.3	7.8	8.4	9.1	9.6	10.1	11.5	12.9	16.2	19.6

2. Efecto de la Humedad del grano sobre el aire circundante

Es importante hacer notar que mientras no haya renovación permanente del aire que circunda al grano, predominará la humedad del grano sobre la del aire, lo cual permite que en lugares de alta humedad relativa se pueda almacenar granos siempre y cuando se tenga el cuidado de no exponer el producto a corrientes continuas de aire ambiente.

El ejemplo que se presenta a continuación nos demuestra en qué forma predomina la humedad del grano sobre la del aire.

En un metro cúbico de maíz desgranado, aproximadamente 0.6 del espacio está ocupado por el grano y 0,4 por el aire intersticial (mezcla de aire y vapor de agua). Si aceptamos que un metro cúbico de maíz con el 13% de humedad (b.h.) pesa 700 kgrms (70 kg de peso hectolítrico), en el maíz habrá 91 kilogramo de agua (13% de 700=91) y 609 kilogramos de materia seca.

El aire intersticial en condiciones de equilibrio con el 13% de humedad del grano y a la temperatura de 20°C, temperatura a que se supone está el maíz tiene una humedad relativa de 65%.

Hemos anotado en páginas anteriores que el contenido de vapor de agua que el aire puede sostener depende de la temperatura y encontramos que para una temperatura de 20°C un metro cúbico de aire puede contener 17.31 gramos de vapor de agua, así que podemos mediante una simple regla de tres calcular la humedad absoluta del aire cuando su humedad relativa es del 65%.

$$\frac{17.31}{x} \quad \frac{100}{65} \qquad x = \frac{17,31 \times 65}{100} = 11,25 \text{ gramos de vapor de agua por } m^3.$$

Luego los 0.4 de m^3 contendrán:

1 m^3 contiene 11,25 grm.

0,4 m^3 X

$$x = \frac{11,25 \times 0.4}{1} = 4,5 \text{ grms}$$

o sea 0,0045 kilogramos.

Resulta asi que el agua contenida en el grano (91 kgrs) es unas 20.222 veces mayor que el vapor de agua contenido en el aire intersticial.

$$\frac{91.000 \text{ gramos}}{4.5 \text{ gramos}} = 20.222$$

Si cambiamos las condiciones del aire ambiente y en lugar de un aire con 65% de humedad relativa tomamos un aire con 80% de humedad relativa a la misma temperatura de 20°C tenemos:

17,31 gramos	100
X	80

$$x = \frac{17,31 \times 80}{100} = 13,84 \text{ gramos de agua por } m^3$$

Los 0,4 de m^3 contendrán

13.84 x 0,4 = 5.5 gramos de vapor de agua o sea 0,0055 kgrs

Si comparamos las dos situaciones observamos que:

0,4 de m^3 de aire a 20°C y con 80% de H.R contiene 0,0055 kg

0,4 de m^3 de aire a 20°C y con 65% de H.R contiene 0,0045 kg
diferencia 0,0010 kg

De lo anterior podemos deducir que el aire con 80% de H.R al ponerse en contacto con el grano, rebajará su humedad relativa hasta el 65% que es el equilibrio ya que el grano absorberá los 0,0010 kgrs de agua sin aumentar sensiblemente su humedad.

3. La humedad relativa y el desarrollo de los mohos

Una vez entendida la condición de equilibrio entre la humedad en el grano y la del aire que lo rodea, se puede entrar a analizar la relación que existe entre la humedad relativa y la facilidad de desarrollo de los mohos en los granos.

Los mohos se encuentran presentes en todos los granos y su crecimiento es la causa principal del rapido deterioro de estos, pero para que los mohos crezcan se necesitan condiciones apropiadas de temperatura y humedad; si se ejerce control sobre uno cualquiera de estos factores se conseguirá el efecto deseado.

La lógica nos indica que el método a seguir es el de llevar el contenido de humedad del grano a un nivel tal en el cual los mohos no puedan multiplicarse; se debe tener en cuenta que la humedad relativa del aire establece un equilibrio con el contenido de humedad del grano, por lo tanto en condiciones normales de temperatura es realmente la humedad relativa del aire la que influye en que los mohos se reproduzcan o nó y en la rapidez con que lo hagan.

4. El valor de la humedad relativa por encima de la cual se favorece su propagación es el de 75%. Sin embargo, en almacenamientos prolongados se ha comprobado que existen hongos que se desarrollan con humedad relativa del 65%.

El contenido de humedad de los granos y la humedad relativa en equilibrio es diferente para cada grano; sin embargo se ha demostrado que existe en la humedad relativa un valor común para todos los granos debajo del cual no existe propagación de mohos. Este valor es aproximadamente el de 60% y se le denomina nivel seguro de almacenamiento.

Si nos remitimos al cuadro en donde se especifica el contenido de humedad de los granos para que se establezca el equilibrio con un aire que tenga una H.R de 60% vemos que es bastante bajo lo cual presenta algunas limitaciones para su aplicación práctica, ya que en algunas oportunidades el secamiento excesivo del grano perjudica la calidad comercial del producto como por ejemplo en el fríjol.

ALGUNOS PRINCIPIOS SICROMETRICOS

ALGUNOS PRINCIPIOS SICOMETRICOS

A. La psicrometría

Es la parte de la termodinámica relacionada con el estudio de las características, comportamiento y procesos de las mezclas de aire y vapor de agua.

Cuando se eleva la temperatura de un cuerpo tienen lugar fenómenos muy diversos; generalmente los gases (aire), sólidos y líquidos se dilatan, existiendo de ordinario una transmisión de calor. El estudio de estos fenómenos y el de los cambios de energía que tienen lugar a la transmisión de calor constituyen el objeto de la termodinámica.

Es esencial que la distinción entre cantidad de calor y temperatura sea interpretada con toda claridad. Estas expresiones suelen, generalmente confundirse en la vida ordinaria. Supongamos dos recipientes, uno de los cuales contiene una pequeña y otro una gran cantidad de agua; si las colocamos sobre dos mecheros de gas indenticos y los calentamos durante el mismo tiempo es evidente que, al cabo de este tiempo la temperatura de la pequeña cantidad de agua se haya elevado más que la de la grande. En este ejemplo se ha suministrado la misma cantidad de calor a cada recipiente de agua pero el aumento de temperatura no es el mismo en los dos casos, en razon de la diferencia de masas

1. Conceptos básicos sobre calor sensible y calor latente. Se sabe que la materia puede existir en estado sólido, líquido o gaseoso. Así, el agua existe en estado sólido (hielo), en estado líquido y en estado gaseoso (vapor).

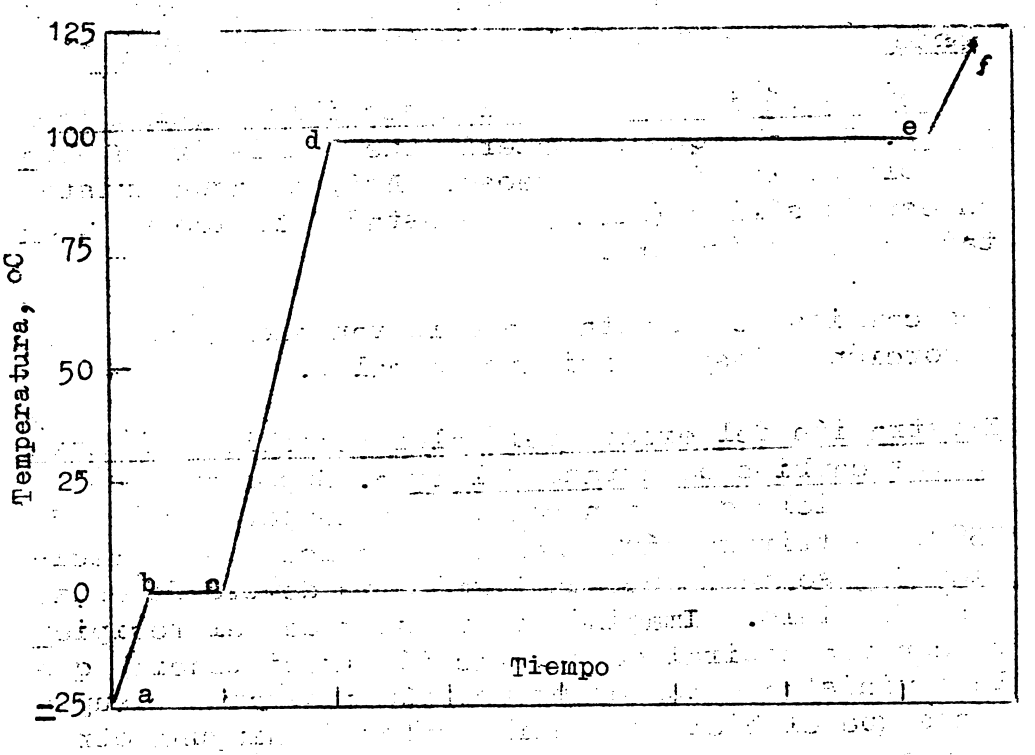
   Los cambios de un estado a otro van acompañados de absorción o desprendimiento de calor.

2. Ilustración del efecto del calor sensible y latente en los cambios de estado del agua. Supongamos que se toma hielo de una nevera, cuya temperatura es de -25°C, se tritura rápidamente, se coloca en un recipiente y se introduce un termómetro dentro de esta masa de hielo. Imaginémos que se rodea el recipiente con una espiral de calefacción (resistencia) que le suministra calor en proporción constante y supongamos que el hielo no recibe calor de ninguna otra fuente.

Se observará que la temperatura del hielo aumenta continuamente como se indica en la gráfica adjunta, entre los puntos a y b , o sea, hasta que la temperatura ha llegado a 0°C. Tan pronto como se ha alcanzado esta temperatura, se observará algo de de agua líquida en el recipiente. En otras palabras el hielo comienza a fundirse. La fusión es un cambio de estado de sólido a líquido, sinembargo, el termómetro no indicará aumento de temperatura y aunque se suministre calor en la misma proporción que anteriormente, la temperatura permanecerá a 0°C hasta que todo el hielo se haya fundido.

Tan pronto como se haya fundido la última porción de hielo, la temperatura comienza a elevarse de nuevo en proporción constante, desde c hasta d (ver figura). Cuando se haya alcanzado la temperatura de 100°C (punto d), comenzarán a escapar de la superficie líquida burbujas de vapor; o sea el agua comienza a hervir. La temperatura permanecerá constante en 100°C hasta que todo el agua haya desaparecido, d á e ha tenido otro cambio de estado pasando el agua de estado líquido al gaseoso.

3. .. Representación gráfica.



La temperatura permanece constanteddurante cada cambio de estado.

La cantidad de calor que ha de suministrarse a una sustancia para cambiar de estado sin causar aumento de temperatura se conoce con el nombre de calor latente. En el gráfico se identificaría como la cantidad de calor agregado durante el tiempo transcurrido entre b y c (calor de fusión) y entre d y e (calor de vaporización el cual permanecerá involucrado en la mezcla de vapor de agua y aire.

El aumento de temperatura para alcanzar el punto de fusión y el punto de ebullición se conoce como calor sensible, que para nuestro gráfico será el calor agregado entre los puntos a y b y posteriormente entre c y d.

4. Métodos por medio de los cuales se comunica el calor. Existen tres métodos de comunicar el calor:

Conducción Si una cuchara metálica se coloca sobre una llama o dentro de un recipiente que contiene un producto caliente, el otro extremo o mango de la cuchara se va calentando cada vez más, aunque no está en contacto directo con la llama. Decimos entonces que el mango de la cuchara se calentó por conducción del calor a través de la sustancia que forma la cuchara.

Convección La expresión convección se aplica a la propagación del calor de un lugar a otro por un movimiento real de la sustancia caliente. Son ejemplos de esto la calefacción de una casa por circulación de aire caliente proveniente de una estufa. Si la sustancia caliente es obligada a moverse por un ventilador o una bomba, el proceso se denomina de convección forzada. Si la sustancia se mueve a causa de diferencias de densidad, se denomina convección natural o libre.

Radiación Cuando colocamos la mano en contacto directo con un radiador de calefacción de agua caliente, el calor alcanza la mano por conducción a través de las paredes del radiador. Si la mano se mantiene ahora encima del radiador, pero no en contacto con él, el calor alcanza la mano por medio de un movimiento de convección hacia arriba de las corrientes de aire. Si se coloca la mano a un lado del radiador todavía se calienta aún cuando la mano

no esté en la trayectoria de las corrientes de convección. El calor que alcanza ahora a la mano es por radiación.

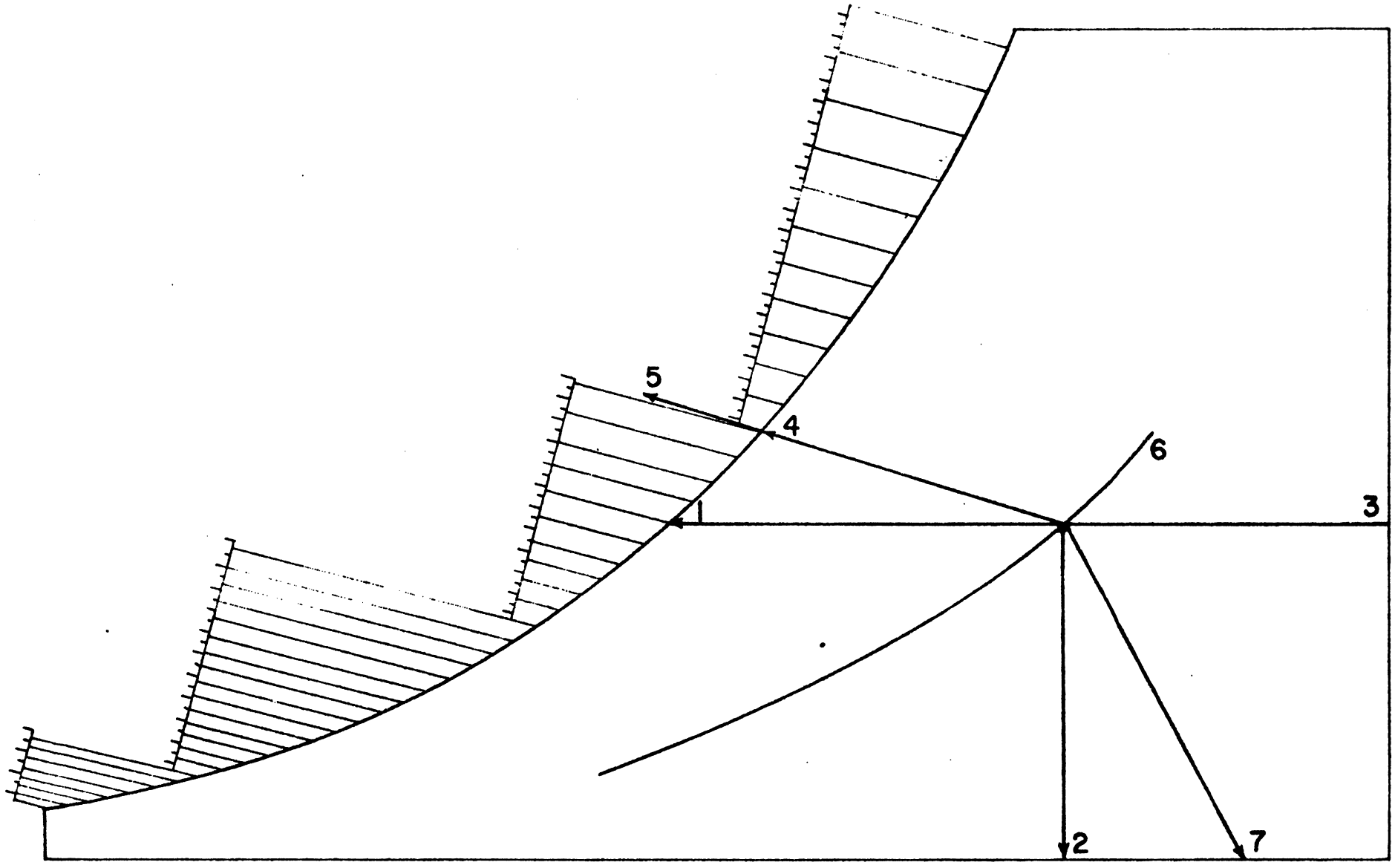
El proceso de secamiento de los granos se realiza por el método de convección, esto es, mediante el desplazamiento de la masa de aire calentado, a través del lecho de sólidos (masa de grano dentro del secador). Naturalmente se presentan en dicho proceso, las otras dos formas de comunicación de calor, pero su incidencia es tan pequeña que no se tiene en cuenta.

Las nociones hasta aquí descritas nos facilitan básicamente el conocimiento y comprensión de algunos de los varios conceptos comprendidos en el estudio de la carta psicrométrica, la cual veremos a continuación.

B. La carta psicrométrica

1. Definición. La carta psicrométrica resume una familia de líneas, representadas por una serie de gráficas superpuestas dentro de un sistema de coordenadas rectangulares. Estas gráficas han sido construídas en forma tal que expresen un conjunto de relaciones complejas existentes entre una masa de aire y vapor de agua, sometida a una presión normal; considerada a través de una escala de temperatura (abcisa) y tomando la humedad absoluta del aire como la ordenada, graduada en una escala normal.

Su importancia radica en que mediante la utilización de dos parámetros a saber: Bulbo húmedo y Bulbo seco, definidos en la carta, podemos conocer automáticamente, la totalidad de las características de la mezcla aire-vapor de agua, para tales condiciones. Bases éstas que nos permiten en lo que a nuestro interés se refiere establecer la forma adecuada del empleo del aire en los procesos de aireación y secamiento de los granos, y así mismo visualizar su resultado.



Esquema sencillo de una carta psicrométrica con los diferentes datos que en ella se pueden hallar.

a. Temperatura del punto de rocío, condensación o saturación.
b. Temperatura del bulbo seco (temperatura del aire ambiente).
c. Humedad absoluta del aire.
d. Temperatura del bulbo húmedo.
e. Entalpía o calor total de aire.
f. Humedad relativa.
g. Volumen específico.

2. Temperatura del bulbo seco (t.b.s.). La adición de calor sensible aumenta la temperatura del material. Este calor sensible se mide con un termómetro ordinario o de ampolleta seca.

3. Temperatura del bulbo húmedo t.b.h.). Es la registrada por el termómetro cuyo bulbo se cubre con una muselina húmeda y se pone en contacto con una corriente de aire de velocidad constante. Nos permite encontrar la cantidad total de calor de una mezcla de aire y vapor de agua.

Al hacer pasar aire a través de la muselina húmeda se presenta un proceso de evaporación. El calor necesario para tal evaporación tiene que suministrar el aire. Lo anterior reduce lo contenido de calor sensible del aire y por consiguiente su temperatura, pero a la vez aumenta el contenido de calor latente de la mezcla de aire y vapor de agua exactamente en la misma proporción. Este proceso se llama saturación adiabática (calor total constante). En la capa de aire que rodea el termómetro de bulbo húmedo se presenta una saturación adiabática y ofrecerá por lo tanto una medida directa del contenido térmico total de la mezcla del aire y vapor de agua.

4. Temperatura del punto de rocío (t.p.r.). Temperatura a la cual se inicia la condensación de la humedad contenida en el aire cuando este se enfría.

5. Humedad absoluta. Es el peso del vapor de agua contenido en un volumen o en un peso determinado de aire, para los fines de la carta psicrométrica se mide en gramos de humedad por kilogramo de aire seco.

6. Volumen específico. Es el volumen ocupado en metros cúbicos por una mezcla de aire y vapor de agua por kilogramo de aire seco para una temperatura determinada.

7. Calor total o Entalpía. Es la suma del calor sensible más el calor latente contenido en un cuerpo; como el aire atmosférico contiene cantidades variables de vapor de agua, el calor latente de este vapor se debe sumar al calor sensible de la mezcla de aire y vapor de agua con el objeto de obtener el calor total de la mezcla o Entalpía.

8. Forma de usar la carta psicrométrica. Haciendo uso de los datos que nos pueda suministrar un psicrómetro podemos conocer todas las características del aire ambiente mediante el manejo de una carta psicrométrica. Con dos datos cualesquiera que se tengan se puede obtener las demas características del aire; tales como la humedad relativa; humedad absoluta; volumen específico, Entalpía, punto de rocío etc.

Ejemplo ilustrativo - Primera parte.

Mediante la lectura de los datos que nos suministra un psicrómetro tenemos:

Temperatura del bulbo seco = 25°C
Temperatura del bulbo húmedo = 21°C

Se pide encontrar en la carta psicrométrica:

a. La temperatura del punto de rocío
b. La humedad absoluta
c. El volumen específico
d. La Entalpía
e. La humedad relativa

Desarrollo En la parte inferior de la carta localizamos la temperatura del bulbo seco 25°C.

Sobre la curva de saturación (última curva de la izquierda de la carta). Localizamos la temperatura del bulbo húmedo 21°C. Subimos por la línea vertical del bulbo seco, hasta encontrar la línea oblicua que corresponde a la lectura del bulbo húmedo. Ver gráfico anexo.

Encontramos el punto A, el cual tiene las siguientes características:

Está sobre la cuarta curva de izquierda a derecha a partir de la curva de saturación que corresponde al 71% de humedad relativa.

Coincide su posición sobre una línea horizontal la cual nos permite conocer en su extremo derecho la cantidad de agua en gramos de humedad que contiene el aire por kilogramo de aire seco (14.1 kilogramos x Kgr de aire seco), o sea la humedad absoluta.

Al extremo izquierdo de la misma línea y sobre la curva de saturación encontramos un valor en grados centígrados que se conoce como la temperatura del punto de rocío (19.1°C), que nos indica la temperatura a la cual el agua que contiene ese aire en forma de vapor se condensa.

En la parte izquierda de la carta y por fuera de la curva de saturación, encontramos una escala que nos indica el calor total o Entalpía que contiene el aire en el punto A, expresado en unidades calóricas (19 kilocalorías por Kgr de aire seco), es decir la cantidad de kilocalorías que necesita un kilogramo de aire para aumentar en 1°C su temperatura. A presión normal el calor específico del aire es igual a 0,241 kilocalorías por kilogramo de aire seco.

El volumen específico es decir el volumen que ocupa un kilogramo de aire en las condiciones anotadas es de 0.863 metros^3 por kilogramo de aire.

Segunda parte

Si el aire del ejemplo anterior lo sometemos a calentamiento hasta una temperatura de 50°C tenemos los siguiente:

La humedad absoluta y el punto de rocío no varían, por cuanto nos desplazamos por sobre la misma línea horizontal hasta encontrar la línea vertical del bulbo seco, que nos determina la localización del punto B.

Al calentarse el aire, este se dilata y adquiere una mayor capacidad de absorción de vapor de agua, como también su calor total aumenta ya que lo hemos calentado.

Las nuevas condiciones serían:

Humedad relativa = 18%
Temperatura del bulbo húmedo = 27,5°C

Volumen específico = 0,934 m^3 por kg de aire seco
Entalpía = 25.3 kilocalorías por kgr de aire seco

El calor agregado se encuentra por simple diferencia entre la Entalpía del aire caliente y la Entalpía del aire inicial o ambiente que para nuestro ejemplo es de 25.3-19 = 6,3 kilocalorías por kgr de aire seco.

Tercera parte Si el aire una vez calentado lo ponemos en contacto con un producto que esté húmedo por ejemplo cualquier grano con 20% de humedad el cual no está en equilibrio con las condiciones del aire, el aire absorberá agua del grano y se la llevará en forma de vapor, lo cual supone una saturación parcial de este aire que para efectos del ejemplo lo llamamos aire exhausto.

Suponemos que el aire una vez haya atravesado la masa de grano húmedo sale con las siguientes condiciones las cuales las podemos determinar nuevamente por medio de un psicrómetro.

Temperatura del bulbo seco 30,5°C
Temperatura del bulbo húmedo 27,5°C

Como se puede observar la temperatura del bulbo húmedo no varía debido a que se sucede un secamiento adiabático es decir a calor constante, en el cual el calor sensible del aire permite que el agua del grano se evapore, este vapor de agua lleva consigo ese mismo calor en forma de calor latente el cual se incorpora nuevamente al aire.

El nuevo punto C encontrado tiene las siguientes características:

Humedad relativa = 81%
Humedad absoluta = 22,5 gramos por kgr de aire seco
Volumen específico = 0,89 m^3 por kg de aire seco
Temperatura del punto de Rocío = 26,8°C

La humedad extraída del grano se determina por la simple diferencia de humedades absolutas del aire antes y después de la operación (secamiento).

Humedad absoluta inicial = 14,1 gramos por kg de aire

Humedad absoluta final = 22,5 gramos por kg de aire
Diferencia 8,4 gramos por kilogramo de aire seco

Cuarta parte Si se desea saber la eficiencia en la utilización del calor como medio para extraer humedad del grano; tenemos que considerar los puntos siguientes:

Se partió de la base de un secamiento Adiabático es decir a bulbo húmedo constante, pudiendo este aire extraer agua del grano hasta un punto tal en en el cual la temperatura del bulbo seco, la temperatura del punto de rocío y la temperatura del bulbo húmedo sea la misma, es decir 27.5°C, a esa temperatura el aire se encuentra saturado y su contenido máximo de vapor de agua es de 23.7 gramos por kilo de aire seco.

El aire al iniciarse la operación ya contenía 14.1 gramos de agua por lo tanto podemos decir que el máximo de agua que podemos extraer con nuestro aire caliente es de 9.6 gramos por kilo de aire seco.

Si tenemos encuenta que nuestro aire solo extrajo 8.4 gramos de agua hacemos una simple relación para calcular la eficiencia en la utilización de nuestro calor del aire.

9.6 gramos es el 100% de agua que podemos extraer 8.4 gramos qué porcentaje será?

$$\frac{8.4 \times 100}{9.6} = 87.5\%$$

EL SECAMIENTO

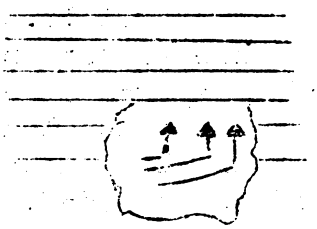
EL SECAMIENTO

El agua se extrae del grano por evaporación en el aire con poder desecante (sediento) que lo rodea, el cual la aleja de aquel y debe renovarse en forma permanente para lograr el secamiento.

A. Algunos principios básicos en el secamiento de granos

Cada líquido tiene su propia presión de vapor que tiende a producir la evaporación del líquido. La evaporación tiene lugar cuando la presión de vapor del líquido excede la correspondiente a la resistencia de la presión presentada por el aire que lo rodea. Entonces, la mayor cantidad de evaporación se logrará cuando exista una gran diferencia entre éstas dos presiones.

4.1.1 Como funciona el aire desecante. Para lograr un secamiento efectivo (evaporación) es necesario alcanzar como se dijo anteriormente, la mayor diferencia entre la presión de vapor de la humedad contenida en el grano y la presión presentada por el aire.



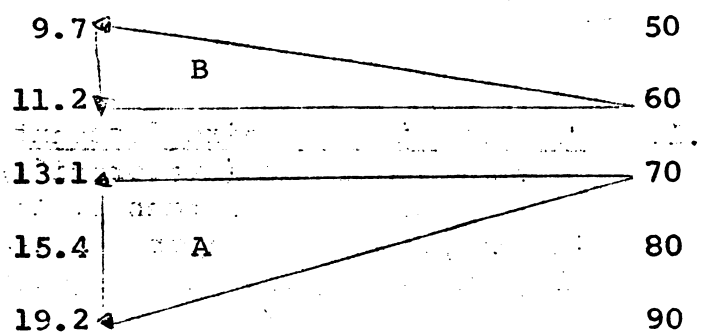
La diferencia en las presiones depende de las condiciones ambientales debido a que el aire atmosférico contiene humedad en forma de vapor de agua proveniente de la respiración de plantas, animales y de la evaporación de ríos, lagos etc.

Esta situación es la que nos obliga, en la mayoría de los casos, a efectuar el calentamiento del aire el cual al no adicionarle humedad permite bajar la presión de vapor del aire, creando un aire "sediento" que absorve efectivamente la humedad del producto que entre en contacto con él. Entonces el principal fundamento del secamiento es asegurar un contínuo paso de aire caliente (sediento) a través de productos con una presión de vapor mayor o sea en desequilibrio con la del aire.

Debemos recordar que existen equivalencias para las presiones de vapor de humedad en el aire y contenido de humedad en los granos que nos permite establecer en forma cuantitativa condiciones de equilibrio entre la humedad relativa del aire y el contenido de humedad del grano.

Para el caso del maíz tenemos por ejemplo los siguientes datos:

Humedad del maíz (b.h)%	H.R. del aire %
9.7	50
11.2	60
13.1	70
15.4	80
19.2	90



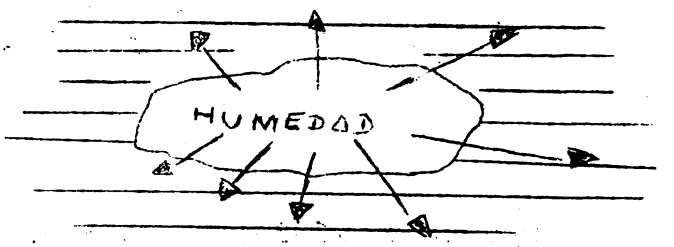
1. Si el maíz con el 19.2% de humedad lo exponemos a una corriente permanente de aire con 70% de humedad relativa, el agua del grano se evaporará hasta el punto en el cual se restablezca el equilibrio entre la humedad relativa del aire y el contenido de humedad, del grano (13.1%) ; [illegible] secamiento.

2. Si el maíz con 9.7% de humedad lo ponemos en contacto con una corriente de aire que tenga 60% de humedad relativa, parte del agua que en forma de vapor contiene el aire se incorpora en el grano hasta restablecer el equilibrio correspondiente (11.2%); el grano se humedece.

Entonces podemos decir, que aire con capacidad desecante, es aquel cuya humedad relativa es inferior a la que corresponde en equilibrio para un grano determinado con un contenido también determinado de humedad.

Teóricamente el proceso parece muy simple: Al calentar un producto que contiene agua ésta se evapora y desaparece, y cuanto más alta sea la temperatura que se aplique, tanto mas rápidamente desaparecerá la humedad.

Es decir, que existe la necesidad de calentar el producto que se va a secar. El calentamiento del producto a secar aumenta la presión de vapor de la humedad contenida. Este calentamiento aumenta la diferencia entre la presión de vapor de la humedad en el producto y el aire externo; con ésto se alcanza gran promedio y rapidez.



Cuando el producto se calienta, la humedad interna va al exterior siendo evaporada y transportada por el aire desecante pero al llevar a la práctica esta sencilla teoría, en especial cuando se trata de secar granos, el proceso se complica puesto que hay un sinnúmero de factores que limitan su aplicación.

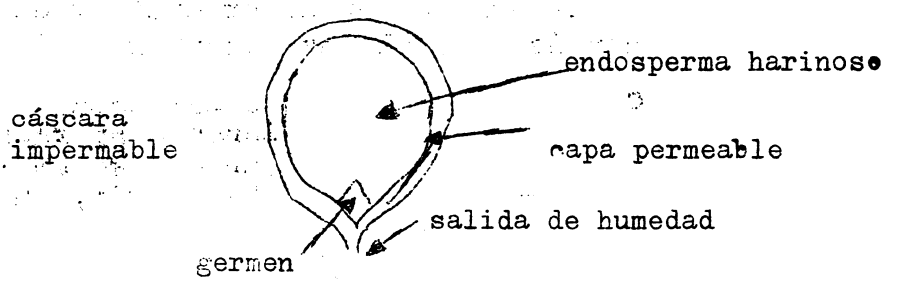
B. <u>Control de la calidad durante el secamiento</u>

Se deben tener en cuenta cuando se realiza el proceso de secamiento, algunos factores que afectan la calidad del producto, los cuales es necesario entrar a analizar.

1. Rata de difusión. Se entiende por tal la velocidad con que se desplaza el agua contenida en el grano, la cual está sujeta a limitaciones de varias ordenes. Con el calor se desarrollan fuerzas internas dentro del grano que hacen migrar la humedad; si se trata de acelerar esta migración mas allá de cierto límite (por medio de altas temperaturas, mucho aire caliente y tiempos de retención muy cortos) el agua puede pasar a través del pericarpio del grano y resquebrajarlo.

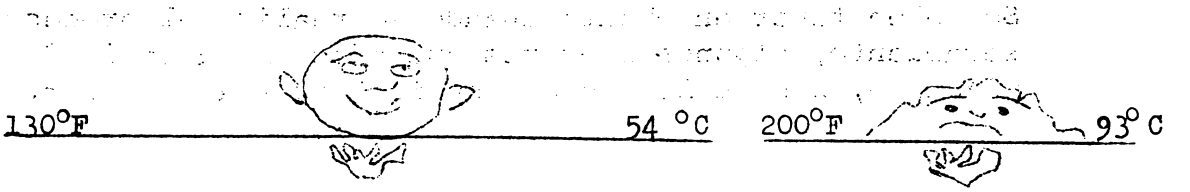
2. Remoción de la humedad interior. El pericarpio o envoltura de los granos es impermeable, el verdadero control de la calidad en el secamiento consiste, en que la humedad interna se traslade a través del endosperma o capa porosa hasta encontrar la capa impermeable y de allí se deslice hasta la punta del grano (especie de cordón umbilical presente en todos los granos por donde recibieron su alimento y humedad) para ser evaporada en debida forma.

Ejemplo: En un grano de maíz tenemos las siguientes características.



3. Temperatura física del grano. Para mantener la calidad del grano su temperatura (diferente de la temperatura del aire) no debe exceder de 54°C (130°F). En general se puede decir que todo producto tiene una temperatura límite mas allá de la cual no debe pasarse.

Así por ejemplo, en el caso del arroz que es un grano de los más delicados, la temperatura física del grano no debe exceder de 45°C.



Temperaturas de secamiento mayores pueden usarse si el calor se aumenta de acuerdo al aumento de humedad por evaporarse. Esto es si el calor se usa como calor latente en evaporación.

Se puede concluir hasta ahora, segun los puntos analizados, que la temperatura de secamiento debe estar inter-relacionada con el tiempo de secamiento y el contenido de humedad del grano. Es sabido que mientras mas seco esté el grano mas alta es la temperatura que puede soportar sin perder poder germinativo.

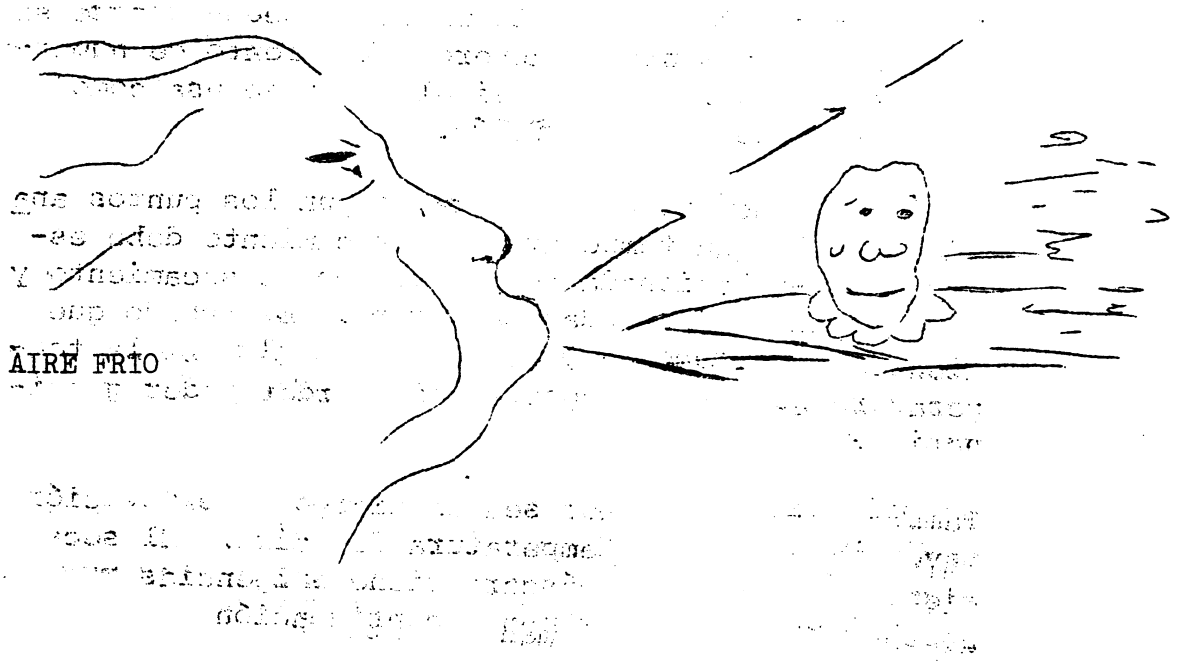
También mientras menos sea el tiempo de exposición, mayor podrá ser la temperatura del aire. El secamiento del arroz en cáscara tiene exigencias muy especiales que se resumen a continuación:

a) Si el secamiento se hace en un solo pase, la temperatura no debe pasar de 37,8°C en el aire desecante.

b) Si el secamiento se hace por etapas o en varios pases dejando períodos de reposo o temple, se usan temperaturas mayores que varían segun el contenido de humedad del grano y la humedad del ambiente. En forma adjunta el estudiante encontrará un compedio de tablas con diversas temperaturas de secamiento para arroz. Cuando este tiene contenidos distintos de humedad y condiciones ambientales también distintos.

4. <u>Enfriamiento del grano</u>. Para mantener la calidad del grano es necesario el enfriamiento una vez que el grano se haya secado y esto es particularmente importante cuando el grano se va a almacenar por algun tiempo.

El proceso de enfriamiento es similar al de secamiento. El aire a la temperatura ambiente pasa a través del producto, el cual pierde calor. Este calor es transferido al aire aumentando su temperatura y bajando la temperatura del producto. La temperatura del producto alcanza un valor más bajo debido a la evaporación de humedad adicional.



Cuando el grano se almacena caliente, el calor residual continúa produciendo la migración de humedad desde el centro hasta la superficie de los mismos granos hasta que su temperatura se iguale a la del medio ambiente. Durante este período, la humedad en la superficie del grano y la temperatura elevada son el campo ideal para la fermentación y formación de mohos. Es importante anotar que para conservar una óptima calidad del grano, es necesario hacer un lento enfriamiento en forma lenta o de lo contrario se corre con el riesgo de requebrajamiento del producto.

C. Métodos de secamiento

Existen diversos métodos mediante los cuales podemos eliminar el exceso de agua que contienen los granos, con el fin de hacerlos comercialmente aptos.

1. Secamiento en el campo. Debemos recordar que el clima ejerce su influencia en el contenido de humedad de los granos en todas sus fases: antes de la recolección, durante la recolección y durante el almacenamiento. El hombre solo puede controlar esta influencia durante el período de almacenamiento; antes de la recolección poco puede hacer, salvo elegir el mejor momento para hacerla.

El secamiento en el campo conocido mas comunmente como secamiento natural, precisamente por los factores antes anotados, es muy incierto en los países tropicales

Este tipo de secamiento se puede definir diciendo que es aquel que ocurre en el período comprendido entre la madurez del grano y la recolección del mismo. Si las condiciones del tiempo son favorables el grano dejado en el campo sin cosechar llegará a equilibrar su contenido de humedad, con la humedad relativa del aire ambiente.

El secamiento en el campo es relativamente el mas económico de todos, pero además de las limitaciones que se deducen de las condiciones de equilibrio de humedad las cuales en la mayoría de los casos no permiten que los granos lleguen a un contenido de humedad que garantice su almacenamiento sin peligro, existen otras que impiden prolongar o posponer el período de recolección tales como:
a) Las lluvias extemporaneas; b) la necesidad de preparar el terreno para los cultivos siguientes; c) el crecimiento de malas hierbas; d) el ataque de pájaros e insectos; e) la propensión de algunas variedades al volcamiento y desgrane, y f) la necesidad de vender el producto.

2. Secamiento en patios al sol. Es un sistema de secamiento que presenta múltiples inconvenientes principalmente por la dificultad que existe en controlar las condiciones ambientales. Algunas veces cuando el tiempo lo permite se puede hacer uso de éste método.

Los principales inconvenientes que presenta este sistema los enumeramos a continuación:

a. El grano debe colocarse en capas de poco espesor (10 cm en promedio o menos) lo cual exige superficies considerables. Como ejemplo se pude decir que para secar un bulto al sol se requieren 2 metros cuadrados de patio.

b. El peligro de daño por lluvias ocasionales es permanente.

c. El grano requiere atención constante para cambiarlo de posición y evitar su deterioro.

d. Requerimiento de gran cantidad de mano de obra lo que hace costoso el proceso.

e. Al no poderse tener control sobre las condiciones del medio ambiente se está sujeto también a altas temperaturas que pueden perjudicar la calidad del grano.

f. Los métodos utilizados para cambiar de posición el grano ocasionan roturas.

Las anteriores consideraciones hacen que auncuándo este sistema de secamiento parezca más económico, resulte en la mayoría de los casos poco beneficioso por las pérdidas que resultan debido al desmejoramiento de la calidad del producto.

3. Ventilación natural. El movimiento del aire se origina en las diferencias de temperatura de los vientos lo cual ocasiona corrientes de intensidad variable, que se pueden aprovechar haciendolas pasar a través de una masa de grano. El grano sometido a éste proceso llega a perder humedad solamente cuando el aire que circula a través de él está más seco que el aire que está en contacto con el grano.

Existen diversos tipos de instalaciones que permiten utilizar estas corrientes de aire, siendo los más comunes los de forma rectangular y cilíndrica para lo cual se les acondicionan pisos perforados, claraboyas túneles etc. Este sitema es mas de acondicionamiento de grano húmedo, que de secamiento para almacenar por largos períodos, ya que en períodos de lluvias el grano puede tomar cantidades perjudiciales de agua.

4. Aireación o aire atmosferico mecanicamente impulsado o succionado. El aire atmosférico, por naturaleza es un medio que seca lentamente debido a que sus temperaturas son relativamente bajas. Por consiguiente no debe esperarse un secamiento rapido cuando se utiliza aire sin calentar, además se debe tener en cuenta que en climas tropicales como el de Colombia las

condiciones atmosféricas con humedades relativas superiores en su mayoría a 65%, dificilmente sirve para extraer humedad de productos que se van a almacenar.

Se puede considerar en terminos generales que la aireación con aire sin calentar se utiliza con propósitos distintos a los del secamiento, siendo aprovechada con mayores ventajas para los siguientes fines: a) mantener en condiciones apropiadas los granos cosechados húmedos hasta que estos puedan ser secados, b) evitar desmejoramientos de la calidad al permitir mantener en condiciones apropiadas los productos durante los períodos de reposo, cuando el proceso de secamiento es por etapas. c) extraer el calor del grano cuando éste es cosechado húmedo o secado. d) permitir mantener los productos almacenados en condiciones normales de temperatura. c) eliminar olores objetables o residuos de fumigantes. y f) permitir la aplicación de fumigantes.

5. Aire calentado y forzado o succionado a través del grano. El término aire calentado se refiere al aire cuya temperatura se ha elevado con el suministro artificial de calor para comunicarle energía térmica disponible para el secamiento.

El calentamiento del aire significa obtener humedades relativas inferiores a las que en equilibrio corresponden para un determinado contenido de humedad del grano que se quiere secar.

Aire calentado y forzado quiere decir, aire sometido a presión por un abanico y con energía térmica aplicable al secamiento.

Este método de secamiento puede usarse con cualquier condición de tiempo y por ser regulables la temperatura, la cantidad de aire que se hace pasar por el grano y el tiempo que el grano permanece en contacto con el aire desecante, permite llevar adelante operaciones satisfactoriamente controladas.

Anexo

ALGUNOS ASPECTOS IMPORTANTES QUE DEBEN CONSIDERARSE EN EL SECAMIENTO DE ARROZ

Número de veces que se debe pasar el grano por el secador

Para arroces que superen un contenido de humedad del 20% se hace necesario pasarlo cuatro veces por el secador.

El proceso es el siguiente:

Primer secamiento. Extraer la humedad por encima de 19 por ciento

Segundo secamiento. Extraer de un 2 a 3 por ciento del contenido de humedad.

El tercero y cuarto secamiento. Extraer de 1 a 2 por ciento del contenido de humedad.

La capacidad de muchos secadores se reduce cuando se usa este procedimiento con arroces de alto contenido de humedad inicial, por lo cual en algunos casos se trata de secar el arroz en una sola etapa, utilizando aire de secamiento a baja temperatura.

Tiempo que debe permanecer el Arroz dentro del secador

Para arroces con contenido de humedad hasta 23 por ciento se sugiere aumentar el período de secamiento en 9 minutos por cada 1% que aumente el contenido de humedad.

Ilustración:

Para humedades de %	Tiempo de duración minutos
23	30
24	39
25	48
26	57
27	66
28	75
29	84
30	93

Tiempo adecuado de reposo entre los secamientos

La mejor manera de evitar que el arroz se "queme" por exceso de humedad, consiste en disminuir el período de reposo entre los secamientos. No es recomendable la práctica deliberada de permitir que aumente

la temperatura del arroz en silos durante el período de reposo.

La capacidad máxima del secador se alcanza cuando el arroz se envía a a un silo tan pronto como la humedad de la cáscara se ha removido. Mientras el arroz está en el silo, la humedad interior migrará a la cáscara seca.

El equilibrio se alcanza usualmente entre las 12 y 24 horas y el grano estará entonces listo para la nueva etapa de secamiento. En general para humedades altas, el segundo secamiento deberá realizarse mas pronto que los siguientes. Esto se debe al "calor de secamiento" que queda en el grano después de la primera etapa.

Contenido de humedad hasta el cual debe secarse el Arroz

Para arroces que se almacenen por mas de seis meses, el contenido de humedad no debe sobrepasar el 13% .

Debido a que el arroz que sale del secador no es uniforme en su contenido de humedad es necesario secar el grano hasta que la humedad promedia se encuentre por debajo del 13% para evitar que en lote no hayan porciones con humedad excesiva.

En un lote se encuentran comunmente variaciones entre 1 y 2 por ciento de humedad.

Comportamiento en el secamiento de diferentes variedades de arroz

Varios factores relacionados entre si, tales como tamaño del grano, consistencia y espesor de la cáscara, afectan la velocidad a la cual una variedad perderá la humedad. Las pruebas de laboratorio sobre cuatro variedades, demostraron que el Blue Bonnet es el que más fácilmente pierde humedad; luego siguen el Rexoro y el Zenith.

Deberá enfriarse el Arroz después del secamiento?

Probablemente no se obtiene ninguna ventaja al enfriar el grano entre secamientos, a no ser que se proyecte prolongar fuera de lo usual la iniciación de la próxima etapa.

Si el arroz va a almacenarse, deberá enfriarse con el aire frío después del último secamiento. En enfriamiento final deberá hacerse de preferencia, cuando la humedad ambiente se encuentre bajo el punto de saturación. No se registra aumento en el contenido de humedad del grano cuando la temperatura del arroz se halla por encima de la temperatura atmosférica.

Varios ensayos han comprobado que el arroz seco pueda enfriarse rápidamente a 4.5°C en un secador con aire frío sin detrimento de la calidad molendera.

TEMPERATURAS OPTIMAS DEL AIRE PARA EL SECAMIENTO DEL ARROZ EN CASCARA

Tablas guias expresadas en grados centígrados, para la selección de las temperaturas óptimas del aire para secamiento del arroz, en relación con el contenido de humedad del grano y las condiciones atmosféricas.

La serie de tablas contempla temperaturas atmosféricas que van de 15.6°C a 37.2°C, con intervalos entre si de 0.6°C; por lo tanto la amplitud de la escala considera prácticamente todos los casos posibles de temperatura para nuestro medio.

INSTRUCCIONES PARA EL USO DE LAS TABLAS

Es imprescindible conocer: a) la temperatura del aire exterior; b) estado higrométrico del aire; y c) la humedad del arroz al entrar en el secador.

a. Para conocer la temperatura del aire exterior debemos hacer uso de un termómetro común, con graduación de 0 a 50°C o bien utilizar el termómetro de bulbo seco de Psicrómetro.

b. La determinación de la humedad del aire atmosférico o estado higrométrico se puede conocer por medio de un higrómetro que nos da directamente la humedad ambiente, o indistintamente por un Psicrómetro compuesto por un termómetro de bulbo seco y otro de bulbo húmedo.

   Las tablas adjuntas permiten la utilización de cualquiera de estos dos instrumentos, ya que tiene los valores para porcentaje de humedad y los valores para el bulbo húmedo.

c. Determinación de la humedad del arroz con cualquier clase de probador de humedad.

   Con los datos obtenidos a), b) y c) buscamos la tabla en cuyo encabezamiento figure nuestra temperatura ambiente (a) determinada por el termómetro común de bulbo seco; nos fijamos en las filas horizontales de porcentaje de humedad o de temperatura de bulbo húmedo el valor que nosotros hemos determinado por el procedimiento (b) y en la intersección de esta última columna y la del grado de humedad del arroz (columna izquierda) encontramos la temperatura del aire que debe tener al entrar en el secador.

Como ejemplo: supongamos que en un día cualquiera determinamos que:

Con el Psicrómetro:

Temperatura bulbo seco ..... = 25°C

" " humedo ..... = 19,4°C

o con el Higrómetro:

Porcentaje humedad ..... = 62 %

Porcentaje de humedad del arroz al entrar al secador..... = 18 %

En la tabla encabezada por 25°C encontramos que en la intersección de la columna 19°4C ó 62 % (según que utilicemos el Psicrometro o el Higrómetro) con la fila 18 % porcentaje de humedad nos da el valor de 46°7, temperatura que deberá tener el aire de secado.

Si hacemos la misma determinación para un día con 36°,7 de temperatura exterior y con 35°6 de temperatura del bulbo húmedo y 19 % de humedad de arroz, el valor que encontraremos para la temperatura del aire será: 55°C.

TEMPERATURA ATMOSFERICA 15°,6

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	94-85	83-76	72-68	64-59	55-49	46,38
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)					
Porcentaje	15-14,4	13,9-13,3	12,8-12,2	11,7-11,1	10,6-9,8	8,9-7,8
16 o menos	41,1	40,6	40	39,4	38,9	38,3
16,1-16,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4	38,9
16,3-16,4	42,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,5-16,6	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,7-16,8	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,9-17	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
17,1-17,2	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
17,3-17,4	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
17,5-17,6	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,7-17,8	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,9-18,0	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
18,1-18,2	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
18,3-18,4	48,3	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18,5-18,6	48,9	48,3	47,2	46,7	46	45,6
18,7-18,8	49,9	48,9	48,3	47,2	46,7	46,1

TEMPERATURA ATMOSFERICA 16°,1

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DE AIRE ATMOSFERICO (%)				
	90	80-72	72,64	57-50	44-39
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)				
Porcentaje	15	14-13	13-12	11-10	9-8
16 ó menos	41,1	40,6	40	39,4	38,9
16,1-16,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,3-16,4	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,5-16,6	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,7-16,8	43,9	42,8	42,2	41,7	41,1
17,1-17,2	44,4	43,9	42,8	42,2	41,7
17,3-17,4	45	44,4	43,9	42,8	42,2
17,5-17,6	45,6	45	44,4	43,9	42,8
17,7-17,8	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,9-18	46,7	46,1	45,6	45	44,4
18,1-18,2	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18,3-18,4	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,5-18,6	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,7-18,8	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,9 y más	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2

TEMPERATURA ATMOSFERICA 16°,7

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)				
	95-83	79-68	64-57	53-48	43-37
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)				
Porcentaje	16,1-15	14,4-13,3	12,8-11,7	11,1-10	9,4-8,3
16 ó menos	41,1	40,6	40	39,4	38,9
16,1-16,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,3-16,4	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,5-16,6	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,7-16,8	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,9-17	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
17,1-17,2	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
17,3-17,4	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,5-17,6	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,7-17,8	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,9-18	46,7	46,1	45,6	45	44,4
18,1-18,2	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18,3-18,4	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,5-18,6	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,7-18,8	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,9- y más	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2

TEMPERATURA ATMOSFERICA 17°2

Humedad con tenida en el arroz	HUMEDAD DE AIRE ATMOSFERICO (%)				
	95-84	80-71	65-58	54,49	45-39
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)				
Porcentaje	16,7-15,6	15-13,9	13,3-12,2	11,7-10,6	10-8,9
16 ó menos	41,1	40,6	40	39,4	38,9
16,1-16,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,3-16,4	42,2	47,7	41,1	40,6	40
16,5-16,6	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,7-16,8	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,9-17	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
17,1-17,2	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
17,3-17,4	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,5-17,6	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,7-17,8	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,9-18	46,7	46,1	45,6	45	44,4
18,1-18,2	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18,3-18,4	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,5-18,6	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,7-18,8	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,9 y más	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2

TEMPERATURA ATMOSFERICA 17°,8

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)				
	95	90-77	75-62	57-48	40-34
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)				
Porcentaje	17,2	16,7-15,6	15-13,9	13,3-12,2	11,7-10,6
16 ó menos	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,1-16,2	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,3-16,4	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,5-16,6	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,7-16,8	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,9-17	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
17-1-17,2	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,3-17,4	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,5-17,6	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,7-17,8	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,9-18	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18,1-18,2	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,3-18,4	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,5-18,6	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,7-18,8	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,9 y más					

TEMPERATURA ATMOSFERICA 18°,3

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	95-90	83-79	74-63	58-44	40-36	31-28
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)					
Porcentaje		16,7-16,1	15,6-14,4	13,9-12,2	11,7-11,1	10,6-10
16 ó menos	41,7	41,1	40,6	40	39,4	38,9
16,1-16,2	42,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,3-16,4	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,5-16,6	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,7-16,8	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,9-17	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
17,1-17,2	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
17,3-17,4	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,5-17,6	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,7-17,8	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,9-18	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
18,1-18,2	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18,3-18,4	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,5-18,6	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,7-18,8	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,9 y más	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2

TEMPERATURA ATMOSFERICA 18°,9

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	95-90	82-73	71-63	60-55	50-44	42
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)					
Porcentaje	18,3-17,8	17,2-16,1	15,6-14,4	13,9-12,8	12,2-11,1	10,6
16 ó menos	41,7	41,1	40,6	40	39,4	38,9
16,1-16,2	42,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,3-16,4	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,5-16,6	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,7-16,8	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,9-17	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
17,1-17,2	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
17,3-17,4	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,5-17,6	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,7-17,8	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,9-18	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
18,1-18,2	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18,3-18,4	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,5-18,6	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,7-18,8	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,9 y más	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2

TEMPERATURA ATMOSFERICA 19°,4

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	95-85	80-72	66-63	60-50	47-45	42
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)					
Porcentaje	18,9-17,8	17,2-16,1	15,6-15	14,4-12,8	12,2-11,7	11,1
16 ó menos	41,7	41,1	40,6	40	39,4	38,9
16,1-16,2	42,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,3-16,4	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,5-16,6	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,7-16,8	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,9-17	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
17,1-17,2	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
17,3-17,4	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,5-17,6	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,7-17,8	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,9-18	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
18,1-18-2	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18,3-18,4	48,5	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,5-18,6	48,9	48,5	47,8	47,2	46,7	46,1
18,7-18,8	49,4	48,9	48,5	47,8	47,2	46,7
18,9 y más	50	49,4	48,9	48,5	47,8	47,2

TEMPERATURA ATMOSFERICA 20°

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	94	90-85	80-75	68-63	58-53	
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)					
Porcentaje	19,4	18,9-18,3	17,8-16,7	16,1-15	14,4-13,3	12,8-11,7
16 ó menos	42,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,1-16,2	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,3-16,4	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,5-16,6	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,7-16,8	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,9-17	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
17,1-17,2	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,3-17,4	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,5-17,6	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,7-17,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,9-18	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18,1-18,2	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,3-18,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,5-18,6	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,7-18,8	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,9 y más	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8

TEMPERATURA ATMOSFERICA 20°,6

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	95	90-83	76-71	65-60	55-51	45-44
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)					
Porcentaje	20	19,4-18,3	17,8-16,7	16,1-15	14,4-13,3	12,8-12,2
16 ó menos	42,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,1-16,2	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,3-16,4	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,5-16,6	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,7-16,8	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,9-17	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
17,1-17,2	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,3-17,4	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,5-17,6	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,7-17,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,9-18	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18,1-18,2	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,3-18,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,5-18,6	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,7-18,8	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,9 y más	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8

TEMPERATURA ATMOSFERICA 21°

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	96-91	90-80	74-73	63-60	56-52	47-45
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)					
Porcentaje	20,6-20	19,4-18,3	17,8-16,7	16,1-15,6	15-13,9	13,3-12,8
16 ó menos	42,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,1-16,2	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,3-16,4	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,5-16,6	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,7-16,8	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,9-17	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
17,1-17,2	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,3-17,4	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,5-17,6	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,7-17,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,9-18	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18-1-18,2	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,3-18,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,5-18,6	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,7-18,8	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,9 y más	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8

TEMPERATURA ATMOSFERICA 21°,7

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	94-85	79-75	70-62	58-50	45-37	34
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)					
Porcentaje	21-20	19,4-18,9	18,3-17,2	16,7-15,6	15-13,9	13,3
16 ó menos	42,2	41,7	41,1	40,6	40	39,4
16,1-16,2	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,3-16,4	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,5-16,6	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,7-16,8	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,9-17	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
17,1-17,2	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,3-17,4	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,5-17,6	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,7-17,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,9-18	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
18,1-18,2	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,3-18,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,5-18,6	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,7-18,8	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,9 y más	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8

TEMPERATURA ATMOSFERICA 22°,2

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	96	89-86	81-72	68-58	54-45	33,27
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cont.)					
Porcentaje	21,7	21-20,6	20-18,9	18,3-17,2	16,7-15,6	15-14,4
16 o menos	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,1-16,2	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,3-16,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,5-16,6	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,7-16,8	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,9-17	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,1-17,2	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,3-17,4	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,5-17,6	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,7-17,8	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,9-18	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,1-18,2	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,3-18,4	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,5-18,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,7-18,8	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,9 y más	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3

TEMPERATURA ATMOSFERICA 22°,8

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	95-90	84-81	76-68	63-59	54-48	42-36
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)					
Porcentaje	22,2-21,7	21-20,6	20-18,9	18,3-17,8	17,2-16,1	15,6-14,4
16 ó menos	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,1-16,2	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,3-16,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,5-16,6	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,7-16,8	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,9-17	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,1-17,2	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,3-17,4	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,5-17,6	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,7-17,8	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,9-18	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,1-18,2	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,3-18,4	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,5-18,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,7-18,8	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,9 y más	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3

TEMPERATURA ATMOSFERICA 23°,3

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	96,91	86-78	72-69	65-55	52-43	41-37
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)					
Porcentaje	22,8-22,2	21,7-20,6	20-19,4	18,9-17,8	17,2-16,1	15,6-15
16 ó menos	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,1-16,2	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,3-16,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,5-16,6	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,7-16,8	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,9-17	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,1-17,2	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,3-17,4	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,5-17,6	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,7-17,8	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,9-18	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,1-18,2	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,3-18,4	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,5-18,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,7-18,8	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,9 y más	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3

TEMPERATURA ATMOSFERICA 23°,9

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)					
	94	91-87	82-78	74-65	64-61	58-53
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)					
Porcentaje	23,3	22,8-22,2	21,7-21	20,6-19,4	18,9-18,3	17,8-16,7
16 ó menos	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,1-16,2	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,3-16,4	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,5-16,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,7-16,8	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,9-17	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,1-17,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,3-17,4	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,5-17,6	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,7-17,8	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,9-18	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,1-18,2	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,3-18,4	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,5-18,6	50,5	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,7-18,8	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,9 y más	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9

TEMPERATURA ATMOSFERICA 24°,4

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	96	91-87	82-76	72-68	64-60	53-52	48
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)						
Porcentaje	23,9	23,3-22,8	22,2-21	20,6-20	19,4-18,3	17,4-16,7	16,1
16 o menos	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,1-16,2	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,3-16,4	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,5-16,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,7-16,8	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,9-17	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,1-17,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,3-17,4	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,5-17,6	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,7-17,8	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,9-18	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,1-18,2	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,3-18,4	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,5-18,6	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,7-18,8	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,9 y más	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3

TEMPERATURA ATMOSFERICA 25°

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	95-91	86-83	78-72	67-65	62-57	53-51	49
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)						
Porcentaje	24,1-23,9	23,3-22,8	22,2-21	20,6-20	19,4-18,3	17,8-17,2	16,7
16 ó menos	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6	40
16,1-16,2	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,3-16,4	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,5-16,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,7-16,8	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,9-17	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
17,1-17,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,3-17,4	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,5-17,6	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,7-17,8	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,9-18	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
18,1-18,2	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,3-18,4	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,5-18,6	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,7-18,8	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,9 y más	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3

TEMPERATURA ATMOSFERICA 25°,6

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	95	90-85	83-79	75-73	68-64	59-57	54-51
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)						
Porcentaje	25	24,4-23,9	23,3-22,8	22,2-21,7	21-20	19,4-18,9	18,3-17,2
16 ó menos	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,1-16,2	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,3-16,4	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,5-16,6	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,7-17,8	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,9-17	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,1-17,2	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,3-17,4	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,5-17,6	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,7-17,8	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,9-18	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,1-18,2	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,3-18,4	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,5-18,6	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,7-18,8	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,9 y más	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9

TEMPERATURA ATMOSFERICA 26°,1

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	96	92-88	84-76	69-65	62-59	55-48	42-40
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)						
Porcentaje	25,6	25-24,4	23,9-22,8	22,2-21,7	21-20,6	20-18,9	18,3-17,8
16 ó menos	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,1-16,2	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,3-16,4	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,5-16,6	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,7-16,8	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,9-17	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,1-17,2	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,3-17,4	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,5-17,6	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,7-17,8	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,9-18	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,1-18,2	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,3-18,4	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,5-18,6	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,7-18,8	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,9 y más	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9

