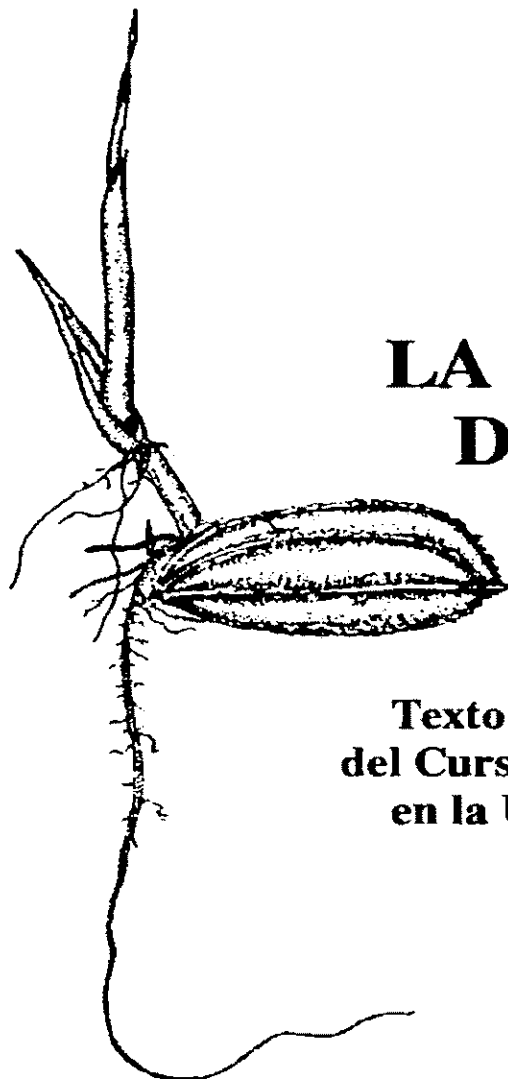


**INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**



LA PRODUCCION DE SEMILLAS

**Texto Básico para el Desarrollo
del Curso de Producción de Semillas
en la Universidad de Nicaragua**

**Oscar J. Gómez Gutiérrez
Mauro Minelli**

PROLOGO

El presente libro de texto se utilizará en la asignatura Producción y Tecnología de Semillas, que se desarrolla en los planes de estudio de la Escuela de Producción Vegetal del ISCA.

En este trabajo se da un enfoque de algunas actividades específicas, propias de la asignatura, como son: la organización de un programa de semillas, multiplicación, producción a nivel de campo, control de calidad, mercadeo, distribución y legislación de semillas.

Dicho texto no es una obra original; en efecto la información contenida deriva de la recopilación y adaptación de los contenidos que responden al programa de la asignatura. Para ello, se ha utilizado la bibliografía ya existente sobre este tópico.

Agradeceríamos cualquier sugerencia respecto a la forma, organización y contenido de los capítulos que vaya dirigida al enriquecimiento y mejoramiento de este trabajo, a fin de que llegue a manos de los estudiantes presentes y futuros un material cada vez mejor en contenido y forma.

El Prof. Oscar J. Gómez Gutiérrez, graduado en el Instituto de Agricultura de Tashkent en la Unión Soviética y el Prof. Mauro Minelli, graduado en la Universidad de Agraria de Torino en Italia, colaboran desde hace tres años como docentes e investigadores en la Escuela de Producción Vegetal del ISCA (Managua). El trabajo del Prof. Minelli en la Universidad y la publicación del texto, se realizaron en el marco del programa de cooperación entre ISCA y MOLISV, organización no gubernamental italiana.

También deseamos expresar nuestro agradecimiento a:

*Rodolfo Munguía Hernández
Georgina Mora Sánchez
Azucena Vanegas Leiva
Aleida López Silva
Bill Weaber*

quienes colaboraron en distintos momentos en la realización de esta obra e hicieron posible su publicación.

INDICE

CAPITULO I

DESARROLLO, ESTRUCTURA Y FUNCION DE LA SEMILLA .11

1. Definición de semilla	11
2. Anatomía y fisiología	12
2.1 Formación de la semilla	12
2.2 Anatomía de la semilla	13
2.2.1 El Embrión	13
2.2.2 Las Estructuras de reserva	14
2.2.3 El revestimiento externo	15
2.3 El proceso de germinación	15
2.4 La Plántula	17
2.5 Latencia	18
3. Características	21
3.1 Composición química	21
3.2 Características físicas	22
4. Funciones	23

CAPITULO II

OBJETIVOS Y ORGANIZACION DE UN PROGRAMA

DE SEMILLAS

1. Introducción	25
2. Funciones de un programa de semillas	26
3. Etapas de un programa de semillas	28
4. Componentes de un programa de semillas	29
4.1 Investigación sobre el mejoramiento genético de los cultivos	30
4.2 Multiplicaciones iniciales de semilla	33
4.3 Producción y beneficiado	34
4.4 Mercadeo, almacenamiento y legislación	36
4.5 Control de calidad	37
4.6 Servicio de educación e información	38

CAPITULO III	
PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL CAMPO	39
1. Introducción	39
2. Selección de las zonas semilleras	39
2.1 Luz	40
2.2 Temperatura	41
2.3 Pluviosidad	41
2.4 Suelos	42
2.5 Vientos	42
2.6 Selección de fincas y productores	43
3. Prácticas culturales	43
3.1 Control de la polinización y pureza genética	43
3.2 Preparación del terreno y de la semilla	48
3.3 Siembra	49
3.4 Fertilización	50
3.5 Riego	51
3.6 Control de malezas, plagas y enfermedades	52
3.7 Cosecha	54
3.7.1 Momento de la cosecha	54
3.7.2 Métodos de cosecha	59
4. Inspecciones de campo	64
4.1 Período y funciones de las inspecciones	64
4.2 Metodología de muestreo	65

CAPITULO IV	
PROCESAMIENTO	69
1. Introducción	69
2. Funciones del beneficiado	70
3. Métodos de separación	71
4. Operaciones de beneficiado	74
4.1 Recepción del lote	74
4.2 Operaciones especiales de acondicionamiento previo	78
4.2.1 Despulpado	78
4.2.2 Desariste	79
4.2.3 Desgrane	79
4.2.4 Prelimpieza	79
4.2.5 Rompimiento de latencia	80
4.2.6 Equipos para el acondicionamiento previo	80
4.3 Limpieza básica	81
4.4 Operaciones de acabado	84
4.4.1 Clasificación	85
4.4.2 Tratamiento	87

CAPITULO IV (Continuación)	
4.4.3 Envasado y empaque	89
4.4.4 Otros equipos y operaciones	90
5. Condiciones exigidas al personal que trabaja en la planta de acondicionamiento	92

CAPITULO V

SECADO	93
1. Introducción	93
2. Conceptos físicos del secado	94
2.1 Generalidades	94
2.2 Humedad relativa del aire (H.R.)	94
2.3 Influencia de la temperatura sobre la H.R.	96
2.4 Punto de equilibrio	97
2.5 Flujo de aire y presión estática	99
3. Métodos de secado	100
3.1 Secado natural	100
3.2 Secado artificial	102
3.2.1 Secamiento estacionario	102
3.2.1.1 Secado con aire del ambiente	104
3.2.1.2 Secado con calor suplementario	105
3.2.1.3 Frente de secado	107
3.2.2 Secamiento continuo	109
3.2.3 Secamiento intermitente	110
4. Aireación-enfriamiento	111
5. Temperatura del grano y crecimiento del moho	112
6. Fuentes de energía y tipo de quemadores	113
7. Costos del secado	114
8. Control de calidad	114

CAPITULO VI

CONTROL DE CALIDAD	117
1. Introducción	117
2. Definición de calidad	117
3. Análisis de calidad	118
3.1 Generalidades	118
3.2 Muestreo	119
3.3 Análisis de humedad	122
3.4 Análisis de pureza analítica	124
3.5 Pureza varietal o del cultivar	127
3.6 Análisis de germinación	127

CAPITULO VI (Continuación)	
3.7 Valor real de la semilla	132
3.8 Vigor	132
3.9 Peso de mil semillas	135
3.10 Análisis de viabilidad	135
3.11 Análisis de sanidad	137
4. Organización de un laboratorio de análisis de semillas	137

CAPITULO VII

ALMACENAMIENTO	139
1. Introducción	139
2. Definición del período de almacenamiento	140
3. Funciones del almacenamiento	141
4. Condiciones de almacenamiento	142
5. Factores que influyen en la longevidad de las semillas	144
6. Principios para el almacenamiento de semillas	146
7. Los almacenes	151
7.1 Requisitos generales para la construcción	151
7.2 Organización y manejo de materiales dentro del almacén	152
8. Factores biológicos que causan el deterioro de las semillas y granos almacenados	155
8.1 Hongos	155
8.1.1 Hongos de campo y de almacén	155
8.1.2 Daños a la semilla	157
8.1.3 Factores que determinan el grado de infestación	157
8.1.4 Control	158
8.2 Insectos	159
8.2.1 Lugares de infestación	159
8.2.2 Daños a la semilla	160
8.2.3 Influencias del ambiente	160
8.2.4 Control	161
8.2.4.1 Formas tradicionales de control	162
8.2.4.2 Métodos químicos de control	163
8.3 Roedores	165
9. Control de calidad	166

CAPITULO VIII

DISTRIBUCION Y MERCADEO	169
1. Introducción	169
2. Operaciones de mercadeo	170
2.1 Determinación de las necesidades del consumidor	170
2.2 Acopio de suministros de semillas	171

CAPITULO VIII (Continuación)	
2.3 Comunicación en mercadeo: venta y asistencia técnica	172
2.3.1 Promoción	172
2.3.2 Venta de semillas	173
2.3.3 Relaciones públicas	173
2.3.4 Identificación de distribuidores	174
2.4 Distribución a los agricultores	174
2.4.1 Canales de mercadeo	175
2.4.2 Operaciones logísticas	176
3. Organizaciones y organismos de comercialización de semillas	177
4. Control de mercadeo	178
CAPITULO IX	
LEGISLACION	179
1. Introducción	179
2. Funciones	180
3. Modelos de ley	181
4. Estructura	182
5. Contenidos	183
5.1 Definiciones	183
5.2 Aspectos institucionales	184
5.3 Cultivos cubiertos	184
5.4 Control de calidad	185
5.5 Muestreo	185
5.6 Malezas nocivas	186
5.7 Normas para los productores	186
5.8 Normas sobre la comercialización	187
5.9 Importaciones y exportaciones	189
5.10 Inspección y vigilancia	189
5.11 Exenciones	190
5.12 Infracciones y sanciones	190
GLOSARIO SEMILLISTA	191
BIBLIOGRAFIA	205

CAPITULO VI (Continuación)	
3.7 Valor real de la semilla	132
3.8 Vigor	132
3.9 Peso de mil semillas	135
3.10 Análisis de viabilidad	135
3.11 Análisis de sanidad	137
4. Organización de un laboratorio de análisis de semillas	137

CAPITULO VII
ALMACENAMIENTO 139

1. Introducción	139
2. Definición del período de almacenamiento	140
3. Funciones del almacenamiento	141
4. Condiciones de almacenamiento	142
5. Factores que influyen en la longevidad de las semillas	144
6. Principios para el almacenamiento de semillas	146
7. Los almacenes	151
7.1 Requisitos generales para la construcción	151
7.2 Organización y manejo de materiales dentro del almacén	152
8. Factores biológicos que causan el deterioro de las semillas y granos almacenados	155
8.1 Hongos	155
8.1.1 Hongos de campo y de almacén	155
8.1.2 Daños a la semilla	157
8.1.3 Factores que determinan el grado de infestación	157
8.1.4 Control	158
8.2 Insectos	159
8.2.1 Lugares de infestación	159
8.2.2 Daños a la semilla	160
8.2.3 Influencias del ambiente	160
8.2.4 Control	161
8.2.4.1 Formas tradicionales de control	162
8.2.4.2 Métodos químicos de control	163
8.3 Roedores	165
9. Control de calidad	166

CAPITULO VIII
DISTRIBUCION Y MERCADEO 169

1. Introducción	169
2. Operaciones de mercadeo	170
2.1 Determinación de las necesidades del consumidor	170
2.2 Acopio de suministros de semillas	171

CAPITULO VIII (Continuación)	
2.3 Comunicación en mercadeo: venta y asistencia técnica	172
2.3.1 Promoción	172
2.3.2 Venta de semillas	173
2.3.3 Relaciones públicas	173
2.3.4 Identificación de distribuidores	174
2.4 Distribución a los agricultores	174
2.4.1 Canales de mercadeo	175
2.4.2 Operaciones logísticas	176
3. Organizaciones y organismos de comercialización de semillas	177
4. Control de mercadeo	178
 CAPITULO IX	
LEGISLACION	179
1. Introducción	179
2. Funciones	180
3. Modelos de ley	181
4. Estructura	182
5. Contenidos	183
5.1 Definiciones	183
5.2 Aspectos institucionales	184
5.3 Cultivos cubiertos	184
5.4 Control de calidad	185
5.5 Muestreo	185
5.6 Malezas nocivas	186
5.7 Normas para los productores	186
5.8 Normas sobre la comercialización	187
5.9 Importaciones y exportaciones	189
5.10 Inspección y vigilancia	189
5.11 Exenciones	190
5.12 Infracciones y sanciones	190
 GLOSARIO SEMILLISTA	 191
 BIBLIOGRAFIA	 205

CAPITULO I

DESARROLLO, ESTRUCTURA Y FUNCION DE LA SEMILLA

1. DEFINICION DE SEMILLA

Para iniciar el desarrollo de este tema consideramos algunas definiciones sobre ésta maravillosa unidad de reproducción denominada semilla, cuya estructura y organización es sorprendente por su eficiencia y su adaptación a los ambientes más variados:

La semilla es realmente una planta joven en estado de reposo o latente. Es el medio por el cual la planta se reproduce así misma en un momento posterior cuando las condiciones son adecuadas. En otras palabras, las semillas son el comienzo de una nueva generación en la vida de una planta. (Agriculture Canadá-1970 *What you should know about seed*. Publicación N° 1412)

El genotipo de una especie vegetal es trasladado de una generación a otra a través de su semilla. (*Le sementi*, 1984. IRFATA. Bologna, Italia)

Para efecto de esta ley, se entiende por semilla todo grano, tubérculo, bulbo o cualquier parte viva del vegetal que se utilice para reproducir una especie. (Oficina Nacional de Semillas. *Ley de semillas no. 6289*, 1979, Costa Rica)

La semilla se diferencia del grano en que éste se utiliza para el consumo humano o animal. (Douglas y Johnson, 1982. Programa de semilla, CIAT, Cali, Colombia)

De este modo, vemos que el concepto de semilla adquiere diferente extensión según el punto de vista de los autores, sean estos botánicos, genetistas, legisladores o productores de semilla. Por ejemplo, el concepto dado por la Oficina Nacional de Semilla de Costa Rica tiene una gran

CAPITULO I

amplitud e involucra, tanto las semillas de reproducción sexual como asexual, y los elementos de propagación vegetativa, las otras definiciones son un poco más restringidas.

En gran parte de este texto consideramos el concepto de semilla en la dimensión que abarca la reproducción sexual y con especial énfasis en las especies de granos básicos, leguminosas de grano y semillas oleaginosas.

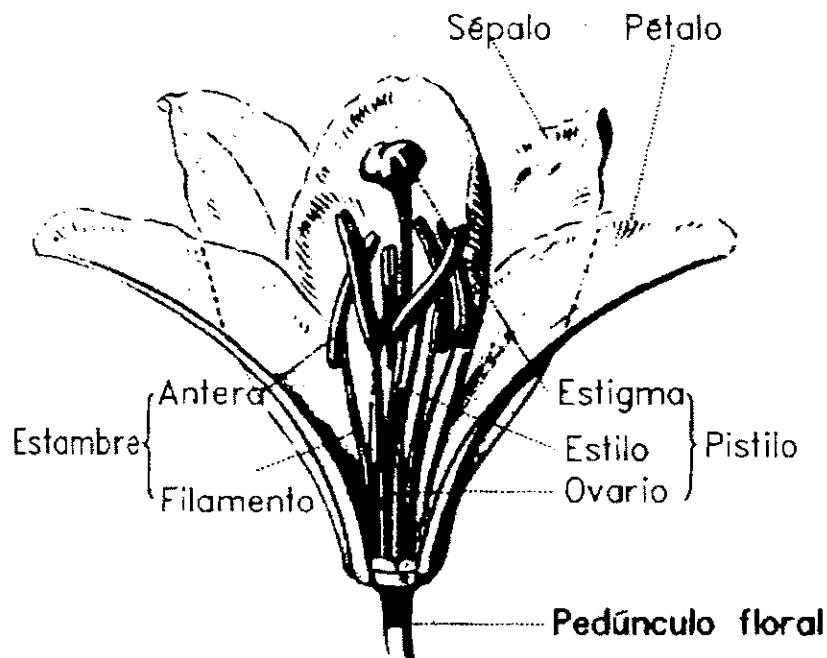
En el texto el término “grano” es utilizado indistintamente al de “semilla” para indicar el insumo vivo que se usa en la siembra. Los granos que tienen otro destino se han especificado como “granos alimenticios” y “granos para el consumo”. A este respecto, entonces, hemos variado un poco la definición de Douglas y Johnson.