TEMPERATURA ATMOSFERICA 26°,7

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	95-93	87-81	77-72	69,62	59,56	53-43	40
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)						
Porcentaje	26,1-25,6	25-24,4	23,9-23,3	22,8-21,7	21-20,6	20-18,9	18,3
16 ó menos	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,1-16,2	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,3-16,4	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,5-16,6	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,7-16,8	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,9-17	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,1-17,2	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,3-17,4	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,5-17,6	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,7-17,8	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,9-18	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,1-18,2	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,3-18,4	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,5-18,6	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,7-18,8	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,9 y más	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9

TEMPERATURA ATMOSFERICA 27°,2

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	98-93	90-78	77-69	69-60	56-54	49,43	41
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)						
Porcentaje	26,7-26,1	25,6-24,4	23,9-23,3	22,8-21,7	21-20,6	20-19,4	18,9
16 ó menos	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1	40,6
16,1-16,2	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,3-16,4	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,5-16,6	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,7-16,8	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,9-17	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
17,1-17,2	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,3-17,4	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,5-17,6	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,7-17,8	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,9-18	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
18,1-18,2	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,3-18,4	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,5-18,6	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,7-18,8	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,9 y más	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9

TEMPERATURA ATMOSFERICA 27°,8

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	95	93-91	83-79	74-67	63-60	56-52	49,43
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMERO (Cent.)						
Porcentaje	27,2	26,7-26,1	25,6-25	24,4-23,3	22,8-22,2	21,7-21	20,6-19,4
16 ó menos	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,1-16,2	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,3-16,4	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,5-16,6	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,7-16,8	46.7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,9-17	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,1-17,2	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,3-17,4	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,5-17,6	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,7-17,8	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,9-18	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,1-18,2	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,3-18,4	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,5-18,6	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,7-18,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,9 y más	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4

TEMPERATURA ATMOSFERICA 28°,3

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	96-92	89-85	81-76	70-69	63-57	55-50	47-46
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)						
Porcentaje	27,8-27,2	26,7-26,1	25,6-25	24,4-23,9	23,3-22,2	21,7-21	20,6-20
16 ó menos	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,1-16,2	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,3-16,4	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,5-16,6	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,7-16,8	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,9-17	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,1-17,2	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,3-17,4	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,5-17,6	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,7-17,8	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,9-18	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,1-18,2	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,3-18,4	51,1	50,6	50	49,4	18,9	48,3	47,8
18,5-18,6	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,7-18,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,9 y más	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4

TEMPERATURA ATMOSFERICA 28°,9

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	97-93	89-84	79-74	68-64	60-58	54-48	44
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)						
Porcentaje	28,3-27,8	27,2-26,7	26,1-25	24,4-23,9	23,3-22,8	22,2-21	20,6
16 ó menos	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7	41,1
16,1-16,2	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,3-16,4	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,5-16,6	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,7-16,8	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,9-17	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
17,1-17,2	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,3-17,4	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,5-17,6	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,7-17,8	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,9-18	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
18,1-18,2	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,3-18,4	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,5-18,6	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,7-18,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,9 y más	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4

TEMPERATURA ATMOSFERICA 29°4

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	96	92-88	83-82	77-73	68-64	62-55	51-49
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)						
Porcentaje	28,9	28,3-27,8	27,2-26,7	26,1-25,6	25-24,4	23,9-23,3	22,2-21,7
16 ó menos	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,1-16,2	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,3-16,4	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,5-16,6	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,7-16,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,9-17	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,1-17,2	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,3-17,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,5-17,6	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,7-17,8	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,9-18	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,1-18,2	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,3-18,4	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,5-18,6	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,7-18,8	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,9 y más	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50

TEMPERATURA ATMOSFERICA 30°

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	97-92	89-85	79-77	73-69	65-63	59-55	52-48
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)						
Porcentaje	29,4-28,9	28,3-27,8	27,2-26,7	26,1-25,6	25-24,4	23,9-23,3	22,8-22,2
16 ó menos	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,1-16,2	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,3-16,4	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,5-16,6	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,7-16,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,9-17	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,1-17,2	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,3-17,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,5-17,6	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,7-17,8	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,9-18	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,1-18,2	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,3-18,4	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,5-18,6	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,7-18,8	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,9 y más	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50

TEMPERATURA ATMOSFERICA 30°,6

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)						
	95-91	88-80	76-73	69-65	62-58	55-50	49,48
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)						
Porcentaje	30-29,4	28,9-27,8	27,2-26,7	26,1-25,6	25-24,4	23,9-23,3	22,8-22,2
16 ó menos	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,1-16,2	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,3-16,4	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,5-16,6	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,7-16,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,9-17	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,1-17,2	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,3-17,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,5-17,6	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,7-17,8	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,9-18	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,1-18,2	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,3-18,4	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,5-18,6	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,7-18,8	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,9 y más	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50

TEMPERATURA ATMOSFERICA 31°,1

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)							
	95	92-87	84,1-79	77,1-72	70-64	59-55	52-48	47
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)							
Porcentaje	30,6	30-29,4	28,9-28	27,8-27,2	26,7-25,6	25-24,4	23,9-23,3	22,8
16 ó menos	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,1-16,2	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,3-16,4	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,5-16,6	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,7-16,8	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,9-17	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,1-17,2	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,3-17,4	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,5-17,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,7-17,8	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,9-18	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,1-18,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,3-18,4	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,5-18,6	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,7-18,8	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,9 y más	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50

TEMPERATURA ATMOSFERICA 31°,7

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)							
	95-92	88-84	80-76	74-70	66-61	56-54	53-49	43
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)							
Porcentaje	31,1-30,6	30-29,4	28,9-28,3	27,8-27,2	26,7-25,6	25-24,4	23,9-23,3	22,8
16 ó menos	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	41,7
16,1-16,2	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,3-16,4	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,5-16,6	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,7-16,8	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,9-17	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,1-17,2	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,3-17,4	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,5-17,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,7-17,8	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,9-18	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,1-18,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,3-18,4	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,5-18,6	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,7-18,8	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,9 y más	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50

TEMPERATURA ATMOSFERICA 32°,2

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)							
	96	92-91	84	80-75	70-66	64-60	57-53	51-50
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)							
Porcentaje	31,7	31,1-30,6	30	29,4-28,3	27,8-27,2	26,7-26,1	25,6-25	24,4-23 9
16 ó menos	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,1-16,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,3-16,4	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,5-16,6	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,7-16,8	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
16,9-17	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,1-17,2	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,3-17,4	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,5-17,6	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,7-17,8	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
17,9-18	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,1-18,2	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,3-18,4	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,5-18,6	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,7-18,8	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50
18,9 y más	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6

TEMPERATURA ATMOSFERICA 32°,8

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)								
	97	94	84	76	71	62	58	53	51
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)								
Porcentaje	32,2	31,7	30,6	29,4	28,3	27,2	26,4	25,6	25
16 ó menos	41,6	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2	48,5
16,1-16,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,3-16,4	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,5-16,6	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,7-16,8	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,9-17	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
17,1-17,2	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,3-17,4	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,5-17,6	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,7-17,8	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,9-18	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
18,1-18,2	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,3-18,4	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,5-18,6	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,7-18,8	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,9 y más	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50

TEMPERATURA ATMOSFERICA 33°,3

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)							
	98	85	81	73	67	61	54	50
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)							
Porcentaje	32,8	31,1	30,6	29,4	28,3	27,2	26,1	25
16 ó menos	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8	42,2
16,1-16,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,3-16,4	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,5-16,6	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,7-16,8	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
16,9-17	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
17,1-17,2	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,3-17,4	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,5-17,6	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,7-17,8	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
17,9-18	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
18,1-18,2	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,3-18,4	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,5-18,6	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,7-18,8	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50
18,9 y más	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6

TEMPERATURA ATMOSFERICA 33°,9

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)							
	97	92	85	78	71	64	58	51
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)							
Porcentaje	33,3	32,8	31,7	30,6	29,5	28,3	27,2	26,1
16 ó menos	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,1-16,2	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,3-16,4	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,5-16,6	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
16,7-16,8	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
16,9-17	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,1-17,2	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,3-17,4	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,5-17,6	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
17,7-17,8	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
17,9-18	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,1-18,2	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,3-18,4	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,5-18,6	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50
18,7-18,8	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6
18,9 y más	55	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1

TEMPERATURA ATMOSFERICA 34°,4

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)							
	98	91	83	75	67	62	55	51
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)							
Porcentaje	33,9	32,8	31,7	30,6	29,4	28,3	27,2	26,1
16 ó menos	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3	42,8
16,1-16,2	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,3-16,4	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,5-16,6	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
16,7-16,8	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
16,9-17	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
17,1-17,2	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,3-17,4	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,5-17,6	51,1	50,6	50,	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
17,7-17,8	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
17,9-18	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
18,1-18,2	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,3-18,4	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,5-18,6	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50
18,7-18,8	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6
18,9 y más								

TEMPERATURA ATMOSFERICA 35°

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)							
	96	88	81	74	68	62	56	52
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)							
Porcentaje	34,4	33,3	32,2	31,1	30	28,9	27,8	26,7
16 ó menos	47,2	46,7	46,1	45,6	45	4,4	43,9	43,3
16,1-16,2	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,3-16,4	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
16,5-16,6	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
16,7-16,8	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
16,9-17	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,1-17,2	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,3-17,4	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
17,5-17,6	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
17,7-17,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
17,9-18	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,1-18,2	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,3-18,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50
18,5-18,6	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6
18,7-18,8	55	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1
18,9 y más	55,6	55	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7

TEMPERATURA ATMOSFERICA 35°,6

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)							
	97	90	81	76	68	61	56	52
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)							
	35	33,9	32,8	31,7	30,6	29,4	28,3	27,2
Porcentaje								
16 ó menos	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,3
16,1-16,2	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,3-16,4	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
16,5-16,6	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
16,7-16,8	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
16,9-17	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,1-17,2	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,3-17,4	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
17,5-17,6	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
17,7-17,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
17,9-18	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,1-18,2	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,3-18,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50
18,5-18,6	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6
18,7-18,8	55	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1
18,9 y más	55,6	55	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7

TEMPERATURA ATMOSFERICA 36°

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)							
	98	90	84	78	69	63	56	53
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)							
Porcentaje	35,6	34,4	33,3	32,2	31,1	30	28,9	27,8
16 ó menos	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,9
16,1-16,2	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,3-16,4	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
16,5-16,6	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
16,7-16,8	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
16,9-17	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,1-17,2	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,3-17,4	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
17,5-17,6	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
17,7-17,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,4
17,9-18	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,1-18,2	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,3-18,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50
18,5-18,6	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6
18,7-18,8	55	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1
18,9 y más	55,6	55	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7

TEMPERATURA ATMOSFERICA 36°,7

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)								
	98	94	84	77	68	63	54	52	61
	TEMPERATURA DEL TERMOMETRO HUMEDO (Cent.)								
Porcentaje	36,1	35,6	33,9	32,8	31,7	30,6	30	28,9	28,3
16 ó menos	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9	43,9
16,1-16,2	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,3-16,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
16,5-16,6	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
16,7-16,8	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
16,9-17	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
17,1-17,2	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,3-17,4	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
17,5-17,6	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
17,7-17,8	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3
17,9-18	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
18,1-18,2	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,3-18,4	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50
18,5-18,6	55	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6
18,7-18,8	55,6	55	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1
18,9 y más	56,1	55,6	55	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7

TEMPERATURA ATMOSFERICA 37°,2

Humedad contenida en el arroz	HUMEDAD DEL AIRE ATMOSFERICO (%)							
	92	94	84	77	68	63	61	54
	TEMPERATURA DEL TERMETRO HUMEDO (Cent.)							
Porcentaje	36,7	35,6	33,9	32,8	31,7	30,6	30	28,9
16 ó menos	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4	43,9
16,1-16,2	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45	44,4
16,3-16,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6	45
16,5-16,6	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1	45,6
16,7-16,8	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7	46,1
16,9-17	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2	46,7
17,1-17,2	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8	47,2
17,3-17,4	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9	48,3	47,8
17,5-17,6	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	40,9	48,3
17,7-17,8	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4	48,9
17,9-18	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50	49,4
18,1-18,2	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6	50
18,3-18,4	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7	51,1	50,6
18,5-18,6	55	54,4	53,9	53,3	52,8	54,2	54,7	51,1
18,7-18,8	55,6	55	54,4	53,9	53,3	52,8	52,2	51,7
18,9 y más	56,1	55,6	55	54,4	53,4	53,3	52,8	52,2

EQUIPO DE SECAMIENTO A BASE DE AIRE CALENTADO

EQUIPO DE SECAMIENTO A BASE DE AIRE CALENTADO

A. El abanico para mover el aire.

Es esta una máquina ideada para producir corrientes artificiales de aire que penetren capas de grano de profundidad variable.

B. Lo que se requiere conocer de los abanicos.

Varias cosas importa conocer respecto de los abanicos, siendo las más importantes las que a continuación se presentan:

- Las presiones estáticas que pueden desarrollar para forzar el aire a través del grano.
- La entrega del aire que puedan dar contra presiones estáticas determinadas.
- La velocidad que necesitan para vencer las presiones estáticas presentadas por los granos.
- El consumo de energía (potencia) en las distintas condiciones de operación.

Las anteriores características se miden en unidades de distinto tipo que nos permiten representarlas en valores numéricos.

La presión estática se mide en pulgadas de agua.

La entrega de aire o volumen de aire se mide en pies cúbicos por minuto (PCM) o (CFM). La velocidad del abanico se mide en número de revoluciones por minuto (RPM).

El consumo de energía o potencia en caballos de fuerza (H.P)

Las casas fabricantes de abanicos, en su mayoría suministran catálogos técnicos en los que aparecen todos estos datos para los distintos tamaños y series de abanicos, con lo cual se facilita la elección del abanico que se necesita o permiten estudiar las características de un equipo que se quiera adquirir.

C. Tipos de abanicos.

Los abanicos para insuflar o succionar aire a través de una masa de grano se pueden dividir en dos tipos generales:

1. Abanicos de flujo axial en los cuales el aire se desplaza en dirección paralela al eje en que están montadas las hélices. Estos abanicos pueden tener sus aletas de diversas formas bien sea planas, curvas, discos, etc.

2. Abanicos de flujo radial o centrífugo. En este tipo de abanico el aire al entrar en su interior cilíndrico es atrapado entre sus palas, describe un movimiento helicoidal y sale finalmente a gran velocidad en plano tangente a las palas.

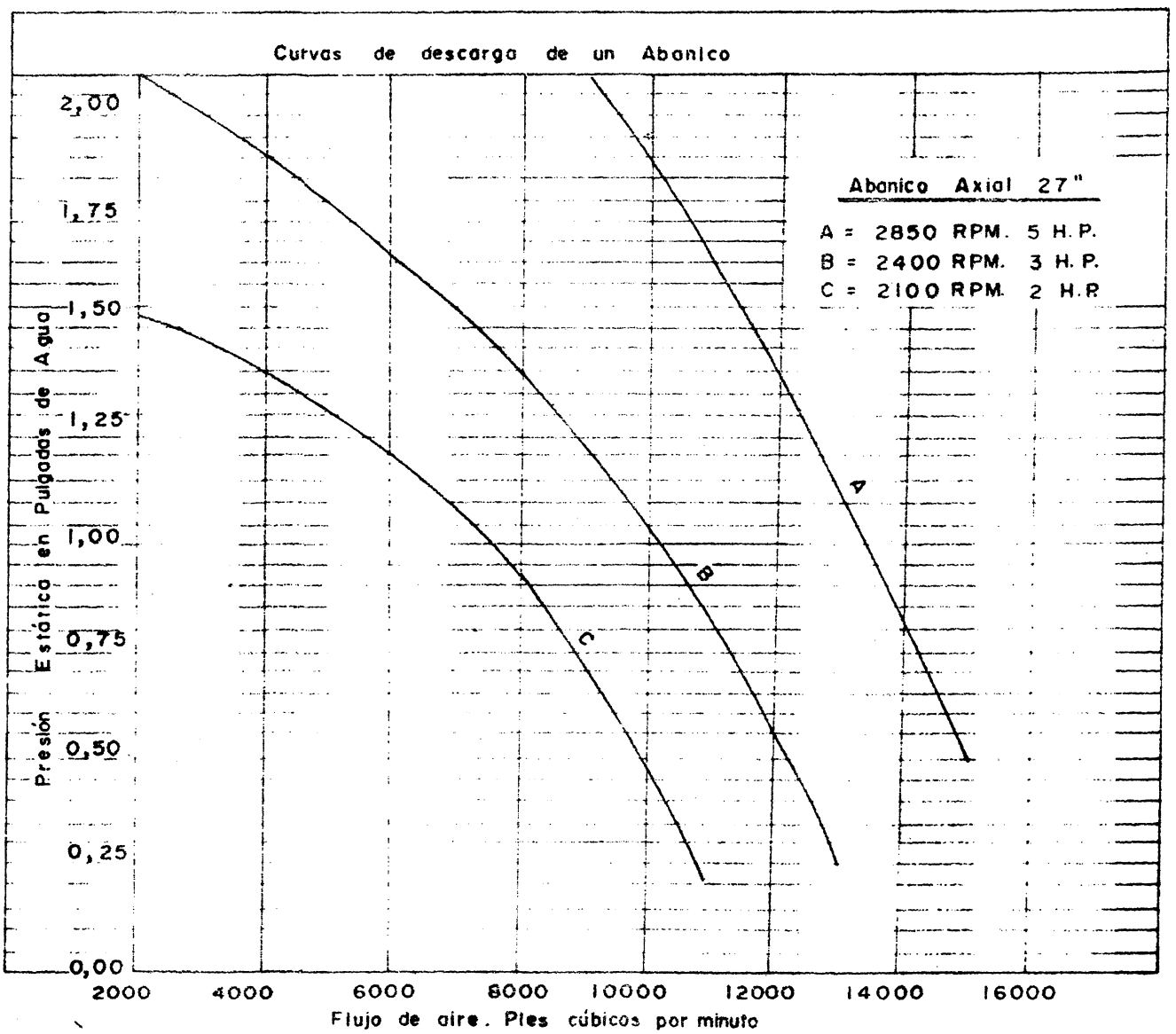
Los abanicos de flujo centrífugo se dividen en tres clases segun sea la posición de las palas que van montadas en la periferia del rotor: a) abanicos de palas curvadas hacia adelante los cuales son sobrecargables, es decir que cuando se acercan a la libre propulsión la potencia que requieren se maximiza con el riesgo de dañar el motor; b) abanicos de palas curvadas hacia atrás en sentido contrario al de rotación, los cuales no se sobre-cargan, requieren una potencia máxima cuando se acercan al 65% de libre propulsión, existe menos riesgo de que su motor se queme; c) abanicos de palas rectas que tienen características intermedias entre los dos anteriores.

En los esquemas que se presentan en las hojas siguientes se puede apreciar los diversos tipos de abanicos, como también las características de cada uno según las condiciones de operación.

Las casas productoras calibran mediante sistemas experimentales sus abanicos por medio de ductos o túneles de prueba provistos de equipo especial que mide las presiones desarrolladas en el interior del ducto y las relaciones de ésta con la descarga o entrega de aire del abanico y el consumo de energía para velocidades variables del mismo.

Con carácter meramente didáctico se presenta en la siguiente gráfica una serie de curvas comercialmente calibradas para un abanico axial cuando éste es sometido a diferentes velocidades. Como se puede deducir el conocimiento de este tipo de gráficas es de suma importancia ya que nos permite estudiar todas las características del abanico.

A CONTINUACION Y CON CARACTER INFORMATIVO SE INSERTA UN GRUPO DE CURVAS COMERCIALMENTE CALIBRADAS PARA UN ABANICO AXIAL DE 27" DE DIAMETRO.



GUF
11-5-1970

D. Leyes generales de operación de los abanicos.

Los abanicos siguen ciertas leyes generales de operación que resultan de gran utilidad para conocer los efectos que el cambio de velocidad puede traer sobre la descarga de aire, la presión estática y la demanda de energía.

Estas leyes podemos enunciarlas y expresarlas en la forma siguiente:

1. La descarga o entrega de aire varía directamente con la velocidad del abanico.

$$\frac{\text{Vol. de aire inicial}}{\text{Vol. de aire obtenido}} = \frac{\text{Velc. inicial}}{\text{Nueva velocidad}}$$

$$\frac{PCM_1}{PCM_2} = \frac{RPM_1}{RPM_2}$$

2. La presión estática varía directamente con el cuadrado de la velocidad del abanico.

$$\frac{\text{Presión estática inicial}}{\text{Nueva presión estática}} = \left(\frac{\text{Velocidad inicial}}{\text{Nueva velocidad}}\right)^2$$

$$\frac{P.E_1}{P.E_2} = \left(\frac{RPM_1}{RPM_2}\right)^2$$

3. La potencia necesaria para acciónar el abanico varía con el cubo de la velocidad del abanico.

$$\frac{\text{Potencia inicial}}{\text{Potencia requerida}} = \frac{\text{Velocidad inicial}}{\text{Nueva velocidad}}$$

$$\frac{P\ H_1}{P\ H_2} = \left(\frac{RPM_1}{RPM_2}\right)^3$$

Para variar la velocidad de un abanico no siempre es necesario cambiar el abanico, basta con agrandar o disminuír el diámetro de su polea, por lo tanto, es necesario conocer también la relación que existe entre las velocidades de las poleas, para lo cual se puede decir que la velocidad de una polea con relación a otra varía en relación inversa con la longitud de sus diámetros.

$$\frac{\text{Diametro de A}}{\text{Diametro de B}} = \frac{\text{Velocidad de B}}{\text{Velocidad de A}}$$

E. Ejemplos aclaratorios.

Necesitamos hacer pasar por una masa de grano 15.000 pies cúbicos de aire por minuto, y la presión estática que se debe vencer es de 5" (pulgadas de agua). Se tiene un ventilador que nos está entregando 10.000 PCM a una presión estática de 3" (pulgadas de agua) y una velocidad de 600 RPM. El motor que tenemos es de 5 caballos de fuerza y girará a 1800 RPM con una polea de mando que tiene 4 pulgadas de diámetro. Se pide calcular las revoluciones del ventilador para producir los 15.000 PCM, el diámetro de la polea nueva del ventilador y la potencia del motor.

Desarrollo:

Aplicando la primera ley de los abanicos tenemos:

$$\frac{10.000 \quad PCM}{15.000 \quad PCM} = \frac{600 \quad RPM_1}{X \quad RPM_2}$$

$$X = \frac{15.000 \times 600}{10.000} = 900 \text{ RPM}$$

Es decir que la velocidad del abanico para producir 15.000 pies cúbicos de aire por minuto tiene que ser de 900 RPM.

Ahora debemos saber si a esa velocidad el abanico es capaz de vencer una presión estática de 5 pulgadas de agua para lo cual aplicamos la segunda ley de los abanicos en la cual:

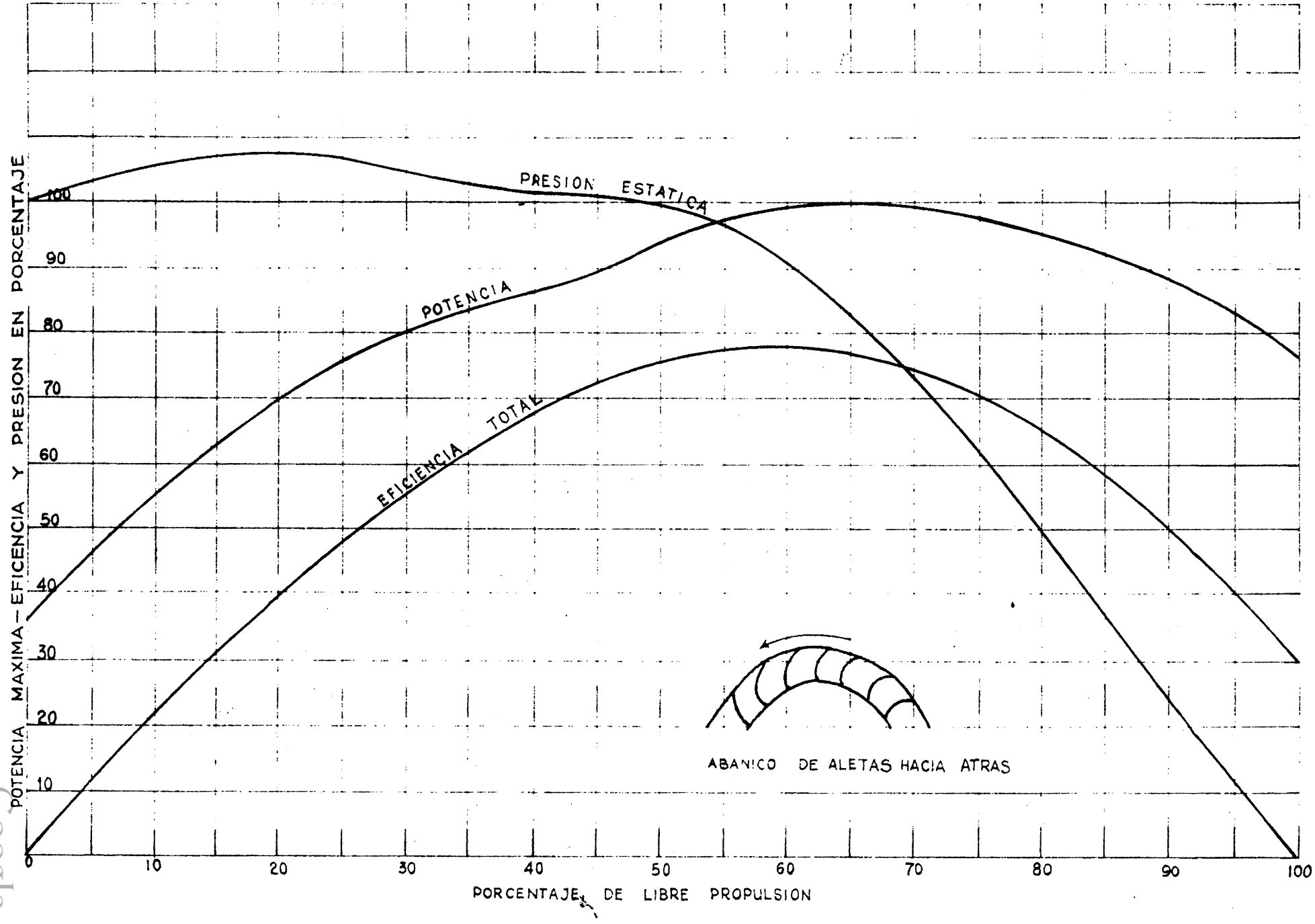
$$\frac{3" \quad PE_1}{X \quad PE_2} = \left(\frac{600 \quad RPM_1}{900 \quad RPM_2}\right)^2$$

$$X = 3'\left(\frac{900}{600}\right)^2 = \frac{3"}{0,4356} = 6,7"$$

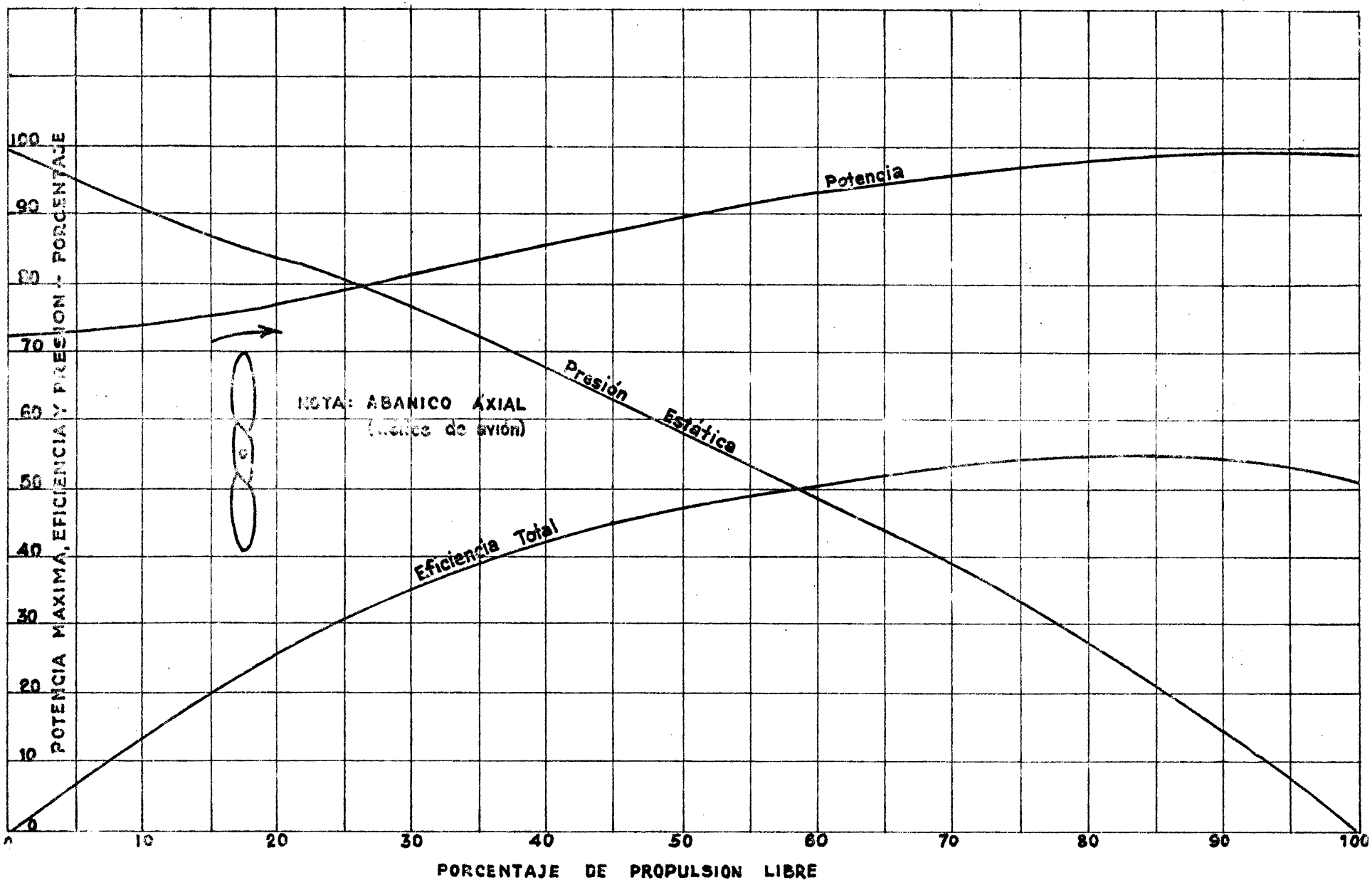
Es decir que el abanico a esa nueva velocidad sí nos proporciona la presión estática necesaria para hacer pasar los 15.000 PCM de aire a través del grano.

Como es lógico el hecho de que nuestro abanico, gire a una mayor velocidad y pueda vencer una mayor presión estática, ésto implica un mayor consumo de potencia, por lo cual debemos calcular las especificaciones de el nuevo motor para lo cual hacemos uso de la tercera ley de los abanicos:

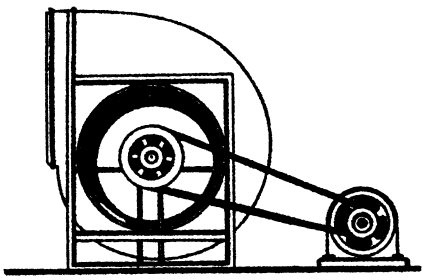
$$\frac{5 \quad HP_1}{X \quad HP_2} = \left(\frac{600 \quad RPM_1}{900 \quad RPM}\right)^3 \qquad X = 5\left(\frac{900}{600}\right)^3 = 16,8 \text{ HP}$$

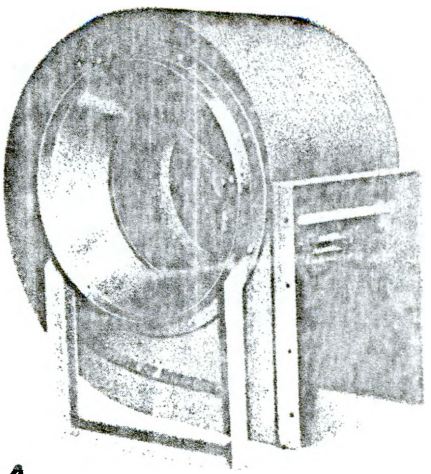


CARACTERISTICAS DEL ABANICO RADIAL



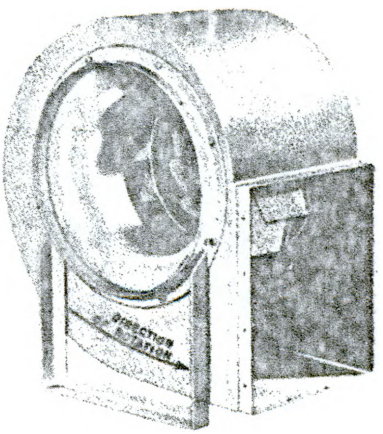
CARACTERISTICAS DEL ABANICO AXIAL





A

Figura 4.- Ventilador centrífugo, que consiste de un rotor de ventilación o rueda, con una caja de tipo caracol. El rotor del ventilador puede estar equipado con hojas de borde radial o con tres otros tipos.

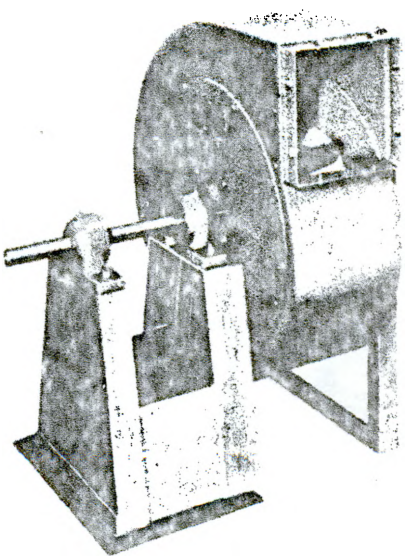


B

A. Rotor de ventilador equipado con hojas de borde curvado hacia adelante.

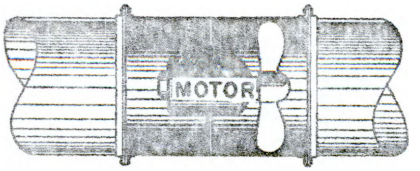
B. Rotor de ventilador equipado con hojas de borde curvado hacia atrás.

C. Rotor de ventilador equipado con hojas de borde recto.



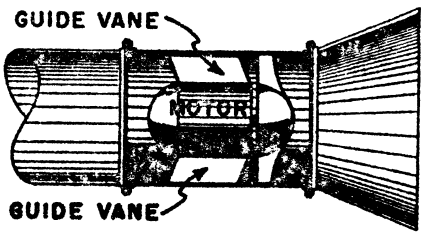
C

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE NEG. BN-3882 AGRICULTURAL MARKETING SERVICE



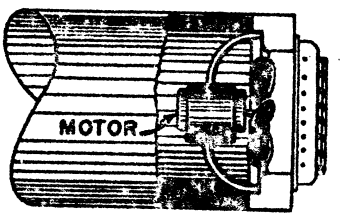
A. VENTILADOR DE TUBO AXIAL

Un ventilador de tubo axial consiste de un rotor de flujo axial, dentro de un cilindro. Está diseñado para impulsar aire sobre un cuadro amplio de volúmenes a presiones estáticas medias a bajas.



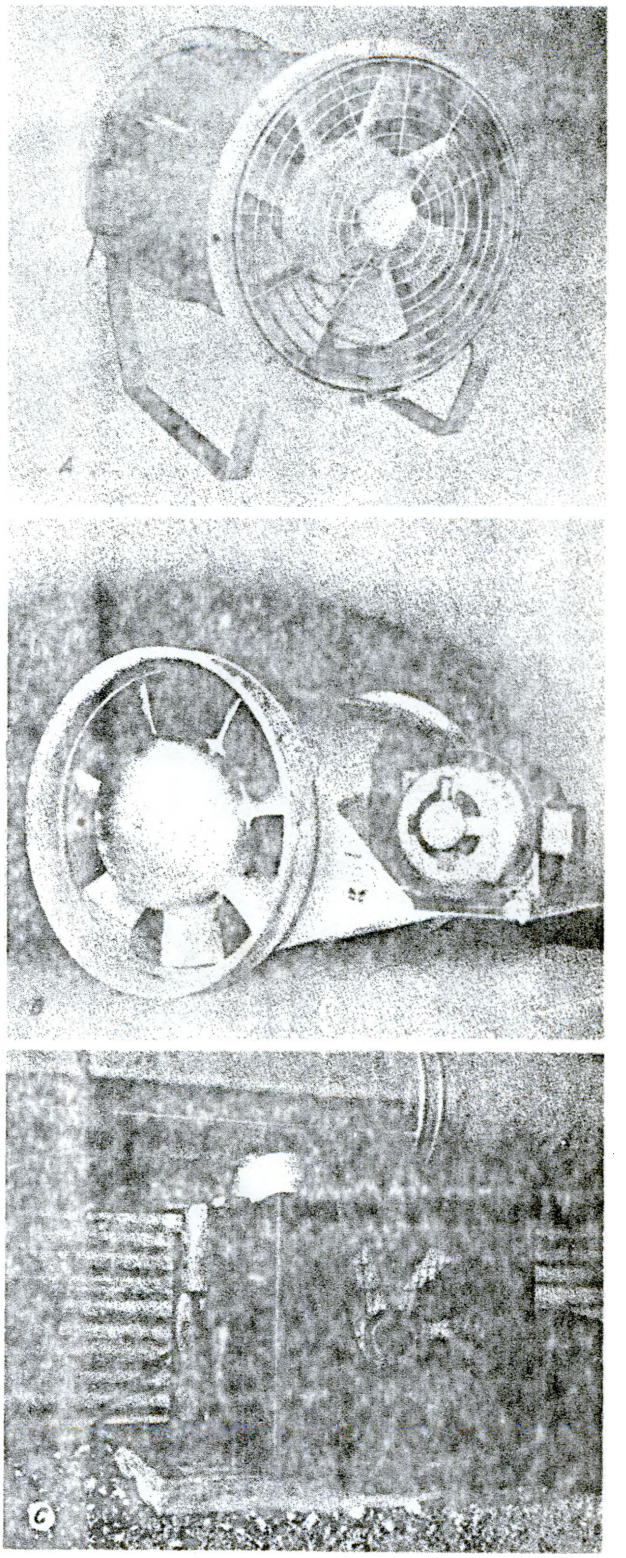
B. VENTILADOR DE PALETA AXIAL

Un ventilador de paleta axial consiste de un rotor de flujo axial, dentro de un cilindro, en combinación con un juego de paletas de dirección del aire, colocado antes o después del rotor. Está diseñado para impulsar el aire sobre un cuadro muy amplio de volúmenes y presiones.



C. VENTILADOR PROPULSOR

Un ventilador propulsor consiste de un ventilador de flujo axial dentro de un anillo o placa de montaje. Está diseñado para propulsar el aire, en un cuadro amplio de volúmenes, a bajas presiones, estáticas.



U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

NEG. BN-3883 AGRICULTURAL MARKETING SERVICE

FIGURE 5.—Axial flow fans.

Como no existen motores comerciales con ese caballaje, debemos instalar uno de 20 HP que nos permita mover el abanico a esa velocidad, generar ese volumen de aire y vencer esa presión estática.

Las revoluciones del motor son 1800 por minuto y la polea del motor tiene 4" de diámetro; primeramente podemos calcular cuál es el diámetro de la polea del ventilador cuando éste giraba a 600 RPM para lo cual hacemos:

$$\frac{4''}{X} = \frac{600}{1800} \quad ; \quad X = \frac{4 \times 1800}{600} = 12''$$

Es decir que la polea que tiene el ventilador es de 12" de diámetro; ahora queremos saber cuál debe ser el diametro de esa polea para que el ventilador gire a 900 RPM, si la polea de mando del motor y las revoluciones del motor no cambian.

$$\frac{4''}{X} = \frac{900}{1800} \quad ; \quad X = \frac{(4) \cdot (1800)}{900} = 8''$$

F. Resistencia del grano al flujo de aire.

Todo aquello que impida, obstaculice o haga difícil el paso del aire hace que la presión estática aumente, así tenemos que si una masa de grano es depositada sobre la vía por donde debe circular el aire, es apenas lógico que la presión estática se vea aumentada. La presión estática que un abanico debe desarrollar para forzar el paso del aire a través de esa masa de grano, depende de varios factores, siendo los principales los siguientes:

1. La clase de grano; la cual es diferente para cada grano. (en las siguientes hojas se encontrará gráficas ilustrativas a este respecto).

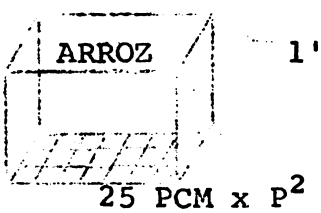
1. El espesor de la capa de grano, es decir el recorrido que el aire tiene que hacer para atrevesar la masa de grano. (ver gráficas adjuntas)

3. El régimen o cantidad de aire que se desea pasar por cada unidad de grano el cual está dado en la mayoría de los casos en PCM por bushel o en pies cúbicos de aire por minuto por pie cúbico de grano.

La velocidad que debe imprimírsele al aire para que circule por cada unidad de grano una cantidad determinada de aire, se debe entender, como la cantidad de aire que debe pasar por unidad de superficie (pie cuadrado), durante una unidad de tiempo (un minuto), para que se cumpla el regimen deseado.

Ejemplos:

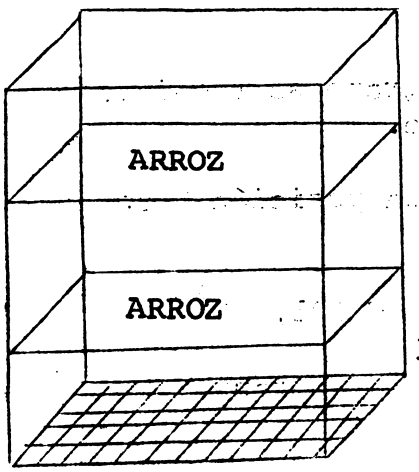
Tenemos como producto arroz y un espesor de la capa de grano de 1 pie, se desea saber cuál es la presión estática y la velocidad del aire si la cantidad de aire por unidad de grano, que se desea hacer pasar es de 25 PCM x P^3 de grano. Según el gráfico adjunto podemos encontrar que la resistencia al paso del aire es de 0.75" de agua, y la velocidad del aire es de 25 PCM por P^2 de superficie, lo cual nos daría para nuestro caso un régimen o cantidad de aire por pie cúbico de grano de 25 P^3 de aire, que es lo estipulado.



1' de grano $\frac{25}{1}$ = 25 PCM x P^3 de grano

Tenemos el mismo arroz del problema anterior pero lo queremos secar en capas de 3 pies de espesor; si el abanico de que se dispone solo es capaz de vencer una presión estática de 0.75" de agua, se desea saber cuál sería la nueva velocidad del aire por unidad de superficie y cuál sería la cantidad de aire por pie cúbico de grano.

Según el gráfico tenemos que para la presión de 0.75" de agua y una capa de 3 pies la velocidad del aire por unidad de superficie es solo de 13.50 PCM x Pie cuadrado; por consiguiente, la cantidad de aire por pie cúbico de grano también es inferior siendo para el caso de 4.5 PCM x P^3 de grano.



$$\frac{13.50}{3} = 4.5 \text{ PCM x } P^3 \text{ de grano}$$

13.50 PCM x P^2

Si el mismo arroz se fuera a secar en capas de 8 pies de profundidad y se deseara hacer pasar 3 pies cúbicos de aire por pie cúbico de grano cuál sería la resistencia al paso del aire y cuál la velocidad del aire por unidad de superficie?

Al remitirnos al gráfico encontramos que la presión estática del aire debería ser de 3.5" de agua y que la velocidad del aire por unidad de superficie debe ser de 24 PCM x P^2.

Problema:

Se desea secar arroz haciendo uso del abanico axial de 27" de diametro cuyas curvas de descarga se presentaron en páginas anteriores; el secador es estacionario para grano a granel y cuyo piso es de malla. Se pide determinar el área del piso del secador para alturas del grano de 1 pie, 3 pies y 8 pies, teniendo en cuenta que la presión máxima para este tipo de abanico es de 2" de agua. El motor con que está equipado el abanico es de 5 caballos de potencia y el abanico gira a 2.850 RPM (posición A). Se debe partir de la base que un buen régimen de aire por unidad de grano es de 24 PCM x P^3 de grano; es preciso anotar que estas condiciones solo se alcanzan en nuestro problema para capas de 1 pie de espesor; para los dos casos restantes se eligen presiones de 1.75" y 2" respectivamente, estando el nuevo régimen por consiguiente sujeto a estas limitaciones.

Altura de 1 pie

Para el régimen de 24 PCM x P^3 de grano se requiere una presión de 0.75" de agua en el aire.

A esta presión nuestro abanico en la posición A es capaz de entregarnos 14.200 PCM luego

$$\text{Area del piso} = \frac{14.200}{24} = 591,6\ P^2$$

$$592\ P^2 \times 1 \text{ pie de alto} = 592\ P^3 \text{ de grano}$$

$$\frac{592\ P^3}{35,31\ P^3} = 16,76\ m^3$$

Suponemos que el peso hectolítrico del arroz es de 53 kgr. luego 16,76 x 530 = 8.882.80 kilos de arroz es la capacidad del secador.

El tiempo de secamiento para esta operación se considera en 3 horas aproximadamente.

Para altura de 3 pies

Debido a que no nos es posible mantener ese régimen de aire por unidad de grano, debemos seleccionar aquel más apropiado, que para el caso es de 8 PCM x P^3 la cual nos dá una velocidad por unidad de superficie de 24 pies y una presión de 1.75" de agua; para estas condiciones nuestro abanico nos puede entregar 10.800 PCM, luego

$$\text{Area} = \frac{10.800}{24} = 450\ P^2$$

$$450 \times 3 \text{ pies de alto} = 1.350\ P^3$$

$$\frac{1.350\ P^3}{35.31\ P^3} = 38.33\ m^3$$

38,33 x 530 Kg. = 20.261 kilos de capacidad del secador

Como es apenas lógico el régimen del aire disminuyó de 24 pies cúbicos por minuto por P^3 de grano a 8 PCM x P^3, luego el tiempo de secamiento será mayor en esa misma proporción.

$\frac{24}{8} = 3$, es decir que se necesitan 9 horas para secar los 20.261 kilos.

Capa de 8 pies

Por razones similares a las expuestas en el caso anterior, el flujo de aire para 8 pies debe ser solo de 16 pies cúbicos por minuto por pie cuadrado de piso para una presión de 2" de agua que es lo máximo que nos ofrece nuestro ventilador, esto significa que cada pie cúbico de arroz va a recibir solamente

$$\frac{16}{8} = 2 \text{ pies cúbicos por minuto de aire}$$

Para estas condiciones nuestro abanico nos entrega 9.200 PCM

$$\text{Area} = \frac{9.200}{16} = \underline{575 \ P^2}$$

$$575 \times 8 = 4.600 \ P^3$$

$$\frac{4.600}{35.31} = 130 \ m^3$$

130 x 530 kilos = 68.900 kilos de capacidad

El tiempo que se requeriría para realizar el secamiento sería de $\frac{24}{2}$ = 12 veces mas que el del primer caso es decir 36 horas aproximadamente.

G. Velocidad del aire (pies cúbicos de aire por minuto por pie cuadrado de piso) y cantidad de aire que pasa por el grano (pies cúbicos de aire por minuto por cada pié cúbico de grano)

Arroz en cáscara

Presión estática en pulgadas de agua	Capa de arroz de 1 pie de espesor		Capa de arroz de 3 pies de espesor		Capa de arroz de 8 pies de espesor	
	PCM de aire por pie cuadrado de piso	PCM de aire por pie cúbico de arroz	PCM de aire por pie cuadrado de piso	PCM de aire por pie cuadrado de arroz	PCM de aire por pie cuadrado de piso	PCM de aire por pie cúbico de arroz
0,25	12,00	12,00	6,00	2,00		
0,75	25,00	25,00	13,50	4,50		
1,00	31,00	31,00	16,00	5,30	8,50	1,06
1,50	42,00	42,00	21,75	7,20	12,50	1,56
2,00	50,00	50,00	26,50	8,80	15,00	1,87
2,50	60,00	60,00	30,10	10,00	18,50	2,31
3,00	67,50	67,50	35,00	11,60	21,00	2,62
3,50	76,00	76,00	40,00	13,30	24,00	3,00
4,00	80,00	80,00	43,00	14,30	25,75	3,21

Maíz desgranado

Presión estática en pulgadas de agua	Capa de maíz de 1 pie de espesor		Capa de maíz de 3 pies de espesor		Capa de maíz de 8 pies de espesor	
	PCM de aire por pie cuadrado de piso	PCM de aire por pie cuadrado de maíz	PCM de aire por pie cuadrado de piso	PCM de aire por pie cuadrado de maíz	PCM de aire por pie cuadrado de piso	PCM de aire por pie cuadrado de maíz
0,25	24,50	24,50	12,50	4,16	6,00	0,75
0,75	45,00	45,00	24,00	8,00	12,50	1,56
1,00	55,00	55,00	28,00	9,33	15,00	1,87
1,50	90,00	90,00	36,50	12,16	19,00	2,37
2,00			44,00	14,66	23,50	2,93
2,50			50,00	16,66	27,00	3,37
3,00			55,50	18,50	30,00	3,75
3,50			62,50	20,83	34,50	4,31
4,00			67,00	22,33	37,00	4,62

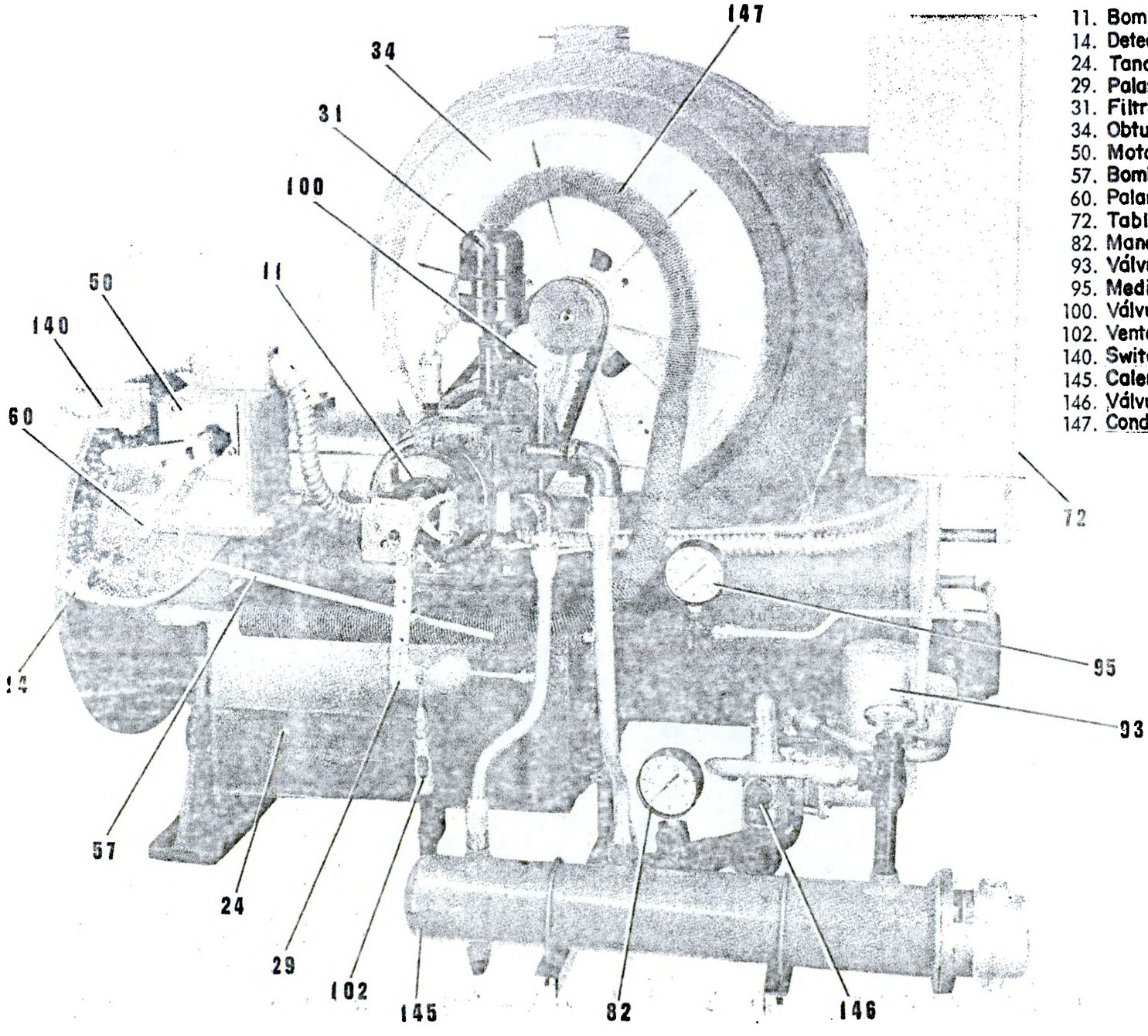
H. El Generador de aire caliente

El calor que el aire necesita para aumentar su temperatura y así poder reducir el contenido de humedad relativa del aire que va a entrar en contacto con el grano, para que éste a su vez tenga poder desecante, debe ser suministrado por alguna fuente.

Existen diversos tipos de generadores de aire caliente según sea el tipo de combustible que se utilice para producir el calor, siendo los principales los de aceite (ACPM), Full Oil; gas propano gas butano; carbón, cascarilla de arroz, leña y algunos eléctricos. El calor que el generador produce puede transmitirse al aire en forma directa o indirecta.

En forma directa el aire primario se mezcla con los productos de la combustión y con aire secundario el cual aumenta su temperatura para luego ser movido por el abanico y entrar en contacto con el grano.

En forma indirecta el aire primario y los productos de la combustión que salen del quemador se hacen pasar por un intercambiador metálico para luego salir al exterior sin mezclarse con el aire desecante. Este al entrar en contacto con las paredes del intercambiador se calienta y pasa luego por el grano sin mezclarse con los productos de la combustión.



11. Bomba de aire-combustible
14. Detector de llama
24. Tanque de aire-aceite
29. Palanca reguladora
31. Filtro de aire
34. Obturador de aire
50. Motor modulador
57. Bomba medidora y varilla ajustable
60. Palanca reguladora
72. Tablero de control
82. Manómetro de presión del combustible
93. Válvula de combustible (Solenoide)
95. Medidor de presión de aire primario
100. Válvula de ajuste de aire comprimido
102. Ventanilla de observación de nivel de aceite
140. Switch de encendido en frío
145. Calentador auxiliar eléctrico
146. Válvula auxiliar (opcional)
147. Conducto de aceite de lubricación

IP-398

Model: AM8½CF – Left Side View

Explicación del diagrama de combustible del flujo en una unidad generadora de calor para secadora "Aeroglide".

Mediante la acción de la bomba "E" el combustible es enviado desde el tanque de abastecimiento hasta el mecanismo medidor de aire y combustible "I", una vez se le haya dado paso a éste por medio de las llaves de paso "A" "F" y "G", instaladas convenientemente en el circuito.

Las válvulas de cheque "B" y "D" impiden que el combustible se regrese al tanque y el manómetro "C" permite conocer la presión a la que está actuando la bomba. El calentador de combustible "X" es opcional y se omite cuando se trabaja con A.C.P.M. (aceites delgados). Antes de llegar al regulador se encuentra otro cheque "H".

El regulador o medidor de aire y combustible envía las cantidades necesarias a la tobera del quemador mediante la acción del Programador el que a su vez recibe los impulsos que le envía el Termostáto, los transforma en movimientos mecánicos por medio de dos (2) varillas o palancas conectadas al regulador, las que actúan como válvulas automáticas para dar paso al aire y combustible necesarios para producir la mezcla en la tobera del mezclador.

El aire requerido se toma del ambiente, pasa a través del depurador "J" y la válvula de cheque "Y" y el medidor lo envía por medio de la llave reguladora "K" al tanque de aire y aceite "M" localizado debajo del regulador, el cual contiene la cantidad necesaria de aceite para la lubricación del sistema, aceite que al ser comprimido dentro del tanque por la capa superior del aire, circula hacia el regulador (línea con rayas inclinadas) y retorna por el otro extremo al mismo depósito.

El aire primario que envía el regulador a través de este tanque "M" sale directamente hacia la tobera y su presión puede observarse en el manómetro "N", instalado a la salida del tanque. Por la ventanilla de observación "O" se puede apreciar el nivel de aceite lubricante.

El combustible ya regulado o medido pasa a través del calentador auxiliar "P", cuya temperatura la registra el termómetro "O", llega a la llave de tres vías "R" para finalmente entrar por el precalentador "S" a la tobera o boquilla en donde se produce la atomización de la mezcla la cual es inflamada por un arco voltaico que producen los electrodos "W". El combustible sobrante vá del medidor al tanque de abastecimiento pasando por la llave de retorno "U" y el manómetro "L". La llave de tres vías "R" tiene instalado un microsuiche magnético el cual acciona una válvula que permite que el combustible pase al quemador cuando éste esté funcionando, o retorne al tanque de abastecimiento por la misma línea que llega a la llave de retorno "U", cuando el quemador no está encendido.

1. Partes principales que componen un generador de aire caliente para calentamiento directo

En términos generales se puede enumerar las principales partes de la unidad generadora en los siguientes términos:

a. Un abanico pequeño que proporciona el aire primario que se va a mezclar con el combustible nebulizado por el atomizador.

b. Una bomba de combustible que empuje el combustible al atomizador.

c. Un dispositivo para atomizar el combustible.

d. Una cámara de combustión, generalmente revestida de material refractario.

e. Una cámara de mezcla para revolver el aire a alta temperatura que sale de la cámara de combustión con aire ambiente para obtener aire desecante a la temperatura deseada.

f. Controles para prevenir fallas en la combustión y en el funcionamiento del generador.

El gráfico que se adjunta en la página siguiente permite al alumno formarse una mejor idea de las distintas partes de estas unidades.

2. El consumo de calor

Unidades de calor

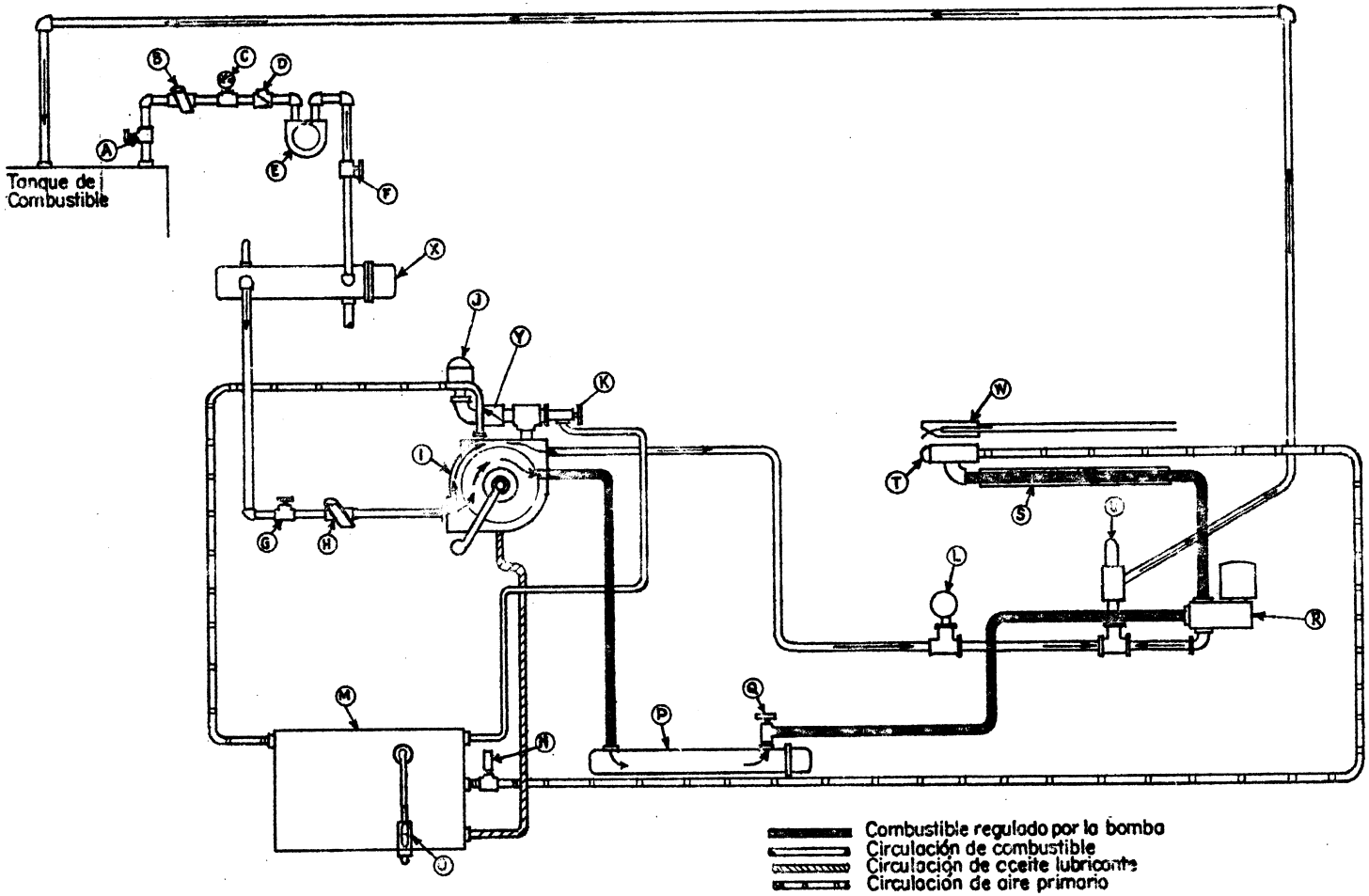
En el sistema decimal, la unidad térmica se denomina gran caloría o kilo caloría y se define como la cantidad de calor que ha de recibir o desprender 1 kilogramo de agua para que su temperatura aumente o descienda en un grado centígrado.

En el sistema inglés la unidad térmica es el BTU (British termal unit) y se describe como la cantidad de calor que ha de recibir o desprender 1 libra de agua para que su temperatura aumente o descienda 1 grado (fahrenheit).

Calor específico del aire

En el sistema decimal es la cantidad de kilo calorías que

DIAGRAMA DE FLUJO DE AIRE Y ACEITE EN UNA UNIDAD GENERADORA DE CALOR



A LLAVE PRINCIPAL DE PASO DE COMBUSTIBLE
B FILTRO PARA EL COMBUSTIBLE
C MANOMETRO DE PRESION AL VACIO
D VALVULA DE CHEQUE
E BOMBA CIRCULAR ABASTECEDORA DE COMBUSTIBLE
F LLAVE DE PASO
G LLAVE DE PASO
H FILTRO DE COMBUSTIBLE
I REGULADOR CIRCULAR DE AIRE Y COMBUSTIBLE
J FILTRO DE LA BOMBA DE AIRE
K REGULADOR DE PRESION PARA EL AIRE PRIMARIO
L MANOMETRO DE PRESION DEL COMBUSTIBLE
M TANQUE DE ACEITE Y AIRE
N MANOMETRO DE PRESION PARA LA SALIDA DE AIRE PRIMARIO
O VENTANILLA DE OBSERVACION NIVEL DEL ACEITE
P CALENTADOR AUXILIAR PARA COMBUSTIBLE
Q INDICADOR DE TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE
R VALVULA DE TRES VIAS
S CUBIERTA DEL PRECALENTADOR
T BOQUILLA
U VALVULA PARA EL RETORNO DEL COMBUSTIBLE
W PILOTO DE GAS O ELECTRODOS
X CALENTADOR DE COMBUSTIBLE
Y VALVULA DE CHEQUE

necesita un kilogramo de aire para aumentar en 1 grado centígrado su temperatura. Su valor es igual a 0,241 kilo-calorías por kilogramo de aire. En el sistema inglés es la cantidad de BTU que se necesita 1 libra de aire para aumentar en 1 grado fahrenheit su temperatura. Su valor es igual a 0,241 BTU por libra de aire.

Para determinar el calor suministrado al aire existen diversas formas siendo unas más empíricas que otras pero que para efecto de cálculos son de gran validez.

$$Q = V \times AT \times 1.08$$

en donde: Q = cantidad de calor por hora

V = Volumen de aire necesario para transportar Q en PCM

AT= Incremento de temperatura con relación al ambiente que se necesite en grados fahrenheit.

1.08= Factor de conversión de unidades

Ejemplo: Averiguar el calor total por hora de una secadora cuyo ventilador genera 42.000 PCM a una temperatura de secamiento de 110°F

Temperatura ambiente 55°F 110°F - 55°F = 55°F
Q = 42.000 x (55)(1.08) = 2'494.800 BTU/hora

Como lo que interesa en últimas es conocer el consumo de combustible de la secadora, existe para ello la cantidad de kilo-calorías o BTU que generan por galón así:

ACPM = 135.000 BTU por galón
Full Oil = 145.000 BTU por galón
Propano (gas) 92.000 BTU por galón
Butano = 102.000 BTU por galón

Es conveniente recordar que 1 kilo-calorías es igual a 3,96 BTU .

Para el problema anterior solo necesitamos dividir:

$$\frac{2\ 494.800}{135.000} = 18,48 \text{ gal/hora}$$

Otra forma más completa de conocer el consumo de combustible de una unidad generadora de calor es mediante la siguiente formula:

$C = M (t_2 - t_1) c$
C = calor suministrado al aire
M = peso del aire
t_1= temperatura ambiente
t_2= temperatura de secamiento
c = calor específico del aire

Si aplicamos esta fórmula para el mismo ejemplo anterior, tenemos lo siguiente: para lo cual es necesario recurrir a la carta psicrométrica siendo preciso conocer primero las condiciones del aire ambiente el cual tiene un HR de 70%.

Cálculo de M

Según la carta psicrométrica el aire a 55°F y 70% de HR el contenido de HA es de 0.0065 libras/libra de aire; al calentar el aire a 110°F encontramos que su volumen específico es de 14.5 P^3 por libra.

Peso del aire que el abanico entrega por hora

$$\frac{42.000 \times 60}{14.5} = 173.793 \text{ libras}$$

$$C = 173.793 \times (55) \times (0.241) = 2'303.626 \text{ BTU por hora}$$

Si un galón de ACPM genera 135.000 BTU tenemos:

$$\frac{2'303.626 \text{ BTU}}{135.000 \text{ BTU}} = 17,08 \text{ galones hora}$$

Como se puede apreciar en los cálculos con una y otra formula los resultados son muy parecidos.

Para trabajar en el sistema métrico decimal, se deben hacer las conversiones del caso de grados fahrenheit a centígrados y de libras a kilos.

3. Limitaciones en la cantidad de aire que pasa por el grano versus eficiencia en la utilización de l calor.

La máxima cantidad de aire que puede usarse para obtener eficiencias satisfactorias en el aprovechamiento del calor que lleva el aire desecante que pasa por el grano, depende de la temperatura de dicho aire, de la clase de grano y de la humedad del mismo. Es apenas lógico comprender que a medida que el contenido de humedad de los granos es alto será más fácil eliminarla, e inversamente cuando ésta disminuye los granos la retienen y son difíciles de secar. No todos los granos soportan en igual forma las temperaturas de secamiento, por lo cual para cada grano existe una temperatura apropiada para el aire de secamiento que permite que la calidad del grano no sea alterada. Existen algunos valores máximos de la cantidad de aire que debe pasar por unidad de tiempo y por cantidad de grano para obtener buenas eficiencias térmicas.

En el siguiente cuadro se puede apreciar las cantidades de aire en PCM por bushel de grano, que debe pasar por diversos contenidos de humedad en el grano y a diferentes temperaturas de secamiento, en secadoras de flujo contínuo, en las cuales el aire circula por el grano solamente una vez.

PCM por bushel de grano

Temperatura del Aire Desecante		MAIZ		ARROZ CASCARA	
		HUMEDAD FUNCIONAL			
°F.	°C.	24%	18%	24%	18%
149	65	45	30	65	40
131	55	35	20	50	30
113	45	25	15	35	20
95	35	20	10	25	10

Como puede apreciarse a un menor contenido de humedad del grano, la cantidad de aire que se debe hacer pasar debe ser menor para obtener una buena eficiencia térmica, ya que es más difícil extraer el agua del grano.

Existen algunos índices que nos permiten evaluar si un secamiento es eficiente desde el punto de vista de la utilización del calor obtenible del aire, y se dice que cuando éste es superior al 60% es eficiente, o que cuando 1 galón de ACPM elimina más de 7 galones de agua el proceso también es eficiente. Existen también algunas gráficas que nos permiten apreciar que a medida que el grano seca, la eficiencia disminuye considerablemente en razón de que el agua en el grano ya no puede extraerse con la misma facilidad. En el gráfico siguiente se puede apreciar la cantidad de calor (expresada en BTU) requerida para evaporar una libra de agua en soya o maíz a diferentes contenidos de humedad.

a. <u>Cálculo para determinar el calor suministrado al aire en terminos de kilocalorías y consumo de combustible en galones.</u> Tomemos como base el mismo ejemplo anterior, en el cual se desea saber el calor suministrado al aire de un secador cuyo ventilador genera 42.000 PCM; si sabemos que la temperatura del medio ambiente es de 25°F y la humedad relativa del 70%, la temperatura de secamiento es de 110°F.

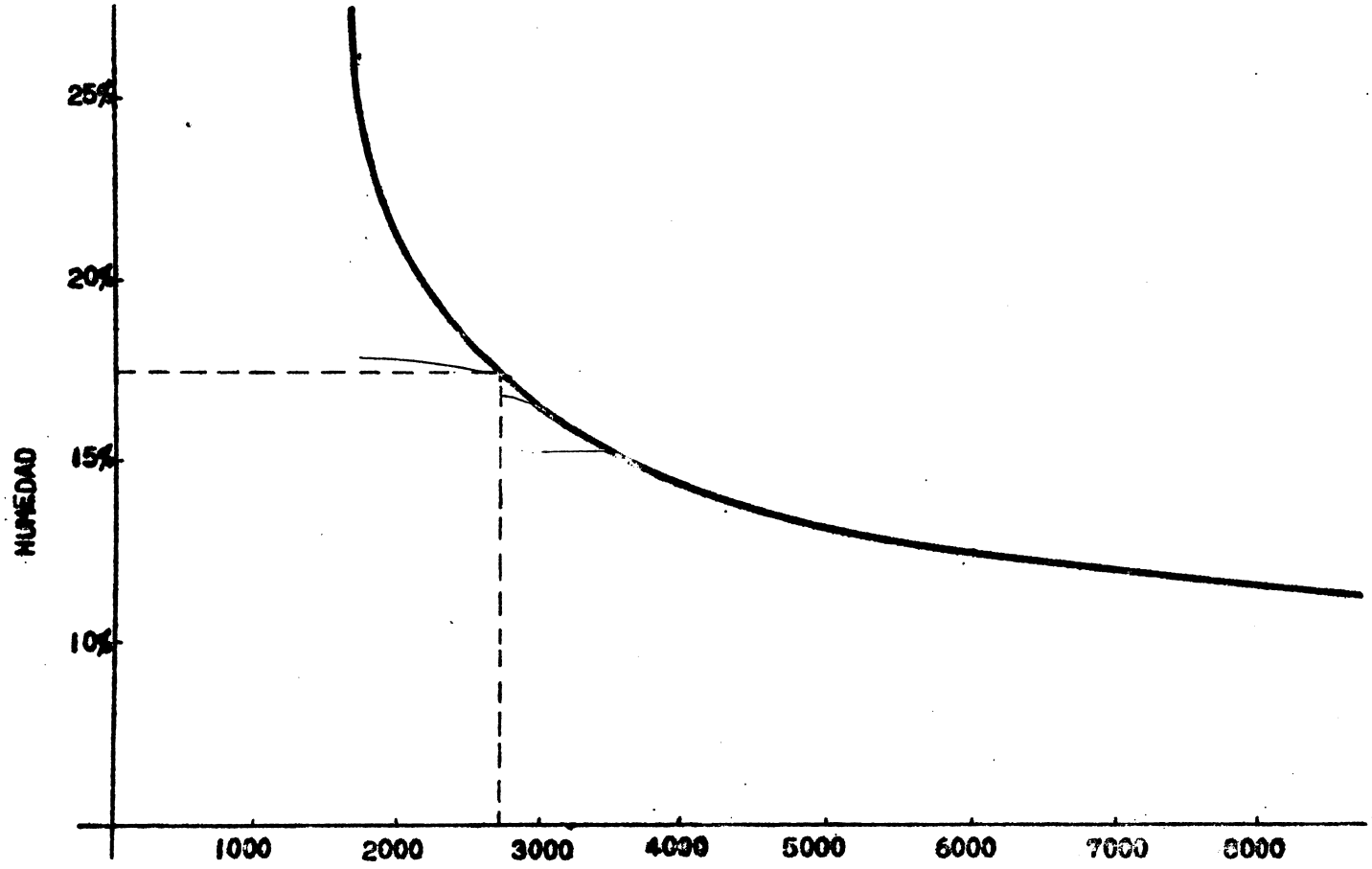
Primeramente, debemos convertir los pies cúbicos por minuto a metros cúbicos por hora y los grados fahrenheit a grados centígrados.

$$\frac{42.000 \times 60}{35.31} = 71.340 \text{ metros cúbicos por hora}$$

Temperatura ambiente = 55°F = 12.7°C, si sabemos que la humedad relativa es del 70% nos remitimos a la carta psicrométrica y localizamos nuestras condiciones del aire ambiente el cual tiene una humedad absoluta de 6 gramos de humedad por kilo de aire; calentamos ese aire a 110°F es decir, 43.3°C y hallamos el volumen específico del aire que es de 0.904m³/kg Con estos datos podemos calcular el peso del aire puesto que,

1 kg	0.904 m³	$X = \frac{71.340}{0.904} = 78.916$ kilos de aire por hora
X	71.340 m	

CANTIDAD DE CALOR REQUERIDA PARA EVAPORAR UNA LIBRA DE AGUA (HUMEDAD) DE SOYA O MAIZ A DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD



EJEMPLO :

PARA SECAR DEL [illegible] — 15% SE GASTAN 2700 BTU/LBS. (VALOR PARA 17.0%)

		FECHA	ESCALA	MATERIAL	CANTIDAD	DIBUJO No.
	[illegible] PARA SECAR UNA LIBRA DE HUMEDAD	11-12-6[illegible]			1	1[illegible]1

$C = M (T_2 - T_1) c$
C/hora = 78.916 (43.3 - 12.7) 0,241
C/hora = 580.544,47 kilocalorías por hora

Se debe tener presente que un galón de ACPM genera 34.000 kilocalorías, luego el consumo por hora sería igual a:

$$\frac{580.544,47}{34.000} = 17.36 \text{ galones hora}$$

I. El recipiente para el grano

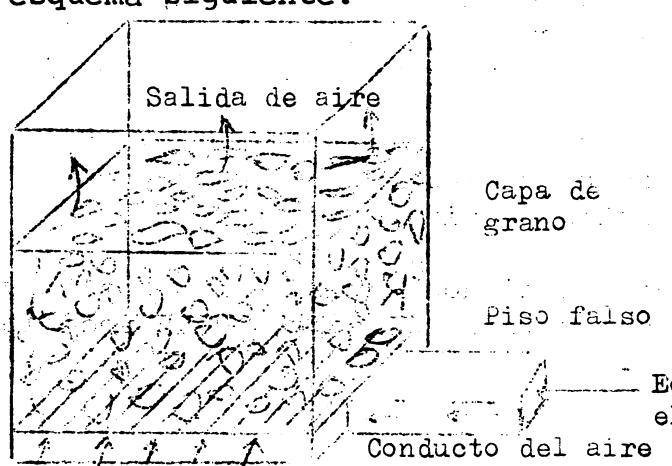
Los recipientes para los granos que se van a secar pueden ser de diversas formas, pero en general se pueden clasificar en dos grupos a saber:

a) Recipientes para secamiento estacionario
b) Recipientes para secamiento en flujo

Los recipientes para secamiento estacionario, comprenden dos modalidades diferentes, y hacen relación a la forma como se deposita el grano para ser secado; así tenemos secamiento estacionario a granel y secamiento estacionario en sacos o bultos. El secamiento estacionario tal como su nombre lo indica, el producto está quieto recibiendo la corriente de aire desecante siempre en el mismo sentido y por consiguiente por la misma cara del grano.

Los recipientes para secamiento estacionario a granel a su vez pueden ser de características diferentes, principalmente en lo que hace relación a la profundidad o espesor de la caja de grano que debe atravesar el aire.

Uno de los modelos más comunes de recipientes para secamiento a granel es el tipo de silo circular o rectangular con piso de malla y paredes de metal o mampostería, con una cámara para distribución del aire debajo del piso tal como puede verse en el esquema siguiente:



Este tipo de recipiente se utiliza para capas de grano de profundidad variable, según sea el equipo de que se disponga.

Básicamente el proceso requiere los siguientes equipos:

Un tanque de mampostería o silo de metal con el fondo perforado en el cual se almacena el grano después de haber recibido una limpieza preliminar o prelimpieza.

Un equipo para mover determinada cantidad de aire y calentarlo a determinada temperatura.

Una cámara y conducto de aire por la cual se inyecta el aire natural o el aire calentado a través del fondo perforado del recipiente.

Para aplicar este sistema de secamiento, existen tres métodos los cuales presentan sus ventajas y desventajas:

Primer método: Es el método denominado de una sola capa a gran altutura , consiste en llenar el silo hasta una altura considerable con grano que contenga alto contenido de humedad y secarlo en su totalidad. Tiene como ventajas el de requerir menos atención, menos manipuleo y cuando la H.R. es baja, llega a resultar económico.

Entre las desventajas se le pueden anotar el que los equipos no suelen tener la suficiente capacidad para contrarrestar la presión estática que presenta la columna de grano, siendo imposible suministrar el mínimo volumen de aire por unidad de volumen de grano. Lo anterior, ocasiona que el tiempo de secamiento sea demasiado largo corriéndose el riesgo de que las capas superiores de la columna de grano se dañen, bien sea por ataque de hongos o porque se "ardan".

Segundo método: Es el método denominado de múltiples capas o cargas. Consiste en llenar el silo hasta poca altura con grano húmedo, cuando la parte superior de esta primera capa esté casi seca, se le añade otra capa e ir secando sucesivamente hasta llegar a determinada altura. En este método cada capa no debe ser superior a 405 pies.

Tiene entre otras ventajas las siguientes: Se pueden utilizar los silos hasta una mayor altura; se puede secar rapidamente las primeras capas debido al mayor suministro de aire.

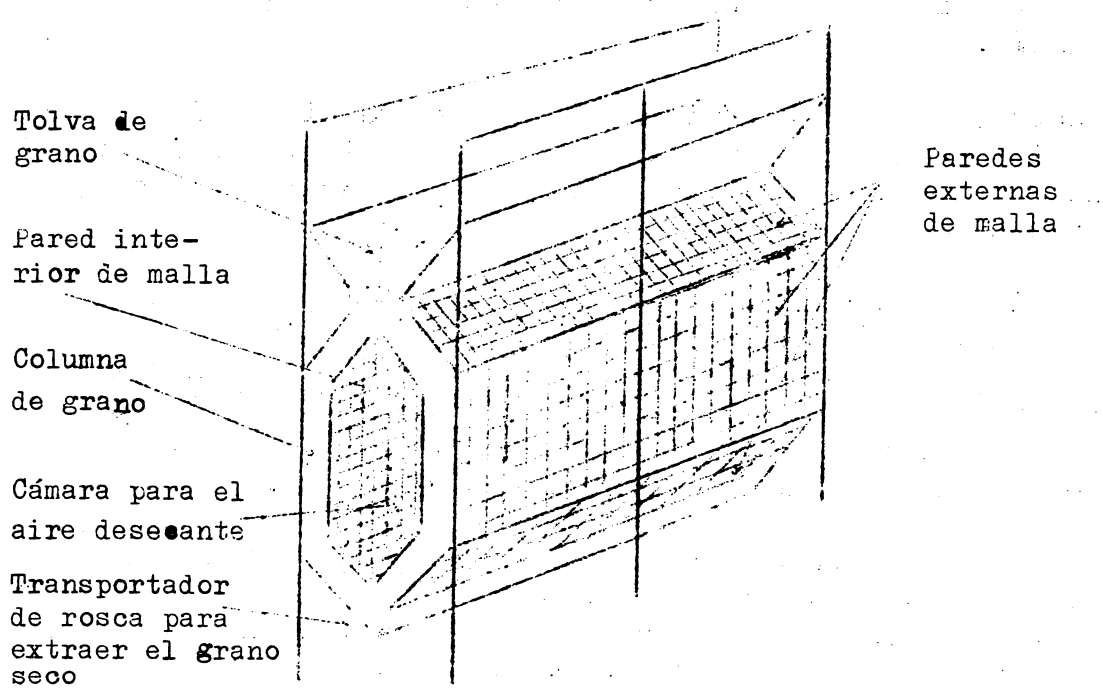
Desventajas: A medida que se van añadiendo capas el sistema se va haciendo más lento debido al menor volumen de aire que va recibiendo la unidad de volumen de grano.

Tercer método: Es el denominado de una sola capa o carga a poca altura, con alta humedad y secarlo hasta su totalidad. Cuando el grano está seco se desocupa el silo, y se deposita el grano a otro silo o se ensaca; las capas en este método no deben ser superiores a 4 pies.

Ventajas: El proceso de secamiento es mas rápido, no se corren riesgos de que el grano sea atacado por mohos o que se arda.

Desventajas: No se utiliza la capacidad del silo durante el secamiento, requiere mucha manipulación y equipo especial para vaciar el silo rápidamente.

Otro tipo de secadores estacionarios a granel son aquellos cuya columna de grano es delgada y que generalmente son equipos portátiles como por ejemplo la secadora New Holand, secadoras con dirección reversible del aire etc; en el siguiente grafico se presenta un esquema general de este tipo de secadoras.



Secadores estacionarios para grano ensacado.

Cuando se quiere conservar la identidad de los lotes de granos, se utiliza el secamiento en sacos. El recipiente en este caso adopta la forma de un caballete o de un tunel, con huecos de tamaño adecuado para la colaboración de los sacos de acuerdo a los esquemas que se presentan en el siguiente gráfico.

Para secar en sacos, se debe preferir sacos permeables es decir, que su tejido no sea tan fuerte que ofrezca gran resistencia al paso del aire. No es conveniente que los sacos estén muy llenos y apisonados puesto que esto dificulta el paso del aire a través del grano además se debe tener en cuenta que en lo posible todos los bultos o sacos tengan el mismo grasor, prefiriendose profundidades o grasores que no pasen de 20 a 23 cms. Cuando la mercancía viene muy sucia la eficiencia se ve disminuida, ya que las impurezas obstaculizan el paso del aire a través del producto, además gran parte del aire desecante arrastra humedad de las impurezas y no del grano; en algunos casos es aconsejable hacer una prelimpieza del grano antes de secarlo. En este tipo de secadores la temperatura del aire no debe ser superior a 37,5°C. Temperaturas que por encima de ésta puede tener como consecuencia un sobre secado de la capa inferior y correr con el riesgo de que el saco de yute o fique se queme.

Otro sistema de secar granos ensacados lo constituye la formación de un tunel a partir de los propios sacos llenos de grano. La principal ventaja de este sistema es de que una vez terminado el secamiento el espacio queda libre y totalmente habilitado para almacenar mercancía.

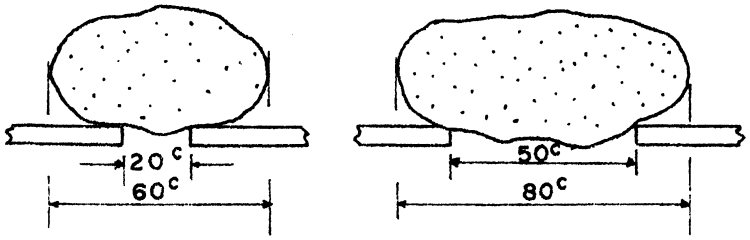
En la construcción de este tipo de tunel se requiere cierta destreza para evitar escapes y que el tunel se le caiga. Es importante para hacer el tunel que los sacos no estén demasiado llenos y que estén perfectamente cerrados.

La disposición de los sacos para hacer el tunel puede ser de diferentes maneras, según las características del equipo de que se disponga. Una de las formas es colocando los sacos de tal forma que su eje longitudinal forme ángulo recto con el del tunel, el grosor de la capa a desecar resulta aquí tres veces mas gruesa, lo que se deduce que la presión del aire habrá de ser mayor.

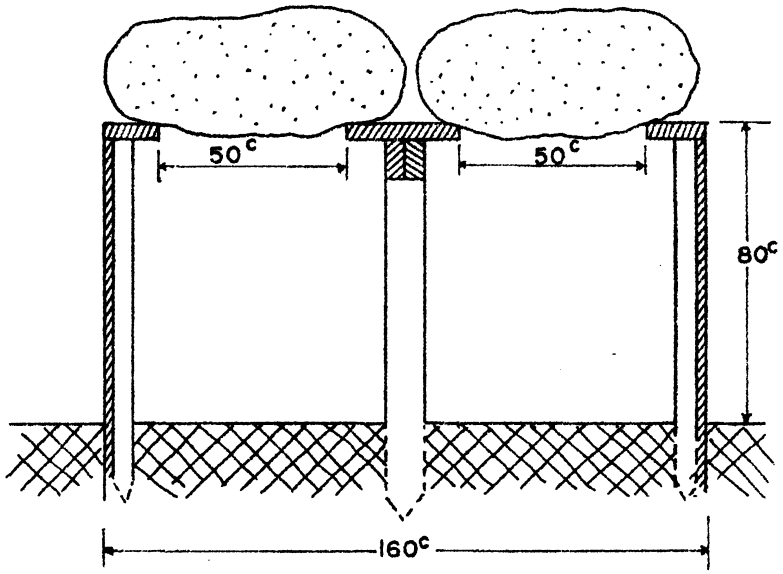
También la disposición de los sacos puede ser de tal forma que el eje longitudinal de los sacos esté paralelo al del tunel pundiendo ser las paredes del tunel de una o dos hileras, lo importante es que por todos los lados del tunel el grosor sea el mismo.

1. <u>Recipientes para secamiento en flujo</u>

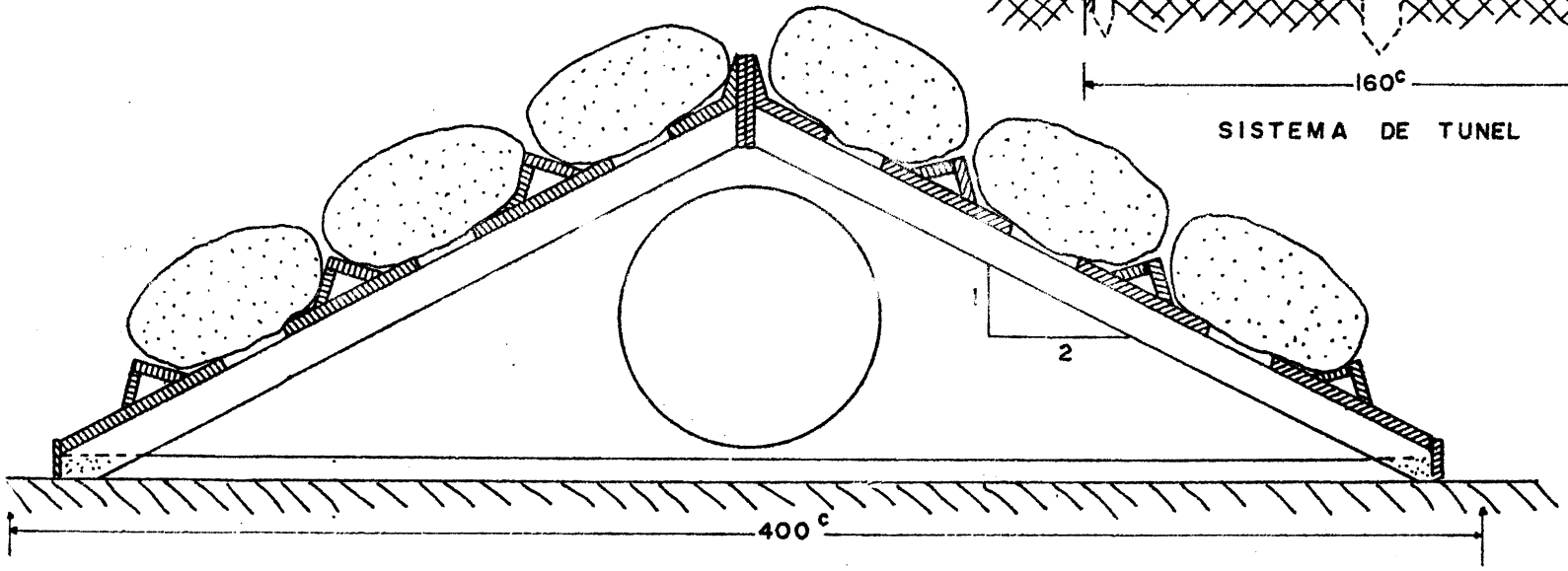
Los recipientes de este tipo reciben en forma contínua grano húmedo, y entregan permanentemente grano seco. El grano en el interior del recipiente se desplaza y cambia contínuamente de posición, presentando así alternativamente a la acción del aire desecante diversas partes de su superficie.



DIMENSIONES DE LOS SACOS APROXIMADA



SISTEMA DE TUNEL



SISTEMA DE MARCOS EN - A -

SISTEMA DE SECAMIENTO EN SACOS

guf
IV-I-1.970

Dentro de los secadores de flujo se pueden distinguir dos tipos de recipientes; a) los recipientes de columna delgada y b) los recipientes compactos de ductos intercalados.

Recipientes de columna delgada

Se componen en esencia de dos columnas paralelas que forman las paredes de una cámara de distribución de aire. La forma del recipiente obliga al grano que fluye a cambiar constantemente de posición. El grueso de la capa de grano que atraviesa el aire está entre 10 y 15 cms. lo cual permite hacer pasar grandes cantidades de aire por el grano. Este tipo de recipiente fue ideado especialmente para el secamiento de arroz en cáscara a base de considerables cantidades de aire a temperaturas relativamente bajas. Tiene el inconveniente de la gran altura que requiere en proporción al rendimiento por hora. El gráfico siguiente ilustra uno de los modelos mas conocidos.

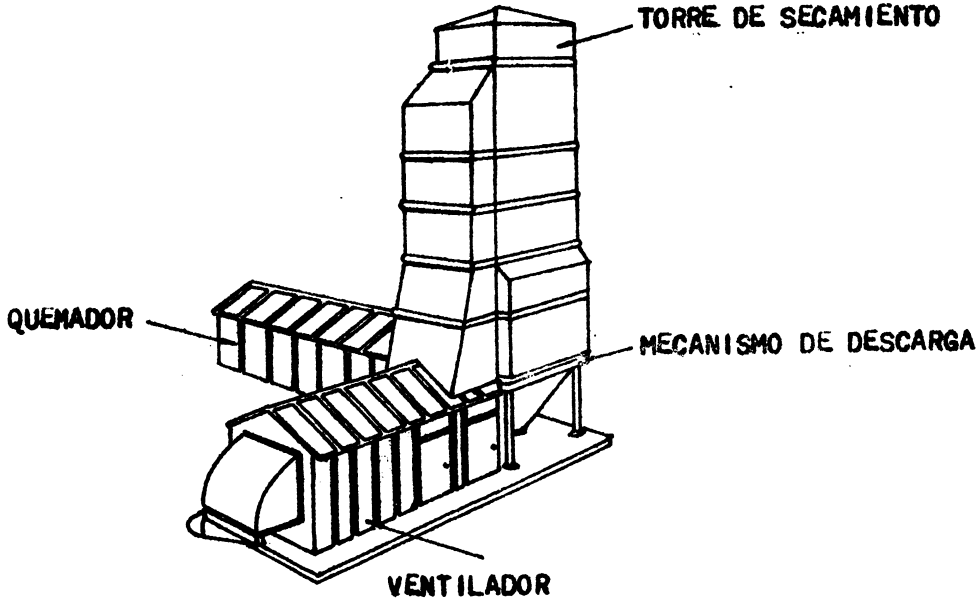
Recipientes de ductos horizontales transversales con aire succionado

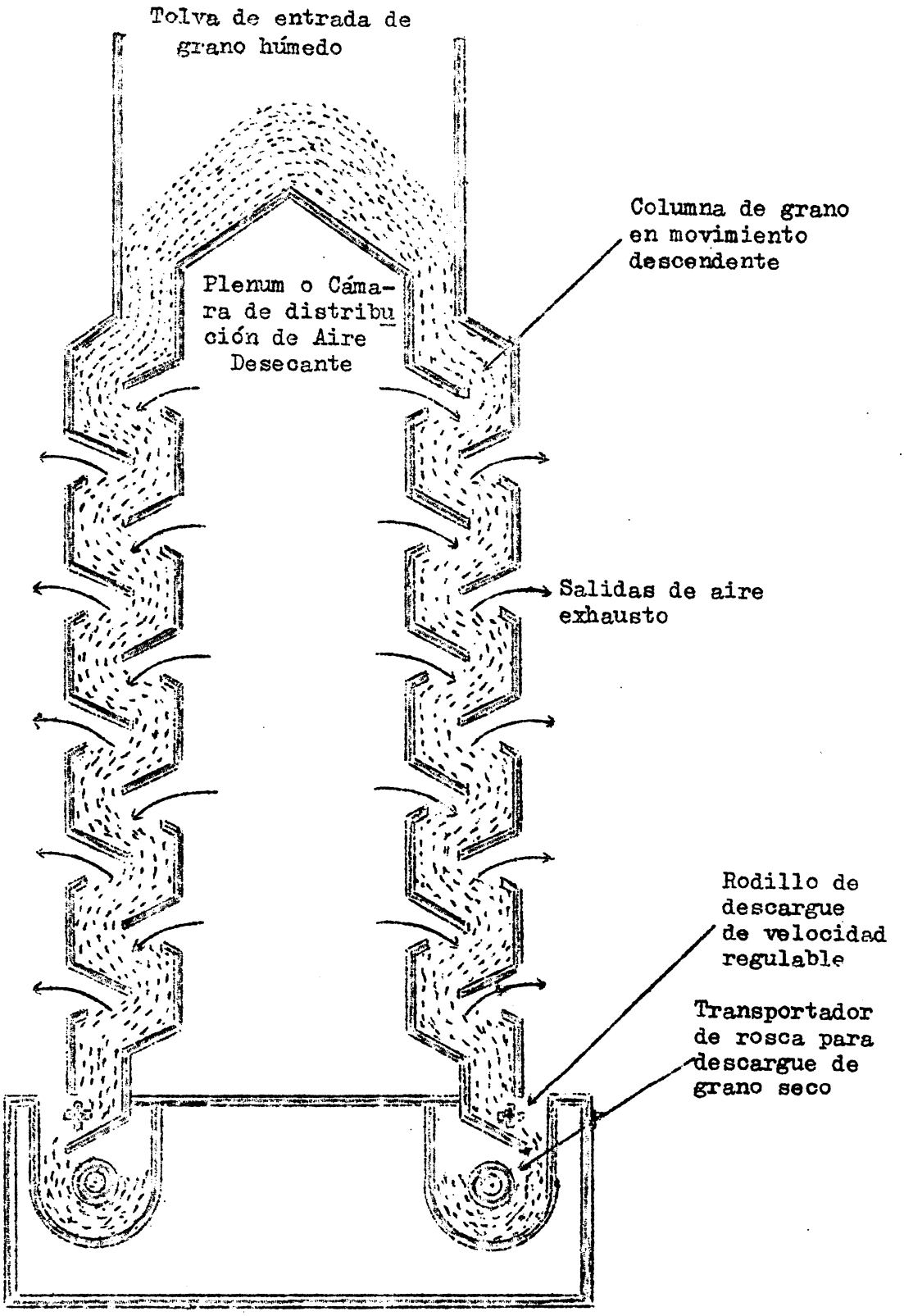
Se componen de las mismas partes que los recipientes anteriores La diferencia consiste en que utilizan ductos transversales, en que la unidad generadora de calor está separada del abanico el cual se ubica en la salida del aire exhausto y en que se utiliza un solo abanico para manejar aire desecante y el aire de enfriamiento, los cuales se traen en lugar de ser impulsados.

La gran mayoría de las secadoras de intemperie están equipadas con ductos transversales.

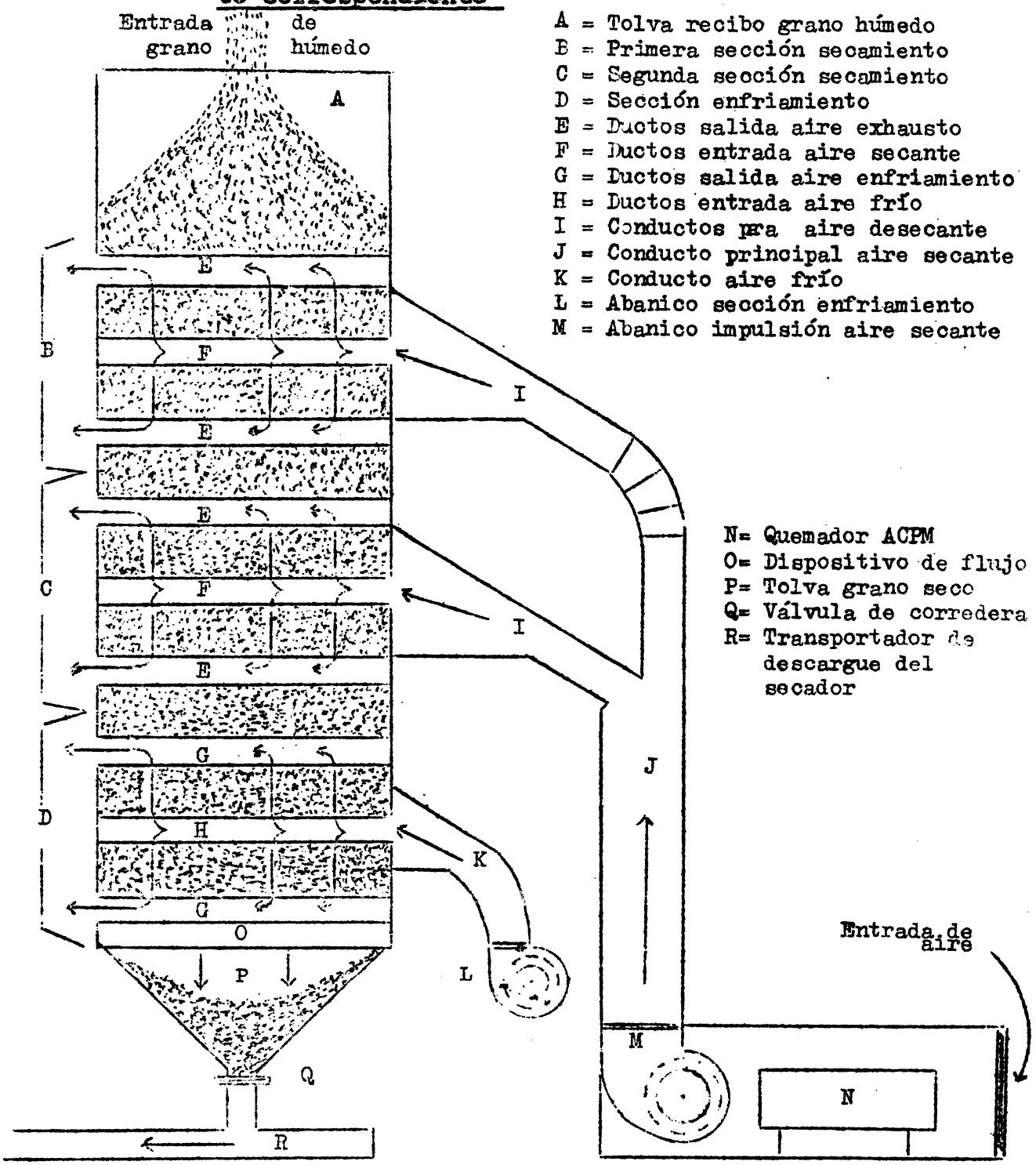
Los dibujos siguientes muestran la colocación de los ductos y un esquema del movimiento del aire cuando se acoplan una sección de secamiento y una de enfriamiento para ser trabajadas por el mismo abanico en un recipiente diseñado para usar ductos transversales.

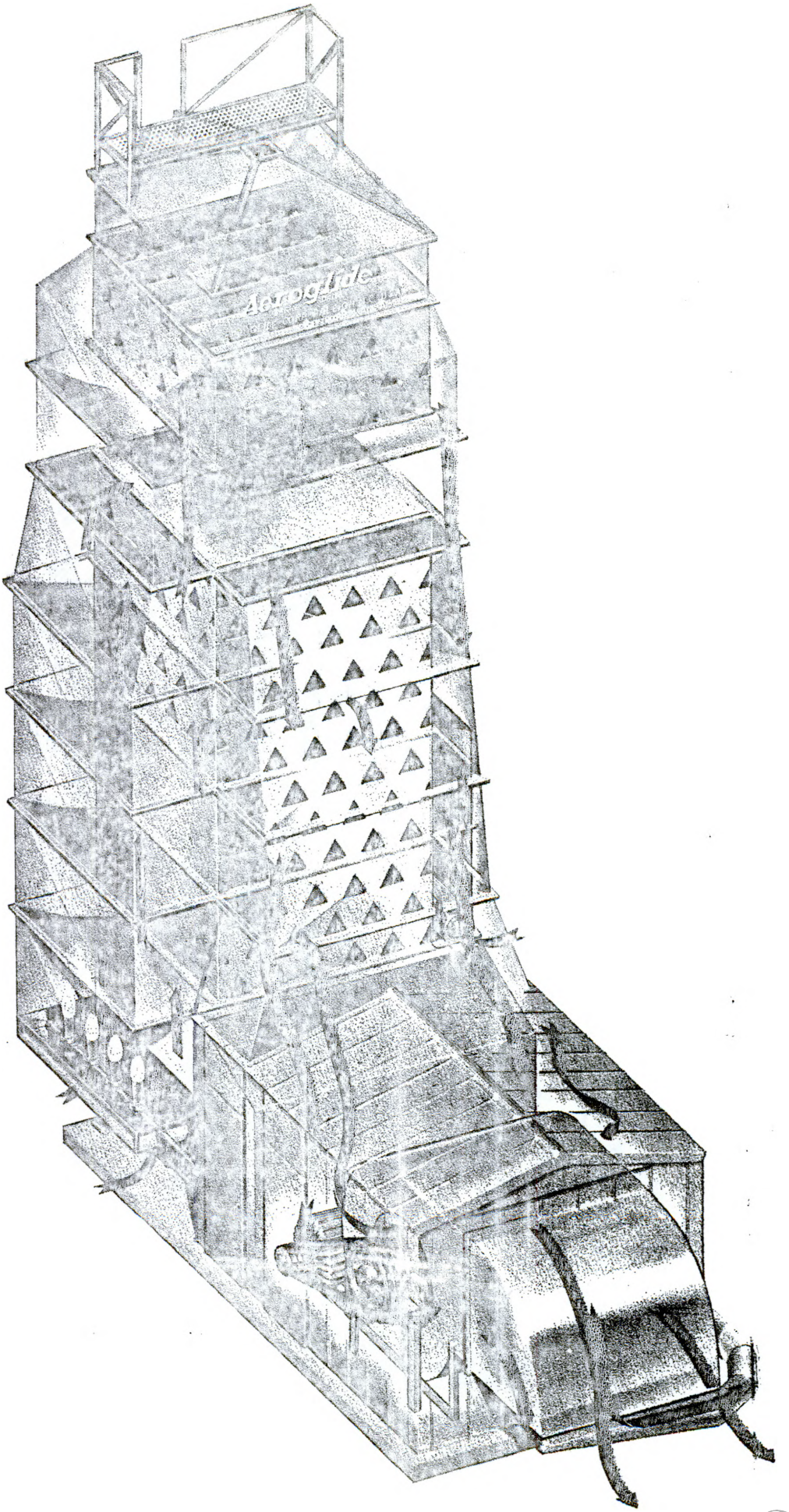
SECADORA MEZCLADORA de GRANOS





Dibujo esquemático de un recipiente de ductos horizontales paralelos y la unidad de secamiento correspondiente





CALCULO DE LA CAPACIDAD DE SECAMIENTO DE UNA INSTALACION

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE SECAMIENTO DE UNA INSTALACION

Los cálculos que se presentan son fácilmente aplicables, y podrían ser de gran utilidad para orientar el trabajo tanto de diseño, como de mejor utilización del equipo y determinación del consumo de combustible.

A. Duración del secamiento

Para calcular el tiempo de secamiento en un secador de cualquier tipo, es decir, estacionario o en flujo se requiere conocer tres factores que permiten hacer los cálculos y que se presentan a continuación.

La cantidad de aire desecante que pasa por el grano, estimada en libras de aire por minuto o en kilos de aire por minuto.

La capacidad desecante del aire expresada en libras de agua, por libra de aire o en kilogramos de agua por kilogramo de aire.

Carga de secamiento del grano expresado en libras o kilogramos de agua, que deben ser removidos.

El tiempo de secamiento entonces está dado en minutos y es igual a:

$$\text{Tiempo de secamiento en minutos} = \frac{\text{Carga de secamiento (en Klgs. o libra)}}{\text{Cantidad de aire por minuto en (Kgs. o libras)} \times \text{Cantidad de agua que extrae cada Kgs. o libra de aire}}$$

Como se puede apreciar se debe trabajar en las mismas unidades cuando se aplique la fórmula, bien sea en libras o en kilogramos.

Se debe tener presente para facilitar los cálculos, las siguientes equivalencias.

1	metro cúbico	=	35,314	pies cúbicos
1	bushel	=	1,25	pies cúbicos
1	metro cúbico	=	28,38	bushel
1	bushel de maíz	=	25,5	kilogramos
1	bushel de arroz	=	20	kilogramos
1	bushel de trigo	=	27	kilogramos
1	bushel de cebada	=	23	kilogramos

Para calcular los diferentes componentes de la fórmula se debe seguir los pasos que se enumeran a continuación.

1. Para calcular la carga de secamiento, se debe conocer de antemano la cantidad de grano a secar, su contenido de humedad inicial y el contenido de humedad con que debe quedar conocido ésto, aplicar la fórmula $x = \frac{100\ (H_i - H_f)}{100 - H_f}$

2. Para calcular la cantidad de aire por minuto se debe conocer la cantidad de aire que el abanico es capaz de generar a diferentes presiones estáticas. Se debe recordar que la presión estática es diferente para cada grano y para cada altura de la capa de grano.

   Una vez conocido el volumen de aire que va a pasar a través del grano debemos buscar el volumen específico del aire desecante (caliente), Para poder calcular el peso del aire basta con dividir el volumen del aire por su volumen específico.

3. La cantidad de agua que extrae cada kilogramo de aire se calcula simplemente como la diferencia de humedades absolutas entre al aire desecante y el aire exhausto, para lo cual es necesario hacer uso de la carta psicrometríca. En páginas anteriores se dijo que en promedio la eficiencia térmica podía ser del 60%; como es de suponer esta eficiencia cambia bastante durante toda la operación del secamiento; es elevado al comienzo, cuando el grano está muy húmedo y se reduce a medida que el grano se va secando.

<u>EJEMPLO</u>

Por una capa de maíz de 3 piés de altura se desea hacer pasar aire a razón de 12 piés cúbicos por minuto, por cada pié cúbico de maíz. El abanico de que se dispone es de 27" de diámetro y sus características son las que figuran en páginas anteriores de este texto. Se desea calcular:

- El área del piso del secador
- La velocidad del abanico
- La cantidad o peso del maíz que puede secarse en cada operación.
- La duración aproximada del secamiento
- Demanda de combustible por hora.

Asúmanse los siguientes datos:

Aire inicial : 15°C bulbo seco
12°C bulbo húmedo

Temperatura de secamiento 55°C.

Eficiencia térmica del aire desecante 60%

DESARROLLO

Velocidad del aire: 12 PCM x 3 pies de alto = 36 PCM por pié. cuadrado de piso.

Presión Estática.

Para alcanzar la velocidad calentada de 36 PCM x P^2, según nuestro gráfico que se halla en páginas anteriores en el cual se representan las relaciones entre presión del aire y velocidad del aire a través del grano, encontramos que para esa velocidad y para una capa de maíz de 3 piés la presión estática que debe vencer el abanico es de 1,50 pulgadas de agua. A esta presión se le debe agregar 0.50 pulgadas de agua por pérdida de presión en los ductos.

Cantidad de aire que entrega el abanico.

Nos referimos al gráfico en el cual aparecen las características del abanico axial de 27" de diámetro a diferentes velocidades y encontramos que para una presión de 2 pulgadas de agua y a una velocidad de 2.400 RPM nos entrega 3.000 PCM de aire.

Area del piso del secador.

Conociéndo la cantidad de aire que nos puede generar el abanico y la velocidad del aire por pié cuadrado que nos permita obtener el régimen de aire por unidad de grano, solo debemos dividir

$$\frac{3.000 \text{ PCM}}{36 \text{ PCM x } P^2} = 84 \text{ piés cuadrados (aprox.)}$$

Cantidad de Maíz

Volumen del secador= Superficie de la base por altura
Volumen del secador= $84P^2$ x 3 pies de alto

Volumen = 252 pies cúbicos

$1m^3$ - 35,314 P^3

X - 252 P^3

$$X = \frac{252}{35.314} = 7,135\ m^3$$

Con un peso hectolítrico de 70 kgr. la cantidad de maíz sería de:
7,135 x 700 kgr = 4.994 kilos de maíz húmedo

B. Tiempo de secamiento

1. Carga de secamiento o agua por extraer.
Si suponemos una rebaja de humedad del 24% al 12% esto significa que:

$$X = \frac{4994(24-12)}{100-12} = 681,2 \text{ kgrs de agua por extraer}$$

2. Capacidad desecante del aire
En las condiciones iniciales de 15°C de bulbo seco y 12°C de bulbo húmedo la humedad absoluta por kilogramo de aire es de : 7,5 grms
Si se calienta este aire a 55°C y se satura, su humedad absoluta sería de 20,0 grms
Luego el 100% de capacidad de extracción de agua es 12,5 grms

Como se supone que la eficiencia térmica del aire desecante será del 60%, encontramos entonces que cada kilogramo de aire que pasa por el grano nos va a extraer (12.5 x 60)=7,5 gramos de agua o sea 0,0075 kgr de humedad por kgr de aire.

3. Cantidad de aire
El abanico mueve 3.000 PCM de aire a la temperatura de 55°C o sea:

$$\frac{3.000}{35,314} = 84,95\ m^3 \text{ de aire por minuto.}$$

El volumen específico del aire a 55°C es de 0.9375 m^3/kgr de aire, luego:

0.9375 m^3 - 1 kgr
84.95 m^3 - X

$$X = \frac{84,95\ m^3}{0.9375\ m^3} = 90,61 \text{ kgr de aire por minuto}$$

Conociendo los datos anteriores podemos reemplazar en nuestra fórmula para así conocer el tiempo de secamiento.

Tiempo de secamiento en minutos $= \frac{681,2}{90,61 \times 0,0075} = 1,0002$ minutos

o sea 16 horas y 42 minutos

Demanda de combustible por hora

$C/h = M\ (T_2 - T_1)\ 0241$

$C/h = (90.61)\ (60)\ (40)\ 0,241$

C/hora= 52.408 kilocalorías

Consumo de aceite= $\frac{52.408}{34.000} = 1,5$ galones hora

C. <u>Problema de secamiento</u>

Se desea saber:

1. Capacidad de secamiento
2. Tiempo de secamiento
3. Número de galones de agua extraídos por galón de ACPM
4. Consumo de combustible
5. Cantidad de BTU consumidos, para extraer una libra de agua

De un secador estacionario, del cual conocemos las siguientes especificaciones:

Diámetro del silo 7 metros
Capa de grano 8 pies
Presión estática que debe vencer el abanico 4"
Cantidad de aire por Pie^2 de piso: 37 PCM
El grano llega con el 22% de Humedad para rebajas al 14%

Condiciones ambientales: T.B.S 26°C y H.R. 80%
Temperatura de secamiento: 55°C

Peso hectolítrico del maíz 75 kilos
Condiciones del aire de salida: TBS 35°C y HR 70%

<u>Desarrollo</u>

Superficie del piso:
$3.1416 \times 12.25 = 38.48\ m^2$
$38.48 \times 10.7636 = 414.18$ Pies^2

Volumen de silo:
414.18 x 8 = 3.313.44 Pies^3
3.313.44 ÷ 35.31 = 93.84 m^3

1. Capacidad de secamiento

1 m^3 pesa 750 kgr
93.84 X

$$X = \frac{93.84 \times 750}{1} = 70.380 \text{ kgrms (a)}$$

Flujo de aire:

Si por 1 Pie^2 pasan 37 P^3
por 414.18 P^2 X

$$X = \frac{414.18 \times 37}{1} = 15.324,66 \text{ PCM}$$

15.324,66 ÷ 35,31 = 434 m^3 por minuto

Remitiéndonos a la carta psicrométrica obtenemos:

Condiciones ambientales:	Aire calentado:	Aire exhausto:
H.A = 17.2 grms/kilo aire	H.A= 17.2 Grm/kls	H.A= 25.5 grms kilo aire
H.R = 80%	H.R= 18%	H.R= 70%
TBS = 26°C	TBH= 30.2°C	TBH= 30.2°C
	TBS= 55°C	TBS= 35°C
	V.E= 0.95 m3/kilo	

Eficiencia = HA2 - HA1 = 25.5 - 17.2 = 8.3 gramos de agua/kilo

Cantidad de aire en kilos por minuto:

Si 0,95 m^3 pesan 1 kgr.
los 434 m^3 pesarán X

$$X = \frac{434}{0.95} = 456,84 \text{ kgrms/minuto}$$

2. Tiempo de secamiento:

$$\text{Carga de secamiento} = \frac{70.380\ (22-14)}{100-14} = \frac{70.380 \times 8}{86} = 6.546,97 \text{ K.}$$

$$TS = \frac{6.546.97}{456.84 \times 0.0083} = 1.727 \text{ minutos}$$

1.727 ÷ 60 = 28 horas 47 minutos = 28.78 horas (b)

3. Consumo de combustible: $C = (T_s - T_a)\,c$

M = 456,84 x 60 = 27.410.4 Kgrms/hora
C = 27.410.4 (55-26) 0.241 = 191.571,29 kilocalorías

191.571,29 ÷ 34.000 = 5,634 galones/hora
5,634 x 28,78 = 162,15 glms. consumo total ACPM (c)

4. <u>Galones de agua extraídos por galón de ACPM</u>:

6.546,97 ÷ 3,785 = 1.729,7 galones de agua

Si 162,15 gln. ACPM - extraen 1.729,7 glns agua
1 " " X " "

X = 1.729,7 ÷ 162,15 = 10,6 glns agua por galón ACPM (d)

5. <u>Cantidad de BTU consumidos para extraer una libra de agua</u>:

Kgrms. a grms = 6.546,97 x 1000= 6.546.970 gramos
Grms. a libras = 6.546,970 ÷ 453 = 14.452,4 libras

191.571,29 x 28,78 = 5.513.421,72 kilocarías total

5'513.421,72 ÷ 0.252 = 21'878.657,6 BTU total

21'878.657,6 - 14.452,4 = 1.513,8 BTU/libra de agua

AIREACION DE LOS GRANOS

AIREACION DE LOS GRANOS

A. **Definición**

Es el proceso mediante el cual se hace generar un movimiento de aire a través de granos almacenados a índices bajos de flujo por minuto y por unidad de volumen de grano almacenado, para fines diferentes del secado, buscando conservar o aumentar su valor.

B. **Las partes principales de un sistema de aireación son:**

Uno o mas abanicos para suministrar el aire necesario a la presión estática requerida.

Ductos o conductos para introducir o sacar el aire del grano almacenado.

Tubos de suministro o abastecimiento para conectar los abanicos con los ductos.

Un motor para mover cada abanico.

Controles para regular el funcionamiento de los abanicos.

El almacen en que debe estar instalado el sistema.

1. El abanico. Es una máquina ideada para producir corrientes artificiales de aire que penetren en capas de grano de pronfundidad variable.

La selección de los abanicos o ventiladores para aireación depende de:

Volumen de aire que sea necesario impulsar.

Presión estática a la que debe funcionar el ventilador para impulsar el aire a través del grano y del sistema de aireación. La presión estática variará con el índice de flujo del aire; profundidad del grano, tipo, el tamaño y condición en que se encuentre dicho grano y resistencia del sistema de ventilación.

El tamaño de los granos el contenido de humedad y la cantidad de material extraño en el grano afectan la resistencia de éste al flujo del aire. Por ejemplo la resistencia del trigo es mayor que la del arroz en cáscara, el grano de sorgo y el maíz.

Como ejemplo, al hacer pasar 1/10 pies^3 de aire por 100 pies de maíz desgranado, la presión estática será aproximadamente 7-1/2 pulgadas de agua. En comparación para obtener el mismo índice de flujo del aire a través de 100 pies de trigo la presión estática sería de mas de 25 pulgadas de agua o sea mas de tres veces la del maíz.

La resistencia de la mayor parte de los granos al flujo del aire aumenta casi en proporción directa a su profundidad de almacenamiento. La variación del índice de flujo del aire para cualquier grano, afecta también la presión estática y la energía necesaria.

a. Tipos de abanicos. Para la aireación usan tanto ventiladores de flujo axial (PROPULSOR) como de flujo radial (CENTRIFUGO) para presiones estáticas del grano y del sistema que no sean mayores de 4 pulgadas de agua, se utiliza uno cualquiera de estos tipos. Para presiones mayores se usan comunmente los abanicos centrífugos.

En los abanicos de flujo axial (PROPULSORES) el diseño de las aletas puede ser plana o curva, en forma de hélice de avión, de disco o tornillo etc.

El desplazamiento del aire se efectúa en dirección paralela al eje en que estan montadas las hélices.

En los abanicos de flujo radial centrífugo según la posición de las palas que van montadas en la periferia del motor, tenemos tres tipos:

1) De palas curvadas hacia adelante. Tiene un número elevado de hojas y funciona a una velocidad relativamente baja. Una objeción en contra de este ventilador es que el motor puede sobrecargarse, si se disminuye la presión estática, de tal modo que el ventilador proporcione una mayor cantidad de aire.

2) De palas en hojas rectas, es denominado, frecuentemente, ventilador de presión o bomba aspiradora industrial. Es muy utilizado para airear granos en almacenes verticales. Se sobrecarga también cuando disminuye la presión estática, pero en forma menor que el anterior.

3) De palas curvadas hacia atrás. Funciona a gran velocidad. Es un poco mas eficiente, pero mas costoso que los anteriormente descritos. Tiene una característica de autolimitación de los caballos de fuerza. Si el tamaño del motor es apropiado para el funcionamiento del abanico, cerca del punto de maxima eficiencia, no habrá peligro de sobrecarga.

b. Conexiones de los abanicos. Aunque el resto del sistema de aireación puede ser adecuado el sistema no funcionará ventajosamente a menos que el ventilador esté conectado correctamente. Una mala conexión del ventilador puede reducir el flujo del aire hasta en un 25% o más.

El aire debe entrar a un ventilador en una línea tan recta como sea posible. Ciertos codos cortos e internos restringen el rendimiento del ventilador son mas convenientes los codos con un diametro de garganta mayor. Los cambios bruscos de tamaño de los tubos pueden causar reducciones del volumen de aire.

2. Ductos o conductos. Son cámaras colocadas entre los granos, por las cuales el aire es introducido o extraído del grano. A estas cámaras se les denomina también, colector, tunel, conducto de aireación, ducto de aire, cámara plena etc.

c. Tipos de ductos. Los ductos pueden ser circulares, arqueados, rectangulares o en forma de V invertida o de U.

Los ductos perforados tienen aberturas espaciadas uniformemente sobre sus superficies, para permitir el paso del aire por la superficie del conducto. La superficie de las perforaciones debe ser igual por lo menos al 10% de área total de la superficie del ducto. Cada abertura debe ser suficientemente pequeña para no dejar pasar los granos que vayan a ser aireados. Por ejemplo, los orificios redondos de 3/32" (0.2 cm) de pulgada de diámetro o ranuras de 5/64 (0.1 cm) de anchura, no dejaran pasar los granos normales de trigo. Pueden usarse orificios mayores para maíz desgranado, semillas de soyas y otros granos grandes.

Los ductos perforados se fabrican comúnmente de metal martillado o estirado. Se usa también una estructura de acero, cubierta de metal estirado, que a su vez es cubierto por una red de alambre.

También se usan como conductos para la ventilación ductos de pared cerrada, de madera o metal con un lado abierto e inclinado hacia abajo; la V invertida es una de las formas mas simples.

d. Las dimensiones importantes de un sistema de ductos son:

1) El tamaño.- Area transversal y la longitud, que influye en la velocidad del aire dentro del ducto y la uniformidad del flujo del aire a través del grano.

2) El area.- De la superficie, circunferencia o perímetro del ducto, que afecta las pérdidas de presión estática del grano que rodea al ducto.

3) La distancia entre los ductos. Espaciamiento de los ductos que influye en la uniformidad del flujo del aire a través del grano entre los ductos.

En la construcción de los sistemas de ductos para almacenamiento vertical (SILO) se tiene en cuenta la carga estática del grano sobre los mismos que puede alcanzar 1.500 libras por pie^2 o sea 681 klg. por 0.0929 m^2. Además, el ducto debe soportar una carga adicional cuando se encuentre en el camino del grano que es sacado del silo. Esta última carga puede ser varias veces el peso estático del grano, estas consideraciones son tenidas en cuenta en la selección e instalación de ductos.

El ducto perforado de tipo vertical (para silos) se instala contra la pared interna del silo con el extremo mas bajo conectado a un tubo de suministro. Este tubo se extiende a través de la tolva, del suelo o de los cimientos hacia una conexión múltiple o un ventilador directamente.

3. Tubos de suministro . Los tubos de suministro se ocupan del paso del aire entre el ducto y el ventilador. Generalmente, son tubos redondos de metal laminado liso deberán estar bien apoyados y fijos. Una velocidad máxima del aire de 2.500 pies por minuto, 762 m^3 por minuto, es permisible para los tubos de suministro, pero es preferible una velocidad de 1.500 a 2.000 pies^3 por minuto.

A menudo, es necesario utilizar codos para que los tubos de suministro den vuelta, los codos van en su forma de simple codo cuadrado al de piezas múltiples. El codo cuadrado deberá evitarse, debido a las pérdidas de presión relativamente elevadas, debidas a la fricción en los codos de ese tipo.

Los ramales de derivación de los tubos de suministro deben disponerse de tal modo que corten la corriente de aire, con el fin de disminuir hasta donde sea posible las pérdidas de esas conexiones.

Los cambios bruscos, de tamaño de los tubos causa también pérdidas en el volumen de aire y deben evitarse con un sistema múltiple, deberá proveerse una puerta corrediza y regulador, en el tubo, para cada unidad de almacenamiento. Esos reguladores pueden ajustarse para controlar la ventilación de cada tolva y pueden cerrarse cuando la aireación sea suficiente.