2. ANATOMIA Y FISIOLOGIA

2.1. Formación de la semilla

La semilla es el producto de un óvulo fecundado por un grano de polen. Los óvulos están contenidos dentro de un ovario y cada ovario puede contener uno o varios óvulos. Del ovario se generará el fruto.

Figura No. 1 Estructuras sexuales de una flor



DESARROLLO, ESTRUCTURA Y FUNCION DE LA SEMILLA

En los cereales, cada ovario contiene un solo óvulo, en las leguminosas hay varios óvulos en cada ovario.

Después de la polinización empieza el desarrollo de la semilla que pasa a través de tres estadios:

- a) **Desarrollo del embrión.** Después de la fusión de las células sexuales el cigoto empieza a multiplicarse rápidamente hasta formar el embrión, que es la parte más vital de la semilla y se puede considerar una planta en miniatura.
- b) **Acumulación de sustancias de reserva.** Las sustancias de reserva se producen en las partes verdes de la planta madre, y de ahí son trasladadas a la semilla. En las semillas endospermicas (todas las monocotiledóneas y algunas dicotiledóneas), las sustancias de reserva vienen almacenadas fuera del embrión formando el endosperma. En las semillas no endospermicas el material producido en las partes verdes de las plantas viene almacenado en los cotiledones, hojitas especiales que forman parte del embrión (por ej. leguminosas y crucíferas). En algunas plantas (por ej. algodón) una pequeña parte de las reservas se almacena en el endosperma y el resto en los cotiledones, que resultan bien desarrollados. Al final de este estadio la semilla está estructuralmente completa.
- c) **Maduración.** En esta fase el grano se va secando; el peso seco se mantiene constante mientras el porcentaje de humedad va disminuyendo. Al término de este período, en la base de la semilla se forma un tabique que facilita la separación de ésta de la planta o del fruto. Durante la maduración la consistencia de la semilla va cambiando; en el maíz, por ej., el endosperma pasa de un estado lechoso a uno ceroso hasta llegar a su madurez vítrea (consistencia dura y cristalina).

2.2. Anatomía de la semilla

Una semilla madura está constituida de tres partes distintas: el embrión, las estructuras de reserva y el revestimiento externo.

2.2.1. El embrión

El embrión está formado de:

- a) Uno o dos cotiledones, según si la planta es una monocotiledónea o una dicotiledónea. En los cereales y gramíneas el cotiledón se llama

CAPITULO I

escutelo. La función del escutelo y de los cotiledones en la semilla endospérmica es absorber sustancias solubles del endosperma y transferirlas al embrión (por ej. maíz). En las semillas no endospérmicas los cotiledones tienen la función de almacenar las sustancias de reserva (por ej. el frijol).

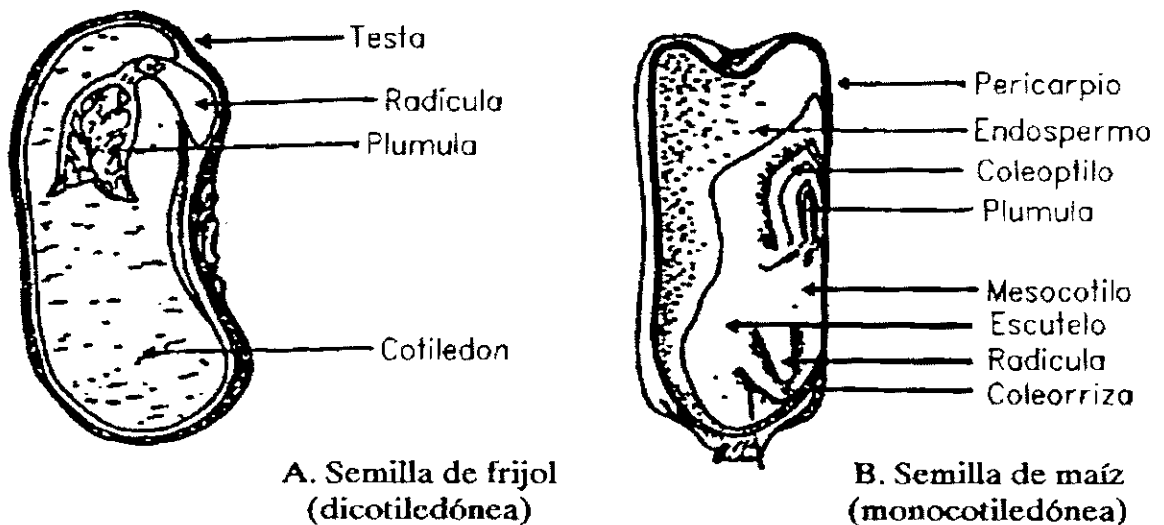
- b) Una plúmula o brote terminal, de donde se desarrollará un tallo con hojas verdes.
- c) Una radícula, que creciendo hacia abajo producirá un sistema radicular.

El embrión es muy pequeño y presenta un alto grado de diferenciación según las especies.

2.2.2. Las estructuras de reserva

El embrión como ya se mencionó, es pequeño, compacto y su función es el crecimiento. Desde el inicio de la germinación hasta que la planta se haya desarrollado en tal grado que sea capaz de elaborar su propio alimento, su crecimiento requiere de una fuente de energía y componentes materiales para la formación de las nuevas paredes celulares: el citoplasma y el núcleo. Estas fuentes constituyen las estructuras de reserva que actúan como centros de almacenamiento y movilizan alimentos en forma que pueden ser utilizados por el embrión. Las estructuras pueden ser, según la

Figura No.2 Estructuras de una semilla



especie; los cotiledones que son parte del embrión; el endosperma, de origen externo al embrión, o también otros tejidos de origen materno que derivan del ovario.

2.2.3. El revestimiento externo

La semilla está limitada o circundada por una cubierta o saco protector que se desarrolla a partir de los tegumentos del óvulo (tegmen y testa), o de una combinación de éstos con las cubiertas frutales (pared del ovario).

En efecto, lo que se siembra y que el agricultor llama semilla, a menudo no es, botánicamente hablando, una verdadera semilla, sino un fruto o una infrutecencia. Por ejemplo, la cariopsis de los cereales es un fruto en el cuál los tegumentos derivados del ovario se han fundido con aquellos que provienen del óvulo. En el caso del arroz, se siembra la cariopsis cerrada dentro de la lema y la palea; la semilla de girasol y de la lechuga es un fruto constituido de dos tegumentos separados, uno derivado del ovario y otro del óvulo; el glomérulo de la remolacha está formado de varios frutos estrechamente unidos.

El revestimiento externo de la semilla tiene una función protectora, delimitadora y reguladora por cuanto:

- Mantiene la unidad estructural del interior de la semilla.
- Protege el interior de la semilla contra daños por impacto o fricción.
- Constituye una barrera de ingreso a los microorganismos y mantiene una conveniente condición de esterilidad en el interior de la semilla.
- Regula los cambios de agua y de gases entre el ambiente externo e interno de la semilla.
- En algunas especies, impide o atrasa la germinación de la semilla no permitiendo la imbibición de los tejidos internos o frenando la salida de la plántula.

2.3. El proceso de germinación

La germinación es un proceso a través del cuál la semilla pasa del estado de reposo a un estado activo. Durante el estado de reposo el crecimiento es nulo, manteniendo un metabolismo muy lento, pero la semilla está activa, vive y respira lentamente.

Si no hay latencia, cuando el embrión encuentra condiciones apropiadas para su desarrollo (presencia de agua, oxígeno y temperatura

CAPITULO I

adecuada) empieza a crecer. La primera fase de la germinación es la absorción de agua: el embrión y el endosperma se hinchan a causa de la hidratación de los coloides (absorción pasiva); y al pasar el agua por ósmosis a través de las membranas plasmáticas (absorción activa). La absorción pasiva se verifica también si la semilla está muerta, se trata de un proceso puramente físico y se realiza también si hay falta de oxígeno y si la temperatura no es la idónea. La absorción activa se verifica sólo si la semilla está viva y si existen las condiciones adecuadas.

Al absorber el agua, la semilla aumenta notablemente de peso y se verifica la ruptura de los tegumentos, permitiendo el libre acceso de oxígeno para la respiración. La intensidad de la respiración es mayor aumentando la temperatura, por eso, a temperaturas más bajas el proceso de germinación es más lento. La temperatura requerida para la iniciación del crecimiento del embrión es menor que para el crecimiento vegetativo de la planta, ésta varía según la especie y generalmente es alrededor de los 20 grados centígrados.

La mayoría de las semillas germinan con temperaturas entre 5 y 40 grados centígrados. Para cada especie se encuentran tres temperaturas características:

Temperatura óptima; es aquella que permite el máximo de la germinación en el tiempo más corto.

Temperatura máxima y temperatura mínima, en las cuales la germinación es todavía posible pero muy difícil.

Tabla No. 1 Temperaturas de germinación de maíz y melón

	<i>Temp. mínima</i>	<i>Temp. óptima</i>	<i>Temp. máxima</i>
Maíz	8-10°C	32-35°C	40-45°C
Melón	16-19°C	30-35°C	45-50°C

Para ciertas especies la situación óptima consiste en alternar la temperatura durante el día, en el caso de la chiltoma y del tomate, para las cuales la temperatura óptima es 20°C por 16 horas y 30°C por 8 horas. Esta alternancia debe mantenerse por algunos días.

Con la respiración empieza también la actividad enzimática, necesaria para el crecimiento del embrión. Las enzimas intervienen en la hidrólisis de las sustancias de reserva (almidón, proteínas y aceites) que para ser

utilizadas por el embrión tienen que ser degradadas a pequeñas moléculas solubles como, azúcares, aminoácidos y ácidos, y, ser transportadas en solución a los puntos de crecimiento. Con la asimilación de éstas sustancias por parte del embrión, las células de éste empiezan a multiplicarse y a crecer.

En la mayoría de las especies, de los tegumentos, primeramente sale la radícula, después la plúmula. Una excepción es el arroz en el cuál primero aparece la plúmula.

Otros factores que pueden influir en la germinación son la luz y el bióxido de carbono (CO₂).

Respecto a la luz, las semillas se pueden dividir en: Fotoblásticas positivas, fotoblásticas negativas y no fotoblásticas. Fotoblásticas positivas son aquellas semillas que necesitan de la presencia de luz para su germinación, por ejemplo el tabaco y la lechuga; fotoblásticas negativas son aquellas que para germinar, necesitan de la oscuridad, mientras las semillas no fotoblásticas germinan tanto en presencia como en ausencia de luz: a éste último grupo pertenecen la mayoría de los cultivos. El tipo de luz a la cuál la semilla es sensible es el rojo y el infrarrojo.

Normalmente la atmósfera contiene un 20% de oxígeno y un 0.03% de bióxido de carbono. La mayoría de las semillas no germinan si el porcentaje de CO₂ es mayor al normal.

Una buena germinación implica el desarrollo del embrión hasta una plántula con un sistema radicular capaz de absorber agua y disolver los nutrientes minerales, y con una superficie foliar capaz de realizar la fotosíntesis.

2.4. La plántula

Una plántula normalmente desarrollada está formada por las siguientes partes:

- Una plúmula, que dará origen al tallo y las hojas.
- Una radícula, que originará el sistema radicular.
- Un epicotilo: tallo por encima de los cotiledones que culmina en la plúmula.
- Un hipocotilo: tallo por debajo de los cotiledones que culmina en la radícula.

- Los cotiledones.

Si al emerger de la plántula los cotiledones suben de la superficie del suelo, la germinación se dice que es epigea, en el caso contrario, la germinación es hipogea. En la germinación epigea los cotiledones se vuelven verdes y funcionan durante un cierto tiempo como hojas foliares, contribuyendo al crecimiento de la plántula mediante la fotosíntesis. Por ej.: maní, soya, algodón. Si la germinación es hipogea los cotiledones marchitan gradualmente bajo la superficie del suelo. Por ej.: El chícharo (petit pois).

2.5. Latencia

La latencia es la incapacidad de la semilla de germinar aún cuando las condiciones son las más favorables. Si la semilla absorbe agua pero no germina debido a latencia se considera semilla “blanda”, mientras que, si la latencia es efecto de la imposibilidad de absorción de agua la semilla se define “dura”.

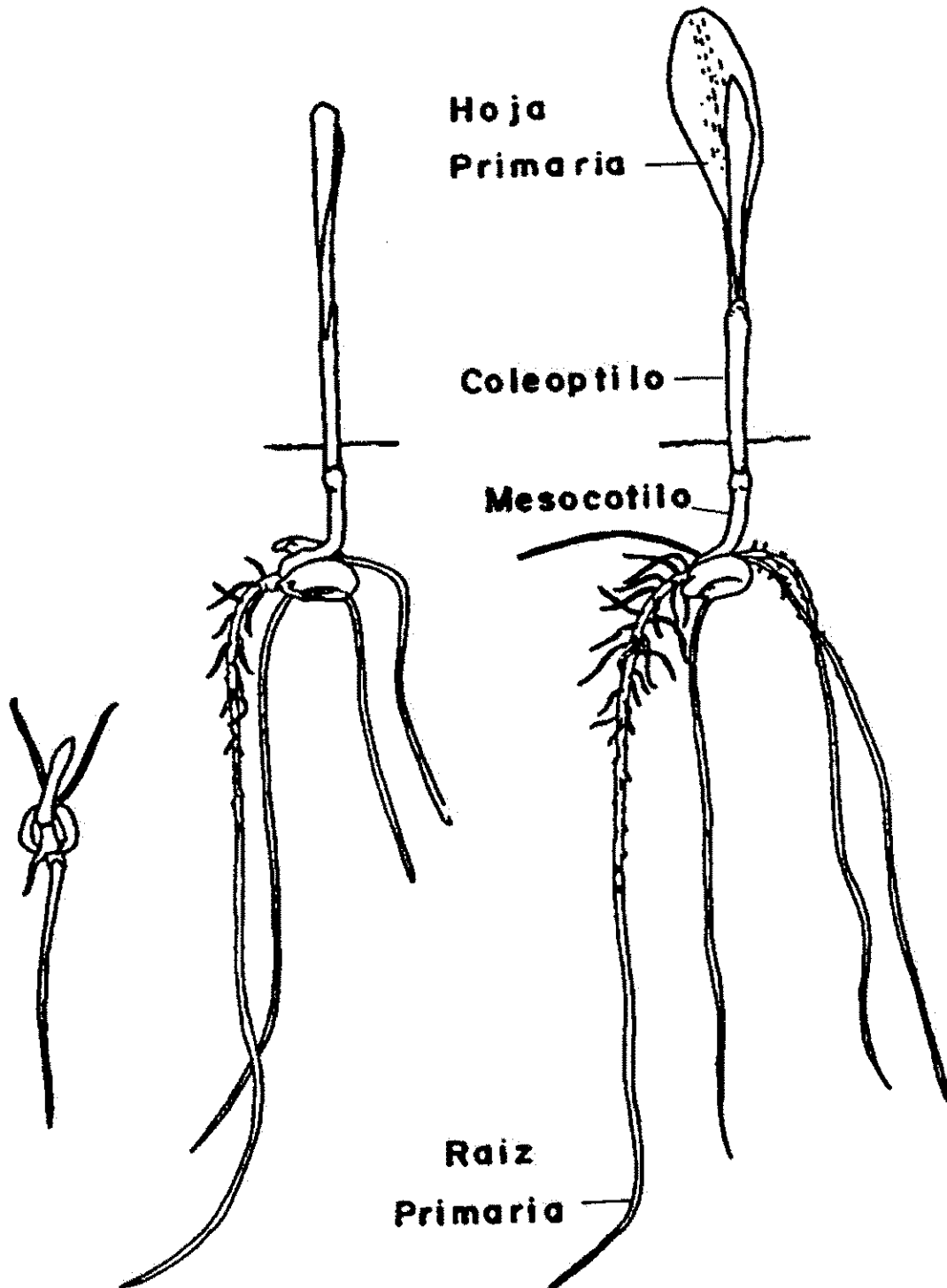
En las plantas silvestres la latencia es muy importante, su función consiste en permitir a estas plantas superar las condiciones climáticas desfavorables. En efecto, si hubiera una germinación de todas las semillas en condiciones normales requeridas, al cambiar a un período “difícil” (particularmente frío, caliente, húmedo o seco), provocaría la muerte de todas las plantas y la especie desaparecería de aquel ambiente. El fenómeno de latencia impide eso permitiendo la conservación de algunas plantas en forma de semilla.

Una latencia persistente en los cultivos, es un problema porque determina un bajo porcentaje de germinación al momento de la siembra y constituye un factor de contaminación para los cultivos de los años siguientes. Al contrario, una latencia más débil puede ser un factor positivo debido al hecho que, en algunas regiones la alta humedad del aire puede provocar la germinación de la semilla cuando todavía ésta se encuentra en la planta madre o en el almacén. En estos casos, una ligera latencia que desaparezca en pocos meses puede resultar útil.