4. Motor impulsor del abanico. Para impulsar los abanicos se usan, generalmente, motores eléctrico de diferentes tipos y tamaños. La mayoría de los abanicos, solamente necesitan un impulso rotatorio inicial bajo a medio. Las instalaciones están diseñadas comúnmente para un funcionamiento a velocidad constante. Usualmente, se requiere un motor de abanico cerrado y enfriado, cuando haya polvo del grano y además se requiera una protección contra el clima.

Al escoger el tamaño de motor para el funcionamiento de un abanico, es aconsejable seleccionar por lo menos, el tamaño inmediatamente superior al de los requisitos del abanico. Los motores pueden conectarse directamente al husillo del ventilador o por medio de poleas en V.

Donde se disponga de corriente trifásica se recomienda un motor de inducción cilíndrica o de jaula de ardilla, pueden ir desde 1/8 de caballo de fuerza hacia arriba.

Para el funcionamiento de los abanicos son convenientes los motores de inducción monofásica; pero son mas costosos que los trifásicos.

5. Controles de los motores. El equipo de control para motores de abanicos para aireación consta de:

a. Medios para poner en marcha y detener el motor.
b. Medios para desconectar el motor de la fuente de energía eléctrica.
c. Protección de sobrecarga y de bajo voltaje para el motor.
d. Protección de cortos circuitos para el motor y los circuitos derivados de él.

Un interruptor de arranque del motor, magnético o manual, con protección incluída contra la sobrecarga, es aconsejable para los motores de un caballo de fuerza y mayores. Los motores mas pequeños deben tener protección contra la sobrecarga del interior del motor o fusibles de retraso o interruptores de circuito, ajustados de acuerdo al amperaje del motor. En los circuitos de los motores deberán incluirse fusibles de retraso o interruptores de circuitos, ajustados de acuerdo al amperaje del motor, para protección contra los cortos circuitos en el alumbrado.

En sistemas avanzados se usan controles automáticos de motores para limitar la ventilación a los períodos favorables de tiempo y para reducir la mano de obra requerida. Permiten que los ventiladores sigan funcionando durante la noche, en los fines de semana y los días de fiesta, cuando, en muchas fábricas o almacenes, no hay ninguna persona de servicio. Además con controles automáticos, es posible aprovechar el tiempo favorable para airear, mientras que, con controles manuales, gran parte del buen tiempo para la aireación puede no aprovecharse.

Los controles automáticos de motores para abanicos se hacen generalmente, con termostatos e higrostatos ordinarios, de los utilizados en aparatos de calefacción y de aire acondicionado. Relojes, cronómetros de intervalos, interruptores de selección, luces de piloto y medidores del tiempo transcurrido se añaden, a veces al sistema para controlar todavía mas el funcionamiento de los abanicos y para proporcionar al operario informes sobre cantidad de tiempo de funcionamiento de los abanicos. Excepto para los motores de fracciones pequeñas de caballo de fuerza, se necesitan arranques magnéticos del motor, cuando se usan controles automáticos.

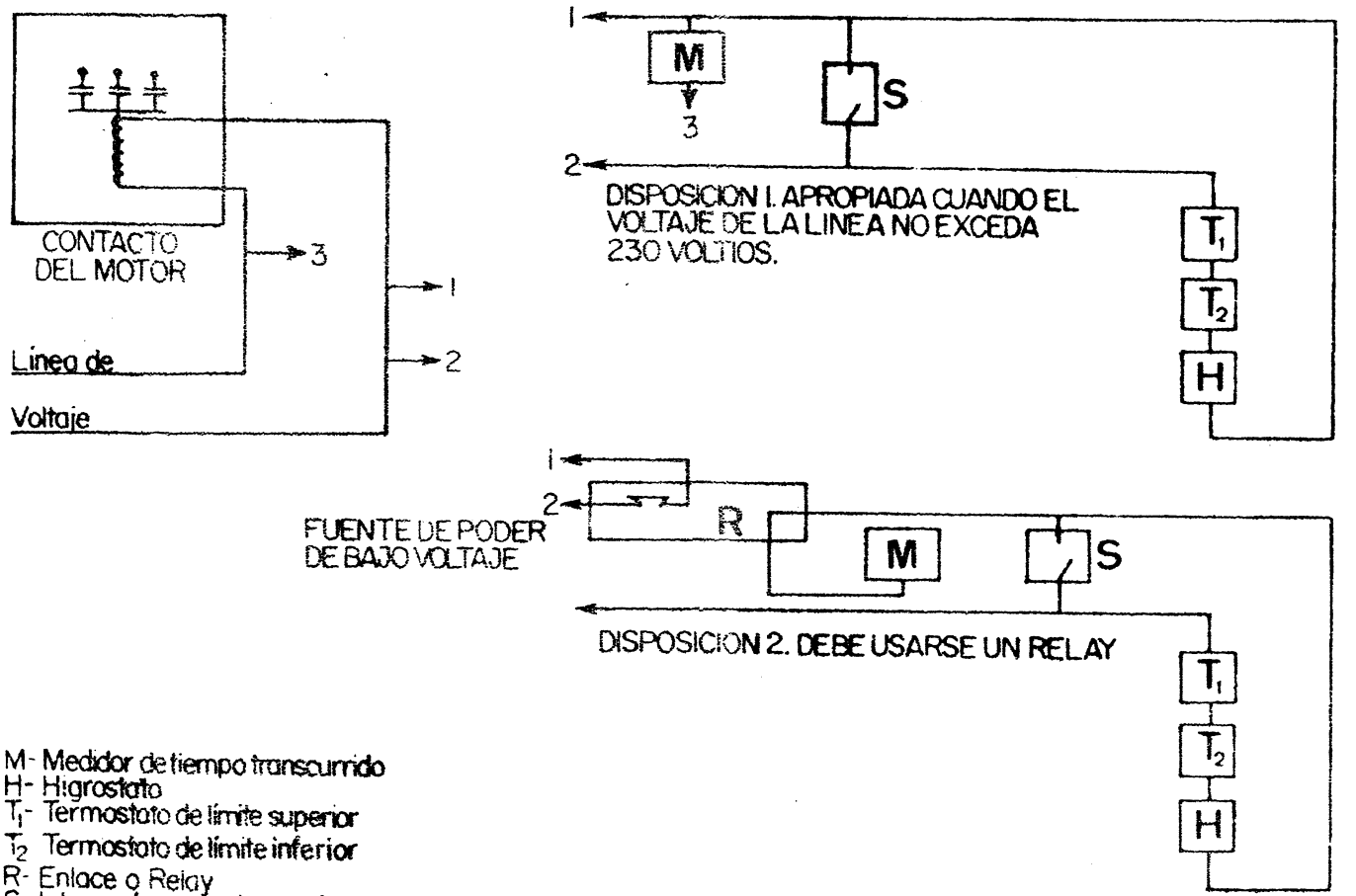
Gráfica Explicativa.

En la presente gráfica se explica el funcionamiento de un control automático mediante un circuito de sistema de control, que emplea un termóstáto de límite superior, un termostáto de límite inferior, un hignostáto; los tres conectados en serie y un medidor del tiempo transcurrido. El termostáto de límite superior, impide el funcionamiento del sistema cuando la temperatura del aire es superior al límite ajustado y el termostáto de límite inferior impide el funcionamiento cuando la temperatura del aire es inferior a la del punto ajustado. El hignostáto impide el funcionamiento cuando la humedad relativa del aire es superior al punto de ajuste.

El diseño de la caja y de la situación del tablero de control son importantes para el funcionamiento apropiado de los sistemas de control deben estar rodeados de aire, en las mismas condiciones que el que es impulsado a través del grano; pero no deberán situarse en lugares excesivamente polvosos o ventosos. Lo mejor es una caja bien ventilada en un lugar sombrío.

Los controles automáticos deben mantenerse en buen orden de funcionamiento y ajustarse adecuadamente, para no perder su efectividad para seleccionar condiciones atmosféricas favorables. Por consiguiente requieren inspecciones y reparaciones ocasionales.

Los relojes deberán ajustarse cada vez que se interrumpa el servicio eléctrico al tablero de control. Los elementos sensibles a la humedad en los higrostatos son particularmente sensibles al polvo y deben mantenerse limpios. Los elementos sensitivos, hechos de cabellos, deberán reemplazarse cada año o cada dos años.



M- Medidor de tiempo transcurrido
H- Higrostato
T_1- Termostato de límite superior
T_2 Termostato de límite inferior
R- Enlace o Relay
S- Interruptor para el control manual

ARRANQUE MAGNETICO, CIRCUITOS Y MANDOS PARA EL CONTROL AUTOMATICO DE VENTILADORES DE AERACION

6. El almacén en que debe estar instalado el sistema. Con la siguiente ilustración gráfica se puede apreciar la disposición de un sistema múltiple de aireación, instalado en una red de silos.

Gráfica.

Sistema de ventilación para 24 divisiones, cada una de 18' de diámetro, 102 pies de profundidad y con un contenido de 20.700 bushels de trigo, tres tubos múltiples, cada uno conectado a 8 divisiones de silos, tres ventiladores centrífugos y tres motores eléctricos de 7-1/2 caballos de fuerza.

C. Definición de términos. Ventilación o Aireación. Es el movimiento del aire a través de granos almacenados a indices bajos de flujo de aire por minuto y por unidad de volumen de grano almacenado.

Flujo de aire. Es el volumen de aire en movimiento y se expresa en pies cúbicos de aire por minuto (PCM) los indices de flujo de aire utilizados para la aireación de granos están generalmente entre 1/10 y 1/20 de pies^3 por minuto por bushel.

Presión estática. Es una medida de la fuerza o presión que deben ejercerse sobre el aire para hacerlo circular a través del grano y del sistema de ventilación, se mide en pulgadas de agua.

Zona de enfriamiento. Es la porción de la masa de grano en almacenamiento en que la temperatura desciende durante la ventilación.

Etapa de enfriamiento. Es el tiempo necesario para mover una zona de enfriamiento a través de toda una cantidad determinada de granos en almacenamiento.

D. Usos de la ventilación

1. Enfriamiento del grano almacenado para prevenir o reducir el crecimiento de moho y las actividades de los insectos. El enfriamiento del grano almacenado para impedir el crecimiento de moho y las actividades de los insectos, incluye la eliminación tanto del calor natural como del generado por el procedimiento de secamiento artificial.

No existe ninguna temperatura óptima de almacenamiento para los granos. El contenido de humedad del grano, su uso probable (para alimentos, aceites o como simientes) y la duración del período de almacenamiento (semanas, meses o años), son factores que determinan la temperatura apropiada de almacenamiento.

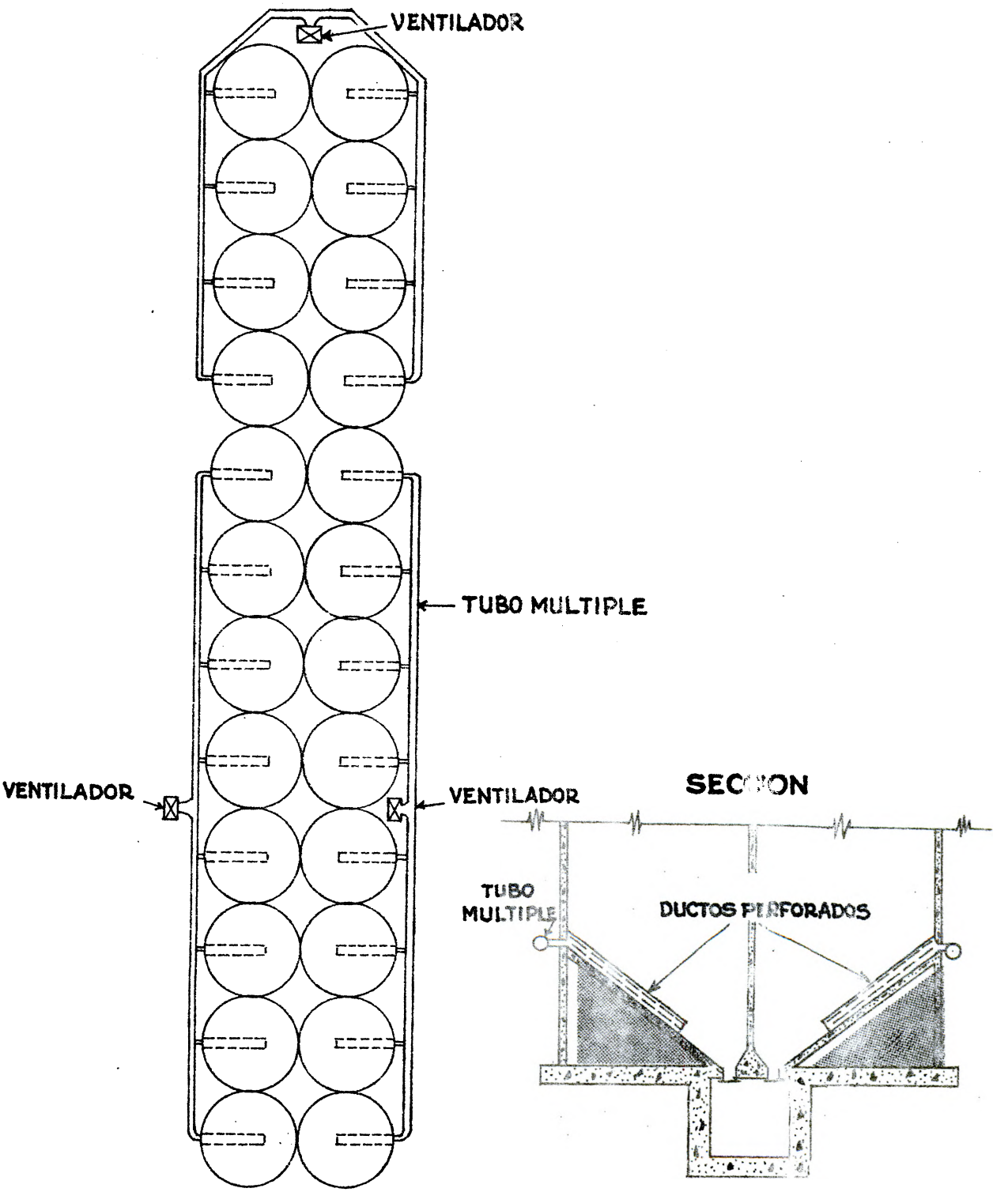
La mayor parte de los mohos de los granos crecen lentamente o no lo hacen en forma inmediata, a temperaturas inferiores a 21°C, cuando los granos tienen un contenido de humedad que no supera al 14%.

La reproducción de insectos, se hace muy difícil a temperaturas inferiores a 15.5°C.

Aunque la ventilación es útil para proporcionar temperaturas más bajas a los granos almacenados, que contribuyen a prevenir las infestaciones serias con insectos y las pérdidas consiguientes de granos, no reemplazará enteramente a la fumigación y a otros medios directos de control de los insectos.

2. Igualación de temperaturas de los granos almacenados, para evitar el movimiento de la humedad de los granos calientes a los frios. Las temperaturas de los granos almacenados son igualadas para evitar que la humedad pase de los granos calientes a los fríos. Este movimiento de la humedad es normal en cualquier almacen en que existan variaciones apreciables de las temperaturas de los granos. Puede ocurrir en ciertos lugares que por fenómenos atmosféricos los granos situados cerca de las paredes expuestas y de las superficies superiores, se enfrien mas rápido que los que se encuentran en el centro de las tolvas. Esta diferencia de temperaturas puede ocasionar pequeñas corrientes de convección en el almacen, de tal modo que el aire mas caliente, que se eleva del centro de la masa de granos, lleve humedad de los granos mas calientes a los mas fríos. La acumulación de la humedad puede ser lo bastante importante para causar la formación de mohos y de costras en la superficie de la masa de grano y deterioro en otras partes de las tolvas o los almacenes.

PLANO DE SISTEMA MULTIPLE DE VENTILACION PARA ALMACEN VERTICAL DE GRANO



En los granos almacenados que tengan temperaturas uniformes, la migración de la humedad no tiene lugar.

3. Eliminación de olores de los granos almacenados. El olor "fresco" de los granos es una de las características mas notables del grano ventilado. El moho y la rancidez de los granos causan olores comunes de almacenamiento. Esta condición es minimizada por las temperaturas mas frías del grano y la ventilación eliminará o reducirá esos olores. Algunos olores pueden disiparse rápidamente, con unos cuantos cambios de aire, mientras que otros son persistentes y requieren períodos mas prolongados de ventilación. Algunos olores son eliminados solo temporalmente o su intensidad disminuye, por medio de la ventilación.

Los olores de putrefacción y fermentación es raro que puedan eliminarse enteramente por medio de la ventilación además, la disipación de los olores del grano almacenado no asegura la liberación del moho y la rancidez.

Los requisitos de tiempo de funcionamiento de los ventiladores para eliminar los olores no están perfectamente definidos, usualmente se acostumbra ventilar durante 30 minutos a 1 hora, o más, una vez cada dos o cuatro semanas o siempre que el almacenista lo estime conveniente. Con los índices de flujo de aire que son recomendados para la ventilación, son necesarios de 5 a 20 minutos para un cambio completo en los granos almacenados.

4. Aplicación de fumigantes a los granos almacenados. La introducción de fumigantes por medio de un sistema de aireación es un método práctico de fumigación del grano. La distribución de fumigantes es usualmente mas uniforme y la dosis requerida inferior, que para los métodos de gravedad, los fumigantes pueden purgarse del grano, después de un período prescrito de exposición, haciendo funcionar el ventilador durante unas cuantas horas.

Con flujo uniforme de aire, el fumigante puede introducirse en el grano, aproximadamente en el tiempo requerido para un cambio completo del aire.

Es conveniente dejar 10 a 20 minutos para que el fumigante entre a la corriente de aire lo cual requiere un flujo de aire de aproximadamente 1/10 P.C.M. o 1/20 P.C.M. por bushel. Pueden utilizarse índices mayores de flujo de aire en un sistema cerrado, donde el fumigante puede circular nuevamente a través del grano.

Las temperaturas optimas del grano para la aplicación económica y efectiva de fumigantes varían, de acuerdo con el método de aplicación, cuando se aplica sin aireación a la superficie del grano almacenado, las temperaturas de éste deben ser de por lo menos 18°C. Esto es necesario para que la penetración de gravedad del fumigante hasta el fondo del grano almacenado a granel, en concentraciones letales se realice. Las temperaturas del grano son menos importantes cuando los fumigantes se aplican por medio del sistema de ventilación. El fumigante puede distribuirse efectivamente a todas las porciones de la masa de grano bajo un cuadro bastante amplio de temperaturas del grano.

5. Conservación de granos húmedos en almacenamiento por breves períodos. La ventilación disminuye los riesgos de calentamiento expontáneo, cuando es necesario conservar granos húmedos en almacenamiento , por breves períodos. La ventilación contínua elimina el calor generado por el desarrollo del moho, la fuente principal del calor, y, asimismo, hace que sea mas lento el crecimiento del moho y otras deterioraciones, reduciendo la temperatura de los granos. Sin embargo, no se han establecido límites superiores definidos de humedad y temperaturas para los granos húmedos bajo el sistema de ventilación.

La aireación puede utilizarse durante los períodos de fuertes recepciones de granos húmedos. Al prever condiciones seguras de conservación, la carga sobre el secador puede distribuirse con mayor amplitud y manejar, así, más grano, durante un período dado de recolección.

E. Dirección de la corriente de aire.

Los ventiladores se hacen funcionar, ordinariamente, para aspirar el aire hacia abajo, con el fin de enfriar el grano almacenado. Esto obedece a dos razones: 1) La tendencia natural del aire para ascender del grano caliente a la superficie superior mas fría es contrarrestada, en parte, y 2) el aire que sale, que es, de ordinario relativamente caliente y húmedo, es expedido a través del grano caliente y no por la superficie mas fría del grano, donde podría tener lugar cierta condensación.

En regiones muy calurosas puede haber ciertas ventajas en obligar al aire a ascender, a través del grano. La ventaja principal de este "flujo invertido" es que el calor retenido bajo el tejado puede eliminarse hacia arriba, en lugar de que salga por debajo, atravesando el grano. Asimismo, el grano mas caliente de la parte superior puede enfriarse, sin hacer que el aire caliente pase por el grano frío del fondo. Esto puede reducir el tiempo de enfriamiento y, así, reducir el costo.

F. Elementos que deben tenerse presente en un proceso de aireación.

El mantenimiento de la calidad comercial del grano almacenado por medio de la ventilación, involucra un movimiento de aire atmosférico de temperatura aceptable y humedad relativa apropiada. Evidentemente, no puede esperarse que la aireación mejore de manera notable en el grano de baja calidad.

1. Contenido de humedad de los granos.

El grano puede absorver humedad del aire que lo rodea o cederle la suya propia. A veces el grano pierde ni gana humedad en este caso se considera que se encuentra en su equilibrio de contenido de humedad para la temperatura y la humedad relativa del aire que rodea a grano. (Ver tabla de equilibrio entre la H.R. del aire y el contenido de humedad del grano).

2. Condiciones atmosféricas. La temperatura y la humedad relativa del aire exterior cambia, frecuentemente, con las variaciones que ocurren cada día, sin embargo, para el ajuste apropiado de los reguladores de humedad y temperatura, o por medio de la determinación de las condiciones atmosféricas antes y durante la aireación, pueden asegurarse condiciones apropiadas de aireación.

3. Temperaturas del aire. Las temperaturas mensuales máximas del aire para el enfriamiento de granos son seleccionadas sobre la base de registros metereológicos pasados (cuando es posible) o sobre resultados de pruebas de aireaciónes anteriores. Son apropiadas tanto para el control manual como automático de los abanicos.

4. Humedad relativa del aire. Es aconsejable ventilar el grano con aire que tenga humedades medias aproximadas al punto de equilibrio con el grano a contenidos de humedad por debajo del 14%. La aireación contínua del grano almacenado, utilizando aire con un contenido elevado de humedad, aumentará la humedad del grano. Sin embargo, la ventilación con aire con un contenido de humedad hasta el 80% ha sido satisfactoria cuando la temperatura del aire es por lo menos 10 grados mas baja que la del grano. El grano ventilado en esas condiciones deberá inspeccionarse con frecuencia, para asegurarse de que no está sufriendo deterioro.

Las humedades diarias del aire fluctuan, normalmente, sobre un cuadro muy amplio, de cerca de 100% durante la noche y la madrugada hasta menos de 60 a 70 por ciento en días claros.

Si se almacenan granos con temperaturas de 35° á 37.7°C o mas elevadas y con cierto exceso de humedad, puede ser conveniente hacer funcionar el ventilador cuando la humedad relativa del aire sea superior al 80 por ciento. Se logrará cierto enfriamiento y

los índices de flujo de aire para la ventilación son usualmente tan bajos que cualquier cambio de humedad en el grano será extremadamente lento.

5. Cambio de la humedad de los granos durante la ventilación. Cierto proceso de secamiento tiene lugar cuando el grano es enfriado por medio del aire. Al pasar a través del grano, el aire de enfriamiento se calienta y se encuentra en condiciones de admitir mas humedad, debido a su aumento de temperatura. Cualquier aumento de la humedad en el aire enfriador deberá proceder del grano.

La forma de secamiento que se realiza mediante la ventilación, tiene influencia también sobre el índice de enfriamiento, y la cantidad de enfriamiento que resulta de la evaporación de la humedad, es considerable. El grano cercano a la entrada del aire puede enfriarse a la temperatura del aire mucho antes de que se reduzcan las temperaturas del grano en otras partes del almacenamiento. Sin embargo, habrá poco peligro de humedad excesiva del grano, si el grano no está mas frío que el aire que circula a través de él; y si la aireación no se continua en tiempo de humedad elevada después de que el grano haya sido enfriado casi a la misma temperatura del aire.

6. Temperatura del grano. Cuanto mayor sea la temperatura del grano tanto mas se calentará el aire al pasar a través del grano y cada pie cúbico de aire eliminará calor adicional. Por consiguiente, se necesita aproximadamente la misma cantidad de tiempo para enfriar todo el grano a la temperatura del aire, sin tener en cuenta la temperatura inicial del grano. Sin embargo, cuando el contenido de humedad del grano se reduce, durante la ventilación el enfriamiento adicional resultante de la evaporación del agua, acortará el tiempo de enfriamiento.

G. Forma en que se realiza el proceso de enfriamiento del grano a través de la aireación.

1. Zonas de enfriamiento. Grafico. Conforme progresa la ventilación, se establece una zona de enfriamiento que avanza, a través del grano, en la dirección del flujo de aire. Todo el grano que se encuentra detrás de la zona de enfriamiento estará casi a la temperatura de entrada del aire; todo el grano delante de dicha zona se encontrará casi a la temperatura inicial del grano.

La profundidad y la forma de la zona de enfriamiento dependerán del índice de flujo del aire, de la cantidad de enfriamiento o calentamiento que tenga lugar cerca de las paredes del almacen y la cantidad de concentración de grano aplastado y de materias extrañas en el grano almacenado.

Debido a que el grano se enfría por zonas, el flujo del aire deberá ser adecuado para mover la zona de enfriamiento a través del grano dentro de un límite permisible de tiempo. Existe peligro de deterioro del grano en la parte del almacen que se enfría al final, particularmente en los climas mas cálidos. Este factor es de consideración mas importante en el establecimiento de límites de tiempo para completar la etapa de enfriamiento. Asimismo, al seleccionar los índices de flujo del aire deberán tomarse en consideración requisitos razonables de energía y el clima favorable para la ventilación.

2. Etapa de enfriamiento. Es el tiempo necesario para mover una zona de enfriamiento a través de toda la masa de grano almacenado.

zona de enfriamiento durante la ventilacion

progreso del enfriamiento de un almacén ventilado

H. Tiempo necesario para enfriar el grano. El tiempo requerido para enfriar el grano variará con el índice utilizado de flujo del aire, la cantidad de enfriamiento resultante de la evaporación de la humedad del grano durante la aireación y la uniformidad del flujo del aire a través del grano. Un ventilador debe funcionar a un número aproximado de 100 horas a un índice de flujo de aire de 1/10 P.C.M. por bushel, para enfriar un grano almacenado caliente .

El tiempo requerido para el enfriamiento, con índices de flujo de aire diferente de 1/10 P.C.M. por bushel (0.00283 m^3 por minuto y por cada 0.3523 hl), es inversamente proporcional al índice utilizado del flujo del aire. O sea, si el índice de flujo del aire se reduce a 1/20 P.C.M. (0.001415 m^3 por minuto) las horas calculadas de funcionamiento del ventilador serán el doble de las indicadas antes.

I. Aplicación de la aireación.

1. Prevención del enmohecimiento y de la actividad de los insectos. Los ventiladores deben ponerse en marcha en cuanto se llene el almacen con grano caliente, si las condiciones atmosféricas son apropiadas. Las temperaturas del grano deberán reducirse tan pronto como sea posible, para minimizar el enmohecimiento y la actividad de los insectos.

   Una vez que se haya iniciado una zona de enfriamiento a través del grano, deberá desplazarse por él. De otro modo, puede haber zonas en el almacen (la zona de enfriamiento) donde las temperaturas del grano varíen lo bastante para producir deterioro.

2. Como igualar las temperaturas de granos almacenados. La ventilación para igualar las temperaturas del grano almacenado puede comenzar siempre que la temperatura del aire sea 5 u 8 grados centígrados mas baja que la porción mas caliente del grano almacenado.

J. Uso de indicadores de temperatura de los granos.

La vigilancia estrecha de los cambios de temperatura de los granos almacenados, es muy importante. Esos cambios junto con otras indicaciones de calidad, influyen en los programas de ventilación o para mover el grano de almacenes no ventilados. Cuando el grano es aireado y se hace poco o ningún movimiento, es importante la utilización de equipo indicador de la temperatura, que sea digno de confianza.

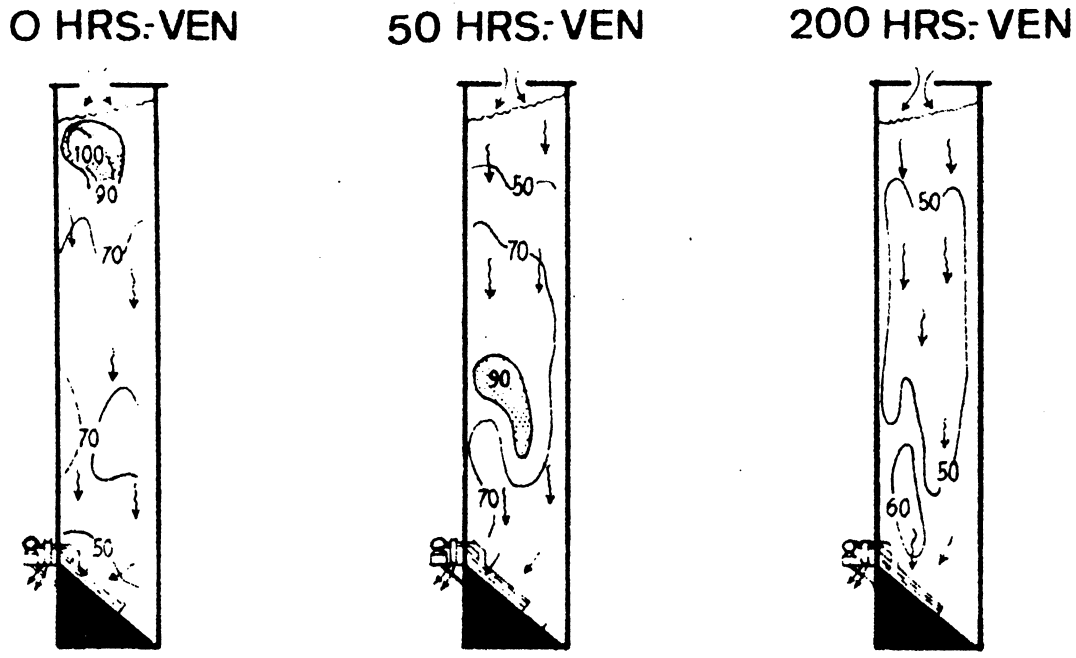
Los indicadores más comunes de temperaturas de los granos son termómetros de mercurio y pares termoeléctricos. Pueden usarse termómetros bimetálicos y registradores o resistencias térmicas con elementos de resistencia eléctrica; pero tienen limitaciones que reducen su uso.

La mayor parte de los almacenes verticales modernos utilizan alambres aislados de pares termoeléctricos envueltos en cables de acero que van cubiertos de una capa resistente a la corroción y a los fumigantes. Esos cables son suspendidos permanentemente del techo de los almacenes y conectados a un potenciómetro situado en el centro, donde pueden observarse las temperaturas.

Las temperaturas elevadas del grano sirven como advertencia de posibles daños debidos a los insectos, microorgánicos o a fallas en la ventilación. Por consiguiente, el equipo indicador de la temperatura puede usarse regularmente, registrándose los resultados.

Cuando se descubra cualquier elevación anormal de la temperatura, deberán establecerse registros diarios, hasta que la acción de corrección que se haya emprendido resulte efectiva. Si el grano está siendo ventilado, las temperaturas deberán registrarse, por lo menos una vez a la semana, hasta que todo el grano haya alcanzado la temperatura deseada.

CAMBIOS DE TEMPERATURA DEL MAIZ DURANTE LA VENTILACION, GIORGIA



TAMAÑO DEL ALMACEN, 16'(4.88 m. DIAM. POR 100' (30.48 m.) DE ALTURA

INDICE FLUJO DEL AIRE 1 15 PCM POR BU. (0.00188 m3 por minuto y por cada 0.3523 hl)

CONTROL DE PLAGAS EN GRANOS ALMACENADOS

CONTROL DE PLAGAS EN GRANOS ALMACENADOS

A. Tratamiento contra insectos

1. La descripción y biología de los principales insectos que atacan el grano almacenado. La facilidad y frecuencia con que se desarrollan los insectos perjudiciales en nuestros climas cálidos y medios constituye uno de los más graves problemas para la conservación de los granos.

Algunos tratadistas estiman que alrededor del 5% de los granos producidos anualmente en el mundo son consumidos o destruidos por los insectos. En nuestro medio, donde la actividad de los insectos es permanente, se cree que el porcentaje de destrucción de los granos es un poco mayor al 5% estimado como promedio para la producción mundial de granos.

Los ataques de los insectos no solamente ocasionan pérdidas físicas en la mercadería almacenada sino pérdidas por concepto de rebaja de la calidad de los productos que atacan. Aparte de eso producen calentamientos y aumento de la humedad del aire intergranular, propiciando con ello la propagación de mohos y bacterias.

Para proteger con eficacia los granos almacenados se hace necesario conocer el ciclo biológico de los insectos perjudiciales que los atacan, los hábitos de vida de cada especie y las condiciones ambientales que favorecen su desarrollo.

De los numerosos insectos que atacan a los granos hay algunos que los parasitan, es decir, que viven en su interior aún cuando la apariencia externa del grano no lo revele a simple vista.

Estos insectos constituídos en tal forma que pueden perforar la cubierta protectora de la semilla para llegar a la parte interna, se denominan como de "infestación primaria" porque abren el camino a otro amplio grupo de insectos destructores que no son capaces por sí solos de penetrar a través de la dura cubierta del grano.

Los insectos que aprovechan el camino abierto por las depredaciones de la infestación primaria, se conocen como insectos de "infestación secundaria".

La infestación puede iniciarse en el campo pero es en el almacenamiento donde cobra intensidad y fuerza si las condiciones resultan favorables; de ahí la necesidad de dedicar gran atención tanto al manejo del grano como a los tratamientos indispensables para una conservación adecuada.

La temperatura y la humedad son factores importantes para la propagación de los insectos que atacan los granos. El desarrollo óptimo tiene lugar entre los 20 y 35°C y en cuanto a humedad, es favorable, proporcionalmente, la que supere el 9% en el grano y su correspondiente humedad de equilibrio en el aire o sea un 45%.

Significa esto que nuestros climas medios y calientes, son altamente favorables para el desarrollo de los insectos que atacan los granos, tanto por temperatura como por humedad puesto que esta última fluctúa entre 60 y 85% en el aire y los granos, aún para almacenar en silos, nunca se secan por debajo del 12% de humedad, b.h.

Para algunos de los gorgojos, especialmente para el gorgojo del arroz, la reproducción solamente cesa a los 9°C y dejan de alimentarse cuando la temperatura es inferior a los 7°C.

Los insectos de la infestación primaria viven durante el período larval dentro del grano del cual se alimentan. Los insectos de la infestación secundaria, salvo algunas excepciones, se instalan en la parte exterior del grano y se alimentan de los granos quebrados, de los granos atacados por los insectos de la infestación primaria o del polvo y residuos resultantes de dicho ataque. Las larvas de los insectos de la infestación primaria no pueden vivir fuera del grano; en cambio las larvas de los demás insectos se trasladan libremente de un grano a otro.

2. Insectos que causan la infestación primaria. Los siguientes son los más importantes:

a. Calandra granaria o Sitophilus granarius
b. Calandra orizae o Sitophilus orizae
c. Sitotroga cerealella
d. Rhizopertha dominica

a. Calandra granaria (L) o Sitophilus granarius (L)

Nombres comunes: Gorgojo de los graneros o gorgojo del trigo.

El insecto adulto es un cucarroncito de color castaño o negruzco cuya cabeza se prolonga en una trompa larga y delgada provista al final de dos fuertes mandíbulas. Su tamaño no excede los 4½ milímetros, está desprovisto de alas funcionales, sus alas coríaceas o élitros están soldados y su tórax está cubierto de puntos alargados.

La larva es blancuzca y carnosa, de 2,5 a 5 mms. de largo y no tiene patas.

Ataca toda clase de granos, prefiere los climas templados a los cálidos y es plaga exclusiva de los graneros o depósitos de granos. Comen vorazmente tanto el adulto como la larva. El adulto vive de 7 a 8 meses como término medio y la hembra pone de 50 a 250 huevos generalmente, a razón de uno en cada grano. Por medio de sus potentes mandíbulas la hembra taladra el grano hasta una profundidad de 1½ milímetros, coloca allí un huevo y obtura la perforación con una cubierta cerosa para protegerlo y hacerlo imperceptible a la vista.

Después de 10 o 12 días de puesto el huevo, nace la larva que se alimenta del grano hasta que se transforma en pupa o crisálida al cabo de 4 semanas.

En estado de crisálida dura unos días, finalizados los cuales se convierte en insecto adulto.

En condiciones muy favorables puede completar su ciclo en 4 semanas o un mes.

Generalmente se encuentra donde existe el gorgojo del arroz.

b. Calandra orizae (L) o Sitophilus orizae (L)

Nombres comunes: Gorgojo del arroz, gorgojo negro, gorgojo volador.

Se le llama gorgojo del arroz porque Linneo lo encontró en este grano, pero ataca a todos los granos y es la plaga principal que entre nosotros ataca al maíz, al arroz, al sorgo y al trigo almacenado.

Es un cucarroncito de trompa alargada que tiene un aspecto parecido al gorgojo de los graneros pero difiere de él en tres aspectos: a) tiene alas funcionales y es un robusto volador; b) presenta en la espalda o sea en los élitros, cuatro manchas de color rojo claro que contrastan con el color del resto del cuerpo que es castaño rojizo, casi negro; c) las pequeñas protuberancias que tiene en el tórax son redondeadas en vez de alargadas.

Rara vez mide más de 3,1 mms. de largo. El tamaño de este insecto depende hasta cierto punto de la clase de grano disponible; en granos pequeños como el sorgo es un insecto pequeño pero en el máiz alcanza su máximo crecimiento. La gran variación en el tamaño, que resulta de la cantidad de alimento disponible, induce a considerar que los tamaños grandes y pequeños constituyen diferentes especies.

El adulto vive de cuatro a 5 meses y la hembra pone de 300 a 400 huevos durante este período.

Los primeros estados del gorgojo del arroz son similares a los del gorgojo de los graneros, y el ciclo de huevo a adulto lo pueden completar en 30 días si las condiciones resultan favorables.

c. Sitotroga Cerealella (Oliv)

Nombres comunes: Palomita de los cereales, polilla de los granos.

Es el segundo insecto en importancia después de los gorgojos como plaga de los granos almacenados.

Empieza su ataque en el campo cuando los granos comienzan a madurar y si la recolección se demora puede ocasionar daños muy graves.

Las larvas se alimentan dentro de los granos y a menudo hilan filamentos de seda entre los granos infestados.

Los adultos son pequeñas mariposas de color opalino sucio, más o menos intenso, de unos 10 mms. de longitud y de ½ pulgada de extremo a extremo de las alas abiertas, que vuelan en silos y depósitos o caminan sobre la superficie de los granos. Ataca especialmente al arroz y al maíz y está diseminada por todo el país.

La polilla de los granos pone sus huevos sobre el grano hasta en cantidad de 40 huevos por postura; en el ciclo entero pone unos 389 huevos. Las larvas o gusanos penetran luego en el grano y completan su desarrollo ocultas a la vista; antes de penetrar al grano han comido buena parte del endospermo y del germen y preparado una salida que más tarde tejen débilmente con un cocón de seda para favorecer el escape del insecto adulto una vez cumplida la fase de pupa o crisálida.

La evolución de huevo hasta polilla se completa en menos de 5 semanas.

c.- Rhizopertha dominica (Fab.)

Nombres comunes: Taladrador o barrenador pequeño de los granos, taladrillo de los granos.

Es un cucarroncito diminuto de unos 2 mms. de longitud, alargado, cilíndrico, de color rojizo oscuro o negro. Sus élitros son rugosos y la cabeza es grande y prominente, ligeramente curvada por debajo del tórax. Tiene poderosas mandíbulas con las que puede taladrar superficies muy duras habiéndose encontrado algunas veces en la madera. Tanto el adulto como la larva causan grandes daños en los climas cálidos, pues atacan una gran variedad de granos.

La hembra pone los huevos en la superficie de los granos depositados de a uno o en racimos.

Los huevos eclosionan a los pocos días y las pequeñas larvas de color blancuzco comienzan a comer activamente, ya sea aprovechando el polvo producido por los adultos o taladrando directamente los granos. Las larvas completan su desarrollo dentro del grano o en el polvillo que las rodea, se transforman en ninfas y, más tarde, dan lugar al adulto que se abre camino fuera del grano.

El período de huevo a adulto dura un mes aproximadamente.

Insectos de la infestación secundaria.

Los siguientes son los mas importantes :

1) Tenebroides mauritanicus
2) Tribolium confusum
3) Tribolium castaneum
4) Oryzaephilus surinamensis
5) Laemophloeus minutus
6) Lasioderma serricorne

1) Tenebroides mauritanicus (L)

Nombres comunes: Cadella, carcoma grande de los granos

El adulto es un cucarroncito de 8 a 10 mms. de largo de forma oblonga, achatado, con élitros aproximadamente planos y de color negro. La larva mide unos 18 mms. de largo, es carnosa, de cabeza negra y tiene en la extremidad posterior dos apéndices de color negro en forma de gancho. La larva de la Cadella puede minar la madera de los depósitos formando galerías para ocultarse allí largos períodos en espera de la llegada de nuevos lotes de grano o para transformarse en ninfa.

Tanto el adulto como la larva se alimentan de preferencia con el germen de los granos, pero atacan cualquier grano, especialmente los que ya han sufrido daños por causa de los gorgojos o de la palomita de los cereales. Las hembras ponen huevos durante la mayor parte de su vida y si las condiciones son favorables pueden poner hasta mil huevos que depositan en racimos sobre las substancias que han de alimentar a las larvas.

Las larvas eclosionan entre 7 y 10 días y completan su desarrollo en el término de 2 a 14 meses según sean o no favorables las condiciones de vida. Los adultos viven de 1 a 2 años. Este insecto vive en la oscuridad.

2) Tribolium confusum (Duv.)

Nombres comunes: Sabandija confundida de la harina, gorgojo confuso de la harina.

Este insecto debe su nombre a que durante muchos años se le confunció con el Tribolio castaño o gorgojo rojo de la harina.

El adulto es un cucarroncito de color castaño rojizo brillante, de unos 3½ mms. de largo, achatado y de forma ovalada.

Es plaga muy serie en molinos, depósitos de harina y productos con ella elaborados; se le encuentra en los silos, bodegas, etc., donde vive comiendo el polvo del grano, los granos partidos y el afrecho. No ataca el grano sano pero cuando se encuentra en gran cantidad produce calentamientos.

La hembra puede vivir un año o más y durante este tiempo pone de 400 a 500 huevos distribuídos sobre la harina, los granos y otros productos alimenticios. En condiciones favorables el ciclo de huevo a adulto dura cuatro semanas aproximadamente.

3) Tribolium castaneum (Herbst), o Tribolium ferrugineum (Fab.)

Nombres comunes: Escarabajo herrumboso de la harina, gorgojo de la harina.

Este insecto es muy parecido al anterior y su ciclo y hábitos de alimentación son también similares.

La diferencia de mayor relieve entre los dos tribolios consiste en que los segmentos de las antenas del Tribolium confusum engruesan gradualmente desde la base hasta el extremo, en tanto que en el Tribolium castaneum engruesan bruscamente en la extremidad.

Una peculiaridad del Tribolium castaneum es la de comunicar un olor y gusto desagradables a los productos que infesta.

4) Oryzaephilus surinamensis (L)

Nombres comunes: Escarabajo de sierra de los granos, carcoma dentado de los granos.

El adulto mide de 2½ a 3 mms. de largo y se caracteriza porque a cada lado del tórax tiene 6 proyecciones en forma de dientes de sierra. Abunda en los depósitos de granos y en los molinos y se alimenta de granos partidos, polvo de granos, productos y subproductos, provenientes de los granos. Penetra toda clase de paquetes que contengan alimentos farináceos. Vuela poco pero es muy ágil y rápido.

Los adultos viven en promedio de 6 a diez meses. Las hembras ponen de 45 a 285 huevos cada una depositándolos aisladamente sobre las substancias alimenticias o en las grietas de los granos.

El ciclo de huevo a adulto se cumple en un período que cubre de tres a cuatro semanas. Las larvas se mueven de un lado a otro libremente comiendo lo que encuentran y cuando completan su crecimiento elaboran un delicado capullo uniendo trocitos de granos u otros alimentos con una substancia viscosa que segregan para pasar allí la etapa siguiente de su metamorfosis.

5) Laemophloeus minutus (Oliv)

Nombres comunes: Carcoma achatada de los granos.

Es uno de los insectos más pequeños entre los que atacan los granos almacenados, pues el adulto mide solamente de 1 a 1½ mms. de largo. Es de color castaño rojizo y se distingue porque las antenas tienen una longitud que equivale a 2/3 de la del cuerpo.

Se le encuentra asociado en gran número con el gorgojo del arroz y prefiere granos y harinas en mal estado.

Las larvas tienen predilección por el germen del trigo y frecuentemente, en los cereales infestados se encuentran muchos granos cuya substancia de reserva no está dañada pero les falta el germen. También se alimentan de insectos muertos.

El ciclo de huevo a adulto se cumple de ordinario en 9 semanas pero si las condiciones son favorables puede completarse en el término de 5 semanas.

6) Lasioderma serricorne (Fab.)

Nombre común: Carcoma del tabaco:

Es como su nombre lo indica un parásito del tabaco almacenado pero se le encuentra a veces en granos y productos de molienda almacenados y en los subproductos de oleaginosas. Se trata de un pequeño y robusto coleóptero, ovalado de color castaño rojizo, de aproximadamente 2½ mms. de largo, de distribución cosmopolita. Los adultos viven de 2 a 4 semanas y durante este período las hembras pueden poner hasta 100 huevos cada una. El ciclo de huevo a adulto dura unas seis semanas.

7) Carpophilus dimidiatus (F.)

Nombres comunes: Gorgojo alimocho del maíz, gorgojo minador del maíz, gorgojo de la savia del maíz.

Este insecto puede reconocerse fácilmente por la forma peculiar de sus élitros, que son cortos y truncados dejando al descubierto la punta del abdomen.

Es un cucarroncito pequeño de color castaño oscuro y de forma oblonga ovoide que mide de 2,5 a 3 mms. Se alimenta por lo regular de frutas y vegetales en mal estado y también de la savia que exudan las plantas enfermas. Abunda en especial en los campos cultivados con maíz, acumulándose sobre las mazorcas dañadas cuyos granos constituyen su principal alimento. Con frecuencia se le encuentra en los molinos arroceros donde se propaga en los residuos formados por el arroz partido. Se le encuentra en abundancia en el Valle del Río Magdalena.

8) Polillas

Según Gallego M., Luis F. 1967 en su "Lista preliminar de insectos de importancia económica y secundarios, que afectan los principales cultivos, animales domésticos y al hombre en Colombia" "en nuestro país existen las siguientes polillas, todas ellas perjudiciales para los granos, sus productos y subproductos.

Corcyra cephalonica (Staint). Polilla del arroz, polilla de la harina.

Plodia interpunctella (Hbn). Polilla india de la harina.

Anagasta (Ephestia) kuhniella (Zell). Polilla de la harina del Mediterráneo.

Anagasta (Ephostia) cautella (Wal). Polilla del cacao, de sus derivados y otros productos como arroz y sorgo.

Dechomerisgrammivora (Meyrick). Polilla de las mazorcas del maíz.

Stenoma sp. Polilla de las semillas del ajonjolí y

Tinea posible granela, Polilla del maíz.

9) Los gusanos de la harina

A veces se encuentran en los granos y en los productos de la molienda, gusanos de 2½ a 3 cms. de longitud, de color amarillo miel unos y otros de color castaño oscuro. Son las larvas de dos coleópteros llamados Tenebrio amarillo (Tenebrio molitor-L) y Tenebrio oscuro (Tenebrio oscurus - Fab.), que tienen hábitos nocturnos y buscan la oscuridad.

Los gusanos de la harina prefieren alimentarse con granos o cereales molidos, húmedos o en malas condiciones. Atacan sin embargo toda clase de harinas, subproductos, semillas, residuos de molinos, restos de carne, insectos muertos, etc.

El adulto de "Tenebrio amarillo" es un cucarrón de 1,3 cms. de largo aproximadamente, de color castaño oscuro o negro brillante.

B. Los gorgojos del fríjol.

Mención especial merecen los insectos que atacan el fríjol almacenado en nuestro país, cuya capacidad de destrucción es tremenda en climas cálidos y medios, pues reducen a polvo los granos que atacan.

Las dos especies principales son:

El Acanthoscelidas obtectus (Say), y el Zabrotes subfasciatus (Boh.), ambas conocidas como gorgojo del fríjol.

La hembra del insecto coloca sus huevos sobre los granos y la pequeña larva penetra en el fríjol para vivir allí hasta llegar al estado adulto y luego salir. El ciclo de vida de estos gorgojos no se ha determinado en forma definida pues varía mucho de acuerdo con las condiciones ambientales (temperatura y humedad). Se cree que de huevo a adulto el ciclo se cumple entre 5 y 9 semanas.

El adulto del "Tenebrio oscuro" es similar al anterior y se diferencia por su color que es negro intenso y opaco.

Psócidos o piojos

En el grano, sus productos y subproductos pululan a veces unos diminutos insectos no mayores en tamaño que la cabeza de un alfiler y parece que los atraen especialmente las harinas y las muestras de granos. Son insectos de cuerpo blando que se parecen a los piojos, de color gris pálido o blanco amarillento, antenas largas y delgadas, sin alas y de 1 mm. de tamaño aproximadamente. Se alimentan con una gran variedad de materias orgánicas de origen vegetal o animal y son molestos más por su presencia que por el daño que ocasionan. Sin mebargo, cuando se encuentran en abundancia, pueden ocasionar calentamientos perjudiciales en el grano. Las hembras se reproducen sin apareamiento y cada hembra puede poner hasta 100 huevos. El ciclo de huevo a adulto se cumple en 3 semanas.

Acaros

Los ácaros del grano, sus productos y subproductos, son seres de tamaño casi microscópico, de color blanco grisáceo y cuerpo blando con numerosos pelos largos en las patas y la espalda. No son insectos porque los adultos tienen 8 patas y el cuerpo se divide de manera imprecisa en dos partes. No tienen alas.

Se les encuentra a menudo en el grano almacenado, en las harinas, en el salvado, etc. y a veces se propagan con tal rapidez que el grano parece adquirir movimiento. Cuando la infestación es intensa, los pellejos de las mudas y los cuerpos muertos se acumulan formando masas blandas debajo de los encarres de sacos. La presencia de gran número de ácaros provoca exudaciones en el grano, le comunica olores desagradables y lo destruye con su acción roedora.

Los ácaros se reproducen y viven en ambientes húmedos, con poca luz y mal aireados. Su difusión se hace por medio de los más diversos vehículos: viento, insectos, ratones, pájaros, envases vacíos, etc.

C. Los microorganismos

Los granos tienen en el momento de almacenarse, cantidades variables de esporas de hongos y otros microorganismos que adquieren en el campo donde se cosecharon o también en el mismo almacen si las condiciones son propicias para el desarrollo de ellos. Las muestras de granos de trigo han sido aisladas por algunos investigadores entre 3.000 y 57.000 esporas en cada grano. Los distintos géneros de hongos identificados por los investigadores en diferentes partes del mundo, muestran que las poblaciones de dichos microorganismos son cosmopolitas. Los principales son:

Penicillium, Aspergillus, Alternaria, Fusarium, Cladosporium y Rhizopus.

Se considera que los daños causados por los hongos, reducen en un 2% la producción de granos en el mundo. Demeritan la calidad industrial, las propiedades alimenticias y el poder germinativo.

Los hongos que infectan el embrión de las semillas, disponen en esta área del grano, de mayor concentración de nutrientes debido a lo cual se reproducen con gran rapidez y originan la pérdida del poder germinativo de este material atacado, ocasionando un grave daño; es decir calentamiento y aceleración del metabolismo de los granos.

El olor y sabor desagradables característicos de los granos infectados por los hongos, les hacen perder su calidad y reducen su aprovechamiento como alimento humano y de animales domésticos. La producción de ciertas toxinas y enzimas por el hongo, que atacan los hidratos de carbono, grasas y proteínas dañando su calidad, pueden ser funestas para los organismos que consumen granos afectados por hongos. Por ejemplo el Aspergillus fumigatus provoca la Aspergillosis en aves y otros animales, manifestandose la enfermedad por trastornos digestivos, respiratorios y nerviosos y aún en el hombre causa serias consecuencias.

Como es lógico los almidones, harinas y maltas derivados de granos infectados de hongos son de calidad muy inferior en la industria y llegan a ser rechazados en el mercado. El grupo de hongos que daña a los granos almacenados pertenece a formas simples. Su tamaño es microscopio pero debido a grandes colonias que forman es posible observarlos a simple vista.

HONGO: Defino. Hongo del Latin fungus y del griego Spongos. Semejanza a esponja. Es un vegetal acotiledoneo, sin tallos ni hojas, vida generalmente terrestre en forma saprófitica y parásita. Sub-reino criptogamas, tipo talofitas (plantas con talo sin tallo, raíces ni hojas). El talo es el aparato vegetativo de las talófitas.

Los hongos más comunes que atacan los granos son llamados Mohos. Como las demás plantas muestran en su período de vida dos fases diferentes:

Una vegetativa y la otra reproductiva. El cuerpo del hongo está formado de pequeños, finos y abundantes filamentos conocidos con el nombre de Hifas, las que a su vez forman una malla o

micelio. El Micelio, al llegar a su madurez, forma pequeños filamentos verticales llamados conidióforos, sobre los cuales se originan una gran cantidad de pequeños esporos o conídias, también dentro de estructuras especiales llamadas esporangios.

Las especies de hongos que se encuentran atacando el grano, dependen principalmente de la clase de grano y de las condiciones ambientales y pueden hallarse tanto en el interior como en el exterior del grano. Se localizan especialmente en regiones húmedas y calientes. La mayor parte de estos hongos inician su ataque cuando el grano está en proceso de desarrollo o de maduración.

Muchas de estas especies son formas parásitas que en el campo pueden atacar otras partes de la planta, además de la semilla. Otros hongos atacan el grano únicamente en almacenamiento y superficialimente y son comunes para casi todas las regiones. Las esporas de estos hongos son fácilmente llevadas por el viento de un lugar a otro.

En semillas de cosechas recientes por lo cual se les llama hongos de campo. Estos infectan la semilla en el campo y en la siguiente cosecha si se utilizan semillas infectadas con estos hongos producen daños en la raíz pero no deterioran los granos almacenados.	Helminthosporiun Fusarium Alternaria Cladosporium Mucor Giberella	Aspergillus Penicillum Rhizopus	Hongos de almacen y que se desarrollan superficialmente en el grano. Estos hongos no infectan los granos antes de las cosechas.

Los hongos crecen y se reproducen cuando los factores ambientales le son favorables. Entre los factores que tienen mayor influencia sobre la actividad de los hongos, están, la humedad y la temperatura. También están los factores, tiempo de almacenamiento, condiciones del grano e infestación de insectos.

D. Factores que tienen influencia en el desarrollo e invasión de hongos en los granos almacenados

Las condiciones o factores que favorecen el desarrollo de los hongos en los granos almacenados son:

1. Contenido de humedad del grano
2. Temperatura
3. El tiempo de almacenamiento
4. La condición del grano
5. Infestación de insectos

1. Contenido de humedad: Este factor es el mas importante; en general, los contenidos de agua en el grano superiores al 13% favorecen el crecimiento de los hongos, perjudicando su calidad. Granos almacenados en Tibaitatá con más del 13.5% de humedad mostraron aumento en la invasión de hongos (Asperguillus glaucus) con disminución en el porcentaje de germinación. Las muestras de granos almacenados por debajo del 13.5% durante un tiempo de 2-4 años, no fueron invadidas por hongos y mostraron alto porcentaje de germinación. El Aspergillus glaucus es muy perjudicial porque mata los embriones y los mancha de una coloración café o negra aún en granos con 13-14% de humedad (base húmeda).

Ciertas especies de Penicillium se hallan también en granos en estado de deteriodo, especialmente en maíz. A veces invaden los embriones de estos granos y los cubren o reemplazan con una masa de esporas que dan coloración azul al pericarpio en la región del embrión. Las especies de Penicillium requieren para su desarrollo un contenido de humedad de 15-17% pero pueden invadir los granos a temperaturas mas bajas que las requeridas por las especies de Aspergillus, Las invasiones de Penicillium ocurren donde el maíz se almacena con alto contenido de humedad y temperaturas moderadamente bajas.

Hay algunas causas que afectan el contenido de humedad durante el almacenamiento. El contenido de humedad en ensayos hechos fue mayor siempre en las capas superiores (Hasta un 3% mayor) por la absorción de vapor de agua del aire (o sea el equilibrio en relación con la humedad relativa del aire).

Algunos trabajos investigativos han demostrado que los límites inferiores a los cuales pueden desarrollarse los hongos son del 75% de humedad relativa. Es decir, es el punto crítico ya que un aumento en el contenido de humedad del grano y un aumento en la temperatura propicia el desarrollo de mohos. No obstante, se ha reportado recientemente el crecimiento de Aspergillus a humedades relativas del 65-70% con contenidos de humedad del grano del 13,5%.

Cuando la humedad relativa del medio ambiente alcanza un 75% la mayoría de los granos alcanzan un equilibrio del 14% (b. humedad). Con esta humedad las esporas de los hongos contenidas en los granos germinan y se desarrollan acelerándose su crecimiento si la temperatura está entre los 25-35°C. Un 60% de humedad relativa es un nivel seguro de almacenamiento.

De acuerdo con las necesidades de humedad los hongos se clasifican en:

Hidrófitos, cuando el mínimo de H. relativa que requieren es del 90%.

Mesófitos, Cuando el mínimo de H. relativa que requieren es del 80-90% (Penicillium).

Xerófitos. Cuando el mínimos de H. relativa que requieren, es menor de 80% (Aspergillus).

Hay otras causas que afectan el contenido de humedad en el grano como son la evaporación de la humedad de un lote que pasa a otro, y las mezclas de granos cuyos contenidos son diferentes.

2. Temperatura y su influencia: Los hongos de granos almacenados crecen mas rapidamente a temperaturas de 25-35°C. Su crecimiento es muy lento a 15°C y es casi nulo su desarrollo a 10°C. Si se quiere almacenar grano con un contenido mayor de 14-15% es preferible almacenarlo a temperaturas tan bajas como es posible. (Clide y López).

La rata de crecimiento disminuye cuando la temperatura pasa de 40-43°C, aunque algunos crecen aún hasta 55°C. En todo caso el hongo y otros microorganismos necesitan una temperatura optima para que se desarrollen con gran rapidez. Si la temperatura está fuera del margen necesario para el crecimiento el hongo muere, siendo repentina su muerte si está mas allá del máximo y lenta si está abajo de la mínima. Hay especies de hongos, según algunos autores, que pueden soportar temperaturas tan bajas como 8°C bajo cero y tan altas como 76°C pero estas especies no son de las que afectan los granos almacenados.

3. El tiempo de almacenamiento: Mientras mas alto es el contenido de humedad y la temperatura del grano, mas corto es el tiempo que puede tenerse el grano almacenado

sin el riesgo de ser dañado por los hongos. Los hongos se empiezan a desarrollar a los 3-4 meses, cuando la humedad de los granos están entre 14-15% y a una temperatura de 20-25°C. Cuando el grano tiene humedad entre el 13-14% el grano puede almacenarse por un año sin que haya una perdida considerable en su calidad, según el clima. Entre el 12-13% puede almacenarse por varios años sin riesgo de que haya daños por hongos.

4. La condición del grano: Cuando el grano no ha sido invadido por hongos puede almacenarse por mucho mas tiempo sin sufrir daño.

5. La infestación por insectos: Al desarrollarse insectos, se aumenta la humedad la cual es aprovechada por hongos y se aumenta la temperatura propicia a dichos microorganismos.

E. Insecticidas

Unas de las armas efectivas que el hombre tiene para estirpar los insectos que atacan a los granos es el uso de sustancias con poder suficiente para exterminarlos y limitar su propagación.

1. Propiedades que debe tener un buen insecticida

a. Elevada toxicidad para los insectos
b. Baja toxicidad para los animales de sangre caliente y plantas
c. Efecto muy rápido
d. Emanación de un olor débil, no irritante ni desagradable
e. Acción manifestada sobre el mayor número posible de especies de artropodos
f. Químicamente estable para asegurar una acción insecticida prolongada
g. Permitir su aplicación en forma económica

2. Grupos de insecticidas

Los insecticidas pueden reunirse en los siguientes grupos teniendo en cuenta su manera de obrar sobre los insectos

a. Insecticidas estomacales
Son aquellos que causan la muerte de los insectos por vía digestiva.

b. Insecticidas de contacto

Son los que matan los insectos después de penetrar al organismo por la piel o cutícula.

c. Insecticidas fumigantes

Son sustancias que en estado gaseoso ocasionan la muerte de los insectos al penetrar por el sistema respiratorio o por la cutícula.

Naturalmente esta agrupación es convencional porque a veces un mismo insecticida puede obrar en dos o en tres de las formas anteriormente relacionadas como se verá al tratar cada insecticida en particular.

F. Tratamientos contra insectos

Los tratamientos contra insectos comprenden los siguientes pasos o etapas:

Limpieza rigurosa de todos los sitios, bodega o silo en que puedan acumularse residuos de granos, de productos, de sub-productos o simplemente acumulaciones de polvo y basura, los cuales una vez reunidos deben quemarse.

Aplicación de insecticidas residuales a las superficies que no entren en contacto con los granos, como paredes, techos, etc.

Aplicación de insecticidas a las superficies que hayan de entrar en contacto con los granos para evitar la contaminación de éstos y aplicación de insecticidas preventivos a la masa de grano.

Aplicación de insecticidas curativos

Desinfectación de empaques vacíos

1. Productos utilizados en la desinfectación de las instalaciones y tratamientos exteriores o complementarios:

a. D.D.T.
b. Lindano
c. Clordano
d. D.D.T. CLORDANO
e. D.D.T. HEPTACLORO y otros

Descripción de los productos:

a. D.D.T. Su nombre técnico es: Dicloro defenil Tricloroetano.

En estado puro es una sustancia cristalina, blanca, con un punto de fusión de 108-109°C. densidad: 1.556. Es estable bajo condiciones ordinarias. El producto comercial puro contiene hasta un 75% de principio activo.

Es casi insoluble en agua moderadamente soluble en petróleo y aceites vegetales y bastante soluble en algunos solventes orgánicos comunes.

Se encuentra en forma de: polvo, en concentraciones del 1 al 10%. Soluciones en solventes orgánicos y aceites minerales, en diversas concentraciones.

Concentrados emulsificables, a diversas concentraciones.

Polvo mojable en concentraciones de 25; 50 a 75%

Por ser soluble en las grasas se disuelven en la cutícula exterior de los insectos, penetra en las capas interiores y se difunde en los lipoides y lipoproteínas, llegando así a las terminaciones nerviosas.

Es insecticida de contacto y en algunos casos actúa como veneno estomacal.

Su acción se manifiesta de la siguiente manera:

Por parálisis periférica de las patas
Parálisis progresiva del sistema nervioso
Muerte del insecto

Aunque de acción lenta para las mayorias de los insectos, su efecto mortífero es seguro y de acción irreversible.

Por tener efectos residuales tóxicos no debe aplicarse directamente ni mezclarse en inguna forma con granos o productos destinados a la alimentación de personas o animales.

Se utiliza en suspensión acuosa (utilizando el polvo mojable) sobre las paredes de los almacenes o depósitos, ventanas, etc., siempre y cuando se encuentren vacíos con anterioridad.

b. Lindano. Es el nombre comercial adoptado para referirse al isomero gamma puro del exacloruro de benceno (BHC) obtenido del 99% por lo menos del producto puro y solamente vestigio de otros isomeros.

El producto tecnicamente puro es sólido, cristalino, de color blanco y prácticamente sin olor.

Los insecticidas formulados con este principio activo actúan por contacto e ingestión y también como fumigantes de acción limitada. Se considera tóxico para los animales de sangre caliente en una relación igual a un 20% de la toxicidad del D.D.T.

Se elimina rapidamente de las grasas por lo que no se han encontrado residuos después de haberse tratado los vacunos repetidamente con productos al 0,05%.

Se encuentra en forma de: polvo, en concentraciones de 1; 2; y 3%.

Polvo mojable, en concentraciones de 5; 6; y 2%. Una de las formas comerciales es el "verindal contra gorgojo" de la casa Schering insecticida para el polvoreo a base de 1.1% de isomero gamma del BHC; 98.9% de cuerpos y adherentes especiales.

El verindal se recomienda para el espolvoreo de paredes, cielo raso, pisos, maderamenes, inclusive ranuras y demás sitios frecuentados por los gorgojos, en proporción de 1 a 2 kilos de polvo por cada 100 m^2 de superficie.

Otros productos comerciales a base de exacloruro de benceno y sus isomeros tienen los nombres de:

"666"; "Gammexone"; "gammtox"; "Gamex"; "Lexone"; con olores mas o menos pronunciados.

En estos productos las concentraciones se expresan en términos del isomero gamma a pesar de estar presente los otros isomeros por ser el gamex mas activo. El BHC y sus isomeros tienen la misma fórmula química condensada pero difiere en su forma espacial; las propiedades insecticidas de los distintos isomeros varían de uno a otro desde nula a muy alta.

C. Clordano. El principio insecticida activo es el octaclorometano tetrahidroindano que representa entre un 60 a 75% del producto técnicamente puro. En este último estado es un líquido viscoso ambarino, de olor apenas perceptible. Actua por contacto e ingestión asignándosele además cualidades fumigantes. Su efecto residual no es tan prolongado como el D.D.T. Su acción tóxica dura de 2 a 3 semanas, volatilizandose paulatinamente durante este lapso.

Es muy persistente debido a su estabilidad frente a los agentes que comunmente podrán originar su alteración.

Comercialmente se conoce con los siguientes nombres:

Clordane
Clordano
Velsicol 1068
Octacloro
1068
Rivicol
Formas y concentraciones comerciales
Polvo = 1 a 10%
Soluciones en aceite minerales = 0.2 a 50%
Concentrados emulsificables = 20 a 74%
Polvo mojable = 40 a 50%

Aplicación. Asperjar soluciones, emulsiones o suspensiones de polvo mojable, de 1-2%, sobre paredes de bodegas, etc.

Mezclas de insecticidas

También son usuales las mezclas de DDT-Lindano; DDT Clordano; DDT-Heptacloro etc.

En estos preparados a base de dos insecticidas, el poder tóxico es mayor que la suma de la toxicidad potencial de cada uno de ellos cuanto actúa separadamente.

El fenómeno se llama sinergismo y se aprecia incluso en algunos casos en que una de las sustancias no acusa por sí sola ningún poder mortífero, no obstante lo cual, actuando en sinergismo con otra que tiene acción tóxica, alcanza una efectividad mortífera superior.

Existen muchas marcas comerciales para estas mezclas de insecticidas que pueden utilizarse para la desinfectación de las instalaciones y para tratamiento exteriores o complementarios, pero cuando se trate de su uso debe atenderse a las características de cada producto de que se trate para no hacer un uso indiscriminado que podría tener consecuencias graves. Es imprescindible ajustarse a las especificaciones y a las dosis indicadas por los fabricantes y consultar a personas especializadas en el ramo; en caso de dudas sobre la materia.

2. Productos para incorporar al grano en tratamiento preventivos y superficies que entren en contacto con el mismo.

Productos a base de Lindano; productos a base de piretrinas y butóxido de Piperónico;-Productos a base de Malathion; Productos a base de Bromodan; Productos a base de Sevin.

Los insecticidas que usan como preventivos obran en dos formas:

a. Atacan a los insectos en el momento de su aplicación, y

b. Por medio de su poder residual, que se extiende a varios meses, impiden que el grano se reinfeste.

Debido a esto, los productos que se emplean en tratamientos preventivos, se denominan como "Protectores de grano".

Requisito fundamental para su uso.

NO EXCEDER LAS TOLERANCIAS QUE RIGEN PARA SU USO Y SEGUIR LAS INSTRUCCIONES DADAS POR LOS FABRICANTES

Descripción de los productos:

1) Productos a base de Lindano

Es importante no excederse de dos o tres partes por millón de principio activo por tonelada de grano, en tratamientos preventivos, tolerancia que puede aumentarse hasta un maximo de 5 partes por millón en el caso de productos atacados por gorgojos.

2) Productos a base de piretrinas y butoxido de piperonilo

Es una mezcla sinérgica de productos insecticidas, que presenta la ventaja de no dar lugar a ninguna objeción en cuanto a su aplicación en los granos, por parte de las autoridades sanitarias de todos los países del mundo.

De las flores del piretro se extraen la piretrina I y II, principios activos que se emplean en la elaboración de insecticidas domésticos desde hace mucho tiempo.

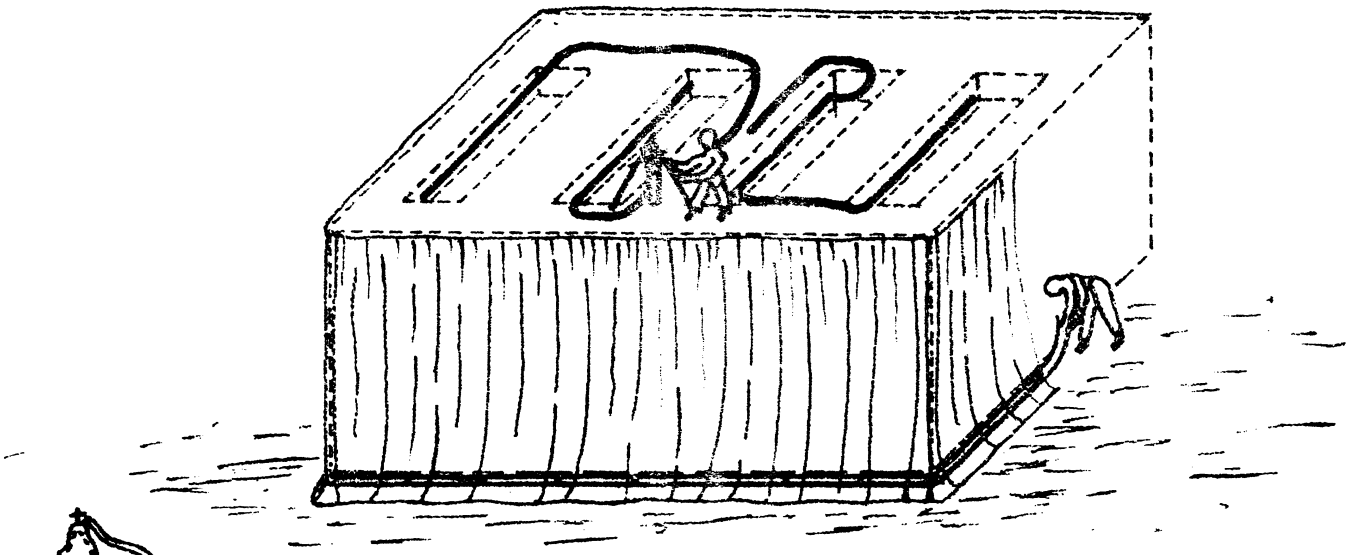
Las piretrinas son líquidos viscosos, insolubles en el agua, pero solubles en muchos solventes orgánicos (petróleo, bencina, alcoholes, etc.) que se hidrolizan con facilidad, perdiendo rápidamente sus propiedades tóxicas.

Las piretrinas son esencialmente un insecticida de contacto de acción neuromuscular instantánea que mata a los insectos por paralisis y no ofrece prácticamente ningún peligro para los animales vertebrales.

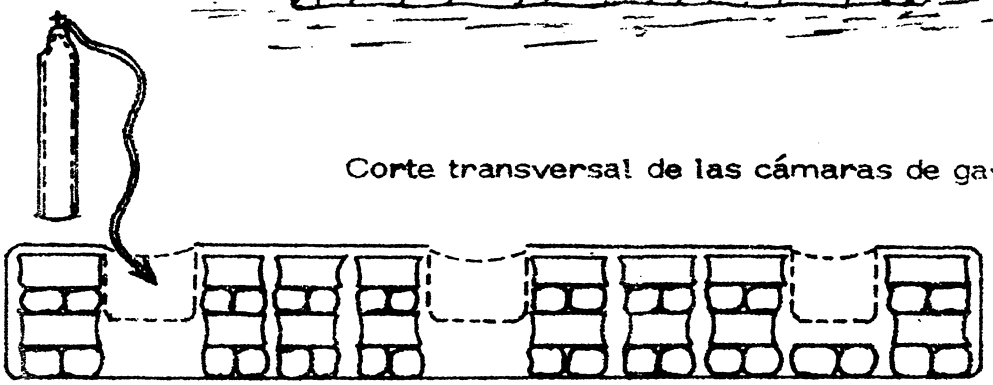
Su poder residual es bajo y de muy corta duración

Los extractos de piretro se estabilizan y se mejora su protección residual con la adición de butoxido de piperonil, compuesto sintético organico de propiedades insecticidas sinergénicas.

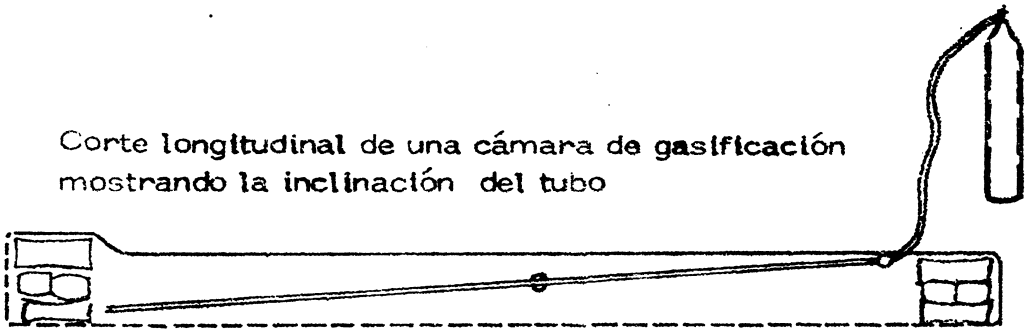
Fumigación de arrumes o estibas de gran tamaño con bromuro de metilo



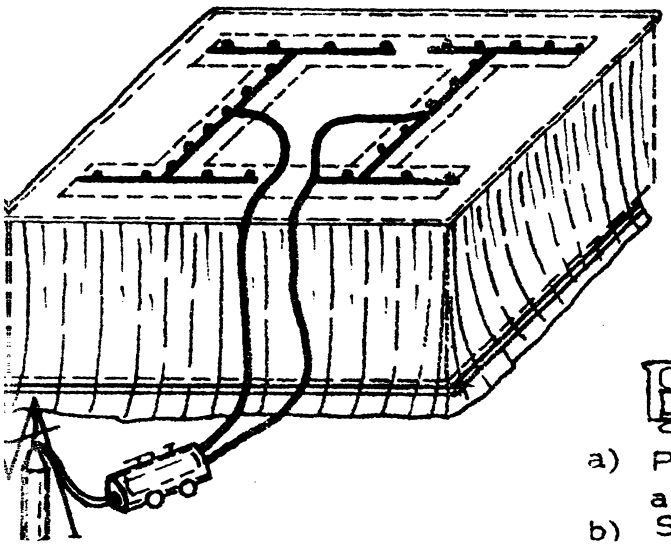
Corte transversal de las cámaras de gasificación



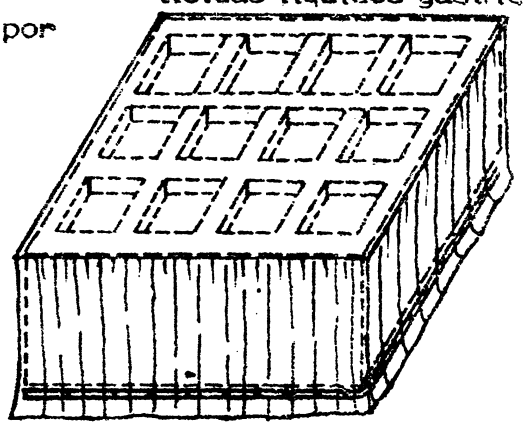
Corte longitudinal de una cámara de gasificación mostrando la inclinación del tubo



Fumigación con bromuro de metilo por inyección forzada



Fumigación de arrumes con insecticidas líquidos gasificables.



a) Pico rociador a presión
b) Sacos vacíos

Caño con perforaciones de derrame

Sacos vacíos para evaporación rápida

El butoxido de piperonil, se emplea a veces solo como insecticida en pulverizaciones emulsiones, polvos mojables, espolvoreos y aerosoles pero su utilización principal tiene lugar cuando se le mezcla con piretrinas.

Las piretrinas sinergizadas se expenden en forma de polvo para espolvoreos y en forma de productos emulsionables.

Una de las mezclas más conocidas en el comercio se conoce con el nombre de Pirenone.

3) Productos a base de Malathion

El Malathion es un insecticida fosforado, que se ha incorporado con éxito a la lucha contra las plagas de los granos almacenados. El principio activo es el Malathion grado técnico, con una riqueza mínima de 95%, siendo un producto soluble en muchos solventes orgánicos y poco en el agua.

Comercialmente se formula en estado líquido concentrado al 50% con solventes y emulsificantes que permiten mezclarlo con el agua y en forma de polvo en concentraciones del 1%.

Los productos comerciales tienen un olor intenso que se asemeja al del sulfuro de carbono, que desaparece luego de haberse efectuado los tratamientos.

La toxicidad del Malathion para el hombre y los animales es una de las más bajas entre los insecticidas comerciales admitiéndose en Estados Unidos una tolerancia de ocho partes por millón del producto activo. Tiene este insecticida la propiedad de que durante las primeras tres semanas de efectuado el tratamiento se pierde parte del principio activo, pero luego, si la dosis inicial fué prudencialmente alta, el resto permite proteger adecuadamente la mercadería. Debido a esto se considera que la tolerancia de aplicación puede llegar hasta 10 partes por millón del producto activo.

Es necesario tener en cuenta que su manipuleo puede resultar peligroso si se ingiere, inhala o absorbe a través de la piel.

4) Productos a base de Bromodan

Químicamente considerado este insecticida es un brometil-hexaclorobiciclohepteno. El principio activo al estado puro es de color blanco y prácticamente inodoro, funde a 75-79°C y es soluble en la mayoría de los solventes orgánicos, principalmente hidrocarburos clorinados. Es de buena resistencia contra los agentes ácidos pero es atacado por lo álcalis.

Actúa por contacto e ingestión y ha demostrado poseer buenas propiedades gorgojicidas De acuerdo con estudios organizados en Alemania Occidental respecto del Bromodan, el DDT resulta ser 50 veces más tóxico y el Lindano, arriba de 100 veces.

5) Productos a base de Sevin

Como Sevin se conoce, el carbamato sintético que tiene por designación química la de:

1-naftil-N-metilcarbamato. El producto químicamente puro es un sólido cristalino de color blanco, esencialmente inodoro, que funde a 142°C. Es soluble en solventes orgánicos, especialmente en acetona, dimetilformamida y mezcla de cresoles. Los productos comerciales se presentan en forma de polvos y polvos mojables y son eficaces contra una amplia variedad de insectos.

Su toxicidad es inferior a la del DDT, Lindano y no es acumulable en los organismos animales. Actúa por contacto e ingestión.

Nota: Tanto el Bromodán como el Sevin fueron ensayados con éxito por los servicios especializados de la Junta Nacional de Granos de la República Argentina, como "protectores" de los granos almacenados, pero su uso no se ha generalizado aún hasta el punto de que firmas como la Schering que bajo el nombre de Cebicid Dust 5% expende un producto que contiene 5%

de Sevin y 95% de materiales inertes, lo recomienda únicamente para aplicación en cultivos agrícolas.

3. Productos utilizados para tratamiento curativos. En los tratamientos curativos se trata de estirpar de manera total las plagas que se encuentren en los granos ocasionándoles la muerte en cualquier estado en que se hallen. Se caracterizan los tratamientos curativos por su acción rápida y efectiva y porque no dejan residuos protectores después de su aplicación.

Los productos que se emplean en los tratamientos curativos obran en forma de gas. y la costumbre los ha bautizado con el nombre de fumigantes. En su manual de fumigación contra insectos, Monrro dice: "En la terminología moderna un fumigante es una sustancia química que, a temperatura y presión determinada puede existir en estado gaseoso en concentración suficiente para resultar letal a un insecto perjudicial dado".

Los fumigantes llegan a los tejidos de los insectos mediante la respiración. En ellos, el oxigeno, de acuerdo con su sistema respiratorio, penetra por las aberturas llamadas espiráculos ubicadas a cada lado del cuerpo, continua por la traquia y traqueolos y luego se difunde entrando en solución en el contenido celular.

Los fumigantes pueden obrar en dos formas:

- Desplazando el aire impidiendo que el oxigeno llegue a los insectos.
- Ejerciendo su acción química sobre las enzimas respiratorias estorbando así el uso del oxigeno por los tejidos.

Las condiciones que debe reunir un fumigante ideal son:

- Elevada toxicidad para los insectos
- Inofensivo para los animales superiores
- Sin efecto nocivo sobre plantas maderas, metal, cuero, y textiles.
- Sustancia vaporizable que pueda mantenerse en forma liquida o sólida para facilitar su manejo.
- Liberación de gas o vapor en forma económica, rápida y fácil.

- Difusión rápida
- Que permanezca como gas después de su liberación.
- Que no sea absorbido por líquidos o sólidos con los que pueda entrar en contacto.

Desde luego el fumigante ideal no se ha encontrado todavía.

Los fumigantes se utilizan para combatir toda clase de insectos que atacan a los granos y deben aplicarse siempre en recintos confinados o sea: En cámaras fijas de presión normal o al vacío. Por circulación forzada del gas tóxico dentro del mismo depósito o silos o bajo carpas impermeables si se trata de productos embolsados o en sacos.

Principales productos utilizados en los tratamientos curativos.

División de los fumigantes

De acuerdo con la forma en que se manejan los fumigantes se pueden dividir en:

a. Fumigantes líquidos
b. Fumigantes gaseosos y
c. Fumigantes sólidos

a. Fumigantes líquidos. Son productos que generalmente se adquieren en forma de líquidos, más o menos densos que a determinadas temperaturas generan gases o vapores más pesados que el aire, desplazándose con relativa facilidad por toda la masa del cereal sometido a tratamiento. Según sus características estos fumigantes se pueden aplicar en dos formas:

- Rociados en la capa superior de los cereales ya almacenados, actuando por simple gravedad.

- Rociados sobre los granos en el momento de ser ensilados.

En el primer caso podemos considerar el bromuro de metilo y la mezcla tetracloruro de carbono-sulfuro de carbono, usados también como fumigantes

para granos embolsados bajo carpa a prueba de gas.

Como fumigantes líquidos podemos considerar: el Bromuro de metilo, la mezcla tetracloruro de carbono-sulfuro de carbono y otras mezclas líquidas fumigantes especiales como el dicloruro de etileno-tetracloruro de carbono.

BROMURO DE METILO

Algunas propiedades

Fórmula química	CH_3B_r
Punto de ebullición	3, 6°C
Peso específico gaseoso (aire=1)	3,27 a 0°C

Límites de inflamabilidad en el aire: Inflamable

Ninguno a concentraciones bajas; a concentraciones elevadas huele fuertemente a moho o tiene un olor dulzón que marea

Propiedades químicas pertinentes

Poderoso disolvente de sustancias orgánicas, especialmente caucho natural Cuando está puro no es corrosivo para los metales

Método de desprendimiento como fumigante

De botellas cilíndricas de acero o de latas de 1 libra donde se encuentra licuado a presión.

Pureza comercial:

99,4%

Plásticos que ataca menos:

El polivinilo y el polietileno

Características generales como fumigantes.

No es tan tóxico para la mayoría de los insectos como el HCN y otros fumigantes; sin embargo otras propiedades hacen del bromuro de metilo un fumigante eficaz y de muchas aplicaciones. Las más importantes de esas propiedades son: la facultad de penetrar rápida y profundamente en materiales sorbentes a la presión atmosférica normal; sus vapores se disipan rápidamente lo que permite manejar sin peligro productos a granel después de airearlos convenientemente; es poco soluble en agua; como no es inflamable ni explosivo, se puede usar sin precauciones especiales contra incendios.

A las concentraciones normales de fumigación es inodoro. Este inconveniente se remedia mezclándole un cuerpo que sirva de aviso como la cloropicrina o el acetato de amilo, en el momento de envasarlo. La Cloropicrina se mezcla en proporción del 2%.

TOXICIDAD

El efecto del bromuro de metilo en el hombre y en otros mamíferos parece que varía según la intensidad de la exposición. A concentraciones no fatales inmediatamente, esta sustancia química ocasiona síntomas neurológicos. Las concentraciones elevadas pueden producir la muerte por lesión pulmonar y trastornos circulatorios asociados. La iniciación de los síntomas tóxicos se retrasa y el período de latencia puede variar entre media hora y 48 horas, según la intensidad de la exposición y la reacción personal del paciente.

Al entrar en contacto con la piel del hombre el brumuro líquido o el gaseoso en fuertes concentraciones puede producir ampollas de mayor o menor gravedad.

En los insectos ataca el sistema nervioso y su acción puede retrasarse por lo cual hay que esperar un mínimo de 24 horas para observar la efectividad de su aplicación.

Uso del bromuro en cereales y productos de molinería.

El bromuro se usa extensamente para la fumigación de todos los cereales productos que de ellos se extraen. Por sus buenas condiciones de penetrabilidad es especialmente útil para tratar harinas empacadas pero debe tenerse cuidado en no rebasar las concentraciones ni los períodos de exposición recomendados.

El único material que no debe fumigarse es la harina de soya con toda su grasa porque pueden producirse olores y sabores perjudiciales. Residuos en productos alimenticios fumigados.

La experiencia adquirida en la fumigación de productos alimenticios con bromuro de metilo desde hace más de veinte años, en diversos lugares del mundo, indica que no se producen efectos perjudiciales por la ingestión de alimentos tratados normalmente con este fumigante. Pruebas obtenidas en estudios experimentales demuestran también que el bromuro de metilo, aplicado correctamente, es un fumigante inocuo para productos destinados al consumo humano.

Mezclas de sulfuro de carbono con tetracloruro de carbono.

El sulfuro o bisulfuro de carbono (CS_2) fue uno de los primeros fumigantes empleados en gran escala. Es un líquido incoloro, o amarillento, más denso que el agua (densidad a aproximada: 1,3); gasifica rápidamente a temperaturas superiores a los 18°C; tiene gran poder de penetración y buen efecto mortífero sobre los insectos; los vapores, que son dos y media veces más densos que el aire, deben su desagradable olor fétido a la presencia de impurezas tales como el sulfuro de hidrógeno.

El sulfuro o bisulfuro de carbono figura entre los fumigantes menos poderosos porque se necesitan dosis ponderales relativamente elevadas.

Los vapores del bisulfuro forman con el aire una mezcla muy explosiva y sumamente peligrosa, razón por la cual su uso como fumigante va decayendo cada vez más.

Para disminuir los riesgos de explosión se mezcla con tetracloruro de carbono en proporción de 30% de sulfuro de carbono y 70% de tetracloruro, lo cual forma una mezcla fumigante de bastante uso por ser relativamente económica.

El tetracloruro de carbono casi no se usa solo como fumigante por ser de baja toxicidad para los insectos los cuales obligaría a usar dosis muy elevadas y períodos de exposición muy largos.

El tetracloruro de carbono un líquido de olor similar al éter e incoloro, enérgico disolvente de grasas, ininflamable y no explosivo.

El TC desempeña un papel útil en la fumigación como ingrediente de mezclas, especialmente en el tratamiento de cereales, porque permite reducir el riesgo de incendio de otros fumigantes como el bisulfuro de carbono, el dicloruro de etileno y el acrilonitrilo.

Otra particularidad interesante del TC es la de que cuando se mezcla con otros fumigantes de tipo líquido, facilita la distribución del tóxico principal por la masa de cereales. Ejemplo de esto es la mezcla de TC con dibromuro de etileno.

Otras mezclas fumigantes.

El empleo de mezclas líquidas fumigantes es procedimiento muy empleado en países que como Estados Unidos manejan a granel la totalidad de sus granos.

Las mezclas se encuentran ya preparadas para ser utilizadas en los elevadores y silos, pudiéndose aplicar sin necesidad de máscara, debido a que se gasifican lentamente y tienen

una toxicidad relativamente baja para el hombre. Por lo general son compuestos a base de dibromuro de etileno, dicloruro de etileno y tetracloruro de carbono. Los distintos productos activos que forman parte de la mezcla tienen características distintas de operación, actuando el tetracloruro de carbono en las capas inferiores, el dicloruro en la parte media y el dibromuro en el sector superior del grano tratado.

Ejemplos de estas mezclas fumigantes líquidas son los productos que con los nombres de Dowfume EB5, ofrece la Dow Chemical International de EE.UU., cuya composición es la siguiente:

Dowfume 75

Dicloruro de etileno	70%
Tetracloruro de carbono	30%

Dowfume EB-5

Tetracloruro de carbono	64%
Dicloruro de etileno	29%
Dibromuro de etileno	7%

Estas mezclas se aplican fácilmente incorporándolas en forma contínua a la corriente del grano o bien rociando los granos con estos productos en el silo a intervalos regulares, sobre cámaras que no excedan de 3 metros de altura. Además tienen la venta a de resultar eficaces aún sin ser totalmente hermético el ambiente a tratar.

b. Fumigantes gaseosos. Como fumigantes gaseosos se pueden citar el anhídrido carbónico, el óxido de etileno y el ácido cianhídrico, que en la práctica han sido desplazados por los fumigantes anteriormente tratados debido a que requieren equipos costosos para su aplicación y en el caso del ácido cianhídrico, personal especialmente capacitado por ser este cuerpo de toxicidad muy elevada.

c. Fumigantes sólidos. Dos son los productos principales empleados con éxito, cuya aplicación y comportamiento son semejantes, pues deben incorporarse a la masa del cereal mientras se llena el depósito generando gases tóxicos Cianuro de calcio (granulado).

Las casas fabricantes lo expenden en tambores de 45 Kgs., desde los cuales se vierte el producto sobre la corriente del grano. Al entrar en contacto con el grano el cianuro se descompone generando lentamente gas cianhídrico (HCN) que se difunde por todo el recinto del silo. Después de algún tiempo el gas se disipa y solo queda un residuo de carbonato de calcio o de granalla de cal.

Cuando se trabaja con cianuro hay que tener el cuidado de proveer la mayor ventilación posible a fin de difundir los gases que puedan acumularse en el ambiente en que están colocados los operarios pues las emanaciones del HCN son siempre peligrosas.

La presencia del HCN se reconoce por su característica, olor de almendras amargas.

La mercadería ensilada debe llenar por lo menos el 90% de la capacidad del silo para evitar que el gas se difunda en recintos no ocupados lo cual se traduce en disminución de la concentración del gas en el aire intergranular.

No conviene fumigar con cianuro el maíz blanco porque se mancha y, en consecuencia, se rebaja su calidad comercial.

Toxicidad del HCN

El HCN es un veneno poderoso de acción rápida En el hombre y en los animales de sangre caliente produce la asfixia al inhibir las enzimas respiratorias y hace que los tejidos sean incapaces de absorber oxígeno de la sangre en forma normal. La acción tóxica es reversible. En la práctica esto significa que una persona que haya perdido el conocimiento por completo a causa de los efectos del cianuro,

pero cuyo corazón siga latiendo todavía, puede recuperarse aún si se le aplican a tiempo antídotos y remedios apropiados.

En cuanto a los insectos, el HCN es uno de los tóxicos más eficaces que se conocen. Tiene también un rápido efecto paralizador sobre muchas especies, que debe tenerse en cuenta cuando se fumiguen granos porque las concentraciones subletales pueden producir una muerte aparente o sea lo que alguien llamó la "estupefacción protectora". Desde el punto de vista práctico esto significa que las concentraciones recomendadas deben alcanzarse lo más rápidamente posible durante la aplicación del fumigante.

Fosfuro de aluminio

En el comercio se expende en forma de tabletas o pastillas un compuesto químico formado por fosfuro de aluminio y carbamato amónico, que al exponerse a la humedad se descompone lentamente dando fosfamina (H_3P), hidróxido de aluminio y anhídrido carbónico.

La fosfamina, fosfina o fosfuro de hidrógeno es un gas inflamable y muy venenosos.

El empleo en forma de tabletas tienen dos ventajas muy importantes para el manejo de la fosfamina en fumigación de granos: 1o. La mezcla de los gases desprendidos resulta incombustible y 2o. la liberación de la fosfamina se retrasa, con lo cual se disminuyen los peligros de envenamiento para las personas que aplican el producto. Los comprimidos tienen peso de 3 gramos cada uno y al contacto con la humedad ambiente o con el propio grano, empiezan a desprender fosfamina aproximadamente una hora después de introducirlos en el cerealmhasta quedar finalmente un residuo formado por hidróxido de aluminio inerte que desaparece cuando se mueve el grano.

Con temperaturas del grano superiores a 15°C y humedades granulares por encima del 10%, la

descomposición se completa a los tres días; a niveles inferiores de temperatura y humedad se prolonga hasta cinco días.

Según los fabricantes, las autoridades competentes de los Estados Unidos han declarado que el producto no deja residiuos tóxicos en los granos tratados y en consecuencia está exento de tolerancias.

Toxicidad de la fosfamina. La fosfamina es muy venenosa para el hombre. La concentración máxima permisible para una exposición diaria contínua es muy baja. La fosfamina tiene un olor que recuerda el del carburo y se dice que, incluso a bajas concentraciones, este olor advierte suficientemente de la presencia del gas.

Productos comerciales. Uno de los productos comerciales más conocidos para la generación de fosfamina, se expende bajo el nombre de Phostoxin.

4. Dósis y concentraciones. Hay que distinguir con toda claridad la diferencia que existe entre dosis y concentración.

a. Dósis. Es la cantidad de fumigante aplicada para un volumen determinado. Se expresa en dos formas: peso de la sustancia química aplicada por volumen tratado o; volumen de la sustancia química aplicada por volumen tratado.

Peso por volumen. Para la designación práctica de la dosis, está forma de expresión es la más conveniente por dos razones: el peso del fumigante y el volumen del espacio en que está contenido el grano pueden determinarse fácilmente. En el sistema métrico decimal el peso por volumen se expresa en gramos por metro cúbico. Ejemplo: para fumigar maíz en silos con bromuro de metilo se recomienda la dosis de 30 gramos de bromuro por metro cúbico de capacidad de silo.

En el sistema inglés el peso por volumen se expresa en libras u onzas aveirdupois por

millar u onzas aveirdupois millar de pies cúbicos. Ejemplo: para fumigar arroz en cáscara en silos con bromuro de metilo se recomienda la dosis de una libra de bromuro por por cada 1.000 pies cúbicos de capacidad de silo.

En los informes experimentales de laboratorio, las dosis se expresan en miligramos por litro (mg/l), que equivale a gramos por metro cúbico.

Volumen por volumen. A veces en el tratamiento de cereales se utilizan fumigantes de tipo líquido y la dosis se puede expresar en litros por metro cúbico de espacio tratado o en galones por un número determinado de bushells.

Concentración. Desde el momento en que una dosis cualquiera de fumigante penetra en el recinto que se va a fumigar, desaparecen progresivamente moléculas de gas del espacio de que se trata. bien sea por el proceso de sorción y solución o por escape real del sistema como a veces ocurre. La concentración es la cantidad real de fumigante presente en el espacio aéreo de cualquier parte del sistema de fumigación en un momento dado. Puede decirse, por tanto, que la dosis es siempre conocida porque es una cantidad determinada de antemano y en cambio la concentración tiene que investigarse analizando muestras si quiere conocerse puesto que varía con el tiempo y el espacio debido a los factores enumerados y a otros que intervienen en la fumigación.

En las relaciones entre gases y sólidos, sorción es el término utilizado para describir la retención total de gas resultante de la atracción y la retención de moléculas por todo material sólido presente en el sistema.

En la práctica para contrarrestar el fenómeno de sorción se aplica una dosis ligeramente más elevada que la que se considere satisfactoria para el tratamiento de un grano determinado y en cuanto a la pérdida por escapes debe cuidarse mucho que se reduzca al mínimo posible con el fin de asegurar el éxito de la fumigación.

En general, para que una fumigación resulte efectiva es indispensable que la concentración del fumigante se mantenga durante un período suficiente de tiempo.

c. Período de exposición. El tiempo que el fumigante necesita estar en contacto con el grano para provocar la muerte de los insectos se conoce como "el período de exposición", que depende entre otras cosas, de la concentración alcanzada por la aplicación de una dosis determinada.

A menores dosis, mayor período de exposición y a la inversa.

La temperatura del lugar en que se trabaja tiene también un papel de importancia en la dosificación y en el período de exposición porque cualquier fumigante es mucho más efectivo a temperaturas elevadas que a temperaturas bajas; ello depende del punto de ebullición del producto de que se trate.

Teniendo en cuenta lo anterior y algunos otros factores de importancia, se puede decir que sobre la concentración de los fumigantes en un espacio determinado, influyen:

1) La hermeticidad de la cámara o espacio por fumigar.

2) Las dosis aplicadas

3) La distribución del fumigante que depende de:
   a. El punto de aplicación
   b. La densidad del fumigante usado
   c. La circulación

4) La temperatura

5) La naturaleza del producto fumigado que incluye:
   a. Tamaño de las partículas (grano, harina, etc.;
   b. Limpieza del producto;
   c. Humedad del mismo;
   d. Capacidad de absorción

6) Método de embalaje. En general el embalaje disminuye la efectividad de los fumigantes.

7) Sistema de apilamiento. Apilamientos espaciados permiten la penetración más rápida del fumigante.

G. Aplicación de Insecticidas. Labores de limpieza y desinfectación de instalaciones, equipos, medios de transporte y empaques

1. Bodegas desocupadas para mercadería en sacos.

a. Antes de proceder a ocupar la bodega se barrerán a fondo los techos, paredes, columnas, planchones de madera (pisos removibles para colocación de mercadería), pisos, etc. haciendo llegar la acción enérgica de esta tarea a todo lugar o hendija que pueda servir de escondite a los insectos. Estas tareas deberán ejecutarse en el orden anotado, es decir, iniciarlas con el barrido de los techos, seguir con las paredes, etc., y por último los pisos. Conviene mucho que en el desarrollo de este trabajo se humedezcan ligeramente las superficies con agua y desinfectante, para evitar que se levante polvo que se depositaría de nuevo en las superficies barridas y ocasionaría además molestias a los trabajadores encargados de la limpieza. El humedecimiento debe ser suave, sin mojar, calculando bien la cantidad de líquido a emplear. Esta labor, desde luego, solo se puede hacer de manera satisfactoria cuando se usan máquinas asperjadoras adecuadas.

b. Se recogerán cuidadosamente los residuos de la limpieza y se destruirán por el fuego.

c. Se aplicarán los insecticidas de acuerdo con las recomendaciones siguientes:

Para paredes, techos y superficies que no hayan de quedar en contacto con los granos:

DDT- en polvo mojable al 50% de concentración.
½ kg. en 1,5 hasta 2,5 glns. de agua por

cada 100 ms^2. de superficie.

LINDANO. En polvo para espolvoreo, concentración de 1% de Isómero gamma.
1 a 2 kgs. de polvo por cada 100 ms^2. de superficie.

MALATHION- en líquido, al 57% de concentración 250 centímetros cúbicos del producto líquido en 1,5 a 2,5 galones de agua, por cada 100 ms^2. de superficie. (2,5% y 1,5% aproximadamente de producto puro).

CLORDANO- en polvo mojable al 40 o 50% de concentración.
½ kg. en 1,5 hasta 2,5 glns. de agua por cada 100 ms^2 de superficie.

OTROS PRODUCTOS, según recomendaciones de los fabricantes.

La cantidad exacta de agua para una área dada se determina mediante la práctica y de acuerdo con el equipo de aspersión de que se disponga.

2. Bodegas que contienen mercadería en sacos

En estos casos se hace la misma cuidadosa labor de limpieza descrita en el punto 1), incluyendo el barrido de los encarres de grano que tengan polvo o suciedad.

Para los techos, paredes, columnas, planchones, pisos y encarres de mercadería se utilizarán solamente insecticidas como el Lindano, Malathion, Piretrinas y otros productos de los recomendados para incorporar a la mercadería. Cuando existen granos en la bodega, es mejor no usar el DDT, ni el Clordano para el tratamiento de las superficies por el peligro de que el grano pueda contaminarse al hacer la aplicación de dichos productos.

El Lindano, el Matathión y las Piretrinas, se aplicarán en las proporciones indicadas en el punto 3).

3. Encarres en formación.

a. Espolvorear o asperjar el piso o los planchones.

b. Espolvorear o asperjar cada camada o plancha de sacos a medida que se va construyendo el encarre.

c. Al terminar el encarre, espolvorear o asperjar las caras laterales y la superior, lo mismo que el piso, las paredes y las columnas adyacentes, si las hay.

Al hacer las aspersiones tengase cuidado para humedecer y no mojar los encarres de sacos.

d. Repetir periódicamente la aplicación de insecticidas según lo dicho en el parágrafo anterior.

4. Encarres o pilas ya formadas. Después de una rigurosa limpieza de toda la bodega y del barrido de las caras de los encarres (arrumes o pilas) de mercancía en sacos, se procede al espolvoreo o aspersión de los encarres, extendiendo esta labor a todas las superficies interiores del depósito.

La periodicidad de los tratamientos posteriores se halla condicionada al mayor o menor grado de infestación de los encarres y a la temperatura del lugar en que se trabaja.

Al segundo o tercer día de hecha la aplicación de insecticidas, aparecen un gran número de insectos muertos o seriamente afectados en las bases de los encarres y superficies adyacentes, que provocan el deseo de barrerlas de inmediato en la creencia de que los insectos pueden diseminarse o infestar otros encarres. En realidad, como la acción de los insecticidas que se usan es irreversible, los insectos afectados mueren al cabo de algún tiempo, (máxime al quedar en contacto con el insecticida esparcido en el piso.

Por tal razón "no deben barrerse los pisos alrededor de los encarres sino hasta después de cuatro días y en caso de hacerlo antes, por cualquier circunstancia, reemplazar la protección residual con una nueva aplicación de insecticida".

5. En silos. Antes de guardar el grano en silos se procederá a realizar las siguientes tareas de limpieza:

a. Estando el silo desocupado, se humedecerán razonablemente sus paredes interiores con agua y desinfectante antes de comenzar las tareas de rasqueteado y barrido.

b. Se barrerán prolijamente las paredes del silo rasqueteando si existen incrustaciones que lo requieran y volviendo a humedecer las paredes si fuera necesario, para evitar que los obreros trabajen en un ambiente insalubre.

c. Se recogerán cuidadosamente los residuos de la limpieza y se destruirán por el fuego.

d. Desde la boca superior del silo se aplicará insecticida en polvo, dirigiendo en todo sentido el pico de la máquina espolvoreadora, o bien líquido de la asperjadora, para obtener una distribución uniforme de insecticida en las paredes.

e. La labor de limpieza y aplicación de insecticida se extenderá a las patas de los elevadores, transportadores, tolvas de recibo, parque de máquinas, etc., durante los períodos en que permanezcan inactivos.

f. No deben espolvorearse o asperjarse insecticidas que no estén expresamente recomendados p para ser incorporados al grano.

6. Desinfectación de medios de transporte. Los vagones de ferrocarril, camiones, etc. usados para el transporte de granos, se barrerán cuidadosamente y luego se tratarán con insecticida en polvo o en líquido para eliminar hasta donde sea posible el peligro de difusión y contaminación.

7. Desinsectación de empaques desocupados. Se utilizarán insecticidas a base de Lindano, Matathión, Piretrinas sinergizadas, etc., procediéndose en esta forma:

a. Se desatan los bultos de empaques desocupados, se extienden sobre un piso uniforme, un saco al lado de otros, en varias filas y se tratan de un solo lado hasta que quede sobre ellos una ligera capa uniforme y perceptible de polvo o bien se humedecen ligeramente.

b. Se juntan los sacos tratados, colocando el lado no tratado de uno contra el lado tratado del siguiente, hasta completar el número de sacos que se acostumbre dejar en cada bulto y se amarran de nuevo.

c. A los encarres o pilas de sacos o bolsas así tratados, se les aplica un espolvoreo o aspersión que se repite cada 15 o 20 días en caso de que no se utilicen inmediatamente.

d. Si existen en depósito encarres de sacos desocupados que no pueden tratarse de inmediato en la forma descrita, por lo menos deben aplicarse espolvoreos o aspersiones externas cada 15 o 20 días hasta que se presente la oportunidad para realizar el trabajo completo.

e. Si la existencia de empaques es considerable y se dispone de equipo y material para fumigación bajo carpas este tratamiento, es desde luego el más efectivo y económico de todos. Para fumigación de empaques puede usarse dosis y tiempos un poco mayores que las acostumbradas para tratar granos.

8. Aplicación de insecticidas protectores al grano. Dosis. En el cuadro siguiente, se indican las dosificaciones de los productos insecticidas más usuales, expresadas en la cantidad de gramos necesarios para tratar 100 Kgs. de mercadería.

Cuadro de dosis

Producto	Principio activo	Dosis	Poder tóxico residual (actividad insecticida
Piretrinas sinergizadas con butóxido de piperonilo	0,06% de piretrinas y 1% de butóxido de piperonilo	100 a 120 gms. por 100 Kgs.	Seis meses aproximadamente.
LINDANO (Polvo)	0,6%	80 grms. por 100 Kgs.	Seis meses aproximadamente
	1,0%	50 grms por 100 Kgs.	
MALATHION (Líquido)	50%	20 cm3. por tonelada, más 300 o 700 cms^3 de agua (1)	Seis meses aproximadamente
MALATHION (polvo)	1,0%	100 grms por 100 Kgs.	Seis meses aproximadamente
BROMODAN (polvo) (2)	5,0%	100 gramos por 100 Kgs.	Seis meses aproximadamente
SEVIN (polvo) (2)	5,0%	50 gramos por 100 Kgs.	Seis meses aproximadamente

1/ La cantidad de agua puede ser inferior a 300 cms^3. por tonelada si se dispone de un equipo adecuado de aspersión.

2/ En el curso de los ensayos realizados por la Junta Nacional de Granos de la República Argentina se comprobó la eficacia de este insecticida como protector de granos.

La columna "poder tóxico o actividad insecticida" que figura en el cuadro, indica la persistencia de la acción protectora de los insecticidas en la mercadería tratada.

La característica principal de los insecticidas protectores es la de prevenir infestaciones en el grano almacenado, razón que obliga a tener siempre presente que:

a. Su acción no será efectiva si la mercadería está infestada y

b. La protección que ofrecen se verá anulada, o muy disminuída, si no se toman las medidas complementarias que ayuden a contrarrestar la infestación en el resto de la instalación o recinto dedicado al manejo y almacenamiento de los granos (labores de limpieza y desinsectación de instalaciones, equipos, etc.).

9. Factor de tolerancia. Se entiende por "tolerancia", las cantidades de principio activo residual contenidas en un insecticida que son admisibles para incorporar a un peso determinado de grano sin que provoquen efectos nocivos en los animales de sangre caliente.

Ejemplo: Al hablar del Malathion, en el presente texto, se dijo que la tolerancia de aplicación podría llegar hasta 10 partes por millón del producto activo, lo cual significa:

10 gms. de principio activo por 1'000.000 de grms. de cereal o 1 grm. de principio activo por cada 100 Kgs. de cereal.

Si observamos el cuadro de las dosis vemos que se recomienda aplicar 100 gramos de Malathion en polvo, del 1% de concentración, para cada 100 Kgs. de grano o sea efectivamente, 1 gramo de principio activo por 100 Kgs. de cereal.

Las dosis que figuran en el cuadro que se comenta son las máximas compatibles con las tolerancias por cual no deben sobrepasarse bajo ninguna circunstancia.

Cuando se usen productos comerciales de mayor o menor concentración que los incluídos en el cuadro de dosis, se harán los ajustes en las dosis de producto bruto a emplear para que siempre se aplique la cantidad recomendable de principio activo y nunca una mayor.

Ejemplo: Si se usa Malathion en polvo, del 4% solamente se podrán aplicar 25 grms de producto bruto por cada 100 kgs. de grano.

El factor de tolerancia impide, desde luego que una mercadería reciba dos tratamientos con el mismo insecticida protector por las consecuencias que puede acarrear el exceder los límites fijados.

10. Aplicación de insecticidas curativos para fumigar mercadería infestada. Las dosis de fumigantes a emplear para el tratamiento de cereales dependen en orden de importancia de los siguientes factores, la mayoría de los cuales se enumeró cuando se trató sobre su influencia en la concentración de los fumigantes:

a. Infestación y especies presentes;
b. Naturaleza del producto (tamaño de las partículas, limpieza del producto, humedad del mismo, capacidad de absorción);
c. Tiempo de exposición;
d. Hermeticidad de la cámara, recinto o coberturas instaladas;
e. Método de aplicación (del cual depende en gran parte su distribución adecuada);
f. Temperatura ambiente en el interior del grano

Son varios pues los conocimientos que deben tenerse en cuenta para lograr una efectividad completa en el manejo de los fumigantes.

La Junta Nacional de Granos de la República Argentina en su publicación "Desinsectación de Granos Almacenados", trae el siguiente cuadro;

11. Dosificaciones medias para fumigantes

Producto	En silos, elevadores u otras instalaciones (hermetizables). Por simple gravedad	Por recirculación forzada	Exposición mínima. Poder tóxico residual (actividad insecticida)
Bromuro de Metilo (gas licuado)	50 grms/m3 de capacidad de silo	- - - -	72 horas
		30 grms/m3 de capacidad del silo, etc.	24 horas
Sulfuro de carbono: 30% Tetracloruro de carbono: 70% Mezcla (líquido)	200 a 250 cms.3/m^3 de capacidad del silo, etc.	- - - -	72 horas
Cianuro de calcio granulado (sólido)	128 grms./m3 de capacidad del silo, etc.	- - -	6 a 10 días
Fosfuro de aluminio tabletas (sólido)	15 tabletas por tonelada		3 días
	12 tabletas por tonelada		4 días
	8 tabletas por tonelada		5 días

Las dosificaciones anteriores, especialmente en cuanto al Bromuro de Metilo se refiere, pueden variar y en realidad varían de manera considerable, cuando se trata de la práctica de la fumigación en nuestros medios tropicales, según puede verse a continuación:

12. Bromuro de Metilo. En Colombia po lo menos, el bromuro de metilo se ha convertido en el fumigante preferido por las razones siguientes:

1. Su efectividad contra la mayoría de los insectos que atacan los granos.

2. Las dosis relativamente bajas que son necesarias para conseguir efectos satisfactorios.

3. La posibilidad de aplicación inmediata y rápida en silos y en mercadería embolsada bajo carpa.

4. La economía de su aplicación.

5. Se encuentra con facilidad en el mercado.

H. Fumigación bajo carpas o encerados (maíz, arroz, trigo, sorgo, etc.).

Para carpas de cierre relativamente hermético y encarres de altura no mayor de 5 metros en total, mercadería en sacos de fique o yute no muy tupidos, que son los corrientes en nuestro medio y pisos de cemento, la dosis corriente es la de 1¼ libras de Bromuro de Metilo por cada 1.000 pies cúbicos de espacio para una exposición de 24 horas. Cuando se unen varias carpas y la hermetización resulta un poco deficiente, se utiliza una dosis de 1½ libras de Bromuro por cada 1.000 pies cúbicos y una exposición de 24 horas.

Traducido al sistema métrico, las dosis anteriores dan las equivalencias siguientes:

20 grms. de Bromuro por m^3 de espacio para 24 horas;
24 grms. de Bromuro por m^3 de espacio para 24 horas.

I. Tamaño de las carpas.

Las usuales tienen los siguientes tamaños y capacidades:

de 20' x 20' para aproximad. 150 bultos de grano de 62½ kgs
de 30' x 30' para aproximad. 400 bultos de grano de 62½ kgs
de 40' x 40' para aproximad. 700 bultos de grano de 62½ kgs

El tamaño de las carpas lo ha determinado la facilidad de su manejo; las de tamaño mayor que las anteriormente descritas resultan muy pesadas y voluminosas y se rompen al extenderlas sobre los bultos.

Cuando es necesario se hacen encarres muy grandes en los cuales se emplean hasta 5 carpas de 40' x 40', uniéndolas adecuadamente.

Las carpas deben ser livianas, no porosas, resistentes y que impidan el paso de la luz para evitar que las perforen los roedores alojados en los encarres, que tratan de escapar cuando comienzan a sentir los efectos del gas.

Las coberturas o carpas se hacen generalmente con los siguientes materiales:

1. Con telas engomadas. Son telas de algodón impregnadas con caucho sintético, impermeables, pero bastante pesadas.

2. Con telas plastificadas. Son mallas o telas ralas de algodón, recubiertas de cloruro de polivinilo que las hace resistentes y más livianas que las anteriores.

3. Con láminas plásticas. Son láminas de polivinilo o polietileno unidas electrónicamente o con cementos sintéticos apropiados.

J. <u>Instrucciones Generales para Ejecutar la Fumigación en Bodegas</u>

Además de los pasos incluídos en el punto 8.5.1, debe tenerse presente lo siguiente:

1. Revisión cuidadosa de las carpas que se van a utilizar, para constatar que éstas no estén rotas o porosas, que permitan el escape del gas.

2. Las carpas deben asegurarse en su parte inferior solamente con los talegos prensacarpas. El empleo de bultos ocasiona daños a las carpas; el manipuleo de éstos es más difícil y se corre el riesgo de reinfestación del arrume.

3. Revisión de los aplicadores y sus correspondientes mangueras con el objeto de comprobar su buen estado para el servicio.

4. Las mangueras de los aplicadores deben distribuírse uniformemente en la plancha superior del arrume, de tal manera que cada una de las usadas, cubra una superficie aproximada de diez metros cuadrados.

El extremo de cada manguera usada deberá asegurarse introduciendolo por el centro de dos bultos de la plancha superior del arrume colocados en forma de caballete, cuidando que la parte perforada o extremo, quede en la cámara formada por los dos bultos.

5. El arrume con dimensiones de 9.20 por 6.90 y 5 metros de altura esta proyectado para cubrirlo con 4 carpas de 12 metros cuadrados cada una y por lo tanto deben tomarse las precausiones necesarias para que los empalmes queden herméticos.

6. Para dosificar el Bromuro de Metilo se cubrirá el arrume multiplicando el largo por el ancho y por el alto de éste. La dosis de Bromuro de Metilo es de una libra por cada 28 metros cúbicos o fracción.

7. El arrume debe mantenerse carpado durante 24 horas como mínimo y despues de este tiempo se separan las carpas, teniendo la precaución de darle toda la ventilación a la bodega.

8. Para prevenir reinfestación tanto antes como despues de la fumigación con Bromuro de Metilo, debe practicarse una aspersión con Malathion (1 galon de Malathion líquido emulsificable del 57% por 30 galones de agua) en los pisos, muros, techos y mercancias almacenadas en la bodega.

9. Aunque en las inspecciones quincenales no se detecten indicios de infestación, deben practicarse aspersiones generales (mercancias, bodegas, silos y maquinaría), cada 30 días con Malathion de la misma concentración dada en el punto anterior.

10. En las aspersiones anteriores, deben incluírse los empaques, las barreduras y las estibas.

11. Al hacer las aplicaciones de Malathion deben tomarse las precauciones necesarias para evitar contaminación de mercancias tales como manteca, aceites, azúcar, panela, sal, harina, etc.

1. Medidas para conservar el equipo de fumigación

En el éxito de toda campaña contra el ataque de insectos, es factor primordial el buen estado y conservación de los productos y elementos que se usan para tal fin; por lo tanto es indispensable tener en cuenta las siguientes consideraciones.

Carpas de Fumigación:

- Estas no deben arrastrarse, ni pisarse.
- Para guardarlas deben limpiarse convenientemente y doblarse cuidadosamente, teniendo en cuenta que la cara revestida de plástico quede hacia adentro.
- Deben conservarse en lugares secos y donde no corran
- rieggo por ataque de roedores.
- Por ningun motivo deben usarse para fines distintos a los de fumigación

Mangueras de los aplicadores:

- Mientras no estén en uso deben conservarse convenientemente enrolladas, para evitar su rotura.
- Cuando estén en uso se debe evitar pisarlas, para que no se dañen.

Aplicadores:

Una vez usados, deben limpiarse cuidadosamente, con el fin de evitar que la acción del fumigante los deteriore.

Aspersores:

Después de utilizados deben lavarse completamente y colocarlos en tal forma que el recipiente escurra para evitar daños por oxidación del metal.

Insecticidas:

Deben guardarse en lugares adecuados para evitar su alteración y el daño del empaque.

K. Fumigación en silos o recipientes hermetizables, por simple gravedad

El Bromuro se aplica en la parte superior del silo, en el espacio que siempre queda libre entre la superficie del grano y la tapa del silo, espacio que sirve de cámara de gasificación.

Para silos de menos de 12 ms. de altura (incluído el cono) basta una sola inyección en proporción de 50 grms. por m^3 de capacidad de silo y una exposición de 72 horas para que el gas alcance a penetrar hasta el fondo. La penetración del gas se facilita removiendo el contenido mediante un trasiego o transile si el grano lleva algún tiempo de almacenado.

Si la cantidad de grano excede los 12 metros, es indispensable bajar dicha altura hasta los 12 metros, y el resto de la mercancía que fue menester transilar se fumigará en otro silo o bien se volverá al silo original una vez transcurrido el tiempo de exposición, agregando una dosis adicional de 50 grms/m^3 sobre la mitad del volumen total del silo y dejando una exposición adicional de 72 horas. Para silos de más de 12 metros de altura resulta así una dosis total de 75 gramos por metro cúbico de espacio.

La fumigación con Bromuro de Metilo en silos o recipientes hermetizables, por simple gravedad, tienen según acaba de verse, las objeciones siguientes: 1o. Dosis elevada; 2o. Tiempos de exposición prolongados. Las dosis elevadas aumentan notablemente los costos; dosis elevadas y tiempos de exposición prolongados pueden causar daños en el grano y aumentar el Bromuro residual en el grano tratado.

A pesar de sus buenas características de penetración no es posible obtener una distribución uniforme del Bromuro en silos o en capas de grano cuya profundidad sea mayor de 6 metros.

L. Fumigación con Bromuro en silos o en otros recipientes equipados con mecanismos para recirculación del fumigante

Los inconvenientes anotados para la fumigación por gravedad se eliminan con la instalación de facilidades para la recirculación del gas. En principio el método es muy sencillo. Un abanico colocado en la parte inferior del silo impulsa el gas por un

conducto que penetre en la parte media del cono o tolva; una manguera o ducto que parte de la tapa del silo, regresa el gas al abanico y así el ciclo continúa hasta que se consigue uniformar la concentración del Bromuro en el recinto del silo. Luego se detiene el abanico por el tiempo que requiera el período de exposición terminado el cual, se desconecta la manguera o conducto que sirvió para la recirculación del gas, se pone en funcionamiento nuevamente el abanico y se insufla aire puro a través del grano hasta eliminar por completo el Bromuro. Naturalmente, el equipo que vaya a usarse debe diseñarse teniendo en cuenta la cantidad de grano, la altura del silo, el tipo de grano y el régimen de aireación que convenga establecer para que se logre circular entre 8 y 10 veces el volumen total del aire contenido en el silo dentro del menor término posible (20 a 30 minutos deben ser suficientes para esta operación).

En algunos países (Suiza e Inglaterra, especialmente), se encontró que la concentración del Bromuro era uniforme después de hacer circular cuatro veces el volumen de aire contenido en un silo lleno de grano.

En Colombia la mayoría de las instalaciones de silos de propiedad oficial o particular, están equipadas en la actualidad con mecanismos para la recirculación de fumigantes y para la aireación del grano. El equipo usado va desde baterías móviles para servir todos los silos de un conjunto hasta baterías estacionarias conectadas por ductos y llaves que incorporan dispositivos especiales para medir las concentraciones del fumigante.

Teniendo que combatir los ataques de las plagas de manera continua durante todo el año, en los países tropicales se hace imprescindible contar con instalaciones eficaces para aplicar fumigantes por recirculación.

Para sistemas de recirculación se han empleado con éxito dosis de 1 a 1¼ libras de Bromuro por cada 1.000 pies cúbicos de capacidad de silo o sea: de 16 a 20 gramos por metro cúbico, para una exposición de 24 horas.

1. <u>Instrucciones para la Fumigación en Silos con Bromuro de Metilo</u>

Después de constatar la necesidad de fumigar, se debe proceder en la siguiente forma:

a. Tapar cuidadosamente las compuertas, ensambles y orificios por donde se puede escapar el gas.

b. Calcular el volumen del silo en donde se encuentra el grano que se va a fumigar. El volumen del silo se calcula así:

Volumen del cilindro con la siguiente fórmula: $\pi r^2 h$

En la que: π = 3.1416

r^2 = cuadrado del radio.

h = altura del silo

Volumen del cono con la fórmula siguiente: $\pi \frac{r^2 h}{3}$

Sumando el volumen del cilindro y el volumen del cono, se obtiene el volumen total del silo.

Ejemplo:

Se trata de averiguar el volumen de un silo de las siguientes dimensiones:

Cilindro:

Radio 3 metros
Altura 20 metros

Cono:

Radio 3 metros
Altura 2 metros

Entonces:

Volumen del Cilindro:

$\pi r^2 h$ = 3.1416x9x20 = 565.4 metros cúbicos.

Volumen del cono:

$\frac{\pi r^2 h}{3} = \frac{3.1416x9x2}{3}$ = 18.8 metros cúbicos

Volumen total del silo:

565.4 + 18.8 = 584.2 metros cúbicos.

Como la dosis de Bromuro de Metilo es de una libra para cada 28 metros cúbicos, o fracción, para este silo se deben aplicar:

$$\frac{584.2}{28} = 21 \text{ libras de Bromuro de Metilo}$$

La dosificación del Bromuro de Metilo se calcula con el volumen total del silo, cámara o bodega donde se encuentre el producto que se va a tratar. Es decir que la dosificación es indiferente al número de bultos o kilos que contenga la instalación.

c. Para la aplicación del insecticida, de acuerdo con el sistema de recirculación del gas a través de la masa del grano, se procede en la forma siguiente:

Después de revisar el acople de las mangueras del ventilador a la parte superior y al cono del silo, se acciona el motor para que el aire inicie la circulación, succionando en el cono e insuflando por la parte superior.

Una vez que el aire esté en circulación, se aplica el Bromuro de Metilo por la parte superior del silo y de acuerco con la cantidad necesaria para el volumen de éste.

El gas recircula dentro de la masa de grano y esta operación debe prolongarse por espacio de 25 minutos.

Cumplidos los 25 minutos, se dá por terminada la operación, retirando los elementos usados y tapando las bocas de acople de las mangueras.

Después de 24 horas se considera que el Bromuro de Metilo ha efectuado la desinfestación.

Pasado el período de exposición del fumigante se debe muestrear el grano especialmente en el cono del Silo, para asegurarse del efecto causado por la aplicación del Bromuro de Metilo. En caso de que persista la infestación se debe proceder a refumigar el Silo.

Cuando no se disponga de equipo para fumigar por el sistema de recirculación, se aplicará el Bromuro de METILO en la parte superior del Silo, después de haber hermetizado éste y calculado la dosis correspondiente.

También se puede dividir la dosis para aplicar el Bromuro de Metilo en la parte superior, en la ventanilla de inspección y en el cono del Silo.

2. Mezcla de Sulfuro de Carbono (30%) y Tetracloruro de Carbono

El líquido se aplica desde la abertura superior del silo, rociando el grano a intervalos regulares, en capas no mayores de tres metros de espesor. La mezcla se incorpora mediante un tubo desde el exterior a razón de 200 a 250 cms^3/m^3 según la capacidad del silo. Luego se tapa la boca del silo en la forma más hermética que sea posible. Para mezclas de contenido distinto de bisulfuro y tetracloruro deben seguirse las dosificaciones recomendadas por los fabricantes.