Las causas de latencia son distintas, entre ellas encontramos las siguientes:

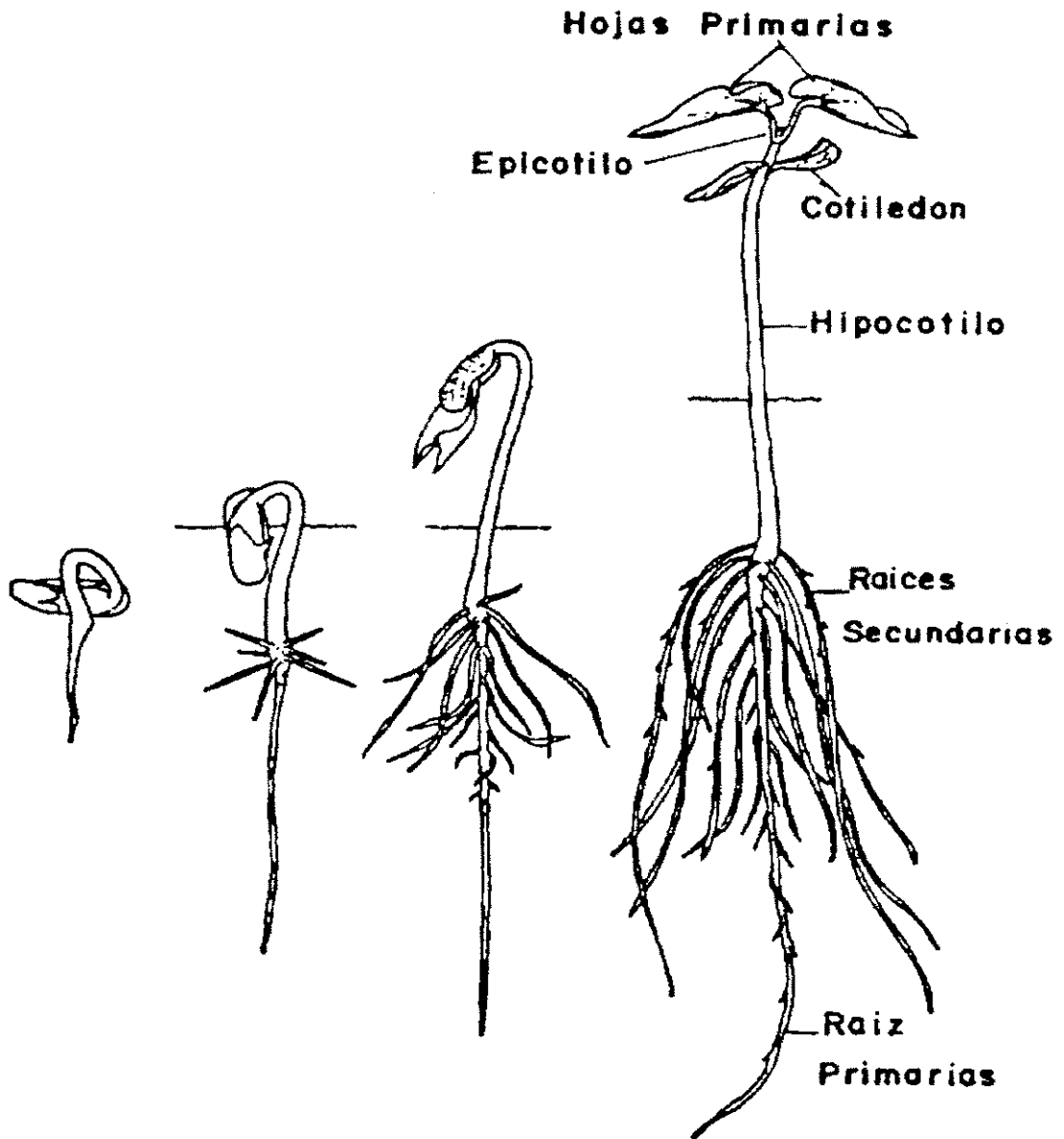
- Latencia de embrión: debido a la incompleta madurez del embrión.
- Latencia de tegumento: los tegumentos están formados de células unidas muy estrechamente, que no permiten el paso del agua y a veces, de los gases; es el caso de la semilla dura.

Figura No.3 Estructura de una plántula de maíz



CAPITULO I

Figura No.4 Estructura de una plántula de frijol



- Latencia mecánica: el embrión en crecimiento no es capaz de romper el tegumento y por eso detiene su ulterior desarrollo.
- Latencia debido al epicotilo : ausencia de las condiciones ambientales particulares que requiere el epicotilo para vencer su latencia.
- Termolatenia: aparece cuando una determinada temperatura (alta o baja) provoca ciertos cambios en el interior de la semilla. Como resultado, la semilla no germina aunque esté después en condiciones óptimas.
- Fotolatenia: caso similar a la termolatenia, solamente que provocada por condiciones particulares de luz.
- Quimiolatenia: debido a sustancias químicas presentes dentro de la semilla; se observa el bloqueo del proceso fisiológico de la germinación causada por algunas sustancias inhibitoras (manitolo, ácido absícico, etcétera) o, a la ausencia de factores de crecimiento (hormonas, enzimas).

Debemos también distinguir entre latencia de tipo primario, ya existe el momento de la madurez de la semilla en la planta, y latencia de tipo secundario, inducida por condiciones ambientales específicas en la semilla ya madurada. La latencia secundaria a veces resulta imposible de eliminar.

El proceso que permite la eliminación de la latencia se denomina de post-maduración. Durante éste período, según el tipo de latencia suceden varios fenómenos que permiten la germinación de la semilla. Los más comunes son: maduración del embrión, cambios en la estructura de los tegumentos, lixiviación, evaporación u oxidación de las sustancias inhibitoras, elaboración de sustancias que favorecen el crecimiento.

En el capítulo relativo al análisis de semillas se indican algunos métodos prácticos para romper la latencia.

3. CARACTERISTICAS

3.1. Composición química

En la semilla se encuentran las sustancias típicas de los tejidos vegetales, con particular abundancia de aquellas utilizadas como reserva; carbohidratos, proteínas y aceites.

CAPITULO I

Como regla general, la composición química de las semillas de la misma especie y variedad es bastante constante, o sea no hay mucha diferencia entre un grano y otro.

La siguiente tabla nos da una idea de la composición química de las semillas de los principales cultivos.

Tabla No. 2 Composición química de las semillas de algunos cultivos

	<i>Carbohidratos</i>	<i>Aceites</i>	<i>Proteínas</i>
Cereales	70-75 %	3- 5 %	9-12 %
Leguminosas	50-60 %	1- 4 %	20-35 %
Semillas Oleaginosas	15-30 %	20-50 %	15-40 %

Algunas leguminosas como la soya y el maní, tienen un alto porcentaje de aceite y se pueden considerar como semillas oleaginosas.

3.2. Características físicas

Tanto del punto de vista de los productores de semilla, como de los comerciantes, es muy importante tener presente en todo momento que la semilla es un "insumo" vivo y relativamente frágil; por eso tiene que ser manejado con mucho más cuidado que los otros insumos.

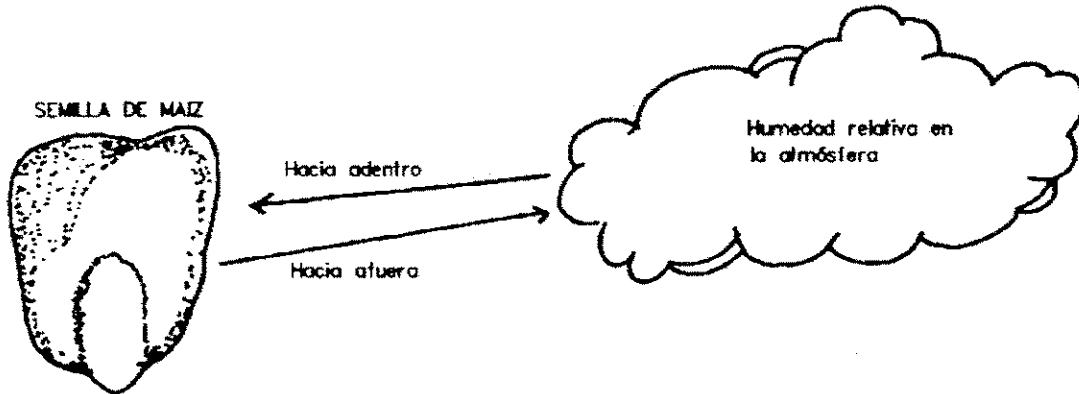
Si la semilla es maltratada con golpes, antes, durante o después de su procesamiento, se producen daños mecánicos que perjudican la viabilidad y la sanidad de la misma. Las macrolesiones son rupturas del grano que se pueden reconocer a simple vista, las microlesiones se pueden observar a través del uso de una lupa o microscopio; el difícil reconocimiento de estas últimas constituye un grave problema para un productor de semilla. Del momento que las proteínas se desnaturalizan a los 40° C, un excesivo calor puede matar el embrión y/o cambiar la estructura química de las sustancias de reserva; por esta razón durante el secado no es aconsejable mantener temperaturas muy altas.

La semilla tiene una naturaleza higroscópica, o sea, absorbe y cede agua al aire circundante con mucha facilidad; una elevada humedad del aire no es adecuada para la conservación de semilla; en efecto, un alto porcentaje de agua en el grano facilita el ataque de hongos e insectos, que traen como consecuencia la pudrición de los granos. Otras veces, bajo estas condiciones las semillas germinan directamente en el almacén.

DESARROLLO, ESTRUCTURA Y FUNCION DE LA SEMILLA

El color de los granos varía, como es obvio, según la especie y la variedad, sin embargo en el ámbito de una misma variedad, un color muy opaco indica que la semilla es vieja, mientras que un color demasiado lúcido indica la presencia de hongos y bacterias.

Figura No.6 Higroscopicidad de la semilla



4. FUNCIONES

Como conclusión debemos considerar que las funciones de la semilla son tres:

1. La semilla es portadora de las características genéticas de la variedad a la cuál pertenece.

Pasando de una generación a otra se pueden verificar cambios dentro de la composición genética de una variedad. Ejemplo de este fenómeno son las mutaciones que se verifican naturalmente, y en mayor medida, la contaminación por el polen de otras variedades. También el ambiente, a través de la acción de la selección natural puede cambiar la composición genética. En el marco de la conservación de variedades, los programas de mantenimiento de semilla básica tienen el propósito de mantener constante la composición genética de una variedad. Este argumento es tratado en el capítulo III.

2. La semilla funciona como un eficaz sistema de almacenamiento para una planta viva.

CAPITULO I

Evidentemente, si se considera el comportamiento de las semillas como unidades físicas que toleran acciones por impacto (caídas, choques), fricciones (rozamiento entre semillas o con paredes de transportadores y recipientes de empaque), presiones (fuerza en múltiples direcciones en las condiciones de empaque, estivamiento), se reconoce que su tolerancia varía gradualmente entre las diferentes especies. Desde el punto de vista biológico, las semillas son capaces de resistir cambios extremos de las condiciones ambientales con admirable eficiencia y mantener la viabilidad y el vigor por períodos razonablemente largos.

3. La semilla tiene una función reproductiva.

Cuando se alcanzan las proporciones adecuadas de humedad, oxígeno, temperatura y a veces luz, la semilla germina y brota, originando la plántula, que se convertirá en una planta. Esta a través de los períodos de crecimiento vegetativo, sexual y de maduración, dará origen a la formación de varios frutos y semillas capaces de iniciar una nueva generación.

CAPITULO II

OBJETIVOS Y ORGANIZACION DE UN PROGRAMA DE SEMILLAS

1. INTRODUCCION

La relación del hombre con las semillas data de tiempos muy antiguos, cuando se tuvo necesidad de recolectar frutas silvestres para la alimentación familiar; posteriormente, con la observación descubrió que de los desperdicios de su alimentación, las semillas, originaban plantas que reproducían los mismos frutos. A partir de este descubrimiento en un principio inconsciente, el hombre utilizó la semillas para la producción de cultivos, dando así inicio a la domesticación de las especies que hoy se agrupan bajo el nombre genérico de especies cultivadas. Esta práctica cultural se fue generalizando hasta convertirse en un hábito consciente, el recolectar, guardar y utilizar semillas: por ejemplo los antiguos egipcios almacenaban semillas bajo la supervisión del gobierno para sembrarla en la siguiente campaña agrícola. El comercio organizado de semilla se inició mucho más tarde, en Alemania, y Gran Bretaña en la última parte del siglo XVII, y principios del siglo XVIII. Desde entonces son notables los adelantos hechos en la tecnología de semillas.

En vista de la necesidad de suplir mayores volúmenes de alimento para satisfacer las crecientes demandas de la población en el mundo, se requieren actualmente grandes volúmenes de semillas de buena calidad; así, la introducción de nuevas variedades con características particularmente favorables puede determinar, en el país donde se introducen, un fuerte aumento de la producción. Sin embargo, es necesario tener especial cuidado en evitar lo más posible la "erosión genética", o sea, la extinción de las variedades criollas en los lugares donde se van a introducir las nuevas. En efecto, estas variedades presentan a menudo un patrimonio

genético que se ha adaptado a las condiciones ambientales específicas del lugar y por lo tanto, si son producidas y conservadas de manera correcta, a menudo dan resultados muy favorables en las áreas en las cuales se han ido adaptando. También, cuando una variedad mejorada demuestra ser mucho más productiva que una variedad criolla, es importante que ésta última no desaparezca del todo, sino que sea producida en áreas más restringidas o, si ésto no es posible, que sea conservada en bancos de germoplasma. Las variedades criollas representan una fuente importantísima de material genético a disposición de los fitomejoradores y es buena norma, cuando se quiere producir una variedad apta a una determinada región, utilizar en su constitución las variedades criollas típicas de aquella misma zona geográfica.

El abastecimiento de semillas de alta calidad se puede obtener tanto produciéndola en el país como importándola del exterior. La primera opción es la más favorable; en efecto, comprar semilla del exterior significa un costo bastante elevado, además, estas variedades por lo general son producidas en condiciones climáticas diferentes de aquellas del lugar donde serán sembradas.

Hoy en día la producción y la comercialización de semillas requieren ser manejadas dentro del marco de organizaciones de gran capacidad, con altos niveles de tecnología que permitan obtener la semilla en los volúmenes necesarios, con la calidad apropiada y a costos económicos razonables. Estas organizaciones, que describiremos a continuación, reciben la denominación general de Programas de Semillas y existen con diferentes grados de desarrollo en la mayoría de los países.

La formación y el crecimiento de los programas de semillas es muy importante para el desarrollo agrícola de una nación, razón por la cual los gobiernos, en particular en los países menos desarrollados deben estimular esta actividad.

2. FUNCIONES DE UN PROGRAMA DE SEMILLAS

El objetivo fundamental de un programa de semillas, es producir y distribuir a los agricultores semillas de elevada calidad para favorecer el desarrollo agrícola de una nación. El programa, para cumplir con este objetivo debe tener una doble función: de servicio e innovadora.

El servicio que se ofrece a los agricultores abarca ya sea la producción de aquellas variedades o híbridos que han demostrado buenos resultados

en el país, o bien, otros servicios como control de calidad, almacenamiento y mercadeo. La función innovadora consiste; tanto en investigar para crear nuevas variedades o híbridos de calidad superior que permitan mayor rentabilidad y reducción de los costos de producción; como en la divulgación de nuevas tecnologías, por ejemplo: modernas técnicas para el cultivo, cosecha, secado, beneficiado y otros. Evidentemente, para ejercer estas funciones, un programa avanzado no puede contar con una sola empresa productora de semillas; su estructura debe ser mas compleja y abarcar toda una serie de organismos, algunos estatales y otros privados, que se dividirán las diversas responsabilidades.