3. Cianuro de Calcio (granulado)

En contacto con la humedad del ambiente o la humedad del grano genera un gas sumamente tóxico que es el ácido cianhídrico.

Se aplica a la corriente del grano y para ello, se requiere trasegar o transilar en su totalidad el grano que se quiere fumigar. El tambor que contiene el cianuro se suspende de un soporte especial sobre la corriente del grano cuyo aforo se averigua con anterioridad. Un corte especial practicado en el tambor que contiene el cianuro y la aplicación en dicho corte de un dosificador especial permite ajustar la salida de los gránulos al flujo del grano en forma que se incorpore la dosis correspondiente de cianuro por tonelada de grano.

Como la dosis fundamental es la de 128 gramos de cianuro por m. cúbico de capacidad de silo, la conversión a gramos de cianuro por tonelada de grano, se hace sirviéndose del peso hectolítrico del grano de que se trate. Ejemplo: Si se trabaja con maíz que tiene 75 Kgs. x hectolitro, el metro cúbico de dicho maíz pesará 0,750 toneladas. Para la tonelada de maíz resulta en este caso una dosis de 171 grms. de cianuro de calcio (granulado).

4. Fosfuro de aluminio

Se encuentra en forma de tabletas o pastillas que al ponerse en contacto con la humedad del ambiente o del grano genera un gas tóxico llamado fosfamina.

Se aplica por medio de un dispositivo especial directamente en el silo, de acuerdo con la velocidad de entrada del cereal y según la dosificación que se encuentra en el cuadro de Dosificaciones medias o sea: a razón de 8 tabletas por tonelada si el período de exposición es de 5 días; a razón de 12 tabletas por tonelada para 4 días de exposición y a razón de 15 tabletas por tonelada si el silo ha de permanecer cerrado solo 3 días.

La dosis de 15 tabletas es la usual para silos o depósitos que no se pueden hermetizar totalmente, caso en el cual el período de exposición se puede ampliar a 5 días para mayor seguridad en el tratamiento.

5. Observación importante (Grano en silos)

La aireación del grano después del período de exposición es de mucha importancia. Desgraciadamente éste solo se logra de manera relativamente fácil y eficáz cuando se dispone de equipos de recirculación. La inclusión de éstos cuando se diseñan nuevas instalaciones o su adición a las ya existentes es pues de consideración forzosa para asegurar en nuestros medios tropicales la conservación adecuada de los granos. La inversión adicional que ésto implica se recupera prontamente con el uso de dosis relativamente bajas, la rapidez con que se puede operar en un momento determinado y la ventaja considerable de evitar la diseminación de la infestación cuando se efectúa el transile de grano infestado o con manchas de infestación.

6. Anotaciones sobre la aplicación de los insecticidas protectores

En las instalaciones de algún tamaño que manejan grano suelto o a granel, la forma práctica y efectiva de incorporar al grano los productos protectores a base de polvos insecticidas o de diluciones acuosas, consiste en utilizar un dosificador mecánico regulable que agregue el insecticida a la corriente del grano en el momento de almacenarse éste en el silo o depósito de acuerdo con las dosis correspondientes.

Cuando se maneja grano en sacos la única posibilidad de aplicar económicamente este tipo de insecticida sería con un dosificador especial intercalado en la corriente del grano que va a los sacos, despues de las labores de limpieza y secamiento, cuando éstas se cumplen en instalaciones mecanizadas.

Otro procedimiento para grano en sacos podría consistir en abrir éstos, hacer pasar el grano por el dosificador especial y ensacarlo nuevamente con el recargo consiguiente de mano de obra y, materiales para abrir los sacos, vaciarlos, volverlos a llenar, coserlos y pesarlos.

Finalmente si se trata de pocos bultos, el grano se puede regar sobre un piso, se espolvorea encima el insecticida, se remueve con una pala hasta lograr una mezcla completa y luego se empaca en sacos y se almacena.

En los dos últimos casos el grano a tratar debe estar, desde luego, seco y limpio.

M. Precauciones a observar en el manejo de los insecticidas

Los insecticidas que se mencionan en el presente trabajo son tóxicos y en consecuencia deben manejarse con el mayor cuidado posible para prevenir accidentes.

En la aplicación de insecticidas en polvo a base de DDT, Lindano, etc., debe evitarse: la ingestión del producto y, reducirse al mínimo posible la aspiración acudiendo al uso de caretas o mascarillas contra polvo. Después de la aplicación el operario hará una prolija higiene de su persona, incluso la ropa.

Tratándose de aplicaciones con otros productos de mayor peligro, deben seguirse minuciosamente las instrucciones dadas por los fabricantes en la propaganda y manuales que ellos distribuyen y en caso de duda consultar a un experto en la materia.

La siguiente es una síntesis de algunas de las principales recomentaciones.

1. Productos a base de Malathion

a.. Evitar el respirar la neblina de las pulverizaciones o atomizaciones (aplicaciones en polvo o suspensiones en agua).

b. Evitar el contacto de la neblina con la piel o la ropa.

c. Después de trabajar con Malathion, lavarse bien con agua y jabón las partes de la piel que hayan entrado en contacto con el producto.

d. Cambiarse de indumentaria en caso necesario y lavar bien con agua y jabón las ropas que hayan estado en contacto con Malathion, antes de volver a usarlas.

e. Usar caretas protectoras al aplicar aerosoles que contengan Malathion.

f. Evitar la contaminación de alimentos y pastos.

g. Poner los productos que contengan Malathion, fuera del alcance de niños y animales domésticos.

h. Quemar o destruír los envases y no usarlos para ningún otro fin.

2. Bromuro de Metilo

Prohibir terminantemente la entrada a los lugares donde se haya fumigado con Bromuro antes de airearlos convenientemente y haber comprobado con el detector que no hay rastros de gas.

Por la tendencia difusora de los gases, en particular en el caso de las bodegas, debe tenerse en cuenta que éstos pueden difundirse a otros compartimientos, a través de aberturas, grietas o compuertas mal cerradas, con grave peligro para las personas que duermen o deambulan en las proximidades.

Al menor olor de acetato de amilo o de cloropicrina dar la voz de alarma e impedir totalmente el acceso al lugar hasta después de haber logrado una ventilación adecuada.

El olor a cloropicrina o a acetato de amilo, es desde luego indicio de la presencia del Bromuro pero no debe confiarse en dicha característica porque los vapores de dichos cuerpos indicadores no poseen las mismas características que los gases tóxicos con que se mezclan. La cloropicrina, por ejemplo, puede ser absorbida durante la fumigación con mayor rapidez que el Bromuro de metilo por muchos materiales y la desaparición de la cloropicrina de la mezcla puede crear una falsa sensación de seguridad.

También cuando se usan máscaras anti-gas puede suceder que, el depósito filtrante elimine el indicador y permita el paso de fumigantes inodoros como el Bromuro junto con el aire respirado.

Por las razones expuestas se hace necesario reconocer la presencia del Bromuro por medio de un detector de Haluros, aparato que siempre debe formar parte del equipo de fumigación. Las "lámparas de Haluros", como también se llama a los detectores, se basan todas en el mismo principio o sea, que la llama al entrar en 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 a azul.

Se conocen varios tipos de detectores y su diferencia de construcción depende del combustible que utilizan, el cual puede ser, petróleo para lámpara (Kerosene), metanol (alcohol desnaturalizado, alcohol metílico), acetileno y gas propano. Los más usados son los que funcionan con gas propano aun cuando resultan menos sensibles que los que queman petróleo o alcohol.

Las lámparas que queman propano son sensibles únicamente para concentraciones de 30 p.p.m. en adelante, en tanto que las que queman petróleo o alcohol lo son ya a partir de 10 p.p.m.

Las lámparas de propano aunque útiles para comprobar la eficacia de la ventilación después de las fumigaciones y para descubir fugas durante la fumigación, no sirven para encontrar los límites máximos de seguridad que están entre 17 y 20 p.p.m.

Desde este punto de vista que es fundamental, la mejor es la lámpara de alcohol aun cuando en la práctica no resulte tan fácil de operar como la de propano.

En el cuadro siguiente se dan a conocer las reacciones de dos de los tipos de lámparas más conocidos con las correspondientes coneentraciones de bromuro de metilo en el aire.

Las lámparas de haluros se emplean también para descubrir fugas de gas "freon" en los aparatos de refrigeración que usan dicho cuerpo.

Los detectores de haluros necesitan mantenerse en buen estado de limpieza, especialmente el anillo de cobre, porque si esta pieza se ensucia puede formarse una llama verde aunque no haya Bromuro de metilo en el aire.

3. Reacciones coloreadas de las lámparas detectoras de fugas de haluros

Concentración de Bromuro de Metilo con el aire en p.p.m.	Rreacción de la llama	
	Lámparas que queman alcohol metílico o Kerosen	Lámparas que queman gas propano
0	Ninguna reacción	Ninguna reacción
10	Tinte verde muy débil en el borde de la llama	Ninguna reacción
20	Borde verde claro en la llama	Ninguna reacción
30	Llama verde claro	Borde verde claro en la llama
100	Verde moderado	Verde moderado
200	Verde intenso, azul en los bordes	Verde intenso, azul en los bordes
500	Verde azul	Verde azul
1.000	Azul intenso	Azul intenso

Si el Bromuro se maneja descuidadamente puede derramarse sobre la piel; en este caso se experimenta poca o ninguna dificultad porque el producto se evapora rápidamente.

Pero si cae o se derrama sobre la ropa, guantes, u otros materiales que cubren la piel, aquellos pueden impregnarse y el Bromuro mantenerse en contacto estrecho y contínuo con la piel, durante largos períodos sin que la persona se percate de ello.

El resultado es la aparición de ampollas similares a las producidas por quemaduras debidas al calor o a congelaciones intensas.

Como precaución, debe prohibirse el uso de guantes de cualquier clase o de ropas ajustadas.

La ropa que se impregna de Bromuro por derrame de este producto sobre la misma, debe quitarse inmediatamente, ventilarse al aire libre y luego limpiarse cuidadosamente antes de volverse a usar.

4. Fosfuro de aluminio

Una de las formulaciones comerciales más conocidas lleva el nombre de Fostoxín y se expende en tubos herméticos que contienen comprimidos cilíndricos planos (pastillas) de 3 grms. de peso, cada uno.

Un comprimido de Fostoxín produce al entrar en contacto con la humedad: 1,0 grms. de Fosfamina; 1,2 grms. de anhídrido carbónico y, 0,8 grms. de hidróxido de aluminio que queda como materia inerte en el grano.

No existe legislación de tolerancia para los residuos tóxicos en el grano tratado con Fostoxín, porque según aseguran los fabricantes no quedan residuos tóxicos.

Ocho gramos de Fosfamina son suficientes para tratar una tonelada de grano en recipientes herméticos.

La Fosfamina empieza a desprenderse con cierta intensidad después de una hora de entrar las pastillas en contacto con la humedad.

En el Brumuro de metilo el límite de seguridad es de 0,065 miligramos por litro de aire, que equivale a 17 partes por millón. En la Fosfamina este límite de seguridad asciende a 60 partes por millón.

Durante el trabajo no es necesario utilizar máscara antigas. Pero es prudente contar con una que este provista con filtro contra fosfamina que si es preciso entrar en un recinto que contenga dicho gas.

Se recomienda tener presente las precauciones siguientes:

Manejar los comprimidos desde los tubos evitando el contacto directo con la piel;
Destapar los envases al aire libre;
No fumar ni comer durante la aplicación;
Lavarse las manos después del trabajo;
No permanecer en los recintos cerrados cuando se perciba el olor a carburo.

5. Cianuro de calcio (granulado)

Durante la incorporación de este producto a la corriente de grano que cae a un silo puede suceder que la generación de gas tóxico se acelera debido a la humedad del ambiente con el consiguiente aumento de la concentración en el espacio cercano a la boca del silo. Esto se debe a que al caer el grano al silo se produce una corriente ascendente de aire que arrastra ácido cianhídrico, el cual escapa por la boca del silo. También puede suceder que algo del cianuro quede adherido al dispositivo de aplicación del producto y se descomponga directamente en ese lugar.

Cuando se aplica cianuro de calcio (granulado) es pues imprescindible disponer de una ventilación adecuada y tener a mano una máscara antigas con el filtro que corresponda para usarla en caso necesario.

Bajo ningún pretexto se debe entrar en un recinto que contenga gas cianhídrico; hay que esperar a que desaparezca todo indicio del tóxico a menos que se use la máscara antigas.

La presencia de ácido cianhídrico en el ambiente se nota por su olor de almendras amargas.

Detección del HCN

Se han utilizado con éxito papeles preparados especialmente para revelar la presencia del HCN en concentraciones peligrosas. En la actulidad se usan generalmente dos tipos denominados: a) papel indicador de "anaranjado de metilo" y b), papel indicador de "acetatos de bencidina y cobre", respectivamente.

Los fabricantes o proveedores de fumigantes de cianuro de diversos tipos dan amplias instrucciones para la preparación y el empleo de papel indicadores. Algunos fabricantes suministran también papeles indicadores de anaranjado de metilo listos para su empleo y, otros emplean de diapositivos especiales para preparar los papeles indicadores de acetatos de bencidina y de cobre en el lugar de empleo.

6. La Máscara antigas

Es el utensilio más importante del equipo utilizado para la protección de las personas que trabajan con fumigantes. En Estados Unidos y el Canadá este dispositivo se denomina también "gas-mask" (máscaras o caretas protectoras contra los gases). La respiración se hace a través de un filtro, cuya misión es retener los gases o vapores tóxicos que contaminan el aire.

El depósito filtrante de este tipo de máscara proporciona una protección adecuada durante un cierto período de tiempo contra gases cuya concentración en el aire no exceda de 2 por ciento en volumen. El filtro contiene un absorbente químico o físico que es el encargado de impedir el paso de los gases tóxicos contenidos en el aire que se respira.

Se construyen depósitos filtrantes que impiden el paso de un gas o grupo de gases determinados. Es importantísimo comprobar antes de cada fumigación que el depósito filtrante de la máscara antigas es el apropiado para el determinado gas o mezclà de gases que se va a emplear en la labor de que se trate.

En el cuadro que se inserta a continuación se describen los tipos de depósitos filtrantes recomendados para usar con los fumigantes o grupos de fumigantes que se utilizan para el tratamiento de los granos.

7. Tipos de depósitos filtrantes para usar en las máscaras anti-gas

Fumigante	Designación del tipo de depósito	Contenido usual del depósito
Acrilonitrilo, sulfuro de carbono, tetracloruro de carbono, clorobromuro de etileno, dibromuro de etileno, dicloruro de etileno, bromuro de metilo, naftaleno, tricloroetileno. (Igualmente toda mezcla de estas sustancias con una concentración total no superior a 2 por ciento en volumen en el aire).	Vapores Orgánicos	Carbón activado
Cloropicrina, óxido de etileno	Vapores orgánicos, gases ácidos.	Carbón activado y cal sodada u otras sustancias alcalinas granuladas.
Acido cianhídrido (HCN), anhídrido sulfuroso.	Gases ácidos (Generalmente se vende un depósito especial para HCN).	Cal sodada, piedra pomez básica o una preparación de hidróxido de sodio y carbón activado.
HCN, Cloropicrina (a veces se añade cloropicrina en pequeña cantidad al HCN como agente de aviso)	Vapores organicos, gases ácidos. (Generalmente se vende un depósito especial para HCN y cloropicrina).	Carbón activado y cal sodada u otras sustancias alcalinas granuladas.
Fosfamina	Para todo servicio.	Una combinación de absorbentes.

Como se dijo anteriormente, los depósitos filtrantes no deben utilizarse con concentraciones de gas en el aire mayores del 2% en volumen. A esta concentración o a otra aproximada que sea superior a las que normalmente se usan en la fumigación, el depósito filtrante solamente protege durante 10 minutos.

Cuando se emplean fumigantes como el HCN, que tienen un olor característico, el operario puede darse cuenta del agotamiento del filtro por el ligero olor inconfundible del fumigante.

Cosa similar puede ocurrir cuando se trabaja con Bromuro de metilo al cual se ha agregado cierta dosis de cloropicrina; pero, puede acontecer también, y esto es lo peligroso, que la cloropicrina agregada al Bromuro se haya separado de este cuerpo y el Bromuro atraviese el filtro sin que el operario se de cuenta por la ausencia del olor que dicho gas tiene a bajas concentraciones.

Esto obliga a tener precauciones especiales con los filtros que se utilizan en fumigaciones con Bromuro, las cuales se resumen y presentan a continuación por tener suma importancia desde el punto de vista de la seguridad del operador.

8. <u>Filtros contra Bromuro de metilo</u>

Como el Bromuro de metilo puede encontrarse separado de su agente indicador (la cloropicrina), en cuyo caso resulta inodoro, se hace necesario determinar el tiempo durante el cual un depósito filtrante puede proteger.

La duración protectora de un elemento filtrante, en el caso que nos ocupa, depende de tres factores: el tipo de filtro, la concentración del gas respirado a través del filtro y la capacidad individual de respiración.

La concentración de gas respirado y el ritmo de respiración no se pueden conocer exactamente.

Por lo tanto, en la práctica, el período de tiempo máximo durante el cual un depósito filtrante puede usarse sin peligro, hay que calcularlo partiendo de la concentración correspondiente a la dosis real aplicada y a un ritmo vigoroso de respiración.

De acuerdo con estas ideas se confeccionó el cuadro siguiente que trae Monro en su obra "Manual de fumigación contra insectos", cuyos datos son valederos únicamente para el Bromuro de metilo en mezcla con cloropicrina (98% de Bromuro, 2% de cloropicrina).

9. Tiempo máximo recomendable para la utilización de depósitos filtrantes contra Bromuro de metilo

(Tipo para vapores orgánicos)

Concentración de Bromuro de metilo en grms/m^3	Tiempo máximo en minutos
16 - o menos	60
16 - 32	30
32 - 48	22
48 - 64	15

Una concentración del 2% en volumen en el aire equivale aproximadamente a una dosis de 80 grms/m^3 (o a 5 libras por 1.000 pies cúbicos). Esto quiere decir que el filtro no ofrece protección ninguna cuando se aplican dosis de 4 o más libras de Bromuro por cada 1.000 pies cúbicos de espacio.

El tiempo parcial que usa el filtro se registra en una tarjeta adherida al mismo y cuando se completa el tiempo máximo en minutos, el filtro se quita y se coloca uno nuevo.

Ejemplo: Si se tiene establecido que para la fumigación bajo carpas es suficinete la dosis de 1½ libras por 1.000 pies cúbicos (24 grms/m^3) y se usa siempre esa dosis, la duración útil del filtro no deberá exceder de 30 minutos.

N. Partes o tanto por ciento por volumen

En diversas partes de este texto se ha hecho uso de las expresiones "partes por millón en volumen" y "tanto por ciento en volumen", para expresar concentraciones de gases en el aire y conviene tal vez aclarar el contenido de estas expresiones por la importancia que tienen en el manejo de los fumigantes.

Las partes por millón, cuando se trata de gases en el aire, se utilizan para indicar niveles de peligro o seguridad en la toxicología del hombre y los mamíferos y en la higiene industrial aplicada. El tanto por ciento en volumen se usa para indicar los niveles de concentración en que pueden dar protección los elementos filtrantes o depósitos filtrantes de las máscaras antigas y también para expresar los límites de inflamabilidad y explosión de los gases en el aire.

Las partes por millón en volumen y el tanto por ciento en volumen dan los números relativos de las moléculas de gas presentes en un volumen determinado de aire. En ambos sistemas los valores vienen expresados por los mismos números, pero la coma de los decimales se halla en lugares diferentes (3,475 partes por millón por volumen de un gas es lo mismo que 0,3475 por ciento por volumen).

1. Conversión de valores de concentración

Mediante cálculos sencillos se puede pasar de peso por volumen a partes por volumen y viceversa. Para estos cálculos se toma en cuenta el peso molecular del gas y la constante de que la molécula gramo de un cuerpo gaseoso ocupa un volumen de 22,414 libros en condiciones normales (0°C y 760 mms de presión barométrica). Cuando se quieren valores exactos para otras temperaturas y presión en la forma acostumbrada para el manejo de los gases.

a. Convertir gramos por metro cúbico (o miligramos por litro u onzas por 1.000 pies cúbicos) en partes por volumen.

- Se multiplica el valor dado por la constante de Avogadro y el resultado se divide por el peso molecular. La cifra resultante es el número de centímetros cúbicos de gas por litro de aire.

- Dividiendo por 10 la cifra obtenida en (1o.), se obtiene el tanto por ciento por volumen.

- Multiplicando por 1,000 la cifra obtenida en (1o.) se encuentra el valor en partes por millón por volumen.

Ejemplo:

Convertir 80 grms/m^3 de Bromuro de metilo (peso molecular aproximado = 95).

$$\frac{80 \times 22,4}{95} = 18,86 \text{ c.c. por litro}$$

= 1,886, por ciento por volumen
2% aproximadamente

= 18.860 partes por millón por volumen

b. Convertir partes por millón (o tanto por ciento por volumen), de gas en gramos por metro cúbico (o miligramos por litro u onzas por 1.000 pies cúbicos).

Se dividen las partes por millón por 1.000 o se multiplica el porcentaje por 10 para obtener el número de centímetros cúbicos de gas por litro de aire.

Se multiplica la cifra obtenida por el peso molecular del gas y se divide por 22,4.

Ejemplo:

Convertir 18.860 partes por millón de Bromuro de metilo (peso mol. aprox. = 95).

$$\frac{18.860}{1.000} = 18,860 \text{ c.c. por litro}$$

1,886% por volumen = 18,86 c.c. por litro

$$\frac{18,86 \times 95}{22,4} = 79,98 \text{ grms}/m^3$$

o sea 80 grm/m^3 aproximadamente.

A continuación se presentan cifras comparativas para pesos y volumenes a diversas dosis y concentraciones de fumigantes para los gases más importantes a que se ha hecho referencia en el presente texto, calculadas de acuerdo con los métodos anteriormente expuestos, pero ajustadas a una temperatura de 25°C.

2. Dosis y concentraciones de gas en aire (25°C y 760 mm. de presión barométrica)

En volumen		Peso por volumen	
Partes por millón	Tanto por ciento	Gramos/m^3	Libras por 1.000 pies cúb.
	BROMURO DE METILO		
20-(1)	0,002	0,08	
50	0,005	0,19	
100	0,01	0,39	
200	0,02	0,78	
257	0,026	1,00	
500	0,05	1,94	0,12
1.000	0,10	3,88	0,24
4.121	0,412	16,00	1,00
20.000	2,00-(2)	77,65	4,85
	ACIDO CIANHIDRICO		
10-(1)	0,001	0,011	
50	0,005	0,055	
100	0,01	0,11	
200	0,02	0,22	
500	0,05	0,55	0,03
905	0,09	1,00	
1,000	0,10	1,105	1,07
14.473	1,44	16,00	1,00
20.000	2,00-(2)	22,10	1,38
	FOSFAMINA		
0,05-(1)	0,000005	0,00007	
20	0,002	0,03	
50	0,005	0,07	
100	0,01	0,14	
200	0,02	0,28	
500	0,05	0,70	
718	0,072	1,00	0,04
1.000	0,10	1,39	0,087
11.493	1,15	16,00	1,00
20.000	2,00-(2)	27,84	1,74

En volumen		Peso por volumen	
Partes por millón	Tanto por ciento	Gramos/m^3	Libras por 1.000 pies cúbicos
	SULFURO DE CARBONO		
20-(1)	0,002	0,06	
50	0,005	0,15	
100	0,01	0,31	
200	0,02	0,62	
321	0,032	1,00	
500	0,05	1,56	0,10
1.000	0,10	3,11	0,19
5.138	0,514	16,00	1,00
20.000	2,00-(2)	62,28	3.89

(1) Límite de seguridad máximo fijado en la Conferencia de Higienistas Industriales Oficiales de América - 1958.

(2) Concentraciones a cuyo nivel no ofrecen protección ninguna los elementos filtrantes que se usan en las máscaras antigas.

O. Otras precauciones y primeros auxilios en el caso de los fumigantes.

Por ser productos químcos volátiles, penetrantes y tóxicos, todos los materiales empleados como fumigantes pueden, de no usarse con las debidas precauciones, producir envenenamientos en los seres humanos expuestos a aquellos durante el trabajo de fumigación, antes o después de él. No obstante si se toman las precauciones oportunas, la labor no es más peligrosa que cualquiera otra técnica moderna, industrial o doméstica, que requiera el uso de productos químicos potencialmente dañinos.

Toda empresa, entidad o persona que trabaje con fumigantes o supervise su uso en los tratamientos que se hacen a los granos, tiene la obligación de estar suficientemente documentado y preparado en el manejo de dichos productos químicos para prevenir y evitar accidentes de consecuencias graves.

Se recomienda tener al día las instrucciones que imparten las casas fabricantes y mantener una provisión permanente y en buen estado, de aquellos elementos que como las lámparas detectoras de halógenos y los elementos filtrantes, son parte imprescindible del equipo de fumigación.

Para no entrar en detalles que alargarían en exceso el presente trabajo, se resumen a continuación las precauciones de índole general más importantes:

1. En toda fumigación, en grande o en pequeña escala, nadie deberá trabajar solo.

2. Los componentes de un equipo de fumigación deben adiestrarse en la aplicación de los primeros auxilios.

3. El botiquín de urgencia deberá estar siempre provisto de los elementos necesarios, incluso instrucciones detalladas acerca de la naturaleza del envenenamiento por fumigantes o por otros productos fitosanitarios, junto con indicaciones de remedios e información para los médicos.

4. Mantener una vigilancia médica apropiada, informando al médico de los productos químicos que se utilizan y la manera de aplicarlos.

5. En el botiquín de urgencia se incluirán los antídotos correspondientes junto con los accesorios necesarios para su aplicación aunque ésta sea de competencia exclusiva del médico.

P. Control de Roedores

1. Especies más comunes que atacan los granos. El control de las ratas, o mejor dicho de los roedores es en general uno de los que más dan que hacer en un programa de conservación de granos, por la misma naturaleza y hábito de vida de dichos animales.

Las ratas pertenecen a tres especies distintas.

1. Rata Noruega o parda (Rattus Norvegicus)

2. Rata Techera o negra o blanca (Rattus rattus rattus).

3. Ratones (Mus musculus).

Las diferencias más notorias entre las tres especies nombradas son:

	R. Noruega	R. Rattus	Ratón
COLA:	Cola más corta que cuerpo más cabeza juntos. El color de la parte ventral es más claro (a toda edad).	Cola más larga que cabeza y cuerpo juntos. Mismo color dorsal y ventral (a todad edad).	De igual o ligeramente mayor longitud que la cabeza y cuerpo. De un mismo color en la parte de arriba como de abajo.
OREJAS:	Orejas pequeñas. Cercanas entre sí y cubiertas por el pelaje del cuerpo.	Largas, prominentes, bien diferenciadas.	Prominentes, grandes para su tamaño.

En lo que hace diferencias entre ratas jóvenes y ratones adultos, tenemos que tanto la rata noruega como R. rattus tienen la cabeza y patas grandes, fuera de proporción con el resto del cuerpo.

Ver gráfico siguiente.

La mayoría de los daños causados en los granos por los diversos roedores es causado por las ratas, especialmente por la parda y negra. Estas especies son originarias del Asia, y por medio de las embarcaciones fueron a dar a Europa y América. La rata parda de Noruega se desarrolla mucho mejor en los climas templados, vive en madrigueras que muchas veces llegan a profundidades de 50 centímetros. La rata negra o techera se desarrolla mejor en los climas cálidos, cerca a las costas. Habita con bastante frecuencia los pisos superiores y techos de los almacenes y depósitos, en donde pone de manifiesto sus excelentes características de trepadora.

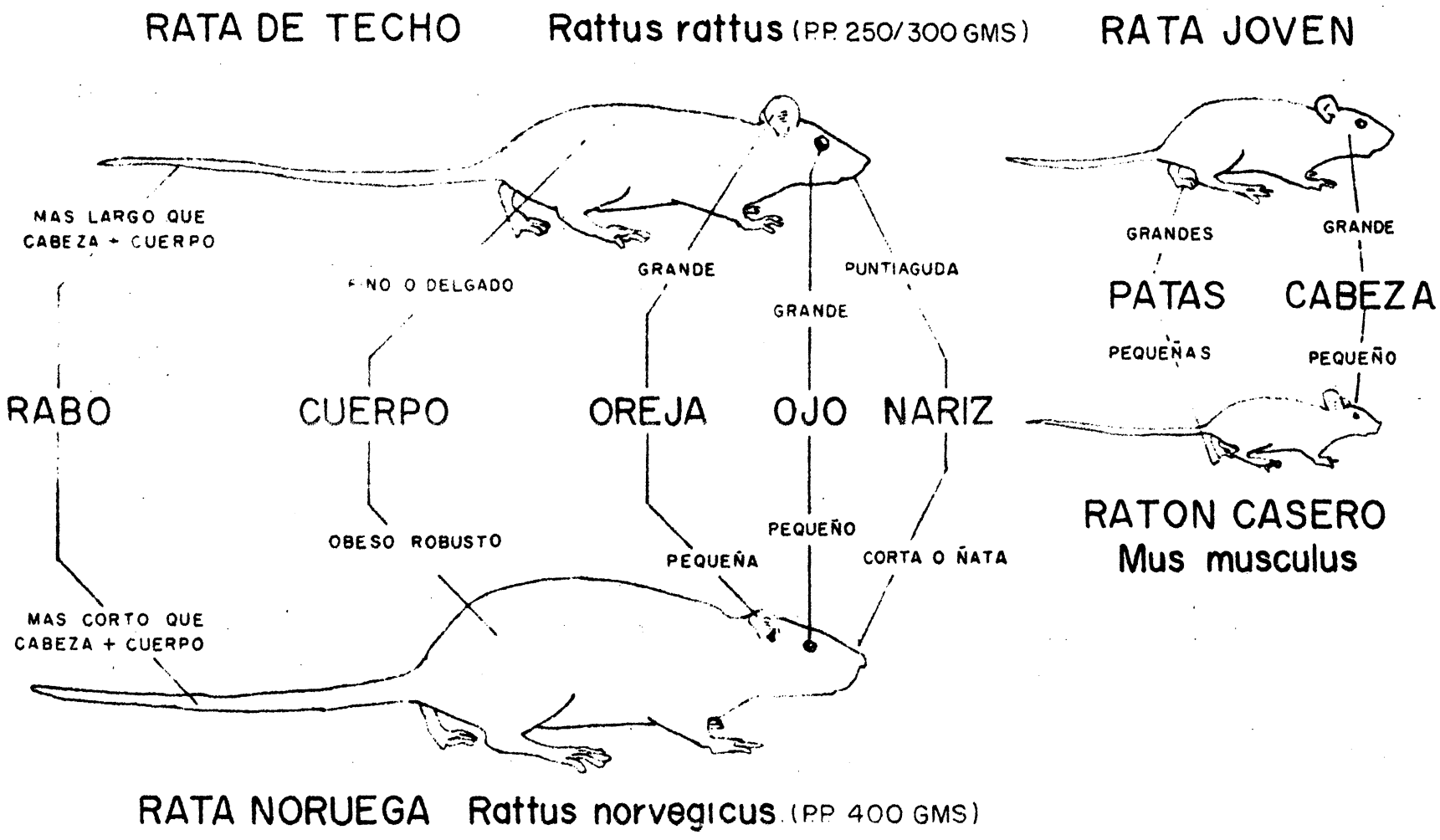
Estas dos especies se han extendido por todo el mundo, y debido a sus rápidas prolificaciones su control se ha dificultado, de manera que ha llegado a ser imposible una erradicación completa.

Según un trabajo presentado en la Reunión Internacional sobre infestación de alimentos en Londres por el doctor A. Bernett, se describen los siguientes principios del control de los roedores.

1. El estudio de comportamiento de las ratas silvestres proporcionará una base para idear un sistema racional de control por envenenamiento.

2. Las ratas tienden a evitar los objetos que no les son familiares, inclusive los alimentos. La colocación de un cebo no envenenado durante varios días antes de colocar el veneno acostumbra a las ratas a un nuevo alimento en un lugar que les es familiar y las induce a comer cantidades relativamente grandes, con una rapidez relativa, cuando se añade el veneno. Este sistema del cebo previo no envenenado es más eficaz cuando se hace con cantidades de cebo mucho menores que la cantidad máxima que las ratas pueden comer en una noche.

IDENTIFICACION DE ROEDORES DOMESTICOS



3. Si un alimento nuevo contiene veneno, a menudo se toman dósis submortales en las primeras fases. Las ratas así envenenadas y que restablecen pueden rechazar después el mismo cebo; incluso es posible que rechacen con cebo diferente que contenga el mismo veneno, o un veneno diferente en la misma base. Para tratar las poblaciones residuales después de un primer tratamiento por veneno debe emplearse una nueva base y un nuevo veneno.

4. La colocación previa de cebos en pequeñas cantidades, seguida por el envenenamiento puede confiarse que proporcionará una mortandad de por lo menos 5%, según demuestran los censos.

5. El envenenamiento directo dá resultados muy irregulares.

6. El control sistemático de una región rural redujo el número de ratas a menos de una en cada 10 acres.

7. El control sistemático de una región tropical fuertemente infestada, redujo la población de ratas a un nivel muy bajo. Este bajo nivel persistió durante un año.

8. Las cloacas de Londres, se vieron en gran parte libres de ratas después de dos tratamientos. Sin embargo, la población de las cloacas se restablece rápidamente, a menos que se hagan tratamientos regulares de mantenimiento, y a menos que se combatan las infestaciones en las superficies.

9. La fumigación, la pulverización con cianuro, las trampas y el empleo de animales rapaces sólo tienen una aplicación y una utilidad limitadas en el control de las ratas. Los cultivos de microcrobios no han mostrado ningún éxito especial.

10. Se concluye que el empleo sistemático de los cebos previos no envenenados seguidos de otros envenenados, con tratamientos posteriores empleando materiales alternativos, es el mejor método ideado hasta ahora para la destrucción de las ratas.

11. El mejoramiento de la higiene y de la construcción de los edificios son medidas especiales en cualquier plan a largo plazo.

12. Queda mucho que aprender sobre el cambio en las poblaciones de roedores silvestres cuando se les somete a un control en gran escala. El control de los roedores del campo apenas si ha empezado. Quedan aún por resolver importantes problemas administrativos y educativos.

2. Orden de las medidas de control (según Spencer)

a. Exclusión de alimentos
b. Erradicación parcial (con cebos envenenados)
c. Hermetizar contra ratas. ½ " de luz impide el paso de ratas 1/3" de ratones
d. Sanidad (eliminación de nidos).
e. Erradicación "completa" (cebos envenenados, trampas y fumigantes).
f. Continuidad del programa de combate.

3. Métodos de control.

a. Mecánicos. Los métodos mecánicos consisten en trampas, lo que es un buen medio para exterminarlas, pero deben ser colocadas con mucho cuidado y esmero para obtener resultados satisfactorios.

Este método de control tiene además sus ventajas, como es la de evitar que los animales vayan a morir a lugares inaccesibles, trayendo como consecuencia malos olores. No obstante éste no es un método que se puede aconsejar para combatir grandes poblaciones, por la laboriosidad que necesita y lo poco eficaz de sus resultados.

Comercialmente existen muchas clases de trampas, pero parece que la más práctica y útil hasta el momento es la de resorte o rompe-espinazo. Sin embargo Morgan y sus colaboradores (1.942-1.943) encontraron que el empleo en gran escala "En el Puerto de Londres, de trampas que partían el espinazo a las ratas, permitió inicialmente obtener buenos resultados, pero tras un período de dos o tres semanas sólo producía resultados muy escasos".

Esto nos demuestra que las ratas sometidas a un control sistemático por medio del empleo crónico de trampas, las evitarán más tarde, cualquiera que sea el alimento que se les ponga por cebo. Algunos autores consideran que el empleo de tampas en gran escala se considera eficaz contra los ratones cuando éstos pueden interceptarse entre sus nidos y el alimento.

b. Biológicos: El control biológico es el que se lleva a cabo por medio de animales rapaces y parece que es el método más antiguo conocido para el control de los roedores. Ejemplos de animales rapaces los tenemos en los gatos, mangostas, perros, etc. Probablemente el más eficaz de todos éstos animales es el gato, que inclusive se utiliza en las casas particulares; pero en general, este medio de control es únicamente útil cuando no existe ningún control sistemático.

El empleo de animales (gatos) en bodegas y depósitos de almacenes presenta el inconveniente a la vez de ensuciar las mercancías con sus excrementos.

Por otra parte el empleo de cultivos de microbios parece que no ha tenido nunca éxito. Se han empleado microbios, como "Salmonella esteritidis Gaerttner"y "Salmonella typhimurium" que son ambos patógenos humanos y se han presentado casos de envenamiento de alimentos al usarlos.

c. Químicos: Este es el método de control más eficaz que existe hoy día en la lucha contra los roedores que infestan los granos y alimentos almacenados. Se lleva a cabo por medio de cebos.

Los venenos más comunes empleados en la preparación de los cebos, son:

Escila Roja: (Red. Squilla). La extraen de bulbos secos de escilla marítima (urgine marítima). Acción específica contra ratas y ratones. Es veneno más seguro en cuanto evita desgracias a mamíferos superiores. La dosis letal consiste de 500 grms., por kilogramo de peso (de la rata); y de 200 -250 mgs. por kilogramo de Escila reforzada.

Ahídrido arsenioso o Arsénico blanco (AS203). Dosis letal: 50-150 mgs. por kilogramo. No es bien aceptado por las ratas. Es de acción lenta. Es peligroso para el operador y es bastante económico. Como antídoto se recomienda, dar de inmediato una solución fresca de hidrato férrico y óxido de Magnesio.

Sulfato de Talio: Es de alta efectividad en agua o cebos contra Rattus y Rattus Norvengicus. Es un polvo cristalino blanco, algo soluble en agua, acción lenta y acumulativa; puede ser absorbido por la piel. Es algo caro. Toxicidad contra ratas más o menos el doble del fósforo. Es muy peligroso y el antídoto no se conoce.

Antú - (Alfa - Naftil - Tiourea): Es el más peligroso después de la Excila roja. Es específico contra rata noruega. A dosis subletales provoca autoinmunización por varias semanas. Puede utilizarse en cebos o en polvos; se mezcla con Pirofilita en 1-4, Es muy tóxico a gatos, perros, cerdos, y pollos. El antídoto no se conoce.

10-80 (Flouracetato de Sodio): Es el más tóxico, 3-7 mgs. por kilogramo para rata noruega (al 50%) y 1%para rattus rattus. Es un compuesto cristalino blanco, inodoro, bien soluble en agua.

De acción my rápida (en 20 minutos). Actúa como veneno cardíaco y nervioso; no es acumulativo, no repele a las ratas. Usarlo en agua. El antídoto no se conoce.

Fósfuro de Zinc (fósforo): Es más seguro que el fósforo (pasta). No presenta peligro de incendio; es un polvo negro de olor desagradable (al hombre) Dosis letal: 40 mgs. por kilogramo. De alta efectividad. Se usa en rotación con la Escila roja. Tiene como antídoto el sulfato de cobre; dar 25 grs., en agua y repetir cada diez minuto hasta provocar vómito.

Warfarina o Compuesto 42: (3-Alfa- acetonilbenzil 1-4 hidroxycoumarin).

Polvo gris, algo soluble, en agua, inodoro e insípido acción anticoagulante. Versus rattus norvegicus y Rattus rattus y Musculus. La dosis debe repetirse cinco veces o más durante diez días. Los pollos son muy resistentes. Al 0.5% lo venden en el comercio y lo recomienda 1 en 19, lo que dá una concentración de 0,025%. Tiene como antídoto: inyecciónes antivenenosas de vitamina K.

Fumitantes

En el control de los roedores en general también tiene aplicación los sistemas de fumigación, pero siempre y cuando los agujeros y nidos sean de fácil acceso. Contra la rata noruega es aconsejable el cianuro de calcio, sólido y líquido, pero el gas producido por ésta substancia es muy peligroso para los seres humanos, y por lo tanto deben manejarlo personas expertas.

También el Bromuro de Metilo viene en cápsulas de vidrio de unos 20 cc. destinados para la aplicación en madrigueras.

4. Efectividad y peligros relativos de los rodunticidas mas comunes

RODENTICIDAS	Concentración recomendable en cebos, (peso).	Inocidad relativa a humanos y animales domésticos.	Efectividad relativa contra ratas.
Escila Roja (fortificada)	5-10%	1	6
Escila roja (extracto)	5-10%	1	6
Antú (solo contra ratas noruegas)	2-3%	2	4
Fosfuro de Zinc	1%	3	3
Anhidrido Arsenioso	3%	4	5
Sulfato de Talio	0,5%	5	2
10-80 (Flouracetato de Na).	0,025%		

Cebos y su localización adecuada: Las ratas como se ha visto tienen desconfianza de todo lo nuevo. Necesitan por lo tanto, una técnica especial para la preparación y aplicación de los cebos. Hay necesidad de aplicar primero cebos sin veneno para familiarizarlas con algo nuevo (reacción del objeto nuevo). Más tarde se colocarán los cebos ya tratados con el veneno escogido, en todos aquellos lugares preferidos y transitados por las ratas, corredores, entradas de madrigueras, etc.

Los cebos más comunes que se utilizan en el control de los roedores son: a) carne fresca, b) residuos de la elaboración del azúcar, c) frutas como papaya madura, bananos, etc., d) rebanadas de salchicha húmeda. e) masa de pan, y f) granos y arroz hervido.

Para los ratones es preferible usar cebos sin agua o que no sean solubles, pues no necesitan de tanta agua como las ratas, que si necesitan de cebos solubles.

El ratón es capaz de usar el agua de los granos con 16% de humedad.

PARTE TERCERA

ENTOMOLOGIA

ASPECTOS FUNDAMENTALES DE ENTOMOLOGIA GENERAL

(Rafael Cancelado S.)

ASPECTOS FUNDAMENTALES DE ENTOMOLOGIA GENERAL

Rafael Cancelado S., I.A.*

Introducción

A. Definiciones

Entomología es la ciencia que estudia los insectos o hexápodos. Por razones de conveniencia, la entomología puede también ocuparse del estudio de algunos otros artrópodos como los ácaros o los ciempiés que no son insectos, pero que sí son o pueden ser plagas de productos agrícolas.

Artrópodos son animales pertenecientes al Phylum Arthropoda que es la división más grande del reino animal. Los artrópodos tienen las siguientes características fundamentales: el cuerpo es segmentado y está revestido de una cubierta quitinosa llamada exoesqueleto; un número variable de segmentos corporales tiene pares de apéndices articulados; el sistema circulatorio es abierto y el corazón se encuentra en la región dorsal del cuerpo, el sistema nervioso central está compuesto por un centro supra esofageal o cerebro conectado con una cuerda nerviosa ventral que tiene un número variable de ganglios.

El Phylum Arthropoda está dividido en varias clases; algunas de las más comunes son: clase Crustácea, a la que pertenecen las langostas de mar, los camarones y los cangrejos entre otros; clase Chilopoda a la cual corresponden los ciempiés; clase Diplopoda, representada por los milpiés; clase Aracnida en la que están incluídos las arañas y los ácaros; y clase Insecta o Hexápoda, a esta pertenecen todos los insectos.

Los insectos son entonces un grupo de artrópodos que se caracterizan por poseer, en el estado adulto, el cuerpo dividido en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen y por tener tres pares de patas localizadas en el tórax. Con excepción de aquellos que pertenecen al orden Protura, todos los insectos presentan un par de antenas en la cabeza y la mayoría tienen uno o dos pares de alas.

* Ingeniero Agrónomo, Master en Entomología. Actualmente profesor de Entomología en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional.

1. La entomología como ciencia. La entomología es una rama de la biología y más específicamente de la zoología; como ciencia, se ocupa del estudio integral de los insectos, es decir de su biología, anatomía, morfología, fisiología, taxonomía, etc. y consecuentemente es auxiliada por las ciencias básicas o por otras ciencias aplicadas para lograr sus fines.

Las aplicaciones que tienen los conocimientos sobre los insectos son muchas, algunas de las más frecuentes son: apicultura, entomología médica, entomología veterinaria, entomología forestal y control de plagas. De la misma manera puede considerarse que el control de plagas en granos y productos almacenados es una aplicación de los principios de entomología.

2. Papel de la entomología en la protección de productos almacenados. Según estimativos recientes, las pérdidas causadas por plagas en los productos almacenados oscilan alrededor del ocho por ciento en Colombia. Los daños causados por plagas, principalmente insectos, se traducen en deterioración (o pérdida total) de los productos y aumento de los costos y por ende de los precios finales.

Un buen conocimiento de los insectos proporciona las bases necesarias para poder combatirlos adecuadamente, por eso este curso sobre plagas de granos almacenados se ha dividido en una primera parte que comprende los principios de entomología y una segunda parte que incluye el estudio de los insectos que atacan granos o productos almacenados y su control.

3. Los insectos y la historia. Hasta el momento no ha sido posible determinar con absoluta exactitud cuándo y cómo aparecieron los insectos sobre la tierra, pero los fósiles más antiguos permiten suponer que hace por lo menos 350 millones de años los hexápodos ya existían sobre la tierra. Desde entonces los insectos han poblado la tierra y se han constituído en el grupo que posiblemente ha sido más exitoso en su adaptación al medio; la evolución que estos animales han sufrido en este periodo ha significado para ellos fundamentalmente: mayor eficiencia biológica, mayor simplicidad, reducción en tamaño y aumento en la diversidad de formas. El éxito que han tenido los insectos lo atestigua el que cerca del 75 por ciento de las especies animales que pueblan la tierra, son insectos.

La asociación de los insectos con las plantas es antiquísima, en cambio se considera que la aparición de plagas en los granos almacenados es relativamente reciente; sólamente cuando el hombre intensificó la agricultura y comenzó a almacenar productos para las épocas de escasez empezaron a presentarse insectos que dañaron dichos productos; la mayoría de las actuales plagas de granos almacenados tuvieron una anterior relación con las plantas en el campo, pero en las bodegas y almacenes han encontrado ambientes altamente favorables para vivir.

4. Insectos benéficos y dañinos. Un gran número de insectos son benéficos o no causan daño alguno; ejemplos de cómo los insectos pueden ser útiles se citan a continuación:

a. Fabrican o recolectan productos útiles.
b. Polinizan las flores.
c. Sirven de alimento a otros animales.
d. Destruyen insectos dañinos o malezas.
e. Mejoran el suelo.
f. Consumen carroña.
g. Son útiles en investigación científica.

Otros insectos, relativamente pocos, son dañinos y la destrucción que causan es muy considerable. Las principales formas como nos afectan los insectos son:

a. Destruyen cultivos o plantas valiosas.
b. Causan daño al hombre y a los animales.
c. Destruyen y deprecian productos almacenados.

B. Evolución de los Artropodos

Los artrópodos son animales bastante evolucionados en los cuales frecuentemente ocurren mutaciones y los procesos de adaptación y selección actúan sobre ellos en forma permanente; sin embargo, este grupo zoológico guarda muchos nexos con sus antepasados lo cual ha permitido, en gran parte, establecer su más probable origen.

Probablemente el primer paso hacia la formación de los insectos actuales fue la aparición de un animal con forma de gusano, cuyo cuerpo era segmentado y que originó el grupo o Phylum que llamamos Annelida. Estos animales muy posiblemente se originaron en el mar y poco a poco fueron estableciéndose en zonas costeras cenagosas como iniciación a la conquista de la tierra.

En respuesta a la necesidad de mejorar su locomoción tanto en el agua como en la tierra, debió ocurrir un segundo paso que fue la aparición, en algunos anélidos, de patas segmentales y antenas constituyéndose así el Phylum Oncopoda. Posteriormente vino la formación de patas articuladas en algunos óncópodos con lo cual se estableció el Phylum Arthropoda.

Más tarde el grupo Arthropoda se dividió en dos grandes ramas como resultado de cambios en el aparato bucal. Un grupo de artrópodos transformó los primeros pares de patas en un aparato bucal cuya característica más importante fue la presencia de un par de mandíbulas muy fuertes; en este grupo, conocido como Subphylum Mandibulata, están los insectos, los ciempiés y los crustáceos, entre otros. En los demás artrópodos no se desarrollaron mandíbulas sino unas estructuras a manera de pinzas que se conocen

como queliceros, éste es el Subphylum Chelicerata dentro del que se hallan las arañas, los ácaros y las garrapatas.

Entre las plagas de productos almacenados se encuentran algunos ácaros, por lo cual aquí revisamos ciertos puntos de interés al respecto. Las características más importantes de los arachnidos son: cuerpo dividido en solo dos regiones el cefalotórax y el abdomen, carecen de antenas y alas en todos los casos, tienen cuatro pares de patas ubicadas en el cefalotorax y solo tienen ojos simples.

Los arácnidos incluyen el orden Acarina que comprende todos los ácaros, éstos son animales muy pequeños, algunos microscópicos, de cuerpo ovalado y compacto donde la diferenciación entre cefalotórax y el abdomen es mínima. Recién salidas del huevo las larvas solo tienen tres pares de patas, pero al mudar al primer estado ninfal adquieren el cuarto par. Normalmente presentan cuatro estados de desarrollo que son la larva, dos instares ninfales y el adulto.

Los ácaros de interés en manejo de productos almacenados pertenecen a la familia Tyroglyphidae (Acaridae en algunas clasificaciones), dichos animales, de muy amplia distribución, pueden infestar quesos, carnes secas, harinas y semillas; además de dañar los productos que infestan, pueden pasarse a las personas que manejan esos artículos y causar dermatitis y rasquiña muy molestas.

C. Morfología Externa de los Insectos

1. El Exoesqueleto de los insectos. La pared del cuerpo de los insectos es una estructura compleja que mantiene la integridad anatómica de todo el organismo; aunque originalmente la pared del cuerpo es un tegumento (cubierta), en los hexápodos se ha adaptado para la realización de otras funciones que son: (a) protege al organismo del medio ambiente y le permite la comunicación con el exterior; (b) es el agente principal de los mecanismos de movimiento y sirve para el agarre de los músculos; (c) determina la forma y el color de los insectos y (d) es uno de los principales medios para control de agua en el organismo.

Se ha encontrado que el tegumento de los hexápodos está formado por varias capas que se pueden agrupar como sigue:

a. La cutícula que no es de naturaleza celular sino que es secretada por las células epidérmales, tienen tres capas:

1) La epicutícula, que está encima de las otras y es responsable por el control de agua.

2) La exocutícula que está en el centro y se caracteriza por la presencia de quitina y sustancias esclerotizadas, es la responsable de la dureza y la coloración del tegumento.

3) La endocutícula está formada por quitina principalmente y se encuentra en la parte interna.

b. La epidermis es la capa sencilla de células situada entre la cutícula y la membrana basal.

c. La membrana basal es una película muy delgada que forma la capa interna del tegumento, está intimamente asociada a la epidermis pero sus funciones no son muy claramente conocidas.

La cutícula puede ser más o menos flexible, pero en los insectos se caracteriza por ser relativamente dura como consecuencia de la esclerotización o formación de placas duras llamadas escleritos. Los escleritos normalmente tienen forma y tamaño definidos y en conjunto forman el exoesqueleto.

El cuerpo de los insectos no está totalmente esclerotizado sino que presenta ciertas líneas o espacios que separan los escleritos y permiten el movimiento, estos espacios se conocen como suturas.

Los segmentos del cuerpo de los insectos están agrupados de tal manera que forman tres regiones perfectamente definidas: la cabeza, el tórax y el abdomen.

2. Cabeza de los insectos. La cabeza de los insectos se ha especializado en funciones de alimentación y está formada por varios escleritos más o menos soldados que forman una cápsula craneal dura.

a. Regiones de la cabeza. Una cabeza típica de insecto presenta las siguientes características: en la superficie dorsal hay una sutura que va de atrás hacia adelante donde se abre formando una "Y" invertida, alrededor de esta sutura está la región denominada vértice y entre los brazos de la "Y" se halla la frente. La parte posterior de la cabeza es el occipucio y bajo los ojos se encuentran las genas. Por delante y debajo de la frente están el clípeo, el labro y finalmente el aparato bucal.

b. Apéndices de la cabeza. En la cabeza insectil hay dos grupos de apéndices: las antenas y el aparato bucal.

1) Antenas. Las antenas de los insectos son un par de apéndices móviles, articulados, que salen de la cara en la región comprendida entre los ojos, por delante de ellos. En la mayoría de los insectos solo el segmento basal de las antenas tiene músculos, de manera que el movimiento de todo el apéndice depende de su base.

Existe mucha variación en la forma de las antenas y éstas reciben diferentes nombres de acuerdo con su configuración; los tipos más comunes en insectos que atacen granos almacenados son:

Filiforme, cuando es casi cilíndrica y relativamente larga, en general parece como un pedazo de hilo.

Claviforme, es el tipo de antena en que los segmentos de la punta son mucho más gruesos que los de la base y el resto de la antena, de manera que su aspecto es como de un mazo.

Aserrada, cuando los segmentos de la antena tienen una forma semejante a los dientes de una sierra, se la denomina aserrada.

Moniliforme, es una antena cuyos segmentos tienen una forma globular de manera que en conjunto recuerdan las cuentas de un rosario.

Geniculada, es una clase de antena muy común en los gorgojos y picudos, que se caracteriza por tener un segmento basal muy largo, en seguida un segmento muy corto, el pedicelo y luego un grupo de segmentos anulares que constituyen el flagelo; a veces los segmentos terminales del flagelo están engrosados y forman una clava.

2) Aparato bucal. En insectos el aparato bucal típico consta de las siguientes partes: en la parte anterior está el labro; detrás del labro se encuentran las dos mandíbulas o quijadas que son unas piezas adaptadas para romper y masticar; más atrás se hallan las maxilas que son similares a las mandíbulas pero bastante más complejas, en general sirven para romper el alimento en forma muy fina. Finalmente se encuentra el labium compuesto por un par de apéndices similares a las maxilas pero completamente fusionados. El labium viene a constituir el piso de la boca.

c. Tipos de aparatos bucales. La clase de aparato bucal que tiene un insecto corresponde al tipo de alimento que consume éste. En general se distinguen seis tipos de aparato bucal que son: (1) masticador; (2) masticador lamedor; (3) raspador chupador; (4) picador chupador; (5) esponjoso y (6) sifón.

En los insectos que atacan granos almacenados se encuentra únicamente el tipo masticador que se adapta perfectamente a las necesidades y hábitos alimenticios de estos animales.

3. Tórax de los insectos. El tórax de los insectos es la región comprendida entre la cabeza y el abdomen, está compuesto por tres segmentos llamados protórax el que está junto a la cabeza, mesotórax el mediano y metatórax aquel que queda contra el abdomen.

En el estado adulto todos los insectos presentan un par de patas en cada uno de los tres segmentos toráxicos. Las patas salen de la región lateral del segmento y están compuestas por cinco partes principales: coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso.

La mayoría de los insectos tienen, también en el estado adulto, un par de alas en el mesotórax o en el metatórax, o en ambos; pero si hay alas, nunca se las encuentra en el protórax.

Las alas de los insectos son una de sus características más interesantes e importantes de estos animales pues de una parte son muy útiles en la identificación, pero ante todo han sido un factor definitivo en la supervivencia de este grupo. Las alas son expansiones laminares del tegumento, reforzadas interiormente por una estructura de tubos esclerotizados que se conocen con el nombre de venas o nervaduras. En la mayoría de los casos las alas son membranosas, aunque pueden estar cubiertas de pelos o escamas, pero en los coleópteros el par anterior se engruesa y se endurece tanto que no es funcional para el vuelo.

Las venas más importantes corren de la base hacia la punta del ala, son bastante largas y se las llama longitudinales. Estas venas reciben nombres que varían un poco en distintos grupos de insectos pero actualmente hay la tendencia de unificar esos nombres y los más aceptados son:

Costa	(C)
Subcosta	(Sc)
Radio	(R)
Media	(M)
Cubital	(Cu)
Anal	(A)

Frecuentemente se ve que pequeñas venas transversales unen dos longitudinales; también en este caso los nombres pueden variar, pero lo más frecuente es que se las designe con un nombre compuesto que describe las dos venas que unen.

Como puede deducirse, el tórax tiene como característica importante el haber centralizado prácticamente todas las funciones locomotivas del insecto.

En la identificación de plagas de granos y productos almacenados son muy importantes los detalles concernientes a las alas de las polillas y a las patas de los gorgojos.

4. Abdomen. La tercera región del cuerpo de los insectos, situada a continuación del tórax y opuesto a la cabeza, es el abdomen que se ha especializado en alojar los principales órganos del sistema digestivo y todos los del reproductivo.

El abdomen está compuesto por una serie de segmentos cuyo desarrollo es bastante similar. El número de anillos observables en esta región del cuerpo varía un poco con el grupo del insecto, pero lo normal es que sean diez. Con excepción de los últimos, han perdido todos los apéndices y aquellos que los conservan los han transformado en estructuras asociadas con la reproducción de manera que actualmente constituyen el ovipositor.

D. Anatomía y Fisiología

En esta sección se busca presentar en forma unificada los diferentes aspectos relacionados con la estructura y el funcionamiento de los principales sistemas de los insectos.

1. Sistema digestivo. Básicamente, el sistema digestivo de los insectos está compuesto por el llamado tubo digestivo, que es un aparato más o menos complejo pero de todas maneras responsable por dos funciones básicas: digestión y asimilación. Esencialmente el tubo digestivo se halla conformado por tres partes cuya forma y funciones son muy definidas.

En primer lugar está el estomodeo o intestino anterior, cuyas funciones son recibir el alimento, desplazarlo hacia atrás y a veces almacenarlo y en algunos casos iniciar la digestión; el estomodeo puede ser una estructura muy sencilla pero también puede ser bastante compleja, en cuyo caso pueden diferenciarse las siguientes partes: boca, faringe, esófago, buche y proventrículo. Esta primera sección del tubo digestivo, puede estar separada de la siguiente, el mesenterón, por medio de una válvula llamada cardíaca o estomodeal, que controla el paso de alimentos de una parte a otra.

El intestino medio o mesenterón es el lugar donde ocurren la mayor parte de la digestión y toda la asimilación de alimentos. Muy poco diferenciado en forma, normalmente el mesenterón es un saco o tubo más o menos largo que en algunos casos puede estar dotado de una o más series de ciegos gástricos.

El proctodeo o intestino posterior está separado del medio por la válvula pilórica y también por la inserción de los tubos de Malpighi. Aunque a simple vista es muy difícil, en el proctodeo pueden diferenciarse histológicamente tres regiones importantes: el ileón, el colon y el recto; finalmente se halla el ano, que es la terminación del tubo digestivo. Las funciones más importantes del intestino posterior son la eliminación de desechos alimenticios y la recuperación de agua de los excrementos a través de las glándulas rectales.

2. Sistema excretor. El sistema excretor de los insectos tiene como finalidad mantener un balance interno o un ambiente constante, favorable a los órganos del animal.

En los procesos de metabolismo y respiración se producen sustancias tóxicas, o alteraciones en el pH o en el balance de ciertos iones en la hemolinfa, en respuesta a estos cambios el insecto debe eliminar algunos iones, ácidos o sales y principalmente compuestos nitrogenados producto del rompimiento y uso de proteinas.

Hay varios órganos y tejidos que contribuyen a los procesos de eliminación, pero indudablemente los órganos más importantes a este respecto son los tubos de Malpighi. Estos son tubos largos y delgados, casi universalmente presentes en los insectos, que se abren en el punto de unión entre el mesenterón y el proctodeo. En su parte libre recorren casi todo el cuerpo recogiendo los desechos orgánicos de la hemolinfa que posteriormente son eliminados, a través del proctodeo en forma de orina. La cantidad de tubos varía de uno a 150 pero generalmente existen en números pares que son característicos para cada grupo de insectos.

a. Papel del agua en la excreción El agua es una sustancia fundamental e indispensable en los seres vivos y en los insectos es particularmente importante ya que la pérdida de cantidades relativamente pequeñas puede ser fatal. Las características de la orina dependen en gran parte de las relaciones del insecto con el agua, de manera que insectos cuyo alimento tiene gran contenido de agua, pueden eliminarla en cantidades apreciables, pero a medida que este líquido se hace menos disponible el animal debe conservarlo mejor y en consecuencia la orina se hace más concentrada.

Cuando la orina sale de los tubos de Malpighi es relativamente líquida y tiene una cantidad más o menos grande de sedimento, pero a medida que el agua va siendo recuperada por las glándulas rectales, el sedimento aumenta hasta que finalmente quedan solo cristales.

b. Composición química de la orina. Según el tipo de alimentación que tenga el insecto será el contenido de la orina, pero el producto más importante, que siempre está en las proteinas es el nitrógeno, de manera que la función primordial del sistema excretor es la eliminación de nitrógeno.

La forma más simple en la cual puede ser excretado el nitrógeno es amoníaco (NH_3), pero como esta sustancia es tóxica, se necesitan grandes cantidades de agua para su eliminación lo cual hace que este mecanismo sea impráctico para la mayoría de los insectos, aunque unos pocos lo usan.

La urea, $CO(NH_2)_2$, es el principal desecho nitrogenado en los mamíferos; sin embargo, aunque la úrea siempre está presente en la orina de los insectos, solo aparece en cantidades muy pequeñas.

Algunos aminoácidos como la leucina se mencionan como componentes menores en la orina de los insectos.

Indudablemente, el constituyente nitrogenado más importante de la orina de los insectos es el ácido úrico, $N_3C_5(OH)_3NH$ -2,6,8 o trihidroxipurina, como también sucede en las aves y réptiles. Este ácido tiene menos hidrógeno (en proporción al nitrógeno) que cualquier otro compuesto nitrogenado excretado por los animales y en consecuencia es muy apropiado para la conservación de agua; además, por ser altamente insoluble, tanto como ácido libre como en forma de sal de amonio, requiere poca agua para su eliminación. Cuando el insecto dispone de grandes cantidades de agua, el ácido úrico permanece en solución, de lo contrario forma cristales esféricos.

Como medio de comparar la economía de agua a través del uso de ácido úrico puede verse la siguiente tabla de relación hidrógeno-nitrógeno en los componentes más frecuentes de la orina.

Amoníaco	Urea	Acido úrico
3:1	2:1	1:1

c. Cuerpo graso. El cuerpo graso es un tejido formado por masas de células redondeadas, llamadas trofocitos, que tiene funciones importantes de excreción, aunque ésta no es la única actividad de este tejido.

3. Sistema circulatorio. El sistema circulatorio de los insectos es similar al de los vertebrados en cuanto a que hay un líquido sanguíneo, la hemolinfa, y una bomba impulsora de ese líquido, el corazón; pero se diferencia fundamentalmente por carecer de arterias, venas y vasos, en cambio es un sistema abierto de manera que la hemolinfa circula libremente por todas las cavidades bañando los órganos que se encuentran en ellas.

El corazón en los insectos es parte de un sistema algo más complejo, el vaso dorsal, que es una estructura más o menos tubular extendida dorsalmente desde cerca del extremo caudal hasta la cavidad cefálica. El corazón propiamente dicho es la parte del vaso dorsal que ocupa la región abdominal, mientras que en la zona del tórax y hacia adelante se trasforma en la aorta.

La hemolinfa es el líquido sanguíneo o sangre de los insectos y tiene dos componentes, el primero de ellos es líquido y se conoce como plasma; un 85 por ciento del plasma es agua y lo demás son iones inorgánicos, aminoácidos, proteinas, grasas y ácidos orgánicos.

El segundo componente son las células sanguíneas o hemocitos, estos pueden circular libremente por el interior del cuerpo pero la mayoría descansan sobre la superficie de diversos órganos.

Hay varios tipos de hemocitos y algunos de ellos se especializan en ciertas actividades; en conjunto las funciones más importantes de estas celulas son:

a. Fagocitosis o digestión y remoción de partículas que circulan libremente por la hemolinfa.

b. Destrucción de microorganismos, es una variación de la anterior, responsable por la inmunidad o resistencia del insecto al ataque de patógenos.

c. Resistencia a parásitos metazoarios, como es el caso del enquistamiento de huevos de insectos parásitos.

d. Coagulación de la sangre

1) Mediante coagulación propiamente dicha.

2) Por taponamiento mecánico de la herida.

e. Formación de tejido conectivo.

Otras funciones como:

-Metabolismo intermedio;
-síntesis de proteinas sanguíneas;
-trasporte de secreciones hormonales;
-producción de tirosina (un azúcar);
-trasferencia de nutrientes.

4. Sistema muscular. Las propiedades de los músculos insectiles, desde el punto de vista fisiológico, son bastante similares a las de los vertebrados, pero en algunos aspectos son bastante diferentes; mientras que en el hombre por ejemplo hay solo 529 músculos, algunas polillas tienen hasta 1.647. Otra diferencia es que mientras en los mamíferos los músculos requieren un suministro bastante alto de oxígeno y se fatigan pronto, algunos insectos pueden hacer trabajar los suyos por períodos muy largos y con un consumo mínimo de oxígeno. El poder muscular en los insectos es notable y se puede ilustrar fácilmente con unos pocos ejemplos: una abeja puede arrastrar, sobre ruedas, 300 veces su propio peso y una hormiga es capaz de levantar una piedra que pese 50 veces más que ella. Finalmente, una pulga salta hasta 200 veces su longitud, lo que para un hombre de 1.75 metros equivaldría a saltar 350 metros de un brinco.

Histológica y fisiológicamente hablando, es mucho lo que puede decirse de la musculatura de insectos, pero acá solo se consignará que los músculos esqueletales usados para mover las diferentes partes del cuerpo, y los músculos viscerales, que recubren los órganos internos son los grupos que se consideran en los insectos.

5. Sistema respiratorio. En los animales superiores la función respiratoria primaria es llevada a cabo por la sangre, que es la encargada del intercambio de O_2 por CO_2 a nivel celular, en cambio en los insectos la hemolinfa no desempeña esta función, sino que en la inmensa mayoría de ellos la respiración ocurre por contacto directo de las células con el oxígeno del aire, a través de una complicada red interna de tubos aéreos llamados tráqueas; éstas en su conjunto, incluidas las microscopicas subdivisiones a nivel celular o traqueolas, constituyen el sistema respiratorio o traqueal. Generalmente el aire entra a las tráqueas a través de pares de aperturas laterales, los espiráculos, ubicados en diferentes segmentos del tórax y del abdomen. En unos pocos casos faltan los espiráculos y la respiración puede ser cutánea.

Las tráqueas son invaginaciones del tegumento que se ramifican multitud de veces hasta llegar a todos los tejidos y células. Con excepción de los insectos del grupo Campodea, las tráqueas más gruesas se unen para formar troncos traqueales tanto longitudinales como trasversales, lo cual implica una mayor economía en el uso del oxígeno. Cuando una tráquea, por sucesivas divisiones y ramificaciones, se ha reducido a tubos de más o menos dos micras de diámetro, entra en una célula de transición o traqueoblasto y se rompe o divide en un número variable de capilares o traqueolas cuyo diámetro es inferior a una micra.

La respiración celular tiene lugar fundamentalmente en las traqueolas pero a lo largo de todas las tráqueas también hay intercambio gaseoso. El movimiento del aire del medio ambiente hacia el interior del insecto y la salida del CO_2 puede estar ayudado por algunos mecanismos especiales, pero es ante todo un proceso de difusión en el cual la apertura y cierre de los espiráculos es de gran importancia.

6. Sistema reproductivo. En la mayoría de los insectos la reproducción es bisexual y se requiere participación de individuos de los dos sexos para la perpetuación de la especie. Básicamente, el sistema reproductivo consiste en glándulas sexuales pareadas: ovarios en la hembra y testículos en el macho que producen células sexuales descargadas inicialmente en conductos pareados y luego en un conducto medio que es la vagina en hembras y el conducto eyaculador en machos.

a. Sistema reproductivo femenino. Cada ovario está formado por una serie de tubos ováricos, las ovariolas, cuyo número varía entre uno y 2.000, cada una de las cuales es, en realidad, una serie de óvulos en estados progresivos de desarrollo cubiertos por tejido conectivo.

Además del ovario propiamente dicho hay una serie de estructuras complementarias y accesorias como la espermateca, la bursa copulatrix y las glándulas accesorias que tienen por finalidad hacer más eficientes los mecanismos de multiplicación.

b. Sistema reproductivo masculino. La glándula reproductiva masculina es en cierta forma similar a la femenina pues está formada por una serie de folículos tubulares, de número y tamaño variables, también cubiertos por tejido conectivo. El folículo tiene una serie de zonas en las cuales las células sexuales se encuentran en diferentes estados de desarrollo. También en los machos se encuentran estructuras complementarias y accesorias del sistema reproductivo.

c. Métodos especiales de reproducción. Aparte de la reproducción bisexual en los insectos se pueden presentar otros mecanismos de multiplicación como los siguientes:

1) Partenogénesis, es la reproducción a partir de un huevo no fertilizado; es bastante común en pulgones (áfidos) y en himenópteros.

2) Poliembrionía, es un proceso similar al de gemelos en seres humanos, ocurre cuando la división de un zigote resulta en nuevos zigotes, proceso que puede repetirse varias veces hasta que posteriormente empieza la diferenciación final, de manera que de lo que inicialmente era un huevo pueden salir varios (inclusive cientos) individuos.

3) Hermafroditismo, en este caso un individuo puede producir gametos, tanto masculinos como femeninos; es una situación bastante rara y hasta ahora solo se han podido comprobar unos pocos casos.

7. Sistema nervioso. El sistema nervioso de los insectos está compuesto por células muy largas, las neuronas que trasmiten impulsos eléctricos de una a otra parte del cuerpo. Cada neurona consta de un cuerpo celular nucleado, el neurocito, y de un largo filamento el axón. Tanto el neurocito como el axón tienen unas pequeñas ramificaciones que son las que entran en contacto directo con las células somáticas. Los nervios son en realidad haces de axones o de fibras nerviosas que recorren el cuerpo. La mayor parte de los neurocitos estan agrupados en series de ganglios segmentales unidos por conectivas longitudinales formando así el sistema nervioso central.

a. Clases de neuronas

1) Neuronas sensoriales. Como su nombre lo indica, las neuronas sensoriales tienen por finalidad sentir o detectar cambios en el medio ambiente o dentro del cuerpo del animal, los neurocitos de estas células generalmente se encuentran muy cerca de la periferia del cuerpo y tienen un

proceso distal o dendrito, que va a un órgano sensorial, y un proceso proximal o axón que va al sistema nervioso central.

2) Neuronas motoras. Los neurocitos de las neuronas motoras, que son unipolares, carecen de dendritos y están localizados en la periferia de los ganglios, el axón normalmente está conectado con un músculo o con un órgano. La función de estas células es trasmitir órdenes del sistema nervioso central a músculos u órganos.

3) Neuronas de asociación. Estas neuronas también se encuentran en la periferia de los ganglios, su función es servir de puente para la coordinación entre las neuronas sensoriales y las motoras.

b. Divisiones del sistema nervioso.

1) Sistema nervioso central. Lo mismo que en otros animales, el sistema nervioso central sirve para coordinar las actividades del insecto con el medio ambiente y esta labor la realiza a través de tres componentes principales; el primero es el cerebro, situado en la cabeza y que realmente es resultado de la fusión de por lo menos tres pares de ganglios, allí están los nervios asociados con los ojos, los ocelos y las antenas. El ganglio subesofágico es el segundo integrante del sistema nervioso central, está conectado con el cerebro y con la cuerda nerviosa ventral; los nervios de la región de la boca y de las piezas bucales salen de este ganglio que se ha formado por la coalescencia de los correspondientes a los segmentos mandibular, maxilar y labial. El último componente es la cuerda nerviosa ventral formada por un par de ganglios por cada segmento del cuerpo conectados, a lo largo de la línea media, con los adyacentes a través de conectivos pareadas. Con frecuencia se puede observar que existe un mayor o menor grado de fusión entre ganglio de segmentos contiguos de modo que en algunos insectos solo se observan unos pocos.

2) Sistema nervioso visceral. Acciones reflejas o involuntarias como las relacionadas con la digestión y la reproducción están controladas por el sistema nervioso visceral o parasimpático, sus integrantes son ganglios y nervios no pareados que se encuentran principalmente por encima y a los lados del estomodeo.

Algunas células nerviosas modificadas, llamadas células neurosecretoras, y otras especiales forman en conjunto lo que se conoce como sistema endocrino y que es importante por producir gran número de hormonas que controlan diferentes aspectos del crecimiento y desarrollo del insecto.

E. Biología de los Insectos

> "La primera división celular del huevo", escribe H.H. Ross, "marca el comienzo de una larga serie de cambios que conducen finalmente al estado adulto y a la producción de huevos o crías para la generación siguiente. Esta cadena de acontecimientos, desde el huevo hasta el estado adulto, constituyen el ciclo vital del individuo".

El ciclo vital de los insectos puede considerarse en tres etapas, la primera es el desarrollo embriónico que empieza con la fertilización del óvulo y termina con la completa maduración del huevo. La segunda fase es el desarrollo postembriónico que comienza al reventar el huevo y finaliza con la muda al estado adulto. Finalmente se presenta la etapa adulta.

El período embrionario que trascurre dentro del huevo es una etapa de complejos cambios histológicos y fisiológicos que no es del caso revisar acá; en cambio, durante la fase de desarrollo postembrionario ocurren ciertos cambios de forma, que en conjunto se llaman metamorfosis, de mucho interés.

La metamorfosis es una de las características más importantes de los insectos y les permite completar su crecimiento y desarrollo mediante los cambios ocurridos en una serie de mudas que paulatinamente llevan al estado adulto. Los intervalos entre dos mudas se conocen como estados o estadios y la forma que el insecto asume en ese período es lo que se llama instar.

La gran mayoría de insectos sufren una metamorfosis más o menos marcada que permite reconocer dos formas inmaduras que son las larvas y las ninfas. Una larva difiere fundamentalmente del adulto en forma y algunas estructuras como el aparato bucal, los ojos y las antenas pueden variar considerablemente. La ninfa, en cambio es bastante parecida al adulto, diferenciándose de este en su menor tamaño, la ausencia de alas y la inmadurez de los órganos reproductivos.

Los insectos que presentan las fases huevo, larva, pupa y adulto se dice que tienen metamorfosis completa o que son holometábolos: aquellos que tienen un ciclo en que pasan por los estados de huevo, ninfa y adulto únicamente son llamados hemimetábolos o de metamorfosis incompleta. Aunque el número de estadios larvales o ninfales puede variar, el más común es cinco.

Los insectos que son plagas de granos almacenados presentan metamorfosis completa y la mayor parte del daño lo hacen justamente las larvas, particularmente en el caso de las polillas pues los gorgojos adultos también son capaces de causar destrucción notable.

Unos pocos insectos muy pequeños, poco comunes, cuando emergen del huevo son muy similares al adulto, solo que son más pequeños y aún no han desarrollado los órganos reproductivos; a éstos se los llama ametábola.

F. Clasificación de los Insectos

La Clase Insecta o Hexapoda se acostumbra a dividirla en dos subclases y cada una de éstas en varios órdenes. La siguiente lista de órdenes es una de las más aceptadas:

Subclase Apterygota
Ordenes

1. Protura - proturos
2. Thysanura - tisanuros, pescaditos de plata.
3. Collembola - colembolos

Subclase Pterygota
Exopterygota: insectos de metamorfosis incompleta.
Ordenes

4. Ephemeroptera - efímeras
5. Odonata - libélulas, matapiojos
6. Orthoptera - cucarachas, grillos, saltamontes, mantidos
7. Isoptera - comején, termitas, hormiga blanca
8. Plecoptera - perlas, moscas de piedra
9. Dermaptera - tijeretas
10. Embioptera - embiópteros
11. Psocoptera - psocopteros, piojos de los libros
12. Zoraptera - zorapteros
13. Mallophaga - piojos mordedores, piojos de las aves
14. Anoplura - piojos chupadores
15. Thysanoptera - trips, bichos de candela
16. Hemiptera - chinches, pitos
17. Homoptera - chicharras, pulgones, escamas, loritos verdes

Endopterygota: insectos de metamorfosis completa.
Ordenes

18. Neuroptera - crisopas, hormiga león
19. Coleoptera - cucarrones, escarabajos, picudos, gorgojos
20. Strepsiptera - estilopidos
21. Mecoptera - mecopteros
22. Trichoptera - tricópteros
23. Lepidoptera - mariposas, polillas
24. Diptera - moscas, mosquitos, zancudos, jejenes
25. Siphonaptera - pulgas, niguas
26. Hymenoptera - abejas, avispas, hormigas.

Los insectos que afectan los granos almacenados pertenecen a las órdenes Coleoptera y Lepidoptera principalmente.

Cada orden comprende varias familias; las más importantes como plagas de granos almacenados son las siguientes:

Lepidoptera
Familias: Pyralidae
Stenomidae
Gelechiidae
Olethreutidae
Cosmopterygidae
Tineidae

Coleoptera
Familias: Anobiidae
Cucujidae
Curculionidae
Tenebrionidae
Ostomatidae
Anthribidae
Cleridae
Bostrichidae
Nitidulidae
Cryptophagidae
Bruchidae
Scolytidae
Dermestidae
Mycetophagidae

Dentro de estas familias hay una o varias especies dañinas.

En la clase Arachnida, solo la familia Tyroglyphidae del orden Acarina tiene especies de importancia económica en productos almacenados.

ALGUNOS PRINCIPIOS SOBRE MANEJO DE PLAGAS DE GRANOS ALMACENADOS

(Rafael Espinel Mancera)

ALGUNOS PRINCIPIOS SOBRE MANEJO DE PLAGAS DE GRANOS ALMACENADOS*

Rafael Espinel Mancera**

Introducción

Las conferencias que aquí se presentan, tienen como objetivos, dar una recopilación de los ~~temas sobre plagas~~ de granos tratados por diversos autores y servir de una guía para el estudio de un tema interesesante como inexplorado en el medio colombiano.

Inicialmente se repasarán términos y definiciones de uso corriente en el "manejo de las plagas", tratando de adaptar estos conceptos a la actividad de control en granos.

Posteriormente se mencionan los principios básicos del control de plagas, con algunas notas explicativas.

Luego se citan métodos de prevención y detección de ataques de plagas y para terminar, sistemas de control de las mismas.

Finalmente se describen las principales plagas de los granos en nuestro país y una clave analítica para clasificarlas.

Muchos ejemplos son extraídos de literatura extranjera por razón de que no existe suficiente investigación en esta actividad en nuestro medio, pero pueden ser una guía aceptable y adaptable a nuestras necesidades.

A. Aspectos Generales

1. Plaga. Es cualquier organismo capaz de causar daños, molestias o pérdidas de tipo económico, al hombre, animales o vegetales.

Para efectos del presente curso, cada vez que se mencione el término "plaga", se hará referencia a los artrópodos que como los insectos, ácaros y roedores, causan daños a los productos almacenados.

---

* Edición preliminar sujeta a correcciones y comentarios.

** Ingeniero Agrónomo. Actualmente profesor de Entomología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional.

Es importante hacer énfasis, en que solo aquellas especies que causen daño económico, se consideran como plagas. Esta sería una forma de diferenciar entre una plaga y un organismo no dañino. En capítulos posteriores se verá como el daño económico depende de factores como la densidad de población (número de individuos por área o por volumen), o del valor del producto.

2. Origen y naturaleza de las plagas. El origen de las plagas agrícolas puede explicarse partiendo de una premisa.

> "... la agricultura ocasiona una ruptura del equilibrio de la naturaleza, solo comparable con los efectos del urbanismo y la industrialización sobre el medio ambiente ...".

El concepto "equilibrio de la naturaleza" o "balance natural", no se refiere a la abundancia o exhuberancia de animales y vegetales, ni a un equilibrio estático e inmutable. Se refiere a un equilibrio dinámico, de lucha, de competencia y especialmente de supervivencia; parte primordial del cual es el hombre.

La agricultura se vio cada vez más exigida e incrementada, por la necesidad de alimentos, siempre creciente, debido al incremento de la población mundial en proporción geométrica. Por otra parte, se abrieron nuevas áreas para la explotación agrícola, desalojando de estas, a un gran número de especies nativas vegetales y animales, dejando solamente una especie vegetal en cada área.

Algunas especies vegetales o animales, regresan posteriormente sobre el cultivo implantado por el hombre, pues allí encuentran no solo cantidad, sino calidad de alimento; estas especies, que antes competían con otras por alimento, hallan un medio fácil donde aumentar su número y mejorar seguramente sus condiciones nutricionales.

Al principio, el hombre ve crecer estos organismos en sus cultivos y los soporta, pero, luego ve como cada vez, le corresponde menos parte del cultivo y siente la necesidad de controlar a esos organismos; las plagas del cultivo.

El hombre, por su naturaleza previsiva, almacenó productos para épocas de necesidad o de mejores precios; las plagas hallaron en los sitios de almacenamiento la abundancia necesaria para su aumento y desarrollo, muchas especies evolucionaron para adaptarse mejor a las condiciones de almacenamiento; especies como la "calandra" llegaron a perder sus alas funcionales por no tener necesidad de ellas para buscar alimento, es el caso del gorgojo *Sitophilus granarius* (L).

Siguiendo el ciclo de lucha, el hombre inició el estudio de las plagas y estableció conceptos básicos para actuar contra las mismas.

3. Conceptos sobre movimiento de plagas.

a. Migración. Es el traslado masivo de una población de insectos, de un área geográfica a otra. Es característico de la migración, el hecho de que durante ese "traslado" de población, no ocurren apareos ni aparición de nuevos individuos. Así ocurre por ejemplo con las migraciones entre regiones del Africa, de la langosta Locusta migratoria L. (Orthoptera-Locustidae) o el movimiento de la mariposa del gusano de las hojas del algodón Alabama argillacea H. (Lepidoptera-Phalaenidae) del sur de los Estados Unidos hasta el Canadá.

b. Dispersión. Este concepto es menos amplio que el anterior. Define el movimiento de una población a partir de un foco de infección.

Podría entenderse como el acto de invasión paulatina que realiza un gorgojo a partir de un bulto infestado a otros libres de infestación.

Cada especie plaga tiene mayor o menor velocidad de dispersión o de infestación.

c. Distribución. Este concepto hace referencia a la localización geográfica de una especie en un momento determinado. Cada especie tiene determinada distribución o áreas de habitación.

Así por ejemplo el área o la distribución del gusano de la semilla del algodón; el Pectinophora gossypiella Saund, se limita a los LLanos Orientales, sur del Huila y algunas zonas del Tolima y el Sitophilus granarius L. (Colcurcul) prefiere climas más fríos que el S. oryza L. (Coleoptera-curculionidae).

Cada especie, tiene su propia distribución, la cual corresponde a las zonas más aptas para su desarrollo.

Los tres conceptos anteriores: migración, dispersión y distribución son básicos en el estudio de las plagas para su manejo y control.

B. Control de Plagas

1. Definición. Se entiende por control de plagas, al "... conjunto de recursos utilizados por la mano del hombre, en armonía con las leyes de la naturaleza, con el objeto de eliminar o disminuir las pérdidas económicas causadas por las plagas...".

2. Naturaleza del control de plagas. La anterior definición supone un conocimiento de las leyes de la naturaleza y ésto, indica la importancia de un estudio o preparación mínimas para tomar medidas de control que sean efectivas, duraderas e inocuas para el hombre. Esta labor del control de plagas, es pues algo que corresponde a técnicos en la materia.

Muchas de las fallas en el control de plagas radican en la ignorancia o no aceptación de que el crecimiento de las poblaciones de plagas, es resultado de la interacción de dos factores: MEDIO AMBIENTE y PLAGAS.

El conocimiento de estos dos factores implica un estudio profundo del medio ambiente y sus componentes, (T°, humedad, luz, etc.), de la plaga en sí: biología, morfología, fisiología, taxonomía y luego integrar todo ésto con la ecología o estudio de las relaciones entre las especies y medio ambiente.

A mayor profundidad de conocimientos sobre los temas mencionados, las posibilidades de éxito serán mucho mejores en el manejo de las plagas.

El pretender que el uso de productos químicos es la única solución en los problemas de plagas representa una de las fallas más graves en el control de plagas.

3. Bases científicas mínimas en el control. Es preciso emprender estudios que abarquen los temas siguientes:

a. Biología o desarrollo y reproducción de las especies.

b. Fisiología o estudio del funcionamiento de todos sus órganos con el objeto de interferir las funciones vitales de los insectos. De esta manera se busca interferir los procesos digestivos al destruir las membranas peritróficas del intestino con sustancias abrasivas u obstruyendo la producción de jugos digestivos y causando toxemias en el sistema.

La respiración traqueal de los insectos también puede interferirse con productos gasificantes que penetren traqueas y traqueolas para llegar al sistema nervioso; o actuando en los músculos que gobiernan la apertura y cierre de los espiráculos lo cual permitiría "ahogar" literalmente o "intoxicar" a un insecto, o aún más, deshidratarlo.

El sistema cardíaco puede interferirse si se actua indirectamente sobre los ganglios que gobiernan el "pulso" de la bolsa cardíaca.

El sistema nervioso ha sido también el blanco de los investigadores y a él se dirigen actualmente la mayoría de los sistemas de control por ser éste, el sistema regulador o de mando sobre los demás órganos insectiles.

Lo propio se hace con los sistemas reproductivos y Hemolinfáticos.

c. La ecología o relaciones: especie - medio ambiente, dan información importante para el manejo de las plagas.

La autoecología, (rama de la ecología) nos enseña las relaciones existentes entre individuos de la misma especie y la sinecología comprende el estudio de las relaciones entre poblaciones o especies.

El conocimiento ecológico de una especie nos permitiría predecir el crecimiento o la desaparición de una especie en un momento determinado, por causas ambientales (bióticos o abióticos) como son: otros organismos (bióticas) por lluvias, inundaciones, incendios, etc. (abióticas).

Asimismo permite estudiar la factibilidad de introducir especies benéficas para control de las plagas.

d. La taxonomia o estudio de la clasificación de las especies es muy importante por cuanto es quien nos permite indentificar la especie problema, base sobre la cual se establece la lucha del hombre y las plagas.

e. La economía es otro factor decisivo para el éxito en control de plagas. Debe analizarse, al emprender cualquier método, sus posibilidades económicas en comparación con otros métodos. Todo método de control debe justificarse económicamente, es decir, el costo del método, debe ser menor que el costo del daño evitado con su utilización.

f. Las épocas de control de una plaga no se deben planear de acuerdo con un calendario, pues ésto da posibilidad de: que la especie escape al control por estar en una forma invulnerable o a gastos innecesarios cuando no hay ataques económicamente importantes. En general los estados biológicos de insectos más susceptibles de control son adultos y larvas. Las otras formas dificultan su control por exhibir mayor resistencia (huevos-pupas) a controles de cualquier índole.

4. **Organismos** mundiales en control biológico de plagas. Este siglo se ha caracterizado por la creación de organizaciones que estudian métodos de lucha contra las plagas, especialmente en los campos del control biológico e integrado. Entre otros, vale la pena mencionar:

-Asociación Internacional de Ensayo de Semillas creada en 1924 en Inglaterra.

-CIBC Commonwalth Institute of Biological Control (Inglaterra).

-FAO en 1945 se creó como organismo dedicado a la protección vegetal.

- IEA Organización Internacional de Energía Atómica con sede en Viena (Austria).

- IRSA Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (Sede Costa Rica).

5. Erradicación. Este concepto define la eliminación total de una especie dentro de un área determinada. A nivel de cultivo ésto es irrealizable, pero en almacenamiento si es factible su realización.

Erradicar una especie supone muchas consecuencias en el medio ambiente. Por tanto, al planear la erradicación de un insecto deben preverse y conocer otros insectos que compiten con él y calcular si eliminar la plaga no será causa, por ejemplo, del crecimiento de una población antes limitada por la plaga eliminada.

C. Dinámica de Poblaciones.

"... Es el estudio del conjunto de factores, adversos y favorables a las especies plagas o no, desde el punto de vista del efecto que ellos ocasionan a las densidades de esas poblaciones ...".

A toda esa interacción de factores y sus efectos se denomina dinámica de poblaciones.

La dinámica de las poblaciones se relaciona directamente con las especies insectiles cuando se trata de estudiar las variaciones a los cambios en densidad.

La densidad de una población, o sea el número de individuos por área o por volumen, es en último término, el factor que determina cuando una especie se convierte en plaga.

Conviene pues aclarar, que no es el tipo de daño el que convierte en plaga a un insecto, sino la intensidad del daño expresado en pesos ($) lo que la califica como PLAGA.

Se precisa entonces analizar cuál es el momento en que un insecto va a convertirse en plaga y cuándo es realmente una plaga.

Estos momentos o situaciones fueron analizados por varios autores y les dieron nombre propio. (Stern 1966).

1. Posición general de equilibrio.

2. Indice de umbral económico.

3. Nivel de daño económico.

El ideal sería establecer para todos los cultivos y especies plagas y/o para todos los productos almacenados y sus plagas, los niveles de daño y umbral económico. Este trabajo corresponde a los investigadores.

En el país solo algunos cultivos tienen niveles de daño y umbral, estimados empíricamente pero sin un respaldo experimental debidamente comprobado.

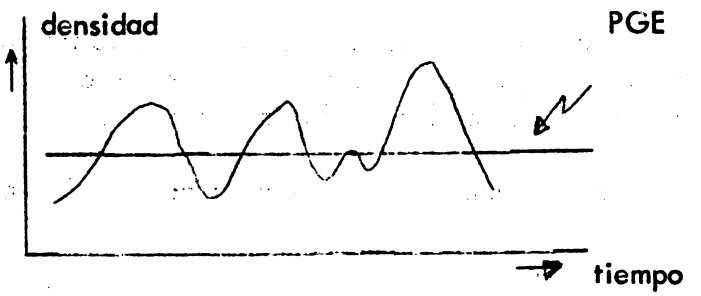
En granos no existen standares definitivos sobre niveles de daño e infestación. (ICONTEC en estudio).

1. Posición general de equilibrio. (PGE)

x = tiempo

y = densidad

Es la densidad promedio de una población durante un lapso determinado en un área definida y en condiciones audientales definidas. (gráfico 1).



Este término, definido por Stern para plagas de cultivos, puede adaptarse para los insectos de granos almacenados con las diferencias que se anotarán adelante.

Es importante decir que la posición general de equilibrio es diferente para cada especie, cada grano y aún cada sitio o clima. Nunca podrá hablarse de la posición general de equilibrio de una población de insectos en todo el país pues cada área es diferente.

La PGE es pues la resultante promedio de todos los factores adversos y favorables (bióticos o abióticos) sobre las densidades de las poblaciones.

También existe la posición temporal de equilibrio y es la que toma la densidad de población debido a un factor extraño y temporal, luego que pasa su acción, la densidad vuelve a la PGE.

2. Indice de umbral económico (IUE). Es la densidad de una población, a partir de la cual se deben tomar medidas de control para evitar un incremento de la especie. (Figura 2).

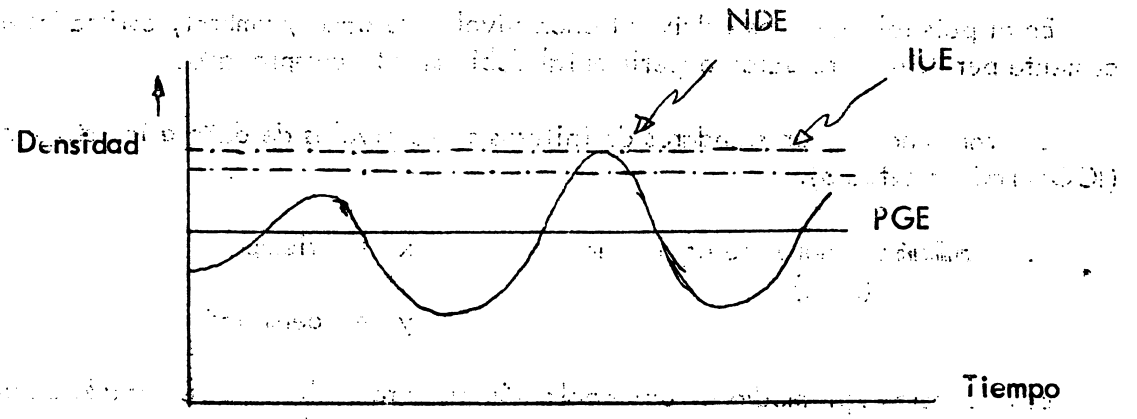


Fig. 2

Este valor, igual que el anterior es variable, según el cultivo, el grano, la especie y el medio ambiente.

Su importancia radica en que a partir de este índice, se toman las medidas de control. No antes, pues ello implicaría gastos innecesarios en control ni después, lo cual sería igual a pérdidas por no controlar en el momento preciso.

Un sinónimo de índice de umbral económico sería: "... el momento preciso para controlar ..."

El IUE puede ser alterado por diferentes factores: valor del producto + resistencia del producto a la plaga por ejemplo.

3. Nivel de daño económico. N.D.E. (Figura 2)

"... Es la mínima densidad de una población, capaz de causar daño económico ..."

Es decir una vez que una población llega a ese nivel, de hecho se tienen pérdidas económicas por ese motivo, pérdidas ya irreparables. En este punto debe controlarse la plaga para evitar mayores pérdidas pero no para evitar el daño causado.

Este nivel de daño económico, lógicamente corresponde a densidades de poblaciones mayores que el índice de umbral económico, pero, es independiente de la posición general de equilibrio.

La PGE depende del medio ambiente; en cambio el IUE y NDE dependen de factores económicos (valor del cultivo o grano).

4. Clases de poblaciones. De acuerdo a los conceptos anteriores, las especies pueden catalogarse en grupos definidos:

a. Población no económica. Las mayores densidades no llegan siquiera al índice de umbral económico.

b. Plaga ocasional. En muy contadas ocasiones, la densidad llega al índice de umbral económico y requiere controlarse.

c. Plaga perenne. Frecuentemente sobrepasa el índice de umbral económico y requiere control constante.

d. Plaga severa. La posición general de equilibrio esta siempre por encima de los índices de umbral y daño económico por lo cual la especie requiere un control constante.

5. Antecedentes para estimar niveles. En Colombia se han establecido para algunos cultivos, los niveles de umbral económico en base a la experiencia, tomando como referencias factores como:

a. La plaga en si:

-potencial biótico,

-enemigos naturales,

-biología (vulnerabilidad),

-capacidad de daño,

-otros.

b. El cultivo:

-valor del cultivo,

-rendimientos,

-estado o época del cultivo,

-manejo del cultivo.

c. El personal capacitado a nivel de ingenieros agrónomos con conocimientos integrales de Entomología, cultivos y ecología.

Lo anterior puede servir de base, para adaptarlo a especies plagas de granos almacenados, pero considerando variaciones, especialmente en el aspecto ecológico, muy diferente de granos almacenados a cultivos.

D. Infestaciones de Granos.

1. Iniciación.

-Los insectos de granos almacenados, pueden iniciar las infestaciones desde el cultivo mismo, cuando los granos estan en formación "estado lechozo".

Ejemplo: Sitophilus oryza (L.) Col. Curcul.

Acanthocelider obtectus (Say) (Col. Bruchidae)

-Posteriormente, el bulto empacado en el campo y no reempacado y tratado permite en el almacenamiento que las especies se desarrollen y multipliquen.

-En almacenamiento, las condiciones ambientales son menos drásticas (como se verá adelante y el desarrollo de las plagas insectiles ocurre rápidamente.

-También pueden iniciarse las infestaciones en los carros o vagones de los ferrocarriles, camiones, aviones y otros medios de trasporte. Los insectos pueden "esconderse" fácilmente en las hendiduras, junturas y rellenos de los empaques o embalajes.

-Inclusive es posible que personal visitante lleve en sus ropas a las bodegas, formas que originen infestaciones.

-En otros casos los vientos, son el medio de que se valen los insectos para diseminarse y poblar nuevas áreas y lotes de granos.

-En el lastre de los barcos se han hallado grandes cantidades de formas insectiles (de huevos a adultos), así logran los insectos ingresar a nuevas áreas para iniciar daños.

-En un aeropuerto alemán, se hallaron en menos de un año, cerca de 400 especies de insectos (en empaques y en el fuselaje de los aviones) de las cuales, por lo menos 10 eran específicas de granos.

-Los empaques viejos pueden ser otra causa de infestaciones y los residuos de otros almacenamientos: granos partidos, polvo de granos, harinas, rincones y basura en general.

-Es interesante aclarar, que la mayoría de las plagas de granos existentes en el país, son originarias de regiones no tropicales, de tal manera que en nuestro medio, encuentran condiciones favorables para su desarrollo (T° y HR)* durante todo el año (no tenemos estaciones) y es así como los daños que nos pueden causar tienen doble oportunidad de suceder.

-La FAO en 1947 estimó en 25.750.00 tt. la pérdida total de cereales en 29 países y de este total, el 50 por ciento lo atribuyó a insectos. No será mayor hoy ese porcentaje?.

-Se estima en ocho por ciento el daño, o las pérdidas de granos en áreas subtropicales. Es muy probable que nuestros granos se deterioren en valores cercanos al diez por ciento por razones ambientales, mucho más favorables a las plagas.

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

a. Métodos de detección y evaluación de plagas.

b. Aseo.

c. Buen almacenamiento.

-Es preciso entonces buscar métodos más eficientes para "detectar" la presencia de insectos, en cargamentos, empaques, basuras y aun personas que lleguen a las plantas.

-Nuevamente debemos recordar todos los sitios susceptibles de albergar insectos y entonces buscarlos.

-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 un jornal más, que es de todas maneras, menos costoso que aplicar un fumigante.

-Tampoco sobra utilizar métodos de tratamiento preventivo en los granos recien almacenados. Quizás un secamiento a tiempo o un tratamiento de temperatura, elimine la necesidad de efectuar un tratamiento más costoso o tal vez ya tardío y por tanto inútil.

---

* Temperatura y Humedad Relativa.

-Un buen almacenamiento se caracteriza por el mantenimiento de T° y HR constantemente óptimas para la calidad y viabilidad de granos o semillas.

-Se ha comprobado, que las condiciones más favorables de almacenamiento para los granos y semillas son precisamente las menos aptas para el desarrollo de los insectos.

Temperaturas bajas	22° C y
Humedad de grano baja	12 por ciento o menos
HR de equilibrio	45 por ciento o menos

-Finalmente, el aseo, ha demostrado ser la práctica que brinda mayores beneficios en proporción a su costo. En ésto están de acuerdo muchos directores de plantas.

3. Niveles de infestación. Los índices de umbral y daño económico no se han precisado en nuestro medio para granos almacenados. Todos los métodos y los niveles estimados son resultado de conocimientos empíricos y no el fruto de investigaciones científicas y juiciosas.

Estos niveles se determinan en base al número de individuos presentes en cierta cantidad de granos "muestreados".

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC) tiene algunas normas pendientes de aprobación para estimar grados de infestación en granos: cereales, oleoginosas y leguminosas de grano. Estas normas son adaptadas de la ISO (International Standart Organization).

Estas normas definen dos clases de insectos en los granos, según su ataque:

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

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

ICONTEC trae en esta misma norma la lista de los insectos primarios y secundarios.

La forma de estimar los niveles de infestación se basa en la tabla siguiente:

Tabla 1

Niveles de infestación en granos

NIVELES	No. Insectos vivos dentro de la muestra contenida en un recipiente de 500 cc.		No. de insectos para cada nivel sumados primarios y secundarios.
	Primarios	Secundarios	
1. Libre	Ninguno	Ninguno	Ninguno
2. Ligeramente infestado	2-3	1-6	5
3. Infestado	3	6	5

La norma establece además, que las larvas "vivas" se consideran como insectos primarios.

El procedimiento para determinar la infestación lo rige la norma ICONTEC C.15. 43/72, aún en proceso de aprobación.

Utiliza un equipo de mayor X de 2 Kw. el cual debe detectar en muestras de granos de 750 cm^2 X 1 gramo de espesor el número de insectos como se ve en la tabla anterior. Posteriormente se verá en detalle cómo es el procedimiento.

La norma original, proviene de la ISO/2 bajo su recomendación 1.162.

E. Características de los Daños de Plagas de Granos Almacenados/7

Los daños que pueden causar los insectos sean primarios o secundarios son diversos y una vez que han ocurrido, siempre son irreparables. A diferencia de los insectos de cultivos, en los cuales hay posibilidad de mejorar la producción, después de un ataque por insectos. Ejemplo: fertilizando, aporcando, riegos, etc. .

-Los gorgojos adultos pueden en pocas semanas consumir el equivalente a su peso y las larvas muchas veces su peso.

-Esto puede equivaler a un 10 por ciento del grano almacenado en una sola temporada.

-Si el ataque ocurre en semillas, el daño se realiza en el embrión. A consecuencia de ésto, el porcentaje de fertilidad disminuye en la semilla, su calidad, su precio, y el agricultor debe comprar más semilla para sus siembras.

-Los insectos también se esconden en los granos lo cual dificulta el hallarlos y controlarlos. Luego, ese grano, si va a molinería, llevará residuos que demeritan la calidad de la harina y por tanto, su precio. Ejemplo: Sitophilus oryza en trigo.

-Otros insectos, comunican olor y sabor desagradable con sus excrementos y excreciones a los granos y harinas infestados.

-Lo propio ocurre con las ratas y ratones (Rattus norvegicus rata noruega. Mus musculus L. ratón casero) que con sus excrementos y orina "infectan" los granos y harinas y aún, trasmiten enfermedades al hombre.

-Altas infestaciones de insectos en granos, originan "calentamientos" del grano almacenado. Esto ocurre por la reacción exotérmica del metabolismo de los insectos. En esas condiciones, los granos sufren temperaturas hasta de 108°F = 42-43°C ésto, hace que la humedad del grano, aflore a la superficie de éste y se produzca un tostamiento o cocción de los granos, o la presencia de hongos y bacterias complementan el daño con "pudriciones" y "mal olor".

Resumiendo. Los daños que causan los insectos y roedores en granos son:

1. Consumo del grano

2. Deterioro en calidad

a. -por pérdida de peso
b. -por mal aspecto
c. -por malos olores
d. -por pudriciones
e. -por "tostamiento", residuos y pedazos.

3. Deterioro en semillas:

a. -daño en el embrión
b. -bajo porcentaje de fertilidad

4. Trasmisión de enfermedades.

5. Aumentan costos en tratamientos:

a. -bodegas - silos
b. -empaques y
c. -trasportes

F. Ecología de Insectos de Granos

Los insectos de granos, dependen biofisiológicamente de algunos factores inherentes al almacenamiento para su abundancia y desarrollo. Estos factores son la temperatura y humedad. Estos dos factores determinan la edad y la rata de reproducción entre otras cosas (alimentación, movilidad-crecimiento).

"... De un par de T. confusum podemos obtener un millón de individuos en 150 días, si las condiciones de desarrollo HR y T° son óptimas..." (Gray 1948)

1. Temperatura. Existe un grupo de insectos originarios de regiones donde no hay estaciones y por tal motivo son muy susceptibles a cambios de temperatura fuertes, especialmente si las temperaturas son bajas.

En la Tabla 2 se anotan algunas especies de insectos y su sensibilidad a las temperaturas bajas.

TABLA 2

Días necesarios de exposición, a bajas temperaturas, para matar todos los estados de varias plagas de granos /7 .

INSECTO	TEMPERATURAS. (Grados Farenheit)						
	0.5°	5-10°	10-15°	15-20°	20-25°	25-30°	30-35°
Tribolium confusum	1	1	1	1	5	12	17
Tribolium castaneum	1	1	1	1	5	8	17
Sithophilus eryza	1	1	1	3	6	8	16
Sithophilus granarius*	1	3	–	14	33	46	73
Oryzaephilus surinamensis	1	1	3	3	7	23	26
Plodia interpunctela*	1	3	5	8	28	90	--
Anagasta kuhniella*	1	3	4	7	24	116	--
Sitotroga cerealella	1	1	1	-	-	-	--

conversión a °C = (F° - 32) x 5/9 = °C

* Como se ve solo tres especies muestran capacidad de resistencia a T° bajas. Sitophilus - Plodia y Anagasta.

-Según Robinson (1926) el Sitophilus oryza entra en diapausa "dormancia" a temperaturas de 45° F o menos (6-7°C) y el S. granarius a 35° F o menos.

-Anderson (1938) notó que por debajo de 53.6°F a 55.4°F ninguna especie copulaba.

-Richards (1947) colocó en 49.1°F el límite por debajo del cual no ocurre oviposición por insectos de granos, la mayoría de los investigadores opinan que 60°F puede ser el límite. La eclosión y desarrollo de larvas a T° entre 55 y 60°F es extremadamente lenta o escasa.

(12°C a 14°C).

-Otros insectos cesan su alimentación a 60°F.

Algunas arañuelas tyroglipidae son capaces de vivir a T° entre 50 y 40°F en condiciones aptas de humedad.

Los aumentos de T° en el almacenaje facilitan el desarrollo de los insectos.

Se considera que una T° de 70°F (20°C) es el límite a partir del cual los ataques son mayores.

-Con pocas excepciones, ejemplo: (Trogoderma granarium) el gorgojo Kapra de la India, T^{o}_{s} superiores a 95°F (35°C) son desfavorables para la reproducción; la oviposición cesa y los adultos pierden longevidad.

-No se conocen insectos que soporten más de 100°F para sobrevivir (37.4°C)

-Von Hal halló en 1923 el Acarus siro viviendo en tabaco en fermentación a 131°F (54.5°C)

-Lindgren y otros en 1955, reportaron que humedad del 75 por ciento y una exposición por 131 minutos a 124°F se requirieron para matar el 95 por ciento de larvas del Trogoderma granarium gorgojo Kapra.

2. Requerimientos alimenticios. Es innegable que los granos almacenados son la fuente ideal de alimento para muchos insectos. Ellos toman allí todos los nutrientes necesarios para su desarrollo.

En 1943 Traenkel y Blewett establecieron los factores alimenticios primordiales para los insectos así:

a. Carbohidratos
b. Cantidad y calidad de esteroles
c. Contenido de humedad del alimento
d. Cantidad y calidad de vitamina B. especialmente

El hábito alimenticio de ciertos gorgojos, hace que sea mayor su desarrollo o daño cuando hay granos partidos o harina o polvo de grano en el almacenamiento que cuando este está sano perfecto.

3. Efectos de la humedad. Los insectos poseen mecanismos físicos y fisiológicos para obtener humedad de los granos almacenados. Pero existen límites por debajo de los cuales no les es posible obtenerla ejemplo: especies como

Sitophilus oryza y S. granarius. No logran extraerla si el grano tiene 9 por ciento o menos de humedad y mueren. Con humedad del 11 por ciento solo ocurre alguna alimentación.

La Tabla 3 siguiente ilustra la influencia de la humedad del grano en la reproducción a partir de (25) parejas para cada humedad y T°. /7

TABLA 3

Humedad y reproducción de insectos de granos

% Humedad en grano	Temperaturas 60°F 14°C	75°F 28.8°C	80°F 25.3°C	85°F 29.1°C	90°F 32°C	95°F 34°C
	Individuos a Partir de 25 Parejas					
9	0	0	0	0	33	0
12	20	17	28	112	257	44
15	90	24	91	144	370	165

Tomado de USDA /7

G. Algunos Métodos de Detección de Infestaciones

1. Método del CO_2. Howe y Oxley en 1944, basándose en el hecho de que el CO_2 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_2 expedido en 24 horas por cada insecto; estimaron los niveles de infestación interna de los granos. Determinando algunos niveles, tales como:

a. Si la concentración del CO_2 excede al 1 por ciento la infestación es potencialmente peligrosa (Indice de Umbral Económico dado en porcentaje de CO_2).

b. Cifras como 0.3 por ciento pueden representar sólo la presencia de insectos libres en los granos (ésto al 14 por ciento de H_2 de grano). Si la humedad del grano es inferior al 14 por ciento, el 0.3 ó 0.5 de CO_2 indicará una infestación muy insignificante.

c. Con humedad de grano 15 por ciento contenidos de CO_2 de 0.5 - 1 por ciento, indica que el grano no puede almacenarse más tiempo.

Este método puede dar buena información pero tiene algunos inconvenientes.

a. Requiere cierre hermético del lugar de almacenamiento.
b. Precisa tiempo relativamente largo para hacer el estimativo de CO_2 (24 horas).
c. No indica la presencia de insectos muertos.
d. No diferencia entre el CO_2 proveniente de insectos y de otros organismos.

2. Método de flotación (para trigo). En 1956 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:

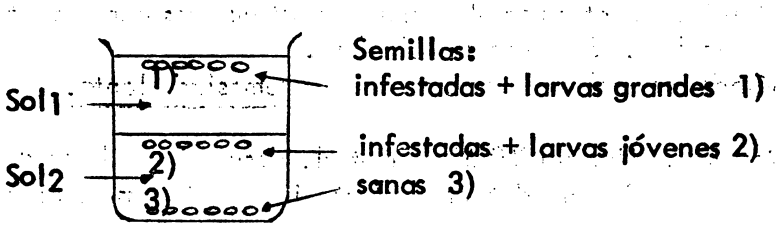
a. Una solución de silicato de sodio: Sol_1
$Na_2 Si_3O_7$ en agua con una gravedad específica de 1.160 y
b. Cloroformo metílico ajustado a una gravedad específica de 1,30 en aceite: Sol_2

Silicato de Na + Hw = Sol_1 (liviana)
Cloroformo Metílico + aceite = Sol_2 (pesado)
Al unir Sol_1 + Sol_2 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_2 y las infectadas o dañadas flotan en la Sol_1.

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



Este método es útil por su facilidad de realización en: compraventas por ejemplo es económico y rápido.

-Además provee el principio para calibrar otras soluciones para otros tipos de granos.

-Si no se observan semillas en la capa superior (Sol_1) puede considerarse libre de serios problemas de infestación.

-El cálculo del índice de infestación puede hacerse relacionando entre número de flotantes y tamaño de la muestra.

3. En 1952 otra técnica de Flotación había sido sugerida.

   a. Solución de Nitrato férrico al 2 por ciento ó
   b. 100 ml. de H_2O + 2 gr. de $NO_3Fe_2H_2O$
   c. Muestra de 100 gr. de trigo añadir a 2)

   Solución 100 cc H_2O + 2 gr. NO_3F_2HOH

   d. Agitar 30 segundos
      Resultado: flotan los picudos o formas insectiles.

4. Método de la gelatinización del NaOH. Este fue propuesto en 1950 para trigo, pero no fue adoptado. Sugería el tratar muestras de trigo con soluciones de NaOH el cual traslucía o detectaba la infestación.

5. Método de flotación por desintegración.(Cracking and floating method). Así se llama uno de los métodos más conocidos y usados para determinar infestaciones de granos (internas).

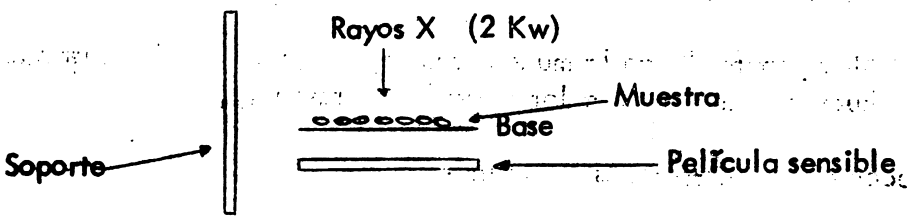
   a. Los granos (muestra) se limpian previamente y se sumergen en una mezcla de H_2O + alcohol ó H_2O hirviendo + gasolina o aceite.
   b. Se muele el grano.
   c. Los insectos presentes flotan en la gasolina.
   d. Se cuentan los insectos por el número de estructuras características (cabezas por ejemplo). Sobre un papel filtro.
   e. Es un método razonablemente seguro pero demasiado lento.

6. Método de Rayos X. Hacia 1950 Milner et al. describían el uso de los rayos X para detectar infestaciones internas de granos.

Actualmente es el método recomendado por ISO/2 (Intern Standard org.) Organización Internacional para la Standarización de Normas y en Colombia está en proceso de

adaptación y aprobación por parte de ICONTEC. Norma 015. 43/73 en discusión hasta el 15 de noviembre de 1972.

Fig.



Las muestras deben cubrir 750 cm2
25 x 30 cm, un grano de espesor
10.000 granos trigo x muestra o
3.000 granos maíz.

7. Uso de colorantes

a. 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 (Frankenfeld 1948). Trigo.

Método:

1) Muestra del grano remojado H_2O caliente 5 minutos
2) Muestra en el colorante 2-5 minutos
3) Exceso colorante se lava con chorro de agua.

Preparación del colorante:

50 Ml. a. ascetico glacial
+ 950 mil. H_2O
Agregar 0.5 gramos fucsina ácida

b. Violeta de Genciana. Gootens 1949, 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 por ciento violeta de Genciana).

50 ml. de 95 por ciento

c. Sulfato de Berberina. Este es un colorante fluorescente sugerido por Milner en 1950 para detección de infestaciones.

-Las muestras se sumergen en una solución diluída de sulfato de Berberina (20 pp m.) durante 1 minuto.

-Al exponerse luego la muestra sumergida y secada a luz ultravioleta los huevos aparecen de color amarillo fluorescente.

8. Detección de infestaciones en harinas

a. Detección visual con espejo. Este método simple ha sido usado desde 1953 en la detección de daños en fríjol causados por la sp.

Loxagrotis Albicosta (Sm.) 3 años (638.000 fríjoles)

b. Detección en maíz por consumo

Infestaciones. Esta norma ICONTEC establece: el uso de una criba y una bandeja de fondo. Sobre la criba se coloca la muestra de maíz y se agita. Criba orificios de 2 mm. de diámetro.

Se cuenta en la bandeja el número de insectos así:

Libre	0	insectos dañinos
Líquido infestado	1-2	" "
Infestado	3	" "
Número apreciable	4-10	" "
Gran número	10	" "
Dudosa	No vivos sino muertos	

El hallar solo un insecto vivo, no indica infestación y deben repetirse varias pruebas.

9. Indices. Otros índices existen en forma general para granos, cereales y similares así:

P. Insectos:

Libre (L) :	Ningún insecto
Muy pocos (MP) :	1-2 luego de prolongado análisis
Pocos (P) :	Pares o trios luego de prolongado análisis
Número Moderado (NM) :	Aparecen frecuentemente pero no son palpables.

Número Regular (NR) :	Regular y frecuentemente son visibles pero no son muy numerosos.
Gran Número (GN) :	Se ven en la superficie del producto visualmente sin inspeccionarlo.
Número Excesivo (NE) :	Se ven en número excepcional grande formando manchas de color diferente a la superficie del grano.

H. Principios del Control de Plagas

Una frase de Ullyet resume el fundamento del control de plagas: "...el control de plagas debe realizarse trabajando con la naturaleza y no contra ella..."

El desconocer la profundidad de esta aseveración es la causa de tantas fallas y problemas que tenemos actualmente en el control de plagas.

Algunos autores calculan, que cerca del 96 por ciento del control de las plagas de cultivos lo realizan factores naturales bióticos ó abióticos. Es decir, al hombre le corresponde controlar solo el 4 por ciento de los ataques. Un porcentaje relativamente bajo pero que es la base para los graves problemas actuales en control de plagas por la actuación irracional del hombre.

Quizás la principal falla ha sido, el uso de cada factor de control hasta la saciedad, sin buscar y aplicar nuevos métodos, sólo cuando empiezan a fallar los tradicionales.

Muchos ejemplos podrían ilustrarnos esta aseveración. Mencionemos solo un caso. El caso de Heliothis o complejo Helicoverpa.

Luego de la segunda guerra mundial, el hallazgo de D D T se convirtió en la "única" solución al problema de este lepidóptero en gran variedad de cultivos.

A través de los años, la especie desarrolló resistencia al D D T y hasta la aparición en el comercio de los insecticidas órgano fosforados, se creía perdida la lucha contra esta plaga polífaga.

En la actualidad el problema tiene dimensiones catastróficas y se buscan soluciones desesperadas para controlar la plaga. Muchas zonas estan vedadas por el Heliothis y los Organo Fosforados solo son "benignos caldos" para el insecto.

Esto sucede paralelamente con otras especies cada vez más resistentes.

La razón? = Los mecanismos de supervivencia de las especies se han visto presionados y el resultado no se hace esperar. En nuestro país tenemos el problema. Las dosis usadas actualmente para controlar las especies son el doble y aún más que hace 4 años, pero los resultados no son ni la mitad de efectivos de lo que fueron entonces.

Es preciso buscar contra las plagas, métodos de lucha "diversos" a fin de lograr mejor los objetivos primarios del control de plagas cuales son:

-Interferir o remover los factores que permiten la abundancia de las plagas.

-Aplicar medidas de represión directa para buscar de eliminación, erradicación o disminución de los daños de plagas.

Todo lo anterior sin causar desórdenes de la naturaleza.

I. Tipos de control. En forma resumida (se ampliará en las mesas redondas) veremos algunos tipos de control de plagas.

a. Control natural: es la regulación de las densidades de poblaciones de insectos por factores bióticos o asióticos. Este control natural puede ser canalizado o aprovechado por el hombre convirtiéndose en control DIRIGIDO.

b. También existe el control artificial: son los recursos utilizados por el hombre para el control de las plagas. Este puede ser:

1) Directo. Cuando se interviene directamente, ya sea en forma:

Mecánica: - tamizando granos para sacar los insectos.
- usando centrífugos de golpeo.
- etc.

Física : -Regulando factores como T°, humedad, luz, sonidos, radiaciones.

Química: -Usando pesticidas químicos.

2) Indirecto: Es el uso de medidas tendientes a afectar las plagas sin atacarlas directamente. Estas pueden ser:

a) Prácticas culturales ejemplo: Desyerbas, riegos, fertilización, aseo, cuarentenas, revisión de material, etc.,
b) Legislación. Puede contribuir contra las plagas al evitar con sanciones la diseminación de plagas ejemplo: Pectinophora gossipiella S. Llanos Orientales.

c) Control biológico dirigido: liberando o criando insectos u otros organismos para el control de plagas.

3) El control integrado de plagas: es el uso de los métodos a) y b) en uno solo con el fin de erradicar las plagas. Este método parece ser el único que tiene las mejores posibilidades de éxito en control de plagas.

"Sería muy interesante que en las mesas redondas sobre métodos de control, se discutiera la posibilidad de integrarlos y los efectos que se podrían obtener de esta integración".

2. Fallas del control de plagas. Al iniciar el capítulo mencionamos como una causa de las fallas en control, el "uso exclusivo y hasta la saciedad, de un método hasta que este deje de servir".

Lo anterior indica que la falla está en desconocer todos los factores involucrados en control de plagas como son: (a) La plaga en sí, su biología, ecología, fisiología, comportamiento, etc.; (b) El método en sí, sus efectos, amabilidad, costo, problemas y ventajas.

En resumen las causas de las fallas en los sistemas de control se pueden encontrar:

En los principios { Científicos, éticos y procedimientos

En los métodos

3. Defensa de las plagas al control dirigido. Además de las fallas humanas ya expuestas, los insectos poseen mecanismos defensivos muy importantes.

a. La resistencia genética que desarrollan a los pesticidas químicos especialmente.

b. Gran capacidad de adaptación a nuevos habitantes. Ejemplo: Sitophilus s pp.

c. Cutículas gruesas e impermeables que protegen del medio ambiente y de pesticidas.

d. Metabolización de venenos por sistemas de excreción rápidos. Esto se suma al número 1.

e. Mecanismos como la DIAPAUSA o HIVERNACION.

f. Tamaño que les permite refugiarse fácilmente.

g. Secreciones epidermales que les protegen.

h. Mecanismos de oviposición y fertilidad que aumentan ante peligros exterieiores para la supervivencia de la especie.

i. Otros.

I. Descripción de Plagas de Granos

Los insectos encuentran en nuestros climas tropicales, medios óptimos para su desarrollo conviertiéndose en graves y costosos problemas en el almacenamiento de granos.

Se estiman en algo más del 8 por ciento las pérdidas causadas por insectos en nuestro medio. Estas pérdidas están representadas en mermas en el peso de los productos, en la calidad de los mismos y deterioros por la formación de "microclimas intergranulares" aptos para la proliferación de organismos como las bacterias y hongos (mohos).

Para un estudio racional de las plagas, muchos autores las clasifican en dos grupos:

- Insectos de importancia primaria o plagas primarias: las cuales son capaces de iniciar por sí solas el daño de los granos abriendo el camino a otro grupo de insectos y plagas que se llaman

- Insectos o plagas "secundarias", las cuales necesitan de las primeras para iniciar sus ataques.

Las infestaciones pueden iniciarse en el cultivo en fase de maduración, pero solo en las bodegas ocurren ataques realmente graves.

Se estiman como óptimos para el desarrollo de las plagas, lugares con:

Temperatura T^{o}_{s} entre 20 y 35°C
Humedad Relativa H.R. 9 por ciento o más en grano
Humedad Relativa H.R. 45 por ciento la humedad de equilibrio del aire intergranular.

Lo anterior nos indica, que cualquier bodega de nuestro país, es el sitio ideal para la infestación rápida de las plagas. Pues es sabido, que la HR° ambiental fluctúa entre 60 y 85 por ciento en promedio y las H.R. de los granos nunca se baja a más del 12 por ciento, ni siquiera para ensilar.

Los insectos primarios viven dentro del grano durante su estado larval, los secundarios se alimentan de residuos o de granos partidos dejados por los primarios.

1. Descripción de especies de ingestación primaria. Los más importantes en nuestro medio son:

a. Sitophilus granarius (L.) Col. Curculionidae

b. Sitophilus oryzae (L.) Col. Curculionidae

c. Sitotroga cerealella (Oliv.) LEP. Gelechiidae

d. Rhizopertha dominica (Fais.) Col. Bostrichidae

a. Sitophilus granarius. Linneo

Orden: Coleoptera
Familia: curculionidae
* N.V.: gorgojo de los graneros, g. del trigo.

1) Ciclo Biológico: 4 a 7 semanas

Huevos	10 - 12 días
Larvas	4 semanas más o menos
Pupas	1 semana o menos
Adultos	7 - 8 meses (2 años) más.

La hembra practica un orificio con su pico en cada grano y luego oviposita 1 solo huevo. Llega a poner hasta 250 huevos cada una.

El huevo queda aproximadamente a $1\frac{1}{2}$ m.m. de profundidad y lo cubre con cubierta cerosa.

Son ovales y blancos.

Larvas: blancas - apodas - carnosas o robustas.

2.5 5 m.m. viven todo el tiempo en el grano, consumiéndolo totalmente. Son plaga de graneros exclusivamente. Duran 4 semanas y entran en la fase pupal.

* Nombre vulgar

Pupas: Exaratas. (se ven sus estructuras) de color blanco 3-4 m.m. que sufre posterior melanización por oxidación de la melanina dura 1 semana o menos y luego emerge el adulto.

Adulto: Mide hasta 4.5 m.m. de longitud su color es café (1/6 pulgadas) oscuro casi negro. Elitros estriados. La placa toráxica tiene cavidades alargadas. Su cabeza se prolonga con un pico o proborcis característico* en cuyo extremo se ven fuertes mandíbulas (1 par).

Los élitros son soldados en el centro. Este insecto se adoptó a la vida en graneros y evolucionó hasta perder la funcionalidad de sus alas.

Pueden vivir 7-8 meses y hasta dos años en condiciones óptimas.

2) Hábitos y comportamiento: Al sur de los 39° N (lat) este insecto puede atacar cultivos (es decir en el trópico).

Prefiere climas menos cálidos para su desarrollo. En nuestro país es fácil encontrarlo en todos ellos.