La cooperación es esencial para el mejoramiento de los programas e industrias de semillas; en ellas los individuos y grupos deben trabajar en conjunto para el beneficio de todos, si se quiere que las variedades superiores lleguen a los agricultores. Los diversos puntos de contacto donde es esencial la cooperación para llevar una variedad hasta el agricultor se pueden ilustrar de la forma siguiente:

3. ETAPAS DE UN PROGRAMA DE SEMILLAS

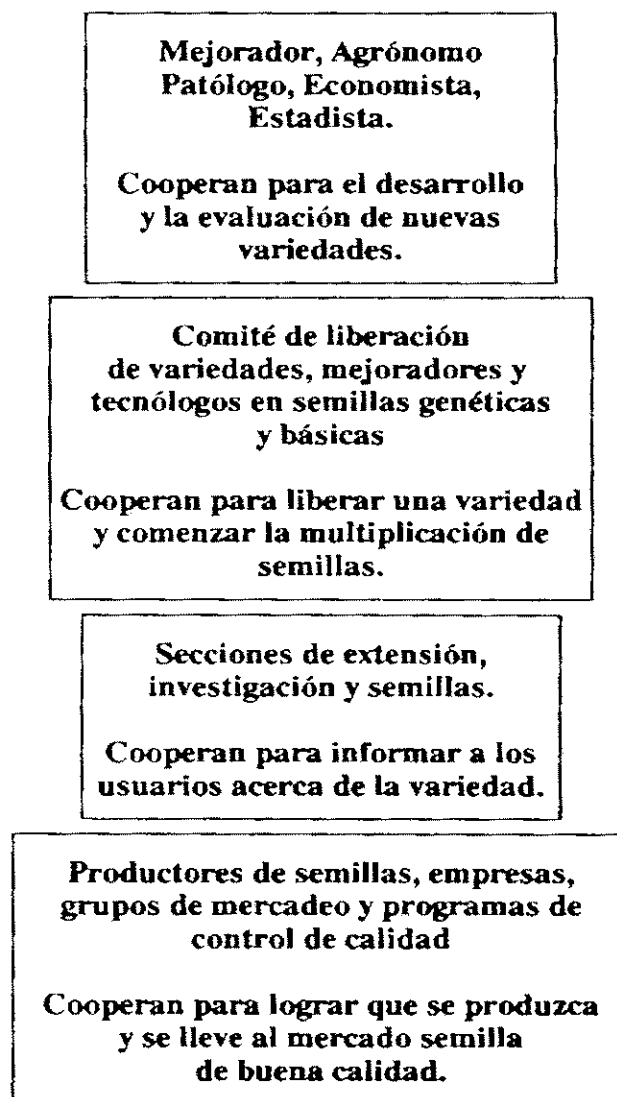
La etapa de desarrollo de la agricultura y la infraestructura de un país, determina el tipo de programa de semilla económicamente factible. Acorde con las condiciones de desarrollo prevalecientes en un país o región agrícola, los programas de semilla presentan diversos grados o niveles de progreso. A fin de ilustrar algunas situaciones concretas se consideran las siguientes etapas típicas para desarrollar un programa de semillas:

- *Etapa I.* Cuando la investigación y el desarrollo agrícola son ineficaces, limitados o apenas se están poniendo en práctica. La mayoría de las variedades de cultivos básicos alimenticios son tradicionales, así como las prácticas de producción. La mayoría de los agricultores siembran su propia semilla, aunque puede existir un departamento de mejoramiento genético que distribuya semillas de variedades mejoradas a los productores pequeños; por lo general esta semilla pertenece a cultivos específicos.
- *Etapa II.* En esta etapa se promueven programas de investigación y desarrollo agrícola. Se desarrollan variedades mejoradas de cultivos alimenticios básicos que están comenzando a reemplazar las variedades tradicionales. El uso de insumos para la producción, tales como fertilizantes, es limitado pero va en aumento. Unos cuantos agricultores y unidades de producción de semillas multiplican las variedades

mejoradas para después distribuirlas a otros agricultores. La cantidad limitada de semilla disponible y la deficiente organización del mercado restringen el uso en gran escala.

- *Etapa III.* La investigación y el desarrollo agrícola se encuentran bien establecidos. Las variedades de alto rendimiento de los cultivos básicos alimenticios sustituyen rápidamente las variedades tradicionales en las áreas más productivas del país. En esta etapa se incrementa el uso de insumos, a pesar de que la mayoría de las veces no se utilizan de forma eficiente se observan muchos de los componentes de un programa de semillas y la oferta se acerca bastante a la demanda. La calidad de la

Figura No. 7 La cooperación en los programas de semillas



semilla puede ser baja, la distribución es aún relativamente ineficiente y a menudo los agricultores no utilizan toda la semilla disponible.

- *Etapa IV.* En esta etapa el sector agrícola está muy avanzado y se requiere evaluar nuevamente la política nacional de semilla; se presta atención especial al desarrollo y fortalecimiento de la producción comercial de semilla y al mercadeo; además, entra en vigencia una ley específica que regula la producción y comercialización; se establecen vínculos con instituciones y grupos conexos y de apoyo. Se crea un organismo certificador que efectúa controles de calidad.

Naturalmente las características de estas etapas de desarrollo, pueden no reflejar totalmente la realidad; las prácticas de producción y la situación de la oferta de semillas pueden estar muy avanzadas para algunos cultivos, mientras que para otros se encuentran retrasadas.

Para establecer las bases que conducen a la toma de decisiones adecuadas en el desarrollo de un programa de semillas, se debe evaluar previamente la situación de dicho programa en la nación y determinar la etapa de desarrollo que ha alcanzado.

4. COMPONENTES DE UN PROGRAMA DE SEMILLAS

Un programa de semillas está constituido por componentes operativos y de servicio estrechamente unidos y al mismo tiempo dependientes o semi-dependientes entre ellos. El desarrollo de cada uno de estos componentes debe ser equilibrado.

Los componentes operativos son:

- Mejoramiento genético, evaluación y mantenimiento varietal.
- Multiplicaciones iniciales (producción de semilla genética y básica).
- Producción y beneficio, que comprende: producción en el campo, cosecha, transporte, secado, limpieza y clasificación, tratamiento químico, empaque.
- Almacenamiento y mercadeo.

Los componentes de servicio son:

- Control de calidad.
- Control de mercadeo.
- Servicios de educación e información.

4.1. Investigación sobre el mejoramiento genético de los cultivos

La investigación sobre el mejoramiento genético de los cultivos, está a cargo de los fitomejoradores y es la base de un programa de semilla. La labor del fitomejorador consiste en desarrollar variedades mejoradas fácilmente identificables que se desempeñen mejor que las variedades existentes.

Por lo general la investigación sobre cultivos comprende dos etapas:

- El mejoramiento genético nacional.
- El ensayo de variedades importadas.

La vigencia de una de estas etapas o su simultaneidad se debe establecer en base a las prioridades resultantes de la investigación en el desarrollo de los cultivos.

Una de las decisiones más difíciles de tomar es si se deben producir nuevas variedades, o si solo deben concentrarse los esfuerzos en el ensayo de variedades que hayan sido introducidas del exterior. En las primeras etapas por lo general, es mejor ensayar las variedades introducidas que se pueden distribuir rápidamente a los agricultores, por cuanto pueden transcurrir de 5 a 15 años entre el inicio de un programa de mejoramiento genético y el momento en que la semilla finalmente llega al agricultor.

Sin embargo, dedicar esfuerzos solamente al ensayo de variedades tiene su aspecto negativo; en efecto, ser dependiente de la importación de semilla significa estar sujeto a los cambios en el programa de producción de semilla que se pueden producir en el país exportador. Además, esta dependencia provoca un estancamiento del programa nacional de semillas y conlleva altos costos.

Varios son los factores que influyen en la elección entre el mejoramiento genético y los ensayos de variedades importadas, entre ellos:

- La importancia del cultivo y la necesidad de variedades mejoradas.
- Las características específicas o singulares de las condiciones ambientales.
- El potencial de expansión futura del cultivo.
- Los recursos institucionales disponibles.
- Los recursos humanos, financieros y físicos.

Figura No. 7 Estructura de un programa de semillas



CAPITULO II

- La disponibilidad de buenas variedades y facilidades de suministro en el exterior.

Lo recomendable es hacer ensayos de variedades introducidas y al mismo tiempo ir desarrollando los trabajos de mejoramiento genético en determinados cultivos.

Para que la variedad producida por el fitomejorador sea aceptada en el mercado, es conveniente fijar bien los objetivos del mejoramiento genético, de acuerdo con las prioridades de los agricultores. De esta forma se estará cumpliendo el objetivo principal del programa que es, no solamente producir semilla, sino además, que sea sembrada en el país.

En la producción de las nuevas variedades pueden señalarse varias fases:

- Se recopila el material genético, existente en el mismo país o de otras naciones y se caracteriza. En esta fase un gran apoyo es ofrecido por los bancos de germoplasma.
- El genétista lleva a cabo una serie de evaluaciones del material con las características más favorables. Esto se hace en una determinada estación de mejoramiento genético, a través de la observación y empleando diversos métodos de ensayo; durante varios años se seleccionan, (a veces se hacen también cruzamientos) las líneas más prometedoras y se derivan de ellas nuevas variedades.
- Las variedades así producidas, serán ensayadas en varias localidades fuera de la estación mejoradora para determinar objetivamente su valor agronómico. Estos ensayos los efectúa el mejorador o un organismo público o privado.
- Siguen ensayos de adaptabilidad de las nuevas variedades en un gran número de localidades y en una amplia gama de condiciones climáticas y de suelos. Estos ensayos los puede realizar un organismo neutral para lograr la comparación objetiva de las nuevas variedades con las variedades comerciales que ya están en el mercado.
- Finalmente, es necesario un ensayo constante de las variedades mejoradas comercializadas para comprobar si conservan sus características originales durante todo el período de su empleo comercial.

Una campaña para introducir nuevas variedades de semilla debe abarcar un período de 3 a 5 años; además, por muy buena acogida que tenga la variedad de parte de los agricultores, su adopción en gran escala generalmente toma varios años, debido a la dificultad de producir suficiente semilla en un solo año para distribuirla en todos los lugares. Por eso, es

definitivamente perjudicial la política de sustitución de unas variedades por otras dentro de lapsos de tiempo corto.

Una determinada cantidad de semilla genética y de semilla básica, o sea, las producidas por el fitomejorador será conservada en la estación experimental. En efecto, la semilla distribuída a los multiplicadores durante el proceso de multiplicación pierde parte de su pureza genética hasta el punto en que la variedad puesta en el comercio ya no tiene las características deseables de la producida por el fitomejorador. En este contexto, la conservación de una parte de la semilla genética permite reintroducir en el mercado la variedad tal como fué creada, esta operación toma el nombre de “mantenimiento varietal”.

4.2. Multiplicaciones iniciales de semilla

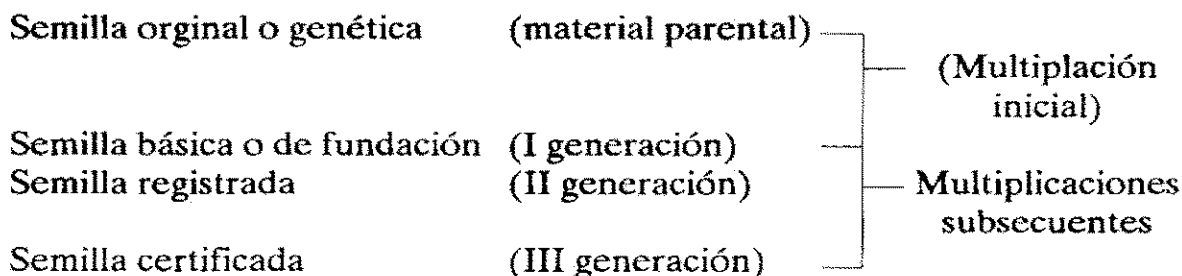
La cantidad de semilla producida por los fitomejoradores es muy limitada, por lo tanto, para llegar al volumen requerido por los agricultores para sus siembras, se necesitará multiplicar esta pequeña cantidad de “semilla original” o “genética”. Para lograr el volumen de semilla deseado se requieren más multiplicaciones, en cada una de las cuales se produce una nueva generación.

El primer problema que se debe resolver en un programa respecto a multiplicación de semillas, es, decidir cómo y dónde se van a efectuar las multiplicaciones iniciales de las primeras libras de semilla, y quién tendrá a su cargo tal responsabilidad. Para tomar esta decisión es necesario tener en cuenta dos consideraciones importantes:

1. En el curso de las etapas de multiplicación, es necesario preservar las características genéticas de la variedad, tal como estas han sido descritas.
2. Hay que contar con una organización para el mantenimiento y multiplicación de semilla, que por lo general, requiere de la cooperación entre los sectores públicos y privados.

Resulta entonces, bastante claro que la multiplicación de semillas necesita un cuidado especial, y por lo tanto, las empresas seleccionadas para esta actividad deben garantizar la suficiente preparación técnica del personal, así como las condiciones de campo adecuadas para ejecutar la producción de semillas.

Es obvio que cuanto mayor sea el número de ciclos de multiplicación a partir de la semilla original, mayor es el tiempo de exposición de la variedad mejorada a las diversas fuentes de contaminación (cruzamiento con otras variedades, incidencia de enfermedades transmitidas por semilla, mezcla física de semillas durante el beneficio de las mismas). Por lo anterior, se han establecido las siguientes categorías de calidad en el curso de la multiplicación de semillas:



La primera multiplicación (donde se produce la semilla básica) toma el nombre de “multiplicación inicial”, las otras de “multiplicaciones subsecuentes”.

El producto de la semilla certificada será el grano destinado al consumo, y que no podrá ser vendido como semilla; a veces puede pasar que el producto de la semilla certificada con características particularmente favorables sea destinado a la siembra. En este caso, el producto toma el nombre de “Semilla apta”. Esta semilla, a diferencia de los granos para el consumo, debe estar sujeta a las normas de control de calidad.

La multiplicación inicial debe ser una responsabilidad directa del fitomejorador o de las dependencias del organismo de investigación donde el fitomejorador tenga una participación principal, por ejemplo : programa de semilla básica. Las multiplicaciones subsecuentes, así como la distribución de la semilla básica y la consiguiente actividad de control de calidad estarán a cargo de un organismo de certificación de semillas, el cual se valdrá de la ayuda de empresas adecuadamente seleccionadas.

4.3. Producción y beneficiado

La producción de semilla registrada y semilla certificada, requiere el uso de extensiones de tierra bastante grande y por eso generalmente está en manos de empresas independientes bajo la supervisión del organismo

nacional certificador de semillas. Estas empresas se ocupan de la producción en el campo, (a veces también del beneficiado), y este proceso tendrá que ser efectuado según técnicas apropiadas.

La producción de semilla en el campo se realiza de acuerdo a un plan previo ajustado a la demanda; la demanda de semilla, la disponibilidad de personal idóneo y los recursos propios de las empresas productoras, son los determinantes principales del tamaño inicial de dicha operación.

El tipo y cantidad de semilla que se va a producir se debe planificar con varios años de antelación, porque, como hemos visto, se necesitan por lo menos 3-4 épocas de multiplicación antes de llegar a producir semilla certificada a partir de la entregada por los fitomejoradores. La tasa o factor de multiplicación se puede calcular a partir del rendimiento estimado de semilla y la densidad normal de siembra del cultivo por unidad de superficie. El factor de multiplicación de semilla es el número de kilogramos de buena semilla recogida por cada kilogramo sembrado. Por ejemplo: en el maíz, por un kilogramo sembrado se recogen 45-250 kilogramos.

Tabla No. 3 Factores de multiplicación en algunos cultivos

<i>Cultivo</i>	<i>Factor de multiplicación</i>
Maíz	45-250
Algodón	8- 40
Arroz	20- 30

En base a la demanda proyectada y al factor de multiplicación es posible determinar el número de multiplicaciones que se requieren y establecer el área y la cantidad de semilla necesaria para cada generación. En el cálculo de la semilla que se va a producir se debe considerar también una producción adicional que sirva para cubrir las pérdidas que se produzcan en el campo y las reducciones en la cantidad de semilla buena que se presenten en el beneficiado.

El beneficiado comprende toda una serie de labores (limpieza, secado, clasificación, tratamiento químico, empaque, etc.) que se efectúan sobre la semilla para su conservación y elevar su calidad antes de comercializarla.

Las operaciones del beneficiado se ejecutan conjuntamente en establecimientos específicos que a menudo llegan a tener dimensiones relevantes. En otros casos existen pequeñas unidades de procesamiento

próximas a los lugares de producción. La magnitud del área de producción de semillas y la capacidad de la planta beneficiadora se deben determinar conjuntamente.¹

4.4. Mercadeo, almacenamiento y legislación

El concepto de mercadeo abarca todas las actividades comerciales que comprende el proceso de la semilla; desde la producción en el campo y beneficiado, hasta la distribución del producto final a los agricultores que se dedican a la producción agrícola del grano para el consumo. A menudo las operaciones de mercadeo comienzan antes de la producción de semilla certificada y comprenden también los contratos de producción a partir de la semilla básica.

Las actividades de mercadeo y el control que sobre éstas debe ejercer un programa de semillas, abarca varios aspectos que van desde los mecanismos y canales de distribución, hasta la política de precios de la semilla, la cual influye sobre una mayor o menor demanda de las diversas variedades de este insumo. El mercadeo comprende también las actividades de promoción que se desarrollan hacia los agricultores, el estudio de las formas de venta, la propaganda y los contratos de producción. El control de mercadeo se hace a través de la política de precios, y de una serie de normas ministeriales que permiten reglamentar la comercialización. Las normas, y lo que se refiere a la regulación de la producción, determinarán la formación de una ley de semillas, característica de un programa avanzado.

La protección del consumidor es el fin primordial de las normas de ley sobre el mercadeo.

Durante las diversas fases de la distribución (por ejemplo, el paso de semillas de un vendedor mayorista a un minorista) y antes que ésta comience, inmediatamente después del beneficiado, tienen una gran importancia las operaciones de almacenamiento y transporte. Del momento que la semilla es un insumo vivo, estas operaciones deberán ser efectuadas de manera apropiada, teniendo mucho cuidado de no dañar los granos para

1 En el capítulo III se trata lo que respecta a las actividades propias de la producción de semillas en el campo, en los capítulos IV y V se habla de las operaciones del beneficiado.

que mantengan su máxima viabilidad. Los golpes y las condiciones climáticas adversas, como altas temperaturas y la humedad, son las causas principales de los daños provocados a la semilla durante estas fases.²

4.5. Control de calidad

La buena calidad de la semilla es el resultado de un conjunto de sus mejores características, las que en suma determinan su aptitud para germinar, emerger y originar plántulas normales que finalmente tengan altos rendimientos relativos.