El S. granarius llegó a U.S.A. proveniente de Oriente, y se ha distribuído por todo el mundo.

Frecuentemente se le ve acompañado de la especie del mismo género, el S. oryza L. Al molestarle se finge muerto. Máximo tamaño en maíz.

b. Sitophilus oryza L.

Orden: Coleoptera
Familia: Curculionidae
N.V. : Gorgojo del arroz
Gorgojo negro, g. del arroz

1) Ciclo Biológico: 1 mes (óptimo)

Huevo: 3-5 días. 0.7 x 0.3 m.m. (300-400 por hembra)

* 1/4 de longitud del cuerpo

Larva: 19-34 días. prepupa: 1-2.
Pupa : hasta 20 días (3-6)
Adulto: 4-5 meses (1/8 pulgadas) rostrum más corto y ancho puntos dorsales más definidos.

La hembra puede ovipositar hasta 250 huevecillos (8-10 diarios) a razón de 1 por cada grano. Prefiere los granos sanos para ovipositar.

Los huevos son elásticos, de color blanco, miden 0.3 x 0.7 m.m. en clima frío demoran hasta 10 días en eclosionar.

Larvas: gusanos ápodos, robustos, color blanco perlado cabeza pequeña de color café claro, tiene 4 instares o estados larvales.

Prepupa: 1 - 2 días

Pupa: blanco pálido, _____ a café claro. proborcir larga y delgada sobre el abdomen, patas dobladas hacia el cuerpo, 9 segmentos abdominales con 2 espinas terminales. 3-6 días _____ 20.

Adulto: cucarroncito de 2.1 - 2.8 m.m. café oscuro o negro; cuerpo cilíndrico, cabeza con pico proyectado hacia adelante (picudo); tórax con orificios o hendiduras redondeadas élitros no soldados, alas funcionales, volador. Los élitros estriados longitudinalmente llevan 4 manchas claras o anaranjadas (2 en c/u).

Hábitos: Puede atacar granos en el cultivo en estado de post leche.

Daños de S. oryza y S. granarius

Por su similitud se verá en conjunto. Practica orificios para ovipositar y las larvas consumen los granos. Además causan por su metabolismo aumentos de T° en el almacenamiento.

Dañan viabilidad y porcentaje de fertilidad de las semillas.

Sus excrementos demeritan la calidad y sus cadáveres dañan el aspecto y sabor de los granos de alimentación o las harinas que llevan residuos de los insectos.

Control: preventivo: aseo
Secada del grano
Tratamiento químico

curativo : Químicos

c. Sitotroga cerealella Olivier

Orden: Lepidoptera
FAM : Gelechiidae
N.V.: polilla de los granos, palomilla de los cereales. "angoumois grain moth"

I) Ciclo Biológico:

Huevos: 1 semana más o menos (USA 4 semanas)
Larvas: 3 semanas más o menos
Pupas: 1 semana más o menos
Adultos: 1 semana más o menos

Esta especie es la más importante, después de los gorgojos del género Sitophilus SPP.

Huevos: Son colocados en forma individual o en paquetes hasta de 20, en hendiduras, orificios, base de las mazorcas del cultivo o en bodegas.

Son de color blanco y luego se tornan rojos brillantes por el desarrollo del embrión dentro del corión. Tienen forma oval, extremos redondeados. Miden más o menos 0.5 m.m de 0.

Larvas: Eclosionada a la semana de la oviposición. Son blancas, 0.5 m.m. y crecen hasta 1/5 de inch. 5 m.m. cabeza amarillenta, 6 patas verdaderas y 4 pseudopatas (prolegs).

Se alimentan y viven todo el tiempo dentro de los granos. Ocasionalmente tejen telarañas uniendo granos entre sí.

Pupas: Miden hasta 4 m.m. se hallan dentro de los granos, y a su vez dentro de un capullo de seda. Son exaratas de color café.

Adultos: Emergen orificio a la semana de empupar las larvas. Son unas polillas de color blanco opaco o sucio, de más o menos 0.5 cm. y de expansión de alas igual más o menos 1.2 cm. ($\frac{1}{2}$ - 2/3 inch). En este estado, es común observarlas en los granos.

Las alas tienen en su borde anal pelos copiosamente. "flecos".

Esta especie prefiere arroz y maíz para sus ataques y se halla diseminada por todo el país.

La hembra durante su vida puede colocar hasta un promedio de 389 huevos (1 semana).

d. Rhizopertha dominica (fabr.)

Orden: Coleoptera
Fam. : Bostrichidae
N.V. : "Lesser grain bofer" taladrador o barrenador pequeño, taladrillo de los granos.

1) Ciclo Biológico: 1 mes
Huevo: 3 - 5 días
Larva : 1 mes
Pupa :
Adulto:

Es uno de los coleópteros de menor tamaño, entre las plagas de granos.

La rapidez y voracidad de alimentación le convierte en una plaga muy importante. También es plaga de harinas.

En 1792 Fabricins lo describió por primera vez, quien lo halló en embarques de semillas y raíces llegadas a Suramérica provenientes de la India. Se reconoce el adulto por su forma (slender) cilíndrica y pequeño tamaño. De color pardo oscuro o negro, brillante, con superficie como rugosa; mide N 1/8 pulgadas (0.3 - 0.35 cm.) ó 3 - 3.5 m.m. de longitud y 1 - 1.2 m.m. de ancho.

Su cabeza, típica de los Bostrichidos, es hipognata hacia atrás y abajo, armada de poderosas mandíbulas que cortan madera y granos en general.

Larva y adultos atacan en climas cálidos especialmente. Dejan los granos limpios por dentro solo queda la cariopside de los granos o cascarones.

Cada hembra pone 300-500 huevos individualmente en orificios o hendiduras de los granos.

Los huevos eclosionan a los pocos días salen unas larvitas blancuzcas de movimientos muy rápidos, se alimentan de residuos de harinas o en granos que han sido levemente dañados por los adultos. Completan su ciclo dentro de los granos, o en el polvo de grano donde empujan. El ciclo completo de huevo _____ adulto en verano (USA) es de más o menos un mes. En Colombia puede ser similar.

2. Plagas de infestación secundaria. Los más importantes de este grupo son:

Tenebroides mauritanicus

Tribolium confusum

Tribolium castaneum

Oryzaephilus surinamensis

Laemophiloens minutus

Lasioderma serricorne

a. Tenebroides mauritanicus L.

Orden : coleóptera
Fam. : ostomidae
N.V. : Cadella, carcoma grande de los granos.

I) Ciclo Biológico:

Huevo : 7-10 días
Larva : 2-14 meses
Pupa :
Adulto: 1-2 años (3½ USA)

Huevos: Son alargados, con un extremo (basal) más estrecho. Son colocados por la que, sobre o cerca del alimento, preferiblemente en granos rotos o

partidos, bajo cartones o en números situaciones protegidas todas; es común hallarlos en grupos de 10 a 60 huevos. Una sola que puede colocar hasta 1.300 huevos en su vida.

Larvas: A menudo más o menos de cuerpo suave, de colores blancos o grisosos, con cabezas negras prominentes y un par de manchas negras en los 3 segmentos toráxicos, primer par más grande. Tres pares de patas y sin pseudopatas. Cuerpo cubierto de setas laterales (pleurales) dos ganchos oscuros en el abdómen reg. caudal.

Miden cerca de 2/3 de pulgada completamente desarrolladas, (1.5 cm.). Plenamente desarrolladas las larvas y los adultos acostumbran alimentarse de la madera de los empaques o bodegas, donde esperan hasta por 2 años nuevos almacenamientos.

Pupas: Miden 1 cm o algo más. Se encuentran en cavidades de las paredes de bodegas. Blancas_____ cafés, desnudas, lisas.

Adultos: Completamente desarrollados miden de 0.8 a 1 cm. son negros. La cabeza y protórax separados del abdomen, unidos solo por una juntura prominente más o menos suelta. Viven en la oscuridad.

Daño: En granos y harinas. Causan perforaciones en sacos de harina: aumenta pérdidas y costos en empaques, dañan cartones o empaques en general; comúnmente, se alimentan del embrión de los granos y semillas, solo comen la parte suave de los granos.

b. Tribolium castaneum (Herbst) ferrugineum

Tribolium confusum Duval

Orden: Coleóptera
Fam. : Tenebroidae

1) **Ciclo Biológico:**

Huevos:	5 - 12 días
Larvas:	1 - 4 días
Pupas:	1 - 2 semanas
Adultos:	1 - 2 años

Huevos: Pequeños, blancos perlados, pegajosos, son colocados en los sacos, ranuras o granos. Hasta 1000 por hembra.

Larvas: Color blanco café aplanadas más o menos ó patas hasta 0.4 cm. 1-4 meses "chinches del salvado".

Pupas: Desnudas, blancas que se oscurecen a mayor desarrollo. 0.4 cm. setas.

Adulto: Son muy activos, huyen al ser molestados. Sobreviven condiciones adversas. Gorgojos alargados de color café o rojizo de más o menos 0.35 - 0.4 cm. de longitud.

Daño: Son insectos muy comunes en sitios con granos almacenados, tiendas y almacenes de menudeo. Es grave en molinos de harinas.

Se alimentan en el interior de los granos y caminan sobre el material, el cual al removerse deja ver las numerosas formas.

Atacan toda clase de granos, harinas, almidones, frijol, frutas secas, nueces, chocolate, drogas, tabaco, y otros.

Los dos tribolium se diferencian en las antenas así:

T. confusum : engruesan gradualmente de la base al ápice.

T. Castaneum: engruesan bruscamente en el ápice. Capitados.

Otra es que el T. castaneum comunica un olor y gusto desagradables a los productos que infesta.

c. Oryzaphilus surinamensis. (Linn.)

Orden: Coleóptera
Fam. : Cucujidae
N.V.: Escarabajo de sierra, carcoma dentado de los granos, gorgojo aserrado.

l) Ciclo Biológico:

Huevo:	3 - 17 días
Larva:	2 - 10 semanas
Pupa :	6 - 21 días
Adulto:	1 - 3 años

Huevos: Cerca o en los alimentos grietas. Cada hembra coloca de 50 a 300. A los 3 - 17 días eclosionan las larvitas.

Larvas: Cabeza color café, cuerpo blanco, son alargadas con 6 patas toráxicas, abdomen se angosta hacia su extremo caudalmente miden 0.3 cm. de longitud.

Pupas: Desnudas aplanadas proyecciones en la región del proneto (lateralmente). Se envuelven en restos de granos formando una cubierta protectora y camuflada.

Adulto: Son de color café, son muy aplanados y delgados. 0.25 cm. al lado del protórax tiene 6 proyecciones o puntas (sierra) uno en cada lado. Estos nunca vuelan.

Daño: Se alimenta de granos partidos, polvo de granos, productos y subproductos, se cuela facilmente por los empaques debido a su morfología. Es muy rápido el adulto y ágil.

d. Laemophloeus pusillus (Schonh.)

Laemophloeus minutus.

Es uno de los insectos más pequeños que atacan granos. Es aplanado, oblongo, de 0.6 m.m. de longitud de antenas tan largas como 2/3 de su cuerpo.

Su distribución es cosmopolita.

Es incapáz de atacar granos sanos y secos. Frecuentemente está asociado con el Sitophilus oryza L.

Es un saprófago y prefiere alimentarse de residuos de granos, preferiblemente en descomposición.

Huevos: Blancos los coloca en rendijas o en las harinas.

Larvas: Atacan solo el embrión de los granos. En trigo puede hallarse intacto el grano a excepción del germen. Se alimentan de insectos muertos.

La larva empupa es un cocon elaborado con residuos.

El ciclo en condiciones favorables, dura 5 semanas más o menos. En tiempo cálido ese período dura 9 semanas más o menos.

Los otros congéneres, menos comunes, se distinguen por las antenas. Turcicus y pusillus.

L. ferruginens. Antenas = ½ cuerpo.

e. Lasioderma serricorne (E.)

"gorgojo del tabaco" Col. Anobiidae

-Plaga primaria de tabaco
-Ocasionalmente en granos y harinas

El adulto: es robusto, oval, de color amarillo rojizo de más o menos 0.25 m.m.

-Amplia distribución
-Viven 2 - 4 semanas, durante las cuales ponen más o menos 100 huevos cada una.

El desarrollo completo ocurre 6 semanas en período de verano (huevo _____ adulto).

J. Pájaros y Roedores como Plagas de Granos /7

Ratas, ratones y pájaros representan un problema de no poca importancia en los granos almacenados.

Las ratas destruyen, se alimentan y contaminan los granos y en sus heces pueden trasmitir graves enfermedades: peste butínica, tifo exautemático, espiroquetas, lephosperosis, triquinosis y baterias tóxicas, a humanos y vertebrados.

Se estima que la población de ratas en el mundo es igual a la humana pero en densidad sus comunidades son hasta el doble o más.

Se calculan en 3.5 pulgadas de descendientes por día. Los daños se calculan en el equivalente de la producción de 200.000 granjeros por año.

Spencer (1954) dice que cada rata puede consumir 20 libras de grano por año. Esto equivale a 10 veces el alimento que consume un hombre en proporción a su peso. Los daños reportados ascienden a 200 millones de bushels por año.

Los daños en maíz son graves por mermar la calidad, abrir campo a otras plagas y causar mermas en el peso.

1. Rattus norvegicus Erx leven - Rata Noruega. Es la más abundante especie de granos. Originaria de Asia. Está en todo el mundo, vive en galerías en pisos o lugares guarecidos. Crece hasta 40 cm. de largo y pesa hasta 1 libra.

Su radio de acción es de 75 a 100 pies (30 m.) del lugar donde hay granos y su alimentación la hace en las primeras horas de la noche preferencialmente.

Teme cruzar espacios abiertos y prefiere rodear por paredes los recintos.

Las ratitas se alimentan de granos a partir del 3-4 mes. El período de gestación dura 21 - 25 días. Cada hembra tiene de 10 a 12 camadas con (6 a 22 ratas jóvenes) y un promedio de 8 a 10 por camada.

Dykstra (1954) calculó que un par de ratas pueden consumir 27 libras de grano entre otoño e invierno. En este período ellos dejaron 25.000 gránulos fecales y $1\frac{1}{2}$ galones de orina. Sus pelos contaminan los granos.

2. Ratones. Son mucho más numerosos que las ratas. En solo USA la "Fish and wild life Service", calcula que hay 1 billón de ellos 1×10^{15}. La sp. más dañina es la especie casera.

Mus musculus. Linneo la cual en suma, causa más daño en granos que la rata.

Son roedores de color gris, parduzcos, patas pálidas, pesan 1/2 onza a 3/4 de libra. Las hembras tienen 6 - 7 camadas, de 5 a 6 miembros cada uno al año.

Una pareja puede consumir 4 libras de alimento entre otoño e invierno. Cada uno excreta 48 granulos por día y cerca de $\frac{1}{2}$ cc. de orina.

Su radio de acción no es mayor de 50 pies cuadrados. Pueden vivir un año.

Formas de contaminar los roedores

Se inicia en el campo. Los granos que parte la "combinada" son fuente para infestaciones en campo y luego en la bodega.

Los granos deben llevarse a sitios adecuados y protegidos.

Prevención y control

Ratas y ratones requieren alimento y guarida. No pueden sobrevivir si falta uno de ellos. El refugio es más importante para las ratas que para los ratones.

Factores para resolver problemas de roedores:

1. Eliminar empaques y residuos de granos almacenados.
   Limpieza.

2. Construir bodegas adecuadas.

3. Controlar con rodenticidas - gatos o perros. Trampeos.

K. Clave para la Identificación de las Plagas Insectiles más Comunes de Productos Almacenados

Coleoptera (Cucarrones)

1. Cucarrones con pico largo. Larvas ápodas, dentro de los granos o cualquier otro material duro.

   a. Adulto: Cucarrón negro o rojizo sin manchas, se encuentra en trigo, cebada, maíz, macarrones u otros productos duros.

      Picudo de los graneros

      Sitophilus granarius (L.)

   b. Adulto: Rojo o negruzco con cuatro manchas ligeras más o menos oscuras sobre el dorso. Hábitos similares al picudo de los graneros.
      Picudo del arroz.

      Sitophilus oryza (L.)

2. Cucarrones sin pico. Larvas con patas.

a. Adultos de color pardo rojizo.

1) Adulto tan ancho como la mitad del largo

a) Adulto con líneas diminutas en la espalda. Larvas con pocos pelos y cortos.

Cucarrones de las droguerías.

Stegobium paniceum (L.)

b) Adulto sin líneas en la espalda. Larvas con pelos largos.

Cucarrón de los cigarrillos

Lasioderma serricorne (F)

c) Adulto con aspecto de araña con manchas blancas definidas sobre fondo negro.

Larvas: chizas blancas en sacos se encuentran en situaciones muy variadas. Cucarrón araña de las manchas blancas.

Ptinus fur L.

2) Adultos menos anchos que la mitad del largo. Larvas muy similares.

a) Adultos con las mandíbulas proyectadas hacia fuera al frente como cuernos grandes. Cucarrón cuernilargo de la harina.

Gnathoceras cornutus (F.)

Se encuentra en la harina, granza y otros productos.

1) Adulto plano, sin "cuernos", produce un olor desagradable al triturarlo entre los dedos. Cucarrón confundido de las harinas.

Tribolium confusum Duval

2) Color castaño. Tribolium castaneum

b) Adultos cucarrones de la harina muy pequeños. Cucarrón de ojos pequeños de la harina.

Palorus ratzeburgi Wissm.

c) Adulto, largo, delgado, con dientes a los lados del tórax. Cucarrón dientes de sierra de los granos.

Oryzaephilus surinamensis (L.)

d) Adulto, tórax de bordes rectos, casi tan ancho como el abdomen, sin dientes a los lados del tórax.

Cathartus cuadricollis (Guér)

e) Adulto robusto, con las antenas agrandadas en el extremo, tórax con nudos en los ángulos frontales.

Ahasverus advena (Walh)

f) Adulto pequeño y delgado; antenas largas y delgadas. Cucarrón plano de la harina.

Laemophloeus minutus (Oliv)

b. Adultos negros, grises, azulosos o de colores variados, nunca pardo rojizos.

1) Cucarrones negros, grandes de más de 6 m.m. de largo. Larva de 12 ó más m.m. de largo.

a) Adulto. Cucarrón de 12 m.m. de largo. Larvas amarillas redondas, llegan hasta 35 m.m. de longitud. Cucarrón amarillo de las harinas (meal).

Tenebrio molitor L.

b) Adulto de más de 6 m.m. de longitud. Cuelludo.

Tenebroides mauritanicus (L.)

2) Cucarrones pequeños, de menos de 6 m.m. de largo negros, azulosos, grises o variados.

a) Adultos. Cucarrones grises rollizos, se encuentran en arvejas y fríjoles.

-Con manchas pequeñas pero definidas en arvejas. Gorgojo de las arvejas

Bruchus pisorum (L.)

- Sin manchas blancas definidas, en frijoles. Gorgojo del frijol.

Acanthocelides obtectus (Say)

b) Adulto negro, pardo oscuro o azuloso o de color variado.

-Adulto pardo oscuro o negro con una banda clara a través de la mitad del cuerpo. Larvas cubiertas de pelos largos. Cucarrón de la manteca.

Dermetes lardarius L

-Adulto color azul acero, patas rojizas 5 m.m. de longitud. Larva blanca con la cabeza parda. En carnes curadas. Cucarrón patirrojo del jamón.

Necrobiaa rufipes (De G)

-Adulto cucarrón negro pequeño manchado de gris y pardo claro; larvas con pelos largos en la parte caudal. Cucarrón de los armarios.

Trogoderma ornatum (Say)

Lepidoptera (polillas)

Adulto: Alas angostas puntudas, bordeadas de pelos. Las larvas se encuentran en el interior de los granos de maíz, trigo, etc. emergen como adultos por huecos redondos pequeños. Polilla "angoumois" de los granos.

Sitotroga cerealella (Oliv)

Adulto: Parte media interna de las alas anteriores de color pardo claro, mitad externa oscura. Larvas amarillentas, verdes, o rosadas, viven libres, no en tubos de seda. Polilla India de la harina.

Plodia interpunctella (Hub)

Base y porción externa de las alas anteriores roja parduzca, porción media blancuzca. Larvas grises, más oscuras en los extremos. Tejen una red sobre el alimento para unirlo, viven en un tubo de seda, en alimento húmedo o residuos vegetales. Polilla puntuda de la harina.

PyRalis Farinalis (L.)

Adulto grisoso con bandas negruzcas a través de las alas que parecen una letra V ó W. Larvas blancas amarillentas o rosadas, a menudo con una mancha oscura cerca de la mitad del cuerpo. Se encuentra en la harina. Polilla de la harina del mediterráneo.

Ephestia kuhniella Zeller

LITERATURA CONSULTADA

1. CHAPMAN y SHEPARD. Clave de identificación de plagas de granos. s.l., s.e., 1932.

2. INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION. Method of test infestation by x-ray examination. ISO. Recomendation 1162. 1970.

3. LIZARAZO, L. J. Compendio general sobre normas de clasificación de los granos y algunas nociones sobre su cultivo y naturaleza. II. Manejo, tratamiento y conservación de granos. In Curso para Laboratoristas de Planta del IDEMA, Bogotá, 17 de Agosto al 15 de Diciembre, 1970. Documentos y conferencias. Bogotá, IICA-CIRA, Programa Nacional de Capacitación Agropecuaria, 1970. v. 2, p. irr.

4. MALLIS, A. Handbook of pest control. New York, N.Y., Mc. Nair Porland, 1960. 1132 p.

5. MARGHERITIS, A. y RIZZO, H. Lepidópteros de interés agrícola. Buenos Aires, Suramericana, 1965. 193 p.

6. METCALF y FLINT. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. México, D.F., CECSA, 1965.

7. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Pest control of grain crops and stored grains. Traducido por R.T. Cotton Washington, D.C., USDA, 1963.

8. _____. Insectos; las plagas en la agricultura y sistemas para combatirlas. México, D.F., Herrero, 1965. 875 p.

PARTE CUARTA

FITOPATOLOGIA

FITOPATOGENOS EN GRANOS ALMACENADOS

(José María Rodríguez)

FITOPATOGENOS EN GRANOS ALMACENADOS

José María Rodríguez*

Introducción

La microflora de granos almacenados incluye una amplia variedad de hongos, bacterias y actenomycetos. Estos microorganismos son los mismos que se encuentran en el suelo, el aire y sobre las plantas y animales.

La actividad de estos microorganismos se calcula que arroja unas pérdidas cercanas al 5 por ciento de la producción mundial de los granos; mientras que el tratamiento a su actividad acarrea aún mayores gastos que se suman a los costos de secamiento y almacenamiento.

La actividad de los hongos disminuye la clasificación comercial de los granos y obliga a venderlos prematuramente.

En general los hongos y bacterias están presentes en los granos y sus productos en forma latente. Sus especies y abundacia dependen de factores tales como: el clima bajo el cual los granos son producidos, las condiciones de almacenamiento y de la composición de los granos.

Las pérdidas mundiales de granos son cada año mayores principalmente en países en los cuales las técnicas en el manejo de los granos no se hallenbien desarrolladas.

También es importante aclarar que todas las especies de los granos y semillas están sujetos a pérdidas durante el almacenamiento.

La magnitud de las pérdidas varían de país a país, de año a año, pero en la India, en partes de Africa y en algunos países suramericanos se estima que el 30 por ciento de la cosecha anual se pierde.

En la mayoría de los países en vía de desarrollo la tendencia general del gobierno es incrementar la producción agrícola pero sin importarle la manera como se va a almacenar el incremento de la producción.

El incremento en la producción y la adquisición de lugares apropiados para su almacenamiento con la aplicación de las técnicas necesarias, deben marchar paralelamente en cualquier plan tendiente a aumentar la producción agrícola.

* Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional de Medellín. Actualmente Ingeniero Asistente de Procesos Agrícolas del ICA.

A. Causas de las Pérdidas de Granos.

Las principales causas de estas pérdidas en calidad y cantidad de las semillas y granos almacenados son: los roedores, insectos, ácaros y hongos.

B. Naturaleza de las pérdidas.

Los principales tipos de pérdidas causados por el crecimiento de hongos en granos almacenados son éstos:

1. Disminución del poder germinativo.
2. Decoloro parcial o total del grano.
3. Calentamiento y moho.
4. Algunos cambios bioquímicos.
5. Producción de toxinas perjudiciales al hombre y a los animales domésticos.
6. Pérdida de peso.

En un caso dado de granos deteriorados uno o más de estos cambios pueden haber ocurrido dependiendo del estado hasta el cual haya progresado el daño. También en cualquier caso de granos dañados por los hongos de almacenamiento los tres primeros de los cambios enumerados ocurren en el orden dado. Algunos cambios bioquímicos y la pérdida en peso de los granos acompañará los otros cambios desde el comienzo.

Todos estos cambios incluyendo la producción de toxinas pueden ocurrir sin que el hongo responsable de ellas llegue a ser visible al ojo humano. En general la naturaleza inconspicua de los hongos es reconocida como la principal causa del deterioro de los granos almacenados.

C. El Grano y el Medio Ambiente.

Todos los organismos vivientes están sujetos a la influencia de los factores físicos, químicos y biológicos del medio ambiente que los rodea. En el caso de los granos y semillas los factores físicos tales como la temperatura y la humedad tienen una influencia decisiva sobre su conservación.

Existen entre otras, tres propiedades de los granos y de las semillas que determinan en gran parte su comportamiento o reacción ante los factores ecológicos y son: (1) la baja conductividad térmica; (2) la capacidad de absorción del agua; (3) la naturaleza porosa del grano.

1. La conductividad térmica es característica y específica para cada uno de los granos y se define como la velocidad con que el calor es trasmitido desde una zona caliente a una fría a través de la masa del grano. Al contrario de lo que ocurre con los conductores físicos en los cuales la conductividad térmica es independiente de la forma, la conductividad térmica de los granos depende de la forma, tamaño y textura de los mismos.

La conductividad térmica es baja en todos los granos, éstos hacen que aunque se presenten focos de calentamiento en la masa del grano, éste calor sea trasmitido lentamente propiciando de esta forma medios apropiados para el desarrollo de hongos e insectos.

El conocimiento de la conductividad térmica de los granos es importante para poder almacenarlos eficientemente.

2. Capacidad de absorción del agua. El agua se encuentra retenida en los granos en tres formas diferentes que son:

a. Agua libre, que es la retenida en los espacios intergranulares.
b. Agua absorbida o de constitución física que es la retenida físicamente por las moléculas de carbohidratos, proteínas del grano.
c. Agua de composición o sea la que forma los carbohidratos, proteínas, etc., del grano.

Los determinadores de humedad determinan el agua libre más el agua de constitución física de los granos.

El contenido de humedad de los granos tiende a estar en equilibrio con la humedad relativa del aire que rodea los granos para una determinada temperatura. Esto hace que el grano absorba o ceda humedad del aire dependiendo tanto de la presión de vapor del grano como de la presión de vapor del aire circundante.

Si la presión del vapor del aire es mayor que la del grano, el grano absorberá humedad y si la presión del vapor del aire es menor que la del grano, el grano cederá parte de su humedad; los intercambios de humedad se realizan hasta cuando se alcance el equilibrio o sea hasta cuando las presiones de vapor se igualen.

La presión de vapor del grano depende de: su contenido de humedad y de su temperatura y la del aire depende de su humedad relativa y de su temperatura.

3. La naturaleza porosa del grano es la responsable de la difusión del aire a través de ellos como también de la lentitud con que el calor es trasmitido. Debido a la naturaleza porosa de los granos podemos remover el calor producido por la respiración de los granos y la actividad fitopatógena por medio de la aireación.

D. Cambios Químicos, Físicos y Nutritivos durante el Almacenamiento.

Los cambios químicos, muchos de ellos tienen un profundo efecto sobre el valor nutritivo, son continuamente realizados en todos los granos y productos molidos de granos prescindiendo de cómo ellos son almacenados. Con muy pocas excepciones estos cambios tienden a ser perjudiciales a la calidad de los productos. Los cambios físicos, químicos y nutritivos de los granos durante el almacenamiento están ligados entre sí y en general unos son consecuencia de los otros; por ello uno de los objetivos primarios del almacenamiento de los granos será controlar las condiciones de almacenamiento donde quiera que sea práctico, de tal forma que la calidad original de los productos sea mantenida o los cambios deterioratívos sean minimizados.

1. Factores que influyen en los cambios deterioratívos. Los más importantes de los factores conocidos que influyen en la rata de deterioro de los granos en el almacenamiento son: el contenido de humedad; la temperatura; el suministro de oxígeno; la "condición" o presencia de impurezas; la carencia de estructuras adecuadas para el manejo y facilidades de almacenamiento; la presencia de microorganismos; el desconocimiento de las técnicas de almacenamiento y el manejo deficiente de los granos.

Cada uno de estos factores están estrechamente relacionados entre sí. Así por ejemplo, muchos lotes de trigos y maíz son almacenados a contenidos de humedad suficiente para el crecimiento de hongos en ellos, sin embargo, su contenido de humedad seguro para el almacenamiento dependerá en parte de la temperatura de este grano durante el almacenamiento, la duración del almacenamiento y de la presencia de hongos. A pesar de que cada uno de estos factores son estudiados individualmente, debe reconocerse que éstos están relacionados y son inseparables.

a. La Humedad. De los varios factores que influyen en la rata de deterioro de los granos, la humedad es por muchas razones la más importante.

Si el contenido de humedad es mantenido a un nivel lo suficientemente bajo, el grano puede ser almacenado, por muchos años con poco deterioro aún bajo condiciones de almacenamiento que son de algún modo desfavorables.

En la práctica actual, sin embargo, los granos como vienen de las granjas, y productos harinosos de los granos como ellos son normalmente producidos, a menudo tienen contenido de humedad cercano o por ancima del nivel crítico para almacenamiento seguro.

El deterioro en granos almacenados como un resultado de la excesiva humedad puede ocurrir, lo suficiente fuerte, aunque los granos cuando son colocados en almacenamiento estén dentro de lo que es normalmente considerado un límite seguro de humedad y ser totalmente uniforme su contenido de humedad.

Este fenómeno puede ocurrir cuando existen diferencias marcadas en temperatura o éstas se desarrollan en diferentes partes de los espacios del almacenamiento.

La humedad relativa del aire intersticial en los granos almacenados tiende a permanecer en equilibrio con la humedad de los granos.

A cualquier nivel de humedad relativa, sin embargo, la cantidad presente de vapor de aire por pie cúbico de aire se acrecienta con un incremento de la temperatura.

El aire en el espacio de almacenamiento está en constante movimiento como un resultado de la difusión o de la convección.

Cuando el aire de una región caliente en el grano alcanza una región más fría, debe dar parte de su humedad al grano con el fin de mantener el equilibrio apropiado.

Este intercambio de humedad generalmente se realiza enteramente en la fase vapor, pero, en ejemplos extremos, el aire caliente que alcanza una región fría en el espacio de almacenamiento puede ser enfriado por debajo del punto de rocío, y el agua será condensada sobre las superficies frías del grano o paredes del depósito.

Esta humedad es trasferida desde las regiones más calientes a las más frías del grano almacenado y el daño como un resultado de la humedad excesiva puede ocurrir en partes del espacio de almacenamiento, aunque ninguno de los granos inicialmente contenga suficiente humedad para promover daños.

Son frecuentes las causas de gradientes de temperatura en granos almacenados que traen como resultado primero la traslación de humedad y luego cambios deteriorantes como un resultado de la acumulación local de humedad excesiva.

El contenido máximo de humedad con que un grano debe ser almacenado con seguridad depende esencialmente de estos tres factores:

a) El tipo y condición del grano.
b) El área ecológica donde se encuentran los almacenes empleados y
c) La duración del período de almacenamiento necesario.

b. La Temperatura. Es tan importante como la humedad para mantener la calidad de los granos almacenados. El efecto de la temperatura está basado en el factor fundamental que la velocidad de muchas reacciones químicas se incrementa con un aumento de la temperatura.

Los insectos y hongos de almacenamiento requieren de ciertos niveles de temperatura para su desarrollo. La mayoría de los hongos de almacenamiento se desarrollan a temperaturas de 30° — 32°C.

Experimentos con trigo sano han comprobado que se pueden almacenar granos a niveles de humedad considerados desfavorables siempre que la temperatura se mantenga baja.

Almacenar los granos a bajas temperaturas es tan efectivo como almacenerlos secos.

c. Suministro de oxígeno. Puesto que la respiración aeróbica de los granos y de los microorganismos asociados con los granos envuelva consumo de oxígeno y liberación de dióxido de carbono, el proceso tiende a existir limitado por el suministro de oxígeno.

En un almacenamiento cerrado los intersticios contienen grano, por consiguiente, la concentración de dióxido de carbono se incrementa, la concentración de oxígeno disminuye y la rata de respiración tiende a decrecer. Un amplio suministro de oxígeno, por otra parte, supone respiración; y si la rata de respiración es lo suficientemente alta, el calor producido en el proceso excederá la pérdida de calor y espontáneamente el calentamiento ocurrirá. Este factor será considerado detenidamente en cualquier plan para airear granos almacenados.

Cuando el grano caliente es aireado reduce su temperatura, el efecto benéfico obtenido puede, bajo algunas condiciones, ser más que neutralizar o contrarrestar por movimiento hacia afuera el CO_2 acumulado, incrementando el suministro de oxígeno, estimulando aún la respiración y el calentamiento espontáneo.

Si aire de baja humedad relativa es usado en el proceso de aireación aún, sin embargo, un factor adicional es introducido en el cual el contenido de humedad de los granos es reducido.

Esto tiende a disminuir la rata de respiración y todo el efecto que abarca el proceso de la aireación, es entonces probablemente más benéfico.

Aireando grano aún con aire seco, no obstante, puede ser acompañado por peligros inesperados.

Si caliente, el aire seco es forzado a través de un depósito de grano frío el grano más cercano al aire de admisión secará más rápidamente. El aire absorberá una considerable cantidad de humedad mientras está todavía caliente, y cuando está más tarde enfriado por el grano frío alguna parte de su humedad puede ser entregada.

Así es al menos teóricamente posible incrementar el contenido de humedad de los granos en ciertas partes de un depósito de almacenamiento por aireación de aire seco a través del grano, aunque el contenido de humedad de los granos en conjunto es reducido.

En efecto ha sido sugerido que puede llegar a ser prácticamente común almacenar granos en depósitos herméticamente sellados en atmósferas enteramente libres de oxígeno.

Bajo estas condiciones la respiración y el crecimiento de los mohos serán grandemente inhibidos, insectos y roedores no sobrevivirían y el calentamiento espontáneo no será posible.

Pero aún bajo estas condiciones el deterioro ocurrirá si el contenido de humedad fuera lo suficientemente alto, principalmente como el resultado de la fermentación y la acción de microorganismos anaeróbicos.

Bottomley, Christensen y Geddes han demostrado que ciertas especies de mohos continuarán creciendo en maíz húmedo en la casi completa ausencia de oxígeno.

d. Condición. La actividad de la respiración y la tendencia del grano y sus productos al deterioro en el almacenamiento están considerablemente influídos por la "condición" o "sanidad" "vigor", "pureza", "salud" de los productos.

Esta es una de las razones principales por lo que es imposible establecer un máximo límite seguro de humedad para el almacenamiento de cualquier grano o producto de granos.

Beioley y Gurjar fueron los primeros en demostrar experimentalmente que la rata de respiración bajo condiciones controladas de temperatura, suministro de oxígeno y contenido de humedad fue claramente mayor para trigo falto de "salud" que para trigo sano.

Es comúnmente observado bajo condiciones prácticas de almacenamiento, que los granos que contienen un alto porcentaje de semillas dañadas o muestran otras evidencias de mal estado, es mucho más rápidamente calentado en el almacenamiento que el grano sano del mismo contenido de humedad.

Las razones para esta diferencia en el comportamiento en el almacenamiento entre granos sanos y dañados no parecen estar completamente entendidas, y han sido el sujeto de considerables especulaciones. El grano no sano puede generalmente estar expuesto al albergue de mayor número de esporas de mohos y bacterias que el grano sano, y puesto que la actividad respiratoria es

una masa de grano, es debida a los microorganismos más que del grano en sí mismo; el grano en mal estado estará expuesto a exhibir más rápidamente respiración que el grano sano.

Milner y Geddes opinan que los granos dañados son nutrientes requeridos para el crecimiento de los mohos en cualquier nivel de humedad.

Una interesante especulación como observación a este problema está en la posible relación entre las razones del agua de "constitución" y del agua "libre" en granos sanos y dañados y la relación con el aumento en la respiración y la rata de crecimiento de los mohos.

Ha sido observado repetidamente que la conducitividad hidraúlica de granos en mal estado medidos con la conductivity-tipe electric moisture meters, es generalmente más alta que la del grano sano del mismo contenido de humedad.

La razón para esta diferencia en conductividad no es conocida, pero parece razonable suponer que cuando el grano padece o sufre deterioro la parte de su humedad que está mantenida firmemente en una estrecha unión física con las proteínas y posiblemente con otros constituyentes del grano, puede ser liberada gradualmente, y así incrementar el contenido de agua "libre" del grano sin cambio en su contenido de humedad total.

Sin embargo, puesto que la humedad relativa del aire intersticial en grano almacenado presumiblemente depende más estrechamente de la humedad libre que de la humedad total de los granos, y puesto que la actividad respiratoria asociada con el crecimiento de los mohos en su comportamiento ha sido demostrado, depende grandemente de la humedad relativa de los alrededores del grano, por consiguiente que un incremento de la razón del agua libre al agua de enlace físico, puede explicar al menos en parte la respiración más rápida de los granos en mal estado a un nivel de contenido de humedad dado y su mayor tendencia a sufrir calentamiento espontáneo. Razonando se puede concluír que la conductividad eléctrica de los granos puede ser un índice mejor que su contenido de humedad de su probable comportamiento en el almacenamiento,

La presencia de grano roto o de impurezas indudablemente es un factor negativo para que los granos se almacenen y sobre todo se conserven en buenas condiciones por un tiempo limitado bajo cualquier condición ecológica prevalente.

Los granos rotos y las impurezas que se presentan en aquellos volúmenes de granos que se van a almacenar representan aparte de la contaminación en sí, una amenaza para la buena conservación de los productos, ya que el grano en estas condiciones presenta un medio favorable para el desarrollo de insectos y fitopatógenos que perjudican y demeritan la calidad de los granos.

Para las medidas de acondicionamiento de granos es más difícil trabajar cuando éstos tienen un alto contenido de impurezas, ya que durante los procesos de fumigación o protección de ellos con insecticidas residuales, estos materiales de impurezas contribuyen a hacer ineficaces estas medidas por su mayor fijación de mayor químico por unidad, desvirtúan el proceso de manejo y almacenamiento del grano, lo cual afecta en forma negativa la conservación de estos granos.

e. Carencia. La seguridad con que los granos son almacenados depende del tipo de estructura utilizado. La función primordial de cualquier estructura de almacenamiento es preservar los granos contra las condiciones ambientales, mantener su calidad y minimizar las pérdidas.

Para construir cualquier planta de conservación debe tenerse en cuenta:

a) Región beneficiada.
b) Volúmenes a almacenar.
c) Condiciones ambientales de la región.

Es importante aclarar que durante el almacenamiento no se le suministra calidad al grano almacenado y siempre la calidad final de cualquier grano almacenado será menor que la inicial.

Toda planta de almacenamiento debe estar acompañada del equipo necesario para el manejo, limpieza, secado, aplicación de fumigantes de los granos.

Los granos almacenados deficientemente están expuestos a las temperaturas y humedades desfavorables del medio que los rodea.

f. Caracterización de la microflora. Los hongos, bacterias y actenomycetos son morfologicamente simples mircroorganismos que están clasificados en la división THALLOPHYTA.

Los hongos están comunmente divididos sobre la morfología de su crecimiento en mohos, levaduras y hongos imperfectos.

Muchos problemas comunes de granos almacenados, como el de pérdidas severas en los granos almacenados, son el resultado de invasiones de hongos que no pueden ser vistos.

Los trabajos a través de los años han establecido que algunos de los hongos que invaden las semillas almacenadas tienen una tremenda influencia sobre el grado, condición y la calidad o almacenabilidad de los granos. Más de 150 especies de hongos han sido aislados de las semillas de cereales.

Los hongos que invaden los granos y semillas se pueden dividir en dos grupos sobre la base de su comportamiento en hongos del campo y hongos de almacenamiento.

Hongos del Campo. Estos hongos invaden los granos o semillas antes de las cosechas, mientras las plantas están creciendo en el campo o después de que el grano es cortado y es trillado. Hay algunas excepciones a éste, especialmente en maíces almacenados en tusa y expuestas a las condiciones atmosféricas; bajo tales condiciones pueden ser invadidas por los hongos del campo, o los hongos del campo ya presentes pueden continuar su crecimiento.

Los hongos del campo predominantes difieren en muchos casos de acuerdo al producto, la región o la localización geográfica y las condiciones atmosféricas, pero en trigo, arroz, cebada y avena crecen en muchos de los países del mundo. Los principales hongos del campo que invaden los granos son las especies de Alternaria, Cladosporium, Helminthosporium y Fusarium, Piricularia.

Alternaria. Es común en muchos granos y semillas, especialmente los cereales aunque no se restringen a estos granos únicamente.

Piricularia y la Alternaria son la causa de la disminución en la siembra en el Meta. Los efectos sobre la almacenabilidad de los granos no es muy conocida, pero sin embargo se presentan ataques en el almacenamiento. Es común a los cultivos de papa y maní.

Cladosporium. Es común en semillas de cereales que han sido expuestos a condiciones húmedas durante las cosechas especialmente en granos cosechados con la cáscara tales como la cebada, avena y arroz.

Puede causar ennegrecimiento de las cáscaras invadidas, pero no se tiene conocimiento del efecto en el almacenamiento.

Helminthosporium. Es común en muchos lotes de semillas de cereales especialmente si las condiciones atmosféricas han sido húmedas justamente antes de la cosecha. Pueden causar decoloración y pérdida de germinabilidad pero no causan pérdida en el almacenamiento.

Fusarium. Son comunes en semillas de cereales recientemente cosechadas. El ataque es tóxico incluyendo al hombre y también indeseables para la alimentación.

Su infección causa la decoloración y muerte de los gérmenes de los granos almacenados. Su desarrollo en almacenamiento causa pérdidas.

Fasarium se desarrolla relativamente rápido en granos almacenados a contenido de humedad de 12-13 y con temperaturas por encima de 70° F.

Con la excepción anterior, el daño que los hongos del campo hacen al grano se efectúa durante el tiempo de cosecha o al menos en el tiempo en que el grano es secado a un contenido de humedad por debajo del 20-22 por ciento. Todos los hongos del campo requieren un contenido de humedad alto en las semillas para desarrollarse. Un contenido de humedad en equilibrio con una humedad relativa de 90 por ciento o más, o sea 20-21 por ciento de humedad, es base de la humedad. Los hongos del campo pueden sobrevivir por años en granos secos. En resumen, los hongos del campo pueden afectar la apariencia y calidad de las semillas para casi todos los propósitos para los cuales las semillas y granos son usados. Generalmente el daño causado por los hongos del campo se presenta antes de la cosecha, y puede ser detectado por inspección de rutina y no continúa su incremento en el almacenamiento. Los hongos del campo se presentan en las semillas durante la cosecha, gradualmente mueren; la duración de ellos depende principalmente del contenido de humedad y de la temperatura de las semillas almacenadas.

g. Naturaleza de los hongos de almacenamiento

1) Especies de hongos y características generales. Los hongos importantes de almacenamiento comprenden alrededor de 12 especies de Aspergillus de los cuales 5 son comunes. Varias especies de Penicillium, sin poder separar una especie de otra debido a los requerimientos de humedad, son los mismos para todas las especies; una especie única de Sporendonema y posiblemente unas pocas especies de levaduras.

Resumen

	Candidus	
	Niger	A. Ruber
Aspergillus:	Flavus	A. Repens
	Glaucus -----:	A. Amsteladami
	Fumigatus	A. Restrictus
	Penicillium Sp :	Oxilacum

Giberella Orizae.
Sporendonema.
Ciertas levaduras.

Los Aspergillus : Restrictus
Repens
Ruber
Amstelodami

son todos conocidos como Asperguillus Glaucus y tienen la propiedad de crecer bajo contenidos de humedad que están en aquilibrio con humedades relativas de 70 - 90 por ciento y muchos de ellos son comunes a una gran variedad de materiales orgánicos e inorgánicos.

El hongo más común de los granos almacenados es el Asperguillus Glaucus.

2) Cuando los hongos del almacenamiento invaden la semilla. Con raras excepciones los hongos del almacenamiento no atacan los granos antes de la cosecha. Hasta ahora existe evidencia de que el A. Glaucus puede atacar los granos antes de la cosecha.

Los granos pueden ser infestados en:

a) La combinada.
b) Los elevadores de carga y descarga.
c) Los silos.
d) Equipos de aplicación de fumigantes.

3) Condiciones que favorecen el desarrollo de los hongos de almacenamiento. Las principales condiciones que influyen en el desarrollo de los hongos de almacenamiento en los granos almacenados son:

a) Contenido de humedad de los granos almacenados.
b) La temperatura.
c) La duración del almacenamiento.
d) El grado de infestación de los granos al momento de almacenarlos.
e) La cantidad de materias extrañas presentes en los granos.
f) La actividad de insectos y ácaros.

Cada una de estas condiciones está estrechamente relacionada a muchas de las otras.

a) Contenido de Humedad. Para cada una de las especies comunes de los hongos de almacenamiento, hay un contenido mínimo de humedad en los granos bajo los cuales no pueden crecer. Este contenido de humedad ha sido determinado bastante aproximado para muchos de los hongos comunes de almacenamiento.

Los más resistentes de los hongos de almacenamiento o sea el Aspergillus restrictus y el As. halophilicus, no pueden desarrollarse por debajo de contenidos de humedad que estén en equilibrio con una humedad relativa de aproximadamente 65 por ciento.

Cualquier semilla cuyo contenido de humedad esté por debajo del que está en equilibrio con una humedad relativa del 65 por ciento, estará por consiguiente seguro de invasiones por hongos de almacenamiento.

Si el trigo es almacenado a contenido de humedad de 14 - 14.5 por ciento a temperatura cercana a 70°F será levemente invadida por As. restrictus, y la rata de invasión y el daño causado seguirá siendo proporcional al contenido de humedad.

Si el grano permanece solamente a contenido de humedad menor del 15 por ciento, el As. restrictus predomina en el trigo almacenado por varios meses.

A contenidos de humedad ligeramente por encima del 15 por ciento, otras especies del As. glaucus tales como As. repens, As. amstelodami y As. ruber predominan y pueden mantener su predominio aún a contenidos de humedad superiores al 18 por ciento.

Los As. repens, amsteclodami y ruber, todos miembros del grupo del As. glaucus están tan estrechamente relacionados que solamente el experto puede distinguir una de otra cuando invaden el trigo o el maíz almacenado a contenidos de humedades del 15 al 17 por ciento.

Si inoculamos sobre una muestra de trigo del que todos los hongos componentes del almacenamiento han sido eliminados, algunas de estas especies pueden crecer a contenidos de humedad tan bajos como puede hacerlo el As. restrictus. Pero si es una población mixta, miembros del grupo As. glaucus seguramente pueden predominar a un contenido de humedad del 14.5 al 15 por ciento y a contenidos de humedad por encima de 17 por ciento, ellos serán reemplazados, no obstante, por otras especies.

Estas tres especies comunes forman pequeños cuerpos esféricos de color amarillo técnicamente conocido como perithecia, sobre la superficie de las semillas que han invadido. En los cereales de semillas altamente

harinosas incluyendo el trigo y el maíz, estas perithecias son formadas solamente si el contenido de humedad de los granos es superior a 15.5 por ciento y es prácticamente común que ellos solamente se formen a contenidos de humedad entre 15.5 y 16 por ciento.

Cuando se forman perithecias en los granos puede afirmarse que fue almacenado con un contenido de humedad del 15 por ciento o más y a temperaturas de 65°F. o mayores.

El Asperguillus Candidus crece en números considerables por encima del 15 por ciento o sea del 16 por ciento al 17 por ciento.

El Asperguillus Niger tiene un desarrollo óptimo al 18.3 por ciento de humedad.

El Asperguillus Flavus se desarrolla del 18 por ciento en adelante siendo su crecimiento óptimo por encima del 19 por ciento.

El Penecillium Sp. tiene un desarrollo óptimo al 16.3 por ciento.

En el rango de contenido de humedad entre 14.0 y 15.5 por ciento en las semillas de cereales harinosas, o entre 13 por ciento y 14 por ciento en la soya, la diferencia de solamente 0.2 por ciento en contenido de humedad implica una gran diferencia en la rata de crecimiento de los hongos de almacenamiento y en el daño que puedan causar para un tiempo dado.

La siguiente table da los contenidos de humedad máximos como se deben almacenar ciertos granos para un período de un año y una disminución del 2 por ciento en cada uno de los contenidos puede prolongar el tiempo de almacenamiento hasta cinco años siempre y cuando la temperatura se mantenga por debajo de 70°F.

Especies de Grano	% de Humedad
Maíz desgranado, avena, sorgo.	13.0
Trigo rojo de invierno (duro)	13.0 - 13.5
Trigo rojo de invierno (blando)	13.0 - 14.0
Trigo rojo de primavera (duro)	14.0 - 14.5
Soya.	11.0

b) Temperatura. Los hongos comunes de almacenamiento crecen rápidamente a temperaturas entre 30 y 32°C. y su rata de crecimiento decrece a medida que la temperatura disminuye. Algunas especies de As. Glaucus crecen lentamente a temperaturas entre 35 y 40°F. y algunas especies de Penicilium, que requieren un contenido de humedad mayor que las especies resistentes de Asperguillus crecen a temperaturas por debajo del punto de congelación.

Se ha demostrado que la temperatura baja es tan efectiva como el contenido de humedad baja en la preservación de daños por hongos.

Según los requerimientos de temperatura los hongos se clasifican en: sicrófilos, mesófilos, y termófilos.

	Temperatura en °C.		
	Mínimas	Optimas	Máximas
Sicrófilos	- 8 a 0°C.	10 a 20	25 a 30
Mesófilos	5 a 25	20 a 40	40 a 45
Termófilos	25 a 40	50 a 60	70 a 80

c) Duración del Almacenamiento. La duración del almacenamiento de los granos es importante por que de él depende la elasticidad o drasticidad en las medidas tomadas para la conservación de los granos.

Económicamente se debe tener en cuenta este factor ya que los controles para tiempo relativamente corto tiende a ser más elástico y el contenido de humedad y la temperatura al momento del almacenamiento pueden variar.

El grado con que han sido invadidos los granos por los hongos al momento de su almacenamiento va a determinar su manejo a la mayor o menor dificultad.

Cuando los granos se encuentran altamente atacados al momento de su almacenamiento se van a presentar fuertes calentamientos debido a la actividad respiratoria de los hongos y de los granos, además los tratamientos preventivos al comienzo pueden detener en parte un mayor desarrollo de los hongos pero al final el ataque siempre va a ser mayor que el inicial.

Cuando la infestación es baja, el manejo de los granos se facilita y las técnicas de conservación son aplicadas más eficientemente.

E. El Proceso Respiratorio y el Calentamiento "Espontáneo".

Algunos investigadores consideran que los hongos son los responsables del fenómeno del calentamiento "espontáneo". Se reconoce, sin embargo, que el calentamiento producido en los granos almacenados es debido tanto a la respiración del grano como a la actividad de los hongos. Si el grano se encuentra infestado con insectos, ellos también contribuyen con su respiración a la producción de calor.

También es cierto que el incremento en la actividad respiratoria de los granos ocurre cuando el contenido de humedad de los granos excede ciertos rangos críticos y su actividad respiratoria predomina bajo tales condiciones.

Normalmente en los granos secos la actividad respiratoria se ha casi detenido.

Algunos investigadores han reportado que la autooxidación química puede realizarse simultáneamente con ó independientemente de la actividad biológica y es responsable del calentamiento.

En general, el calor total generado durante un almacenamiento es la suma de las actividades respiratorias de los granos, los hongos y los insectos. Unas de las investigaciones tendientes a realizarse sería la determinación de los calores generados por los diferentes cuerpos responsables durante el almacenamiento y definir cual es el mayor y más importante de controlar.

En muchos almacenamientos el calentamiento llega a temperaturas de 55°C.

Los factores que contribuyen a la respiración de los granos son: la temperatura, la humedad y la aireación.

1. Respiración aeróbica y anaeróbica. El proceso respiratorio ocurre en toda célula viva y suministra la energía requerida para que el protoplasma pueda realizar sus funciones metabólicas.

Bajo condiciones aeróbicas el oxígeno libre es absorbido y los compuestos orgánicos, particularmente los carbohidratos y las grasas son óxidadas con la formación de CO_2 y agua como producto final. La oxidación de estas sustancias ocurre en la célula viva sin el uso del oxígeno molecular.

La respiración anaeróbica se realiza en la ausencia de oxígeno libre y como productos finales siempre se obtiene un producto de menor peso molecular y H_2O más alcohol.

La respiración anaeróbica es una combustión incompleta.

Esta respiración cobija la fermentación exterior de muchos microorganismos.

La combustión completa de un carbohidrato típico y una grasa están representados en las siguientes ecuaciones :

D-glucosa.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + 677.2 \text{ Cal.}$$

180 gr. 134.4 l. 134.4 l. 108 gr.

1.0 gr. 6.747 l. 0.747 l. 0.60 gr. 3.76 Cal

Se representan los requerimientos de pesos totales y unitarios con la siguiente producción de energía.

En resumen: 1 litro de oxígeno consumido = 5.04 Cal.
1 litro de CO_2 producido = 5.04 Cal.

Trip almitina :

$$(C_{15}H_{31}COO)_3C_3H_3 + 72\tfrac{1}{2}O_2 = 51CO_2 + 49H_2O + 7.616.7 \text{ Cal.}$$

806.8 grs. 1624 l. 1.142.4 l. 833 grs.
1.0 grs. 2.88 l. 1.42 l. 1.09 grs. 9.44 Cal.

En resumen: 1 litro de oxígeno consumido = 4.69 Cal.
1 litro de CO_2 producido = 6.67 Cal.

F. Tipos de Cambios que Ocurren en el Almacenamiento.

a. Cambios de Carbohidratos.
b. Cambios de Proteínas.
c. Cambios de Grasas.
d. Cambios de Minerales.
e. Cambios de Vitaminas.

Indices de deterioro.

Indices físicos de deterioro. Hay índices físicos de deterioro de los granos en almacenamiento que pueden ser medidos por pruebas comunes usadas con la práctica de inspección de los granos. Estos índices son generalmente: apariencia, temperatura, olor, semillas dañadas e insectos perjudiciales.

Cuando el grano es deteriorado en el almacenamiento, especialmente cuando el deterioro es causado por calentamiento espontáneo, el grano pierde su brillo natural y llega a ser más opaco y sin vida en apariencia.

Esta apariencia no natural es un indicativo de que otros índices físicos de deterioro pueden estar presentes en el grano y el grano será examinado estrechamente para detectar cuál de ellos es.

La apariencia general tan solo, como un índice de deterioro es considerado como un factor de calidad en la rutina de inspección y clasificación de cebada, avena, granos de sorgo y soya.

La apariencia general de cualquier tipo de grano refleja la extensión del grado de mal estado de los granos.

Las temperaturas altas en los granos, que son el resultado del calentamiento espontáneo, son causadas primariamente por el crecimiento de mohos y esta condición ocurre cuando el grano almacenado contiene excesiva humedad.

La presencia de insectos en número grande puede también calentar el grano.

Las temperaturas altas en granos, si resultan del calentamiento espontáneo es un índice positivo del deterioro y aún ligeras elevaciones de temperatura por encima de las consideradas normales, bajo las condiciones que prevalecen, pueden indicar un deterioro incipiente.

Olores anormales, tales como añejo o pasado u olores acre, están generalmente asociados con granos que presentan calentamiento o que están malamente deteriorados. Los olores acre están presentes en granos que han sufrido fermentación. Olores de pasado son generalmente causados por el crecimiento de ciertos mohos. Los granos pueden poseer un olor de pasado o de acre al comienzo del estado de deterioro, pero estos olores generalmente ocurren solamente cuando los granos han alcanzado un estado bastante avanzado de deterioro.

Las semillas con gérmenes dañados, generalmente causado por el crecimiento de moho o calentamiento espontáneo, calor-daño, y semillas germinadas-dañadas, indican deterioro diferente en el grano.

Estos tipos de semillas dañadas ocurren frecuentemente en granos almacenados que contienen excesiva humedad y que no son aireados y manejados apropiadamente para prevenir el deterioro.

G. Utilización de los Granos y Productos de Granos Dañados en el Almacenamiento.

Los granos y sus productos que han sufrido fermentación o serios calentamientos espontáneos,que han llegado a estar infestados con mohos, insectos o roedores, o por otra parte, dañados materialmente durante el almacenamiento, son ordinariamente considerados no disponibles para usarlos como alimento humano.

Desafortunadamente, cantidades considerables de grano en mal estado encuentran su camino en la alimentación humana como un resultado de la común pero cuestionable práctica de mezclar grano en mal estado con grano sano en tal proporción que la mezcla final es de calidad aceptable.

Aunque la alimentación con granos en mal estado es generalmente considerada como una práctica aceptable será recordado que en algunos casos los granos o productos dañados pueden ser tóxicos.

Los caballos y ovejas no se alimentarán con productos en mal estado.

Los caballos son particularmente sensitivos a las principales toxinas que pueden estar presentes en granos dañados y las ovejas rehusan frecuentemente a comer tales productos.

Las aves son generalmente menos susceptibles a cualquier efecto perjudicial al comer granos en mal estado.

Los granos o sus productos infestados con los hongos Gibberella son altamente tóxicos a todas las aves y nunca será usado como alimento.

Animales que comen productos infestados con este hongo están probablemente expuestos a morir envenenados.

La actividad de los microorganismos disminuye la viabilidad, la calidad del almacenamiento, valor nutritivo, su cualidad de comestible y la utilidad industrial de granos y sus productos.

1. Viabilidad. La viabilidad de los granos decrece rápidamente cuando los microorganismos se desarrollan. También disminuye, aunque lentamente, cuando los micreoorganismos presumiblemente detienen el crecimiento en granos almacenados.

Su desmejoramiento bajo condiciones posteriores se cree es debido a la degeneración de proteínas dentro del embrión, (90), pero la causa principal no ha sido bien establecida.

2. Valor nutritivo. El valor nutritivo de los granos es disminuído por la actividad de los microorganismos. Su reducción es proporcional a los cambios en calidad y cantidad de carbohidratos, grasas y proteinas y a las sustancias tóxicas y otros cuerpos elaborados por los microorganismos. Excepto para el contenido de vitaminas, el valor nutritivo de los tejidos con mohos es bajo.

3. Cualidad de comestibles. La cualidad de comestibles de los granos y sus productos depende de la apariencia, olor y sabor de los materiales y las toxinas alérginicas y microorganismos patógénicos o seudopatogénicos que ellos contienen.

Los granos y los productos deteriorados son generalmente dañinos o potencialmente dañinos a humanos y animales, y por esa razón ellos son cautelosamente ingeridos o comidos.

Las aves de corral que median sobre granos mohosos, pueden inhalar una abundancia de esporas de Aspergillus fumigatus y desarrollar aspergillosis. Muchos animales son sensibles a los granos atacados por fitopatógenos.

H. Control de Fitopatógenos en Granos y Productos de Granos.

La humedad, la temperatura, aireación, p H y los tóxicos químicos son la llave para controlar la actividad de los micreoorganismos.

1. Humedad. La regulación de la humedad es el método práctico para contrarrestar la actividad de los microorganismos en el almacenamiento de granos.

Contenidos de humedad equivalentes al 65 por ciento de H.R. es el límite para almacenamiento por largo tiempo mientras que contenidos de humedad más altos equivalen a 70 y 75 por ciento de humedad relativa, pueden ser utilizados para almacenamientos cortos a temperaturas bajas y para sustancias pobres en proteínas.

Los límites de la humedad para almacenamiento seguro, variarán con las características de las facilidades de almacenamiento las condiciones atmosféricas y el período de almacenamiento esperado.

2. Temperatura. Disminuyendo la temperatura del producto debajo de la óptima para muchos hongos (23 a 30°C) se reduce la actividad de esos organismos y también se alcanza la humedad relativa mínima a la cual el crecimiento es aguantado.

Temperaturas de 4°C. a 1°C. tienen el mismo efecto sobre el crecimiento de las bacterias que humedades tan bajas como del 5 por ciento mientras que temperaturas del 6°C. al 3°C, tienen el mismo efecto sobre los hongos como el de humedades relativas del 5 al 20 por ciento.

3. Aireación. Los granos que contienen humedad insuficiente para soportar el crecimiento de bacterias pueden ser almacenados efectivamente bajo condiciones extrictamente anaeróbicas, aunque el crecimiento de los mohos será inhibido bajo estas condiciones.

La aireación puede retardar pero no prevenir la actividad de los mohos.

Muchos microorganismos toleran altas concentraciones de CO_2 y por tanto el incremento de estas concentraciones puede ser efectivo como control para el desarrollo de microorganismos.

I. Concentración de Hidrogen-ión.

El pH mínimo para el crecimiento de muchas bacterias es 4.0 mientras para muchos hongos el límite es 2.0 y 3.0 . El pH óptimo para el desarrollo bacterial es 6.0 a 7.5 y para hongos de 4.0 a 7.5. El hiposfosfato de calcio es muchas veces añadido durante los meses de invierno para inhibir el desarrollo de bacterias.

Porciones de sodio y calcio son ahora ampliamente usados para controlar los mohos.

J. Control Químico.

Los controles químicos inhiben pero no disminuyen los ataques de fitopatógenos. Son usados como medidas preventivas, pero no curativas. El ataque final de fitopatógenos en un almacenamiento siempre será igual.