Muchos agricultores juzgan la calidad de la semilla por su apariencia física, es decir, tamaño, color y ausencia de materiales extraños. Ellos pueden generalmente identificar el tipo de semilla, pero rara vez son capaces de identificar la variedad o predecir el potencial de germinación, sólo con mirarlas. Los controles de calidad se vuelven entonces fundamentales para garantizar estas características no determinables a simple vista.

Con el objeto de garantizar una mejor calidad, los gobiernos efectúan el análisis de semilla, crean programas de certificación y promulgan leyes. Estas medidas estatales de control de calidad pueden ser introducidas en diferentes momentos, pero la secuencia más común es la siguiente : análisis en la etapa 1 ó 2; certificación en las etapas 3 ó 4, legislación general sobre producción y mercadeo de semilla en la etapa 4.

Los controles son efectuados por un organismo especializado, generalmente estatal, durante diferentes etapas del proceso productivo, los principales son efectuados:

- En el campo; se controla que el aislamiento sea el recomendado, que no haya presencia de malezas nocivas o de plantas de otras variedades, etcétera.
- Durante el acondicionamiento; no tienen que darse mezclas y la semilla debe ser manejada con el debido cuidado, los lugares deben estar limpios, etcétera.
- En el laboratorio de análisis; se controla la calidad de la semilla a través de análisis específicos como humedad, pureza, germinación, sanidad, etcétera.

2 En el capítulo VIII nos ocuparemos del mercadeo, en el capítulo IX de la ley sobre semillas y en el capítulo VII del almacenamiento.

En la mayoría de los países el organismo responsable de los análisis tiene también la función de emitir certificados y etiquetas como garantía de los controles y análisis hechos, algunos organismos tienen la facultad de emitir certificados de valor internacional.

Otros controles de calidad son aquellos de cuarentena vegetal que se efectúan cuando una partida de semilla proveniente del extranjero entra en el país. Estos controles, que son de tipo sanitario, están generalmente a cargo de entidades especializadas que no se ocupan del análisis de calidad.

También las empresas productoras, para tener bajo permanente control la calidad de la semilla producida por ellos, deben tener un servicio propio de control de calidad, por eso, los laboratorios de análisis donde trabajan técnicos especializados, están a menudo localizados en proximidad de los lugares donde se efectúa el beneficiado de semillas.³

4.6. Servicio de educación e información

Entre los componentes de servicio está el de educación e información. Convencer a los agricultores de la importancia de utilizar semilla de variedades apropiadas y transmitirle informaciones acerca de las tecnologías adecuadas es algo necesario en un programa de semillas.

El personal que efectúa los controles también debe estar educado en las actividades semillistas para que pueda ayudar a los agricultores a entender la importancia de utilizar semilla de buena calidad.⁴

3 El control de calidad es tratado en el capítulo VI.

4 Este argumento es tratado conjuntamente al mercadeo en el capítulo VIII.

CAPITULO III

PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL CAMPO

1. INTRODUCCION

La producción de semillas en el campo se realiza de acuerdo a un plan previo ajustado a la demanda del ciclo agrícola. Esta actividad requiere de una organización sólida, tanto en el aspecto técnico, como económico y el conocimiento de ciertas particularidades propias de la producción de semillas. Se requiere una particular atención en la identificación de áreas adecuadas, que deben tener las condiciones climáticas y edáficas apropiadas para el cultivo que se desea producir, en la contratación de los agricultores que se encargarán de la multiplicación, y en la ejecución de las prácticas culturales. Estas últimas deben seguir el sistema general de los agricultores progresistas de la localidad, pero con las adaptaciones y precauciones especiales que requiere la producción de semilla. En el presente capítulo nos referiremos a dichas adaptaciones y precauciones, más que a los detalles de la práctica agrícola normal.

2. SELECCION DE LAS ZONAS SEMILLERAS

En la elección del lugar para la producción de semillas se deben considerar una serie de factores climáticos, agronómicos, biológicos, sociales y económicos.

Los principales factores ambientales que pueden influir en la producción de semillas son: la luz, la temperatura, la pluviosidad, el viento y el suelo.

Las características climáticas de un país no son completamente uniformes y por eso se debe seleccionar la zona más favorable para cada cultivo.

A continuación se describen brevemente las acciones de cada uno de los factores ambientales.

2.1. Luz

La luz actúa sobre las plantas por fotosíntesis y longitud del día. Las plantas verdes usan la energía luminosa que reciben como fuente energética para la fabricación de azúcares y compuestos afines. Este proceso se denomina fotosíntesis. Las intensidades luminosas más altas producen en general una tasa más eficiente de fotosíntesis dentro de los límites de cada especie.

En muchas especies vegetales el inicio de la floración está influenciado por la longitud del día, este fenómeno se denomina fotoperiodicidad; el paso de la fase vegetativa a la reproductiva solamente tiene lugar bajo una longitud particular de los días y si las plantas se mantienen con una longitud de día inadecuada permanecen en período vegetativo indefinidamente. De acuerdo a la longitud del día existen tres grupos de plantas:

- Plantas de día corto: Florecen cuando el período de luz, cada 24 horas, es más breve que un período crítico determinado, (éste se considera de 11-12 horas). Así, la duración necesaria del día es el período máximo de luz en que las especies empiezan a mostrar brotes y flores. Por ejemplo Soya (*Glycyce max*).
- Plantas de día largo: Florecen cuando el período de luz es más prolongado que un período crítico determinado definido antes. Así, la duración necesaria del día es la longitud mínima del período de luz en que las especies pueden empezar a mostrar brotes y desarrollar flores.
- Plantas indiferentes: Son las especies cuya velocidad de floración no varía según la longitud del día. Por ejemplo el tomate (*Licopersicum esculentum*).

Otra variante de la luz en relación con el crecimiento del cultivo es la intensidad de la radiación, que depende de la cantidad de la nubosidad a lo largo del año.

De todo esto es claro que el lugar (zona o región) elegido para la multiplicación debe tener en el momento correcto del año una longitud del día apropiada para la multiplicación del cultivo.

2.2. Temperatura

Cada especie tiene una temperatura óptima de crecimiento y desarrollo. La temperatura óptima puede definirse como el rango de temperatura en el cual se produce una fotosíntesis máxima y una respiración normal durante el ciclo vital de la planta. La respiración puede definirse simplemente como el proceso opuesto en la fotosíntesis, ésto es, el desdoblamiento de los alimentos.

Durante el período vegetativo la temperatura tiene a menudo mayor influencia que la duración del día en la determinación de la antesis, esto vale para muchas plantas. Temperaturas inadecuadas pueden impedir la floración aunque la duración del día sea favorable.

Las temperaturas extremas son perjudiciales para el normal crecimiento y desarrollo de los cultivos y frutos, causando el desprendimiento de los brotes florales o de los frutos jóvenes; esto pasa por ejemplo, en oleaginosas de granos y algodón. Temperaturas bajas retardan el crecimiento de la planta. Sin embargo, es preciso aclarar que algunas especies vegetales necesitan bajas temperaturas para florecer, tal es el caso de plantas bienales como las coles, la remolacha, la cebolla, etc., este proceso se llama vernalización.

2.3. Pluviosidad

Para obtener una producción satisfactoria de semillas debe existir un equilibrio entre la disponibilidad de agua, suficiente para que las plantas enraicen y crezcan; un ambiente seco para lograr una polinización satisfactoria y la maduración de la semilla.

Es necesario planear la producción de semilla de manera que el cultivo se encuentre en la fase vegetativa durante la estación de las lluvias y madure durante la estación seca. Una elevada pluviosidad durante la fase de maduración de la semilla puede reducir su viabilidad y dar lugar a una germinación prematura o generar la necesidad de un mayor secado de las semillas.

En un área seca es posible sustituir la lluvia por riego, teniendo además la ventaja de poder controlar el suministro de agua evitando los excesos y deficiencias.

2.4. Suelos

Un suelo satisfactorio debe constituir un buen soporte mecánico; garantizar una buena retención del agua de manera que las plantas la puedan aprovechar (pero debe drenar fácilmente en caso de lluvias excesivas); permitir un intercambio gaseoso para la respiración radicular; y proporcionar los nutrientes necesarios para un crecimiento satisfactorio de la planta.

En los cultivos pratenses un suelo de alta fertilidad aumenta excesivamente el crecimiento vegetativo, pero en la producción de semillas es preferible un suelo de fertilidad media. La alta fertilidad también puede ocasionar que se encamen las plantas tales como, cereales, oleaginosas y leguminosas de grano.

Cuando se elige un terreno es importante recordar lo que se sembró anteriormente en él; en efecto, las semillas de diferentes especies presentan el fenómeno de latencia y una parte de ellas germina un año después de la siembra; ésto puede representar una fuente de contaminación para el siguiente cultivo.

También es importante hacer análisis de suelo para detectar la presencia de patógenos particularmente dañinos al cultivo que se va a sembrar y determinar que tipo de malezas existen. Esto permite tener una idea del tipo de competencia que se va a presentar y la cantidad de semilla de especies extrañas que se puedan mezclar a las del cultivo durante la cosecha.

A veces el tipo de suelo desempeña un papel importante también en la recolección de la semilla, como en el caso del cacahuate cuyo fruto y semilla están enterrados (bajo tierra). Para este cultivo deben preferirse los suelos de textura ligera pese a que los rendimientos de semilla son menores.

2.5. Vientos

Un viento excesivo puede impedir una buena actividad de los insectos polinizadores (vientos de 8 km/h, o más, pueden afectar la polinización por insectos) impide transportar el polen a largas distancias ó intensifica la pérdida de semillas al desgranarse durante la maduración. Debido a eso, para la reproducción de semillas son necesarias zonas protegidas, en caso

que no lo estén, deben establecerse barreras de protección con cultivos temporales de otras plantas más altas.

Sin embargo, el viento es necesario para la polinización de las especies de polinización anemófila y para un secado satisfactorio de las plantas en las zonas lluviosas.

2.6. Selección de fincas y productores

La selección de fincas y productores deberá hacerse en base a los criterios siguientes:

- Disponibilidad de suficientes extensiones de tierra para localizar la producción de semillas.
- Disponibilidad de campos que aseguren la no contaminación de variedades en reproducción, con otras variedades comerciales o silvestres.
- De ser posible la finca debe tener el equipo necesario para realizar todas las operaciones, desde la siembra a la recolección, pues los equipos prestados pueden provocar contaminación con semillas de otras especies o cultivares.
- Las áreas de producción deben ser accesibles para que puedan ser visitadas por los agentes de extensión y para que la semilla recogida pueda transportarse cómodamente a la planta beneficiadora o al almacén a gran escala.

Sin embargo, lo más importante es el productor, el cual no sólo debe tener larga experiencia en el cultivo de su zona, sino además debe entender los procedimientos especiales y precauciones necesarias que requiere la producción de semillas; asegurar que las operaciones sean realizadas a tiempo y de la manera correcta y controlar que sea realizada la limpieza periódica de aperos y equipos.

3. PRACTICAS CULTURALES

3.1. Control de la polinización y pureza genética

El control de la polinización es fundamental en todo el trabajo de mejoramiento de plantas y en la producción de semillas para evitar la contaminación genética de los cultivares.

Respecto a la forma como las plantas producen semillas se pueden señalar cuatro grupos de plantas:

CAPITULO III

- Algunas plantas poseen flores formadas de tal manera que el estigma nunca queda expuesto y por lo tanto recibe sólo su propio polen. Tales plantas son llamadas autógamas; por ejemplo soya y frijol (*Phaseolus vulgaris*).
- Un segundo grupo no forma semillas, o solo forma unas cuantas, a menos que el polen que llegue a sus estigmas sea de una planta diferente. Estas plantas son llamadas autoincompatibles; por ejemplo las familias de las crucíferas y algunas especies de tabaco y lirios.
- Un tercer grupo produce semilla, ya sea con su propio polen (autofecundación), o con polen de otra planta (fecundación cruzada). Por ejemplo el maíz, estas plantas son conocidas como alógamas.
- En el cuarto tipo, hay plantas que son hembras y plantas que son machos. Sólo se forman semillas cuando hay plantas machos que proporcionen el polen; por ejemplo la espinaca, el espárrago.

Para obtener una variedad sin que cambie genéticamente es necesario controlar la contaminación, sin control, las características genéticas de la variedad pueden diferir de las obtenidas originalmente por el fitomejorador. La contaminación puede ser provocada por una polinización fortuita con plantas de genótipo diferente o por mezclas con semillas de plantas de otras variedades. Conociendo cómo una planta produce semilla podemos ejercer este control para mantener la pureza genética.

Existen varios métodos para mantener la pureza:

a. Aislamiento

El aislamiento es vital para mantener la pureza y la sanidad de la variedad por las razones siguientes:

- Asegura que no se produzca polinización cruzada entre cultivos compatibles.
- Asegura que no se mezclen semillas de diferentes variedades de la misma especie durante la cosecha.
- La transmisión de plagas y enfermedades de otros cultivos se reduce al mínimo.

Existen varios tipos de aislamiento:

Aislamiento en el tiempo; si un cultivar de floración temprana y otro de floración tardía se cultivan uno al lado de otro, no habrá problema de polinización entre ellos. Otra variante puede ser, sembrar en diferentes fechas variedades de la misma especie, si las condiciones lo permiten.

PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL CAMPO

Aislamiento por distancia; la distancia mínima entre variedades depende de factores tales como, el grado de polinización cruzada natural, el agente polinizador, la dirección de los vientos prevalecientes y el número de insectos presentes.

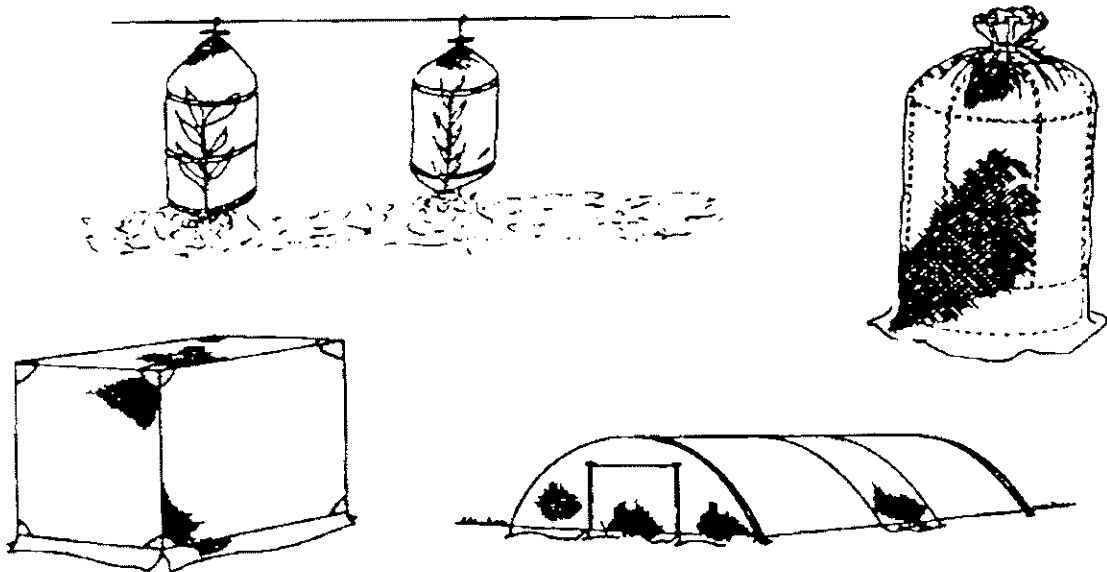
Las distancias exigidas por las normas que controlan la producción de semillas, varían según la clase de semilla producida, esto es, la distancia debe ser mayor cuando se desea producir semilla con alto grado de pureza genética.

Aislamiento por protección; en parcelas pequeñas o grupos de plantas seleccionadas suele dar resultados satisfactorios el sistema de aislar las plantas mediante jaulas de malla, paredes de plástico, invernaderos ú otras construcciones, que impiden el paso de los insectos.

b. Forma del campo o parcela

La mayor parte de la contaminación por polen se produce en torno al perímetro del cultivo. Por consiguiente, es importante que los campos o parcelas para la producción de semillas se asemejen en lo posible a un cuadrado. De este modo el perímetro de una superficie se reduce al mínimo y al excluir la franja externa se pierde menor cantidad de semilla. Debemos entonces procurar que la parcela tenga, en igual superficie, el menor perímetro posible.

Figura No.8 Algunos tipos de aislamiento por protección



c. Técnica de exclusión de la faja externa

Esto se realiza cuando hace falta semilla de alta calidad genética, o si existen indicios o pruebas de contaminación de polen procedente de otros cultivos compatibles cruzados. La técnica consiste en recolectar por separado las semillas de la franja externa que tiene un determinado ancho dependiendo de la especie cultivada. Estas semillas pueden destruirse o clasificarse en una categoría inferior. Las semillas procedentes de la zona interna constituyen el principal lote recolectado y reciben un tratamiento preferencial.

d. Tamaño de la parcela

Al mayor tamaño de la superficie en una plantación de un cultivo para semillas, existen menos posibilidades de contaminación con polen exterior. Por consiguiente, es importante que se proceda con sumo cuidado en la producción de semillas del fitogenetista y de semilla básica, la cual, suele efectuarse en parcelas más pequeñas que la semilla certificada o comercial. Esto se debe a que se requieren menores cantidades de semilla de alta calidad para su ulterior multiplicación.

e. Eliminación de las fuentes de contaminación

Es otra labor que ayuda a mantener la pureza del cultivar. Las plantas fuera de tipo, las plantas de otras variedades, y las malezas en el campo productor de semilla, son fuentes de contaminación que deben ser eliminadas; lo mismo, las plantas más débiles y las altamente afectadas por plagas. Aunque, un porcentaje reducido de estas plantas puede no afectar seriamente el comportamiento de un lote dado de semillas, su presencia continua conduce al deterioro de la variedad en el transcurso de algunos años. Entre las principales fuentes de contaminación tenemos:

- **Plantas fuera de tipo. (atípicas).**

Son plantas del mismo cultivo de las plantas deseables pero que se diferencian en la expresión de características morfológicas; pigmentación, pubescencia en tallos y hojas, color, forma y tamaño de flores, características de maduración, macollamiento, esterilidad masculina, etcétera.

Para definir que una planta es atípica, no es necesario identificarla inequívocamente como planta de otra variedad, sin embargo, las plantas que son reconocidas como de otra variedad se incluyen entre las de fuera de tipo.

PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL CAMPO

Tabla No. 4 Requerimientos mínimos de aislamiento para la producción de semillas de ciertas especies cultivadas

<i>Tipo de polinización</i>	<i>Especies</i>	<i>Clase de semillas</i>		
		<i>Básica</i>	<i>Registrada</i>	<i>Certifi.</i>
Autofecundada	Cebada, avena, trigo, arroz, cacahuate, soya, chícaro, lespedeza, frijol, etcétera.	Los campos deben estar separados por un lindero bien definido, no menos de 3 m de ancho.		
	Gramíneas, forrajeras (ssp autofecundadas y apomíticas)	3 m	3 m	1.5 m
Autofecundadas pero en menor grado que las de la lista anterior.	Algodón (tipo Upland)	30 m. entre variedades que difieren marcadamente.		
	Algodón (tipo egipcio)	402 m	402 m	201 m
	Chile	61 m	30.5 m	10 m
	Tomate	61 m	30.5 m	10 m
	Tabaco	46 m ó cuatro surcos de orilla por cada variedad. El aislamiento entre variedades de diferentes tipos debe ser de 402 m.		
De polinización cruzada por insectos.	Alfalfa, trébol rojo.	402 m	301 m *402 m	50 m
	Trébol blanco y T. dulce	1610 m	201 m *402 m	100 m
	Mijo	402 m	402 m	402 m
	Sandía	805 m	805 m	402 m
	Cebolla	1610 m	805 m	402 m
De polinización cruzada por el viento	Maíz híbrido	201 m (Esta distancia puede ser reducida si el campo se rodea con el número especificado de surcos de borde y las variedades cercanas son del mismo color y textura.		
	Gramíneas forrajeras.	402 m	201 m	100 m

* Cuando se dan dos números, el primero se considera si el campo es menor que 2 hectáreas y el segundo si el campo es mayor que 2 hectáreas.

- Plantas hembras dispersoras de polen en variedades híbridas.
- Malezas prohibidas.
Son plantas de malezas nocivas y presentan uno o más de los siguientes problemas: el tamaño y forma de sus semillas son tan similares a la semilla cultivada que sería difícil separarla mecánicamente; su modo de dispersión y perpetuación o su hábito de crecimiento es tal que una vez introducidas a un campo dichas malezas sería difícil eradicarlas; las partes de la planta son venenosas o dañinas; sirven como hospedero de plagas y enfermedades.

f. Eliminación de las flores de las plantas femeninas en la producción de híbridos

La producción de semilla híbrida se hace sembrando, en forma alternada, hileras de plantas masculinas y plantas femeninas. En general las hileras femeninas representan mayor número que las masculinas, por ejemplo, en el maíz, la proporción es 1:2, 1:3, etc.; ésto se explica por el hecho que la función de las primeras es producir semillas, mientras que las segundas solamente producen polen.

Sin embargo, el polen producido por las plantas femeninas es una fuente de contaminación, por lo tanto, es necesario impedir su producción. Esto se hace a través de la operación de emasculación, (desespigamiento en el caso del maíz) que consiste en remover las partes florales masculinas en las plantas de la línea femenina, antes que lleguen a su madurez. Otra forma para impedir la autopolinización de las líneas femeninas utilizadas en la producción de híbridos, consiste en ocupar plantas con esterilidad masculina (esterilidad citoplasmática o esterilidad genética), las cuales producen polen estéril o no son capaces de producirlo, en estos casos no se necesita proceder a la emasculación y se ahorra en mano de obra.

3.2. Preparación del terreno y de la semilla

En primer lugar, es indispensable situar el campo de producción en terrenos limpios, es decir, no solo relativamente libres de malas hierbas, sino también de las principales plagas y enfermedades que se propagan por el suelo.

El cultivo precedente influye también en el grado de contaminación del terreno que utilizaremos en la producción de semillas, para evitar ésto último podemos elegir correctamente el cultivo precedente en la rotación, que se sembrará en el mismo terreno destinado a la obtención de semillas,

otras medidas para evitar contaminación debido al cultivo anterior son; eliminar los rastrojos y no sembrar el mismo cultivo en el mismo lugar con demasiada frecuencia.

Uno de los objetivos principales de la preparación del terreno es la destrucción de las malas hierbas. Esta labor es importante sobre todo para aquellos cultivos que no pueden competir con las malezas en sus primeras fases vegetativas.

No enumeraremos todas las operaciones que se realizan en la preparación del terreno, porque son bastante conocidas. Sí, recordamos que todas las labores convenientemente espaciadas aseguran un terreno de siembra limpio, menor competencia para el cultivo y menos necesidad de tener que efectuar luego labores interlineales.

La preparación de la semilla incluye un estudio cuidadoso de sus condiciones fisiológicas que aseguren su viabilidad, o bien, tratamientos químicos para combatir plagas y enfermedades antes de la siembra.

La semilla debe ser capaz de germinar de forma satisfactoria, ya que el porcentaje y rapidez de germinación tiene una importancia agrícola considerable. El hecho de que algunas semillas viables tarden en germinar, o no germinen cuando se les siembre, puede dar como resultado un sembrado ralo que muchas veces reduce la producción de semillas y en algunos casos impone la necesidad de resembrar.

3.3. Siembra

El momento en que debe sembrarse depende mucho de las exigencias ecológicas del cultivo y de la necesidad de evitar los estragos que ocasionan las enfermedades y plagas.

La densidad de siembra dependerá de la producción que se desee obtener y de la cantidad de las semillas disponibles; no debe ser muy baja ni muy alta.

En el primer caso, en el sembrado aumenta la contaminación con malas hierbas y se intensifican el macollamiento o la ramificación de los vástagos, lo cual, conduce a obtener semillas heterogéneas con alto porcentaje de granos procedentes de los vástagos laterales que se distinguen por su reducida calidad para la siembra. En el segundo caso, sobre todo en presencia de condiciones desfavorables a la vegetación, se obtienen semillas rugosas y pequeñas con reducidas calidades de productividad. Por

lo general, la densidad de siembra en los cultivos para semilla es menor que en los cultivos para la alimentación.

La elección del área más apropiada depende, ante todo, de las características biológicas de los cultivos (o variedades), y del abastecimiento de humedad y elementos de nutrición en el suelo. Generalmente con el aumento de humedad del suelo hay que aumentar la norma de siembra. En los suelos fértiles con suficiente humectación donde el macollamiento de las plantas es abundante hay que reducir la norma de siembra.

La semilla se siembra al voleo, en hoyos o en surcos o líneas. El método más eficaz es la siembra mecánica en líneas, esto permite no sólo una escarda eficaz, sino que, además conduce a mayores rendimientos. La siembra en líneas espaciadas facilita también la depuración e inspección de las plantas.

Para la mayoría de los cultivos arbóreos perennes el espaciamiento ideal para obtener mayores producciones de semilla coincide con el que conviene para la producción de fruta.

3.4. Fertilización

En cierta medida la nutrición mineral ayuda a formar la calidad de las semillas. Los fertilizantes nitrogenados son los que más influyen en la cosecha y calidad de los granos; la época de su aplicación es sumamente importante en los cultivos para la producción de semilla. En las primeras fases del crecimiento no es conveniente que haya demasiado nitrógeno porque el desarrollo vegetativo resultaría exagerado y la fructificación se vería afectada, también en muchos cultivos podría producirse el encamado. En caso de aplicar el nitrógeno en forma fraccionada es conveniente saberlo antes y aplicar el segundo abonado lo más tarde posible. Resultados negativos por la acción del nitrógeno podrían ser : maduración tardía, insuficiente madurez o bien, acumulación de sustancias inhibitoras de la germinación.

La función del fósforo en la producción de semillas se relaciona sobre todo con la fructificación y desarrollo de las semillas. Un buen abastecimiento de fósforo favorece la formación de los órganos de reproducción por ejemplo, en las gramíneas. En las semillas con una reserva elevada de fósforo, este es un factor positivo que intensifica los procesos de la germinación.

El potasio desempeña también un papel importante en la floración, ya que existe una acción recíproca entre el potasio y nitrógeno, pues siempre que la provisión de nitrógeno es suficiente la planta responde mejor al potasio y lo mismo ocurre con el nitrógeno cuando la planta tiene suficiente potasio.

La escasez, en el suelo, de cualquiera de los principales elementos de nutrición de las plantas ejerce una influencia determinada sobre la calidad de las semillas. Al mismo tiempo, en los sembrados semilleros es importante, no solo la cantidad de fertilizantes aplicados, sino también los plazos de su aplicación porque, como se sabe, las fertilizaciones suplementarias tempranas, aseguran alto rendimiento vegetativo de las plantas y las tardías contribuyen a la formación de los órganos de reproducción, sin descartar la importancia de los elementos menores, cualquier deficiencia de los mismos debe corregirse.

3.5. Riego

Para obtener los máximos resultados del riego es indispensable que el suelo contenga suficiente nitrógeno, por esta razón, los suelos más adecuados son los que están bien provistos de materia orgánica. Aunque se debe evitar el exceso de riego en las primeras fases, ya que podría ser causa de un excesivo crecimiento vegetativo, la falta de humedad durante la actividad vegetativa puede retrasar la maduración de las semillas.

Es importante saber como establecer un calendario normal de riego. El calendario que a continuación explicaremos no está referido a condiciones concretas de clima, suelo y cultivo, por lo cual solo puede servir de referencia.

La siembra debe realizarse con una humedad en el horizonte superficial próxima a la capacidad de campo. Para ello es preciso dar un riego anterior al momento de la siembra. Después de la emergencia de las plántulas se volverá a regar cuando la plantación comience a sufrir los síntomas de la falta de humedad en el suelo.

El primer riego después de nacidas las plantas no conviene anticiparlo, de modo que el cultivo sufra algunos días una falta de relativa humedad. El momento más idóneo dependerá de la naturaleza del suelo, de las condiciones climáticas y en definitiva, de la velocidad e intensidad de la evapo-transpiración de la planta. Retrasando lo más posible este primer riego se facilita la formación de un fuerte y profundo sistema de raíces que

crece en busca del agua cada vez más alejado de la superficie. Si se riega antes o en exceso en esta primera fase después de la nacencia, las plantas formarán un sistema de raíces superficiales y tenderán a consumir más agua en el futuro.

Hasta el momento de la floración los riegos no deben ser muy abundantes. Cuando se acerca este estadio, es decir cuando las plantas están terminando de crecer en altura, la cantidad de agua a suministrar será mayor y el máximo caudal aprovechado por el cultivo será el que llene la capacidad de campo del suelo, en la zona hasta donde llegan las raíces.

Al acercarse la floración, se debe regar con una frecuencia de más o menos una vez por semana en suelos de textura suelta, o un riego cada diez días en tierras más pesadas. Comienza así el segundo período en que una vez terminado el crecimiento vegetativo tienen lugar los procesos de fecundación, formación y maduración del grano. Cuando el grano está cerca de su madurez fisiológica las necesidades de agua disminuyen, y los riegos pueden distanciarse algo más, hasta terminar.

Aunque no es posible dar una pauta a seguir, creemos que lo antes escrito contribuye a fijar ideas y facilitar una orientación práctica de los riegos, así como a establecer un calendario para los mismos.

3.6. Control de malezas, plagas y enfermedades

En los cultivos para producción de semillas las malas hierbas son particularmente indeseables, puesto que si su maduración es simultánea se recogen junto con el grano y si son difíciles de separar pueden contaminar la semilla incluso después del beneficiado.

Ciertas especies de malas hierbas tienden a florecer en determinados cultivos, mientras que en otros permanecen controladas. Algunas semillas de malas hierbas se desgranán y quedan en el suelo para germinar en años siguientes, mientras que otras se recogen con el grano llenándolo de impurezas que pueden contaminar otros campos.

El control más efectivo de las malas hierbas consiste en la germinación rápida y uniforme de la semilla cultivada y el desarrollo denso del sistema radicular y foliar. Sin embargo, como explicamos con anterioridad, no es aconsejable una dosis de siembra excesiva en los cultivos productores de semilla.

PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL CAMPO

Entre los principales métodos para controlar las malezas tenemos:

- Drenaje, para el control de malezas que florecen en condiciones húmedas.
- Encharcamiento, en el caso de arroz, para controlar el crecimiento de las malas hierbas que no toleran estas condiciones.
- Rotación de cultivos.
- Sembrar en una parcela libre de semillas, lo que se puede conseguir mediante laboreo, pre-inundación o herbicidas de pre-emergencia.
- Sembrar semillas de alto porcentaje de germinación y pureza (libres de semillas de malas hierbas).
- Destrucción de malezas con labores repetitivas.
- Uso de herbicidas.

Todos estos métodos son aplicables a los cultivos para producción de semillas pero el más efectivo es la siembra en una parcela libre de semillas. Una forma de conseguirlo es inducir la germinación de las semillas del suelo y destruir entonces sus plántulas, sin embargo, existe el problema de las semillas latentes que pueden permanecer sin germinar durante un tiempo determinado, a veces de años.

La incidencia de plagas y enfermedades en un cultivo está influenciada, hasta cierto punto, por el clima y su presencia en el suelo, por lo tanto, a la hora de elegir el lugar se deben de tener en cuenta las condiciones que ofrece la parcela que se va a utilizar para la multiplicación.

Muchas enfermedades son transmitidas por la semilla; su control comienza en los granos porque es más fácil y barato eliminar un patógeno en cierta cantidad de semillas que intentar asperjar o espolvorear campos enteros de plantas en crecimiento, por eso, la práctica de tratar las semillas adquiere cada vez mayor importancia.

En los campos destinados a la producción de semillas la inspección cuidadosa y la eliminación de las plantas enfermas reduce considerablemente la incidencia de enfermedades llevadas en las semillas. Otras medidas para reducir o eliminar un patógeno son: el uso de sustancias químicas apropiadas; destrucción de rastrojos infestados; uso de variedades resistentes; y obviamente la utilización de semilla libre de patógenos.

Los insectos que se alimentan de las raíces, hojas y tallos en un efecto combinado, con frecuencia son responsables indirectos de los bajos rendimientos y también disminuyen la calidad de las semillas. En producción de

semillas causan gran daño sobre todo los insectos que se alimentan de las yemas, flores o granos, éstos ordinariamente causan un daño de proporciones mayores a su número y a lo que comen. Sus daños son con frecuencia rápidos y difíciles de detectar, por ejemplo, aquellos que causan la *Contarinia sorghicola* al sorgo durante la floración.

Los insectos pueden ser controlados de diversas maneras: a través de una buena preparación del terreno, eligiendo correctamente la fecha de siembra; haciendo rotaciones de cultivo; utilizando sus enemigos naturales y aplicando productos químicos. Una combinación de todos estos métodos es lo recomendable.

3.7. Cosecha

La actividad cultural de la cosecha adquiere en la producción de semillas una importancia particular debido al hecho que, además de obtener la máxima producción posible, es necesario considerar algunos aspectos específicos que no tienen mucha importancia en la cosecha de grano para el consumo.

Además, existen grandes diferencias entre la cosecha de los cultivos para la alimentación y aquellos para semilla en las especies en donde el alimento es una parte vegetativa de la planta, por ejemplo: repollo, zanahoria, cebolla, remolacha, etcétera.

El objetivo de una buena cosecha es obtener el máximo rendimiento y la máxima calidad, minimizando el gasto de secado y asegurando en lo posible un buen almacenamiento. Para obtener el máximo rendimiento se tienen que reducir en lo posible, las pérdidas, tanto en el campo, desgrane o mal funcionamiento de las máquinas cosechadoras, como en las operaciones de transporte al almacén. La semilla tendrá una alta calidad genética, sanitaria y fisiológica cuando sea cosechada en el momento más adecuado, cuidando de no dañarla mecánicamente y evitando la contaminación con semillas de variedades extrañas o malas hierbas. En fin, cuando más seco esté el grano al momento de la recolección, tanto menores serán los gastos de secado y más fácil resultará almacenarlo.

3.7.1. Momento de la cosecha

La cosecha se debe hacer después que la semilla ha alcanzado su madurez fisiológica, entendiéndose con este término, el momento en que se llega a la acumulación máxima de materia seca en el grano.

PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL CAMPO

Cuando la semilla alcanza este estado de madurez, la acumulación de las sustancias nutritivas a llegado a su fin y el grano ya posee un embrión bien desarrollado y todos los requisitos para originar una nueva planta. Cosechar antes de la madurez fisiológica significaría sacar el grano de la planta cuando todavía no ha alcanzado su máxima viabilidad y su máximo vigor.

Para determinar en el campo cuándo la semilla ha llegado a su madurez fisiológica se recurre a algunos métodos prácticos:

- a) Método de la capa negra: se usa en las gramíneas, en particular para el maíz. En el punto de inserción de la semilla con el ráquíz se nota la presencia de un puntito negro, esto se ve fácilmente al desprender el grano.
- b) Determinación de la humedad del grano: es el mejor método; antes era poco práctico porque para determinar el contenido de humedad era necesario hacer la prueba en el horno, ahora, con la creación de probadores de humedad portátiles este método tiene mucho más significado. Se puede usar para cualquier especie y es muy usado para cereales de grano pequeño.
- c) Coloración del grano o de las vainas: es utilizado en el frijol y en otras leguminosas; el color del grano en la madurez fisiológica es diferente para cada variedad, por eso es necesario tener una muestra indicando el color de la semilla de la variedad cultivada en su estado de madurez para compararla con aquellas del campo. En Nicaragua, en una investigación sobre la variedad "Revolución 79", Humberto Tapia, estableció que es posible detectar el momento de la madurez fisiológica cuando la semilla presenta color rojo claro totalmente distribuido en la testa y vainas verdes con extremo rojizo. Pero hay que aclarar que en algunas variedades de frijol el cambio de color de las vainas no corresponde a la madurez fisiológica y tampoco al cambio de color del grano.
- d) Senescencia o caída del follaje: en muchas plantas estos síntomas indican el alcance de la madurez fisiológica, sin embargo, no son indicios ciertos. En efecto, fenómenos de este tipo pueden ser también causados por otros factores como; sequía, enfermedades, acción de productos químicos, etcétera.
- e) Ciclo vegetativo del cultivo: en algunos casos se puede calcular en forma aproximada el número de días que faltan a la madurez fisioló-

gica, a partir de un estadio bien preciso de la vida de la planta, por ej. emergencia, floración. Este método no es muy confiable porque la duración del ciclo vegetativo varía mucho debido a las diferentes condiciones edafoclimáticas y ecológicas.

- f) Acumulación de grados de calor durante el ciclo vegetativo: es un método basado en el hecho que cada especie o cultivo necesita acumular una cierta cantidad de calor para iniciar la floración y para que madure el grano. Haciendo diariamente el cálculo de los grados de temperatura día por día se puede determinar cuándo llega el momento exacto de la madurez fisiológica. Para la cuenta diaria de los grados de calor acumulado (GCA) se necesita disponer de datos diarios sobre la temperatura máxima y mínima en el sitio donde se localiza la siembra y se emplea la fórmula de Cross y Zuber (1972).

$$GCA = \frac{T^{\circ}Máx. + T^{\circ}Mín.}{2} - 10^{\circ}C$$

Además de los métodos mencionados, existen muchos otros para verificar la madurez fisiológica .aracterísticos para especies determinadas. En el sorgo, por ejemplo, este estadio se comprueba frotando con ambas manos la parte inferior de la panoja y verificando la subsecuente separación de los granos: en la cebada se hace una prueba de ruptura de la semilla con los dientes para probar la consistencia de la misma.

Desde el momento de la madurez fisiológica la semilla comienza a bajar de calidad, es decir, comienza su deterioro. La magnitud de este fenómeno depende de muchos factores tales como: el tiempo en que la semilla se deja en el campo; las condiciones climáticas (T° , H.R., lluvias, etc.); los daños causados por enfermedades, insectos y pájaros. Sin embargo, en la mayoría de los casos no es conveniente cosechar de inmediato cuando se alcanza la madurez fisiológica porque resultaría antieconómico por los elevados costos de secado y/o por la afectación a la integridad de la semilla misma.

El tiempo para la recolección de un cultivo de porta-granos, varía según la época y la clase de planta. Cuando el cultivo ocupa una gran superficie resulta difícil efectuar toda la cosecha en el momento más adecuado, por eso a menudo la recolección de porta-granos comienza antes y termina después del momento óptimo.

PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL CAMPO

El grano de maíz en su madurez fisiológica tiene una humedad alrededor del 30-35%. Generalmente en Nicaragua se cosecha con combinada a una humedad del 18-20%, sin embargo, la bibliografía aconseja recolectar las mazorcas al 25-30%. En el frijol, la madurez fisiológica corresponde a un contenido de humedad alrededor del 45%; en Nicaragua se arrancan las plantas cuando el grano tiene una humedad del 18% y se aporrea al 11-13%. La semilla de sorgo se cosecha a un 20% de humedad y por debajo del 18% el grano se desprende fácilmente de la panoja, provocando pérdidas de producción. La semilla de arroz en Nicaragua se recolecta cuando tiene el 22-24% de humedad; los otros cereales se cosechan con una humedad del grano del 12%.

Cosechas tempranas o tardías generalmente conllevan algunas desventajas. Al recolectar los portagranos con una humedad más alta que la óptima el rendimiento es menor, esto porque la semilla no se ha llenado completamente de sustancias nutritivas y conserva un mayor contenido de agua que pierde después de la cosecha, en consecuencia el grano se contrae, se arruga y pierde peso. También se verifican mermas de calidad que se explican especialmente por el hecho de que no se ha completado la acumulación de las proteínas que van a formar enzimas, aminoácidos y partes del embrión; por consiguiente la semilla tiene un menor vigor y un menor porcentaje de viabilidad. Además, granos más húmedos necesitan un mayor secado para alcanzar el nivel de humedad requerido para el almacenamiento y esto lleva a un aumento en los costos de producción.

Por otro lado, el cosechar demasiado tarde ocasiona otros inconvenientes como pérdidas por desgrane, encamado, mayor incidencia de las enfermedades, ataques de insectos y pájaros, mayores riesgos de lluvias. Las pérdidas por desgrane es un fenómeno muy frecuente en muchas especies (en particular en las leguminosas de grano y en los cereales de grano menudo), y están también relacionadas; con la variedad, las condiciones meteorológicas, el método de recolección y manipulación que sufre la cosecha antes de la trilla.

Algunas variedades de cereales y de especies leguminosas retienen sus semillas mejor que otras, por ejemplo existen variedades de sorgo resistentes al desgrane.

En muchas especies, por ej. cereales de grano menudo, oleaginosas; se presentan menores pérdidas por desgrane, en condiciones de sequía prolongada que cuando se alteran períodos secos y húmedos por cuanto, en el período húmedo se dá la dilatación de los tejidos provocando una

CAPITULO III

presión sobre las glumas y en el período seco la semilla se contrae, facilitando su caída. Sin embargo, el desgrane es mayor cuando la semilla está más seca y por eso es aconsejable cosechar temprano por la mañana o tarde por la tarde cuando el clima es más húmedo. En los trópicos, donde las plantas maduran más rápidamente, se observan las mayores pérdidas por desgrane.

Las plantas encamadas son más difíciles de cosechar y a menudo no se pueden recuperar todas las semillas, además si el encamado es muy fuerte el desarrollo de la semilla se atrasa mucho.

Los ataques de pájaros e insectos reducen la cantidad de semillas sobre la planta y producen daños de varios tipos.

Las lluvias son un gran problema por cuanto la semilla mejorada respira, se calienta y acelera su deterioro. De esta manera, se favorece la germinación o la pudrición del grano sobre la planta, además, aumenta los costos de secado y de transporte y se hace más dificultoso el almacenamiento. En el algodón, un grado alto de humedad en la semilla comporta un mayor proceso de desmote y expone el grano a sufrir un mayor daño mecánico.

En condiciones particulares puede resultar más oportuno cosechar con una humedad del grano diferente de la normalmente aconsejada. Por ejemplo, cuando los equipos de secado no tienen la capacidad de procesar toda la cosecha y no hay riesgo de lluvia, es conveniente dejar la semilla más tiempo en el campo que almacenarla con alto contenido de humedad; cuando existen elevados riesgos de lluvias se recolecta la semilla tan pronto haya llegado a su madurez fisiológica y luego se utiliza el secado artificial para reducir la humedad.

Problemas especiales se encuentran en la producción de semilla de plantas que no granan de manera uniforme, por ejemplo leguminosas y gramíneas forrajeras de semilla menuda. En estos casos se puede proceder de dos maneras: se realiza la cosecha a intervalos, dejando cada vez en el campo las semillas todavía inmaduras o se recolectan en el período medio respecto a la madurez de todas las semillas. Además, el tamaño sumamente pequeño de la semilla forrajera y la cantidad relativamente alta de pequeños residuos de las otras partes de la planta hacen difícil la recuperación de estas semillas.

3.7.2. *Métodos de cosecha*

La recolección de la mayoría de los cultivos comprende dos operaciones. el corte, y la trilla o separación de la semilla del material cortado. Estas operaciones se pueden realizar manual o mecánicamente, una máquina capaz de llevar a cabo las dos operaciones de una sola vez se denomina cosechadora combinada.

La recolección manual es practicada en áreas pequeñas, para cultivos difícilmente mecanizables (por ej. muchas hortalizas) y para aquellas especies en que las semillas no maduran uniformemente (por ej. el algodón, zanahoria). En casos como el tomate, se recolecta el fruto maduro y más tarde se extrae la semilla.

La cosecha manual necesita una mayor disponibilidad de mano de obra y es más lenta, pero reduce los daños mecánicos a los granos y permite eliminar fácilmente la semilla de las plantas enfermas o con características diferentes a las requeridas; además se corren menos riesgos de contaminación mecánica debido a la limpieza imperfecta de las máquinas cosechadoras.

Cuando las dos operaciones de corte y trilla se hacen de forma separada, el procedimiento consiste en cortar las plantas, dejarlas en el campo durante cierto tiempo y trillarlas después. El corte generalmente se realiza a máquina, otras veces a mano. A menudo las plantas, después del corte se atan en haces ó gavillas; en casos particulares, para reducir los riesgos de deterioro del grano en zonas de precipitación excesiva, se cuelgan las plantas sobre estructuras sencillas fabricadas de madera rolliza (presecadores). En Nicaragua las plantas de frijol se arrancan, manualmente o mecánicamente, cuando las semillas tienen alrededor del 18% de humedad y después se dejan secar en el campo hasta conseguir el secado adecuado. Cuando la semilla recolectada está demasiado húmeda se procede a secar las plantas arrancadas acomodándolas con el follaje hacia abajo y la raíz hacia arriba, evitando en lo posible que las vainas queden en contacto con el suelo.

La trilla se realiza cuando la semilla se ha secado lo suficiente; las plantas se llevan a una estación de trilla o a una máquina estática instalada cerca del campo.

En Nicaragua, la separación de los granos de frijol, de las vainas, se realiza con el aporreo. Volúmenes pequeños se aporrean usando telones de polietileno que se extienden por el suelo; las plantas secas se apilonan

CAPITULO III

y con una vara de madera rolliza se golpea hasta lograr que las vainas se abran y los granos se desprendan de ellas. Volúmenes de mayor cantidad se aporrean utilizando toriles de madera (tapescos), hechos de ramas y hojas que forman una red en la parte baja de la construcción; golpeando las plantas con una vara a través de los hoyos de la red salen los frijoles separados de las plantas. Los daños a la semilla son menores por efecto de la amortización de las hojas.

Actualmente en muchos cultivos, la combinada a desplazado a las otras máquinas. Su mayor utilización se encuentran en cereales de granos pequeños, aunque en otros cultivos su uso se está generalizando. En efecto, la combinada permite una rápida cosecha, la utilización de un menor número de trabajadores, una recolección más uniforme en los campos grandes y una rápida recultivación antes que el suelo pierda mucha humedad. Sin embargo, esta máquina tiene que ser manejada con mucho cuidado para evitar daños mecánicos a la semilla, contaminación con semilla extraña y pérdida de grano durante la cosecha.

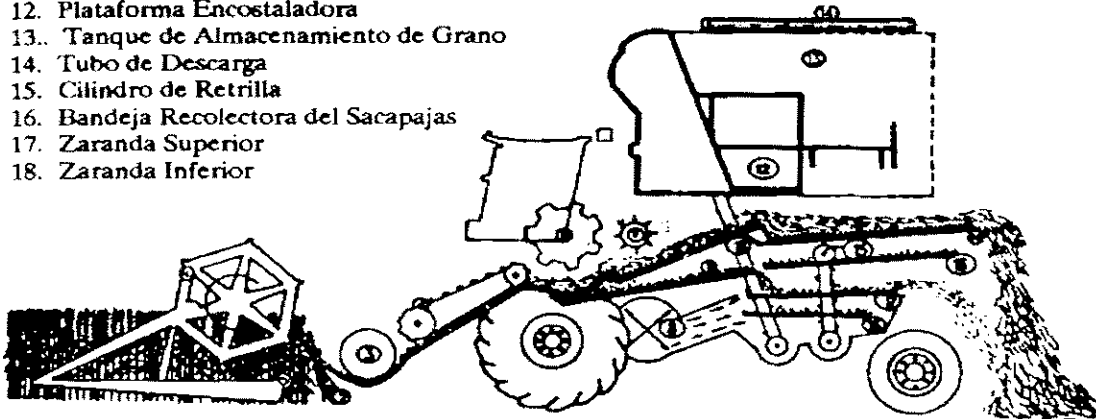
Para que las semillas no se dañen es necesario regular también, tanto la velocidad de la máquina como la velocidad del cilindro y la distancia de éste con respecto al cóncavo. La consistencia del grano también es muy importante, por cuanto, si las semillas están demasiado húmeda se las aplasta y contusionan los tejidos, si están demasiado secas se pueden quebrar.

Hay considerables evidencias experimentales que indican que cuando los granos pequeños de cereales son cortados y trillados, y la semilla tienen más del 20% de humedad hay una reducción en el porcentaje de semillas que germinan.

Para evitar la contaminación con semilla extraña es importante una limpieza a fondo de la máquina antes y después de haber cosechado cada campo. Una fuente portátil de aire comprimido es muy útil para limpiar cosechadoras combinadas, hay que quitar también las zarandas y limpiarlas. Una vez terminada la operación de limpieza se deberá hacer funcionar la cosechadora durante unos minutos antes de entrar en el cultivo de semillas, para comprobar si todavía descarga semilla de otro tipo. El avance demasiado rápido de la cosechadora, la mala regulación del cilindro respecto al cóncavo y el mal ajuste del ventilador y/o de las zarandas, son las principales causas de las pérdidas de grano, tanto en la parte delantera de la máquina como en la parte trasera.

Figura No.9 Cosechadora de cereales

1. Molinete
2. Unidad Segadora o Cuchillas
3. Gusano Sinfin
4. Cadenas Elevadoras o Alimentadoras
5. Colindro
6. Concavo
7. Batidor
8. Ventilador
9. Bandeja Escalonada
10. Elevador de Grano
11. Sacapajas
12. Plataforma Encostaladora
13. Tanque de Almacenamiento de Grano
14. Tubo de Descarga
15. Cilindro de Retrilla
16. Bandeja Recolectora del Sacapajas
17. Zaranda Superior
18. Zaranda Inferior

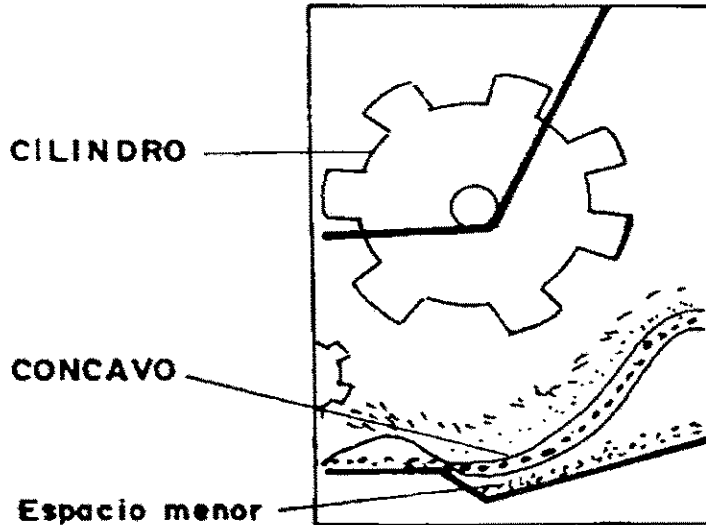


El maíz tiene sus problemas particulares. Las operaciones de corte y trilla en otros cultivos, corresponden a las de recolecta y desgrane en el maíz. La recolecta consiste en quitar las mazorcas de las plantas y el desgrane es la separación de los granos de las mazorcas. El procedimiento más correcto es recolectar las mazorcas cuando la humedad del grano es todavía alta (25-30%), esto se hace para evitar daños por gorgojos y hongos que atacan la semilla en la mazorca en condiciones calurosas y húmedas. Después del secado, cuando el grano tiene alrededor del 13% de humedad, se procede al desgrane con máquinas trilladoras; desgranar antes del secado dañaría la semilla. La recolecta puede hacerse manual o mecanizada, siendo la primera más segura y la segunda más rápida. Las cosechadoras de maíz para semilla son parecidas a aquellas para grano comercial pero se han modificado removiendo dientes de los rodillos arrancadores y deshojadores.

El tiempo que media entre la recolección y el desgrane puede aprovecharse eficientemente para deshojar y eliminar todas aquellas mazorcas atípicas o de tipo dudoso, además de descartar las pequeñas y las podridas

o enfermas. Una manera para separar rápido las semillas de tamaño diferente es cortar las partes de las extremidades de la mazorca después de la recolección. La operación de trillado se debe realizar con cuidado para evitar golpes fuertes que pueden dañar la semilla.

Figura No.10 Distancia entre cilindro y concavo de una trilladora



En Nicaragua, la mayoría de la semilla de maíz se cosecha con combinada operando cuando la humedad del grano es del 18-20%; este método no es aconsejable porque se presentan muchos daños mecánicos.

En la recolección de los híbridos se debe tener gran cuidado de no mezclar mazorcas de dos progenitores distintos. Por regla general, todas las mazorcas del progenitor masculino se cosechan antes de recoger las plantas del progenitor femenino. Las mazorcas del progenitor masculino no tienen semilla híbrida sino semilla autofecundada y se usan sólo para el consumo.

En la cosecha de semilla híbrida de otros cultivos, también se recolectarán por separado las semillas o los frutos de las plantas masculinas.

Otro cultivo que presenta problemas específicos es el cacahuate, el cuál produce sus semillas en vainas subterráneas y no madura uniformemente. En este caso las plantas completas se arrancan a mano o con máquina en un período medio respecto a la maduración de todas las semillas. Cuando se cosecha habrá una mezcla de semillas maduras e inmaduras, incluso dentro de una misma vaina.

En países donde la producción de semilla está muy tecnificada, para facilitar el secado en el campo, antes de cosechar con combinada se utilizan productos químicos desecantes (por ej. Diquat y Paraquat) ó defoliantes (por ej. Ethephon). La aplicación de estos productos debe hacerse con cuidado. En efecto, dosis demasiado elevadas pueden reducir la germinabilidad de la semilla.

4. INSPECCIONES DE CAMPO

4.1. Período y funciones de las inspecciones

Durante diversas fases de la producción de semilla básica, registrada o certificada, inspectores del organismo certificador efectuarán algunas visitas a los campos para averiguar si la calidad genética de la variedad se ha conservado. Esto es necesario para poder emitir una etiqueta de garantía (Certificación).

Por lo general, los inspectores ejercen también una estricta vigilancia respecto a la calidad sanitaria y fisiológica de los granos.

Si las semillas que se producen no requieren algún tipo de certificación, las inspecciones de campo no serán efectuadas.

Atendiendo las normas específicas de cada especie es necesario efectuar varias inspecciones en diferentes momentos del desarrollo de la planta; algunos factores específicos para cada inspección están señalados, de forma general, en la tabla No.5.

Cuando se producen híbridos y en cultivos de polinización cruzada las inspecciones durante la floración son cruciales para verificar la ausencia de contaminación genética. En cultivos autopolinizados, las inspecciones durante la floración son necesarias para distinguir plantas fuera de tipo y mezclas. Dichas plantas atípicas, después de la floración no son dañinas respecto a la contaminación genética, pero sí pueden causar mezclas mecánicas si maduran al mismo tiempo que las semillas deseadas.

Los inspectores de campo verificarán lo siguiente:

- Que la semilla sea producida de otra de categoría superior.
- Que la semilla se produzca en un campo que satisfaga las condiciones prescritas de modo que se prevengan contaminaciones, enfermedades, etcétera.

CAPITULO III

- Que tenga el aislamiento y/o el número prescrito de surcos bordes.
- Que se plante el número indicado de surcos machos y hembras en producción de híbridos.
- Que se haya depurado toda fuente contaminante.
- Que el cultivo reúna las características descritas de la variedad.
- Que sea cultivado según los requisitos exigidos.

Tabla No. 5 Inspecciones de campo

<i>Nº</i>	<i>Especificación de Inspección</i>	<i>Momento</i>	<i>Factores a observar</i>
1	Inspección de inscripción o selección del lote	Antes de inscribir el lote en los registros	Accesibilidad, agroecología, topografía del suelo Historial del terreno sobre: plagas, enfermedades, descanso del terreno, cultivo anterior Disponibilidad de: riego, equipo agrícola, equipo de secamiento y beneficio, infraestructura de almacenamiento.
2	Inspección de siembra	A la siembra	Preparación del suelo Procedencia, categoría, calidad de semilla Limpieza, calibración de la sembradora
3	Inspección de emergencia	15-20 días	Verificar: aislamiento, emergencia, control de malezas, insectos, enfermedades
4	Inspección para pureza varietal	Antes o al inicio de la floración	Determinar el grado de mezcla varietal Verificar: control de malezas, insectos, enfermedades
5	Inspección de recolecta	10-20 días antes de la recolección	Determinar: fecha de recolecta, rendimiento Verificar: manejo de malezas, insectos, enfermedades
6	Inspección de recolecta	A la recolecta	Calibración de recolectadora Manejo y destino de producto Obtención de muestra para determinar en el laboratorio la calidad física, genética y sanitaria de la semilla

PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL CAMPO

- Que sea cosechado de modo que se eviten mezclas mecánicas.

Un requisito previo para realizar una buena inspección es el conocimiento por parte del inspector de:

- Las características varietales de los cultivos que ha de inspeccionar, con especial énfasis en el reconocimiento de mezclas y plantas atípicas.
- Las enfermedades comunes del cultivo y especialmente las que sólo se permiten en ciertos porcentajes en el campo. El inspector debe también conocer el modo de transmisión, prevención y control de las enfermedades importantes.
- Las malezas comunes, con especial énfasis en las malezas que se indican como prohibidas o como nocivas o inseparables en cultivos específicos.
- Las anomalías causadas por factores puramente agronómicos o fisiológicos como deficiencias nutricionales, sequía, variaciones de temperatura, etcétera.
- Los factores y las prácticas que son necesarias para la producción de semilla de alta calidad. Además el inspector debe usar una metodología adecuada de muestreo de campo y conocer los niveles de tolerancia de los factores contaminantes en el cultivo con que trabaja.

4.2. Metodología de muestreo

Normalmente se necesitan hacer varias inspecciones en un período corto. Entonces la técnica correcta de muestreo será la que permita un mayor grado de exactitud en el menor tiempo invertido por el inspector; por lo tanto, es necesario seguir una metodología adecuada y basada en principios bien fundamentados para que el recorrido en el campo sea correcto. Para aumentar la exactitud y precisión en la inspección se deben tener en cuenta tanto la trayectoria de este recorrido como el número y tamaño de muestras tomadas.

La trayectoria seguida a través del campo semillero permitirá la mayor o menor exactitud en la inspección y el ahorro o pérdida innecesaria de tiempo. Es sabido que para que se estimen las condiciones de la población con mayor exactitud y precisión, se requiere un número adecuado de muestras y que éstas sean tomadas en ciertos lugares para representar bien el lote.

CAPITULO III

Respecto al trayecto es importante; cubrir el área lo más que se pueda, revisar las esquinas y los lugares con problemas potenciales y cruzar un gran número de surcos durante el recorrido en el campo.

Para todos los cultivos se requieren cinco muestras en las dos primeras hectáreas y una muestra adicional para cada dos hectáreas adicionales.

Tabla No. 6 Número de muestras a tomarse por área

<i>Area (ha)</i>	<i>Numero de muestras</i>
Hasta 2	5
2- 4	6
4- 6	7
6- 8	8
8-10	9
10-12	10
Más de 12	10

El número de plantas que se deben observar en cada muestra varía de acuerdo a la especie.

Tabla No. 7 Número de plantas por muestra

<i>Especie</i>	<i>No. de unidades por muestra</i>
Maíz, algodón, papa	100 plantas
Frijol común, soya*	500 plantas
Sorgo, arroz	1000 plantas

* En algunas publicaciones salen 1000 plantas.

En algunos cultivos las plantas pueden ser cortadas fácilmente, en otros, que son sembradas a chorrillo o al voleo, resulta difícil identificar las plantas. Por estas razones en este último caso es más práctico que la unidad de muestreo esté constituida por una área tomada como unidad.

Para aumentar la precisión del muestreo y para disminuir la parcialidad es preferible que cada muestra esté formada por varias submuestras. Así, por ejemplo, si se requieren 100 plantas por muestra se podrían tener 10 submuestras de 10 plantas ó 4 submuestras de 25 plantas, etcétera. El número de submuestras dependerá no solo de la uniformidad del campo,

sino también del cultivo mismo y de nuestra facilidad de observar los factores contaminantes.

Otras consideraciones útiles en el muestreo son las siguientes:

- Todos los factores contaminantes deben examinarse en el trayecto o proceso del muestreo.
- Si el campo semillero se siembra con dos líneas parentales el número prescrito de muestreos debe tomarse en cada padre por separado. Por ejemplo, si tomamos 6 muestras en un campo de 4 ha., ésto significa que necesitamos 6 muestras en los surcos hembras y 6 muestras en los surcos machos.
- Antes de comenzar a muestrear y después de haberse formado una idea del tamaño del campo y la uniformidad del lote, al azar o en forma arbitraria, planifique el número de surcos que ha de cruzar después de evaluar una submuestra en un surco.

En caso de que el campo semillero tenga líneas parentales machos y hembras, cruce el número necesario de surcos hasta encontrar la línea parental correspondiente.

- En cultivos que no son sembrados en surcos, decida el número de pasos que avanzará al final de cada submuestra. Si las condiciones locales como topografía, población de plantas, forma del campo, número de surcos, etc., lo exigen, el número de pasos o surcos avanzados entre submuestras puede modificarse durante el recorrido según el criterio técnico del inspector.
- En cualquier inspección, si al terminar el muestreo se encuentra que cierto factor contaminante es mayor que el nivel permitido pero todavía menos del doble del permitido, si de ésto depende la desapro-bación del campo se debe realizar un remuestreo. En caso que la contaminación sea reversible (es decir que existe solución al pro-blema), podría realizarse una reinspección a pedido del productor, pero después que el factor contaminante haya sido erradicado.

A través de los años de experiencia la metodología de muestreo puede sufrir modificaciones y mejorarse, así también es conveniente que para aumentar la efectividad de la inspección de campo, los inspectores sigan una metodología común, en vez de ideas muy propias. También debe tenerse en cuenta que el tamaño de muestras y submuestras requeridas dependerá del nivel en que existen los factores contaminantes. Así, si las tablas de tolerancia de campo exigen bajísimos porcentajes de algún factor

CAPITULO III

contaminante, será necesario tomar muestras y submuestras lo suficientemente grandes como para poder incluir ejemplares del factor contaminante; por ejemplo, si la tabla de tolerancia indica que el máximo permitido de plantas atípicas es uno por mil (1 en 1000 = $1/1000$) la muestra debe contener por lo menos 1000 plantas, si una determinada maleza se permite solo hasta 1 planta por ha. la muestra mínima tendrá que ser del tamaño de 1 hectárea.

CAPITULO IV

PROCESAMIENTO

1. INTRODUCCION

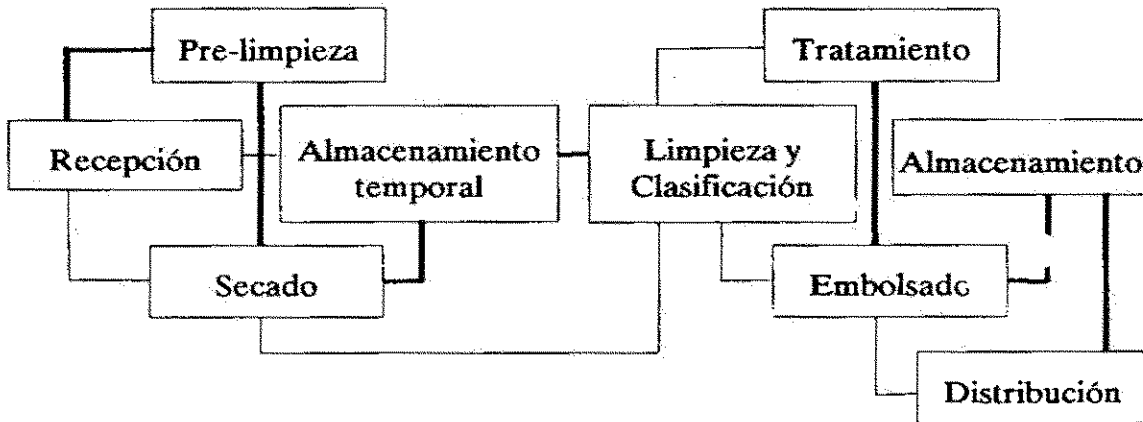
La semilla, después de haber sido cosechada posee un alto grado o porcentaje de impurezas. Mezclados con los granos del cultivo que se produjo, se encuentran otros materiales extraños como arena, piedras, trozos de diferentes partes de las plantas y semillas de otros cultivos, mezclas o variedades diferentes a aquellas que estaban multiplicándose. Además, el producto cosechado del campo, rara vez tiene el contenido de humedad requerido para poder ser almacenado.

Es necesario entonces, que la semilla antes de ser comercializada pase por un proceso de beneficiado, a través del cuál, adquirirá un aspecto más adecuado, una mayor calidad y podrá ser conservada por un período más largo.

El procesamiento de semillas, considerado en el mejor de los casos como un hábil oficio, es una parte vital en el conjunto de la tecnología dirigida a producir y poner a disposición del agricultor semilla mejorada de alta calidad. Comprende una serie de operaciones que van de la recepción de los granos en el beneficio, hasta el almacenamiento de la semilla embolsada; estas operaciones siguen una secuencia determinada. El siguiente diagrama nos da una idea del flujo general en una planta procesadora de semillas.

Dada su problemática específica, el secado será tratado aparte en el capítulo siguiente; en el presente se abordan los demás aspectos del procesamiento de semilla.

Figura No.12 Flujo de la semilla en una planta procesadora



- Línea que comprende el pasaje a través de todas las operaciones de beneficiado.
- Líneas que indican la posibilidad, en condiciones particulares, de evitar algunas operaciones durante el proceso de beneficiado.

2. FUNCIONES DEL BENEFICIADO

Por medio del procesamiento se pretende:

- Mejorar las propiedades físicas de la semilla, esto se hace para facilitar siembras mecánicas, puesto que muchas semillas tal como vienen del campo no pueden ser efectivamente sembradas. También con frecuencia es necesario preparar las semillas para procesamientos adicionales.
- Eliminar los contaminantes (materia extraña) o sea; la materia inerte, semilla de maleza de otros cultivos de otras variedades.
- Eliminar las semillas de baja calidad tales como : las dañadas por condiciones climáticas adversas, las dañadas por plagas y enfermedades y las inmaduras.
- Cumplir con reglamentos y leyes. La promulgación de reglamentos y leyes asegura que las semillas procesadas tengan ciertas normas mínimas de calidad, es decir, un producto confiable.
- Ofrecer una protección contra plagas y enfermedades. Las semillas destinadas a la siembra pueden ser un medio de transporte y difusión

de insectos y organismos patógenos, de ahí que es necesaria su protección mediante tratamiento con insecticidas y fungicidas. Con la aplicación de estos químicos a la semilla, también es posible proteger las plántulas durante la emergencia y las fases tempranas de su desarrollo.

- Facilitar uniformidad y mercadeo. Al hacer referencia a una agricultura comercial, surge en primera instancia el establecimiento de “standards” en la semilla a comercializar, para que puedan ser reconocidos en toda el área de mercadeo. La forma y el tamaño de las semillas pueden ser algunos standards utilizados.
- Mejorar la apariencia de la semilla. Ningún agricultor pagará por semilla de alta calidad, si el aspecto es malo y contiene basura u otros contaminantes. Si se desea vender semilla de calidad, se debe ofrecer un producto superior, que a la vista también se observe superior.

En el procesamiento de semillas, con el propósito de obtener un producto de calidad superior, se deberán observar algunos criterios, que son: los contaminantes y materiales indeseables de la semilla deben ser eliminados totalmente; la pérdida de buena semilla, que siempre se verifica en cada operación de selección, debe ser mínima. La calidad del producto final debe ser elevada y por lo tanto, también las semillas de baja calidad deberán ser separadas; una alta eficiencia, o sea, una capacidad de trabajo que permita la óptima selección : la labor, que es un costo directo de operación, tendrá que mantenerse al más bajo nivel, esto significa que la semilla no se tendrá que secar, limpiar, etc., más del tiempo necesario.

3. METODOS DE SEPARACION

El procesador necesita conocer o estar familiarizado con la semilla que se desea procesar. Las características físicas de las semillas del cultivo, como las de sus contaminantes (semillas de malezas, etc.), pueden ser aprovechadas para una separación eficiente.

A continuación se detallan algunas propiedades físicas de la semilla y contaminantes que pueden aprovecharse para la separación, así como la máquina que debe usarse.

Separación por tamaño:

- Longitud. Semillas que tienen iguales dimensiones de ancho y grueso se separan por longitud en máquinas de disco o cilindro.
- Anchura. Separaciones por anchura se hacen, ya sea con zarandas planas o cilíndricas que tienen perforaciones redondas.

Figura No.12 Varios tipos de zarandas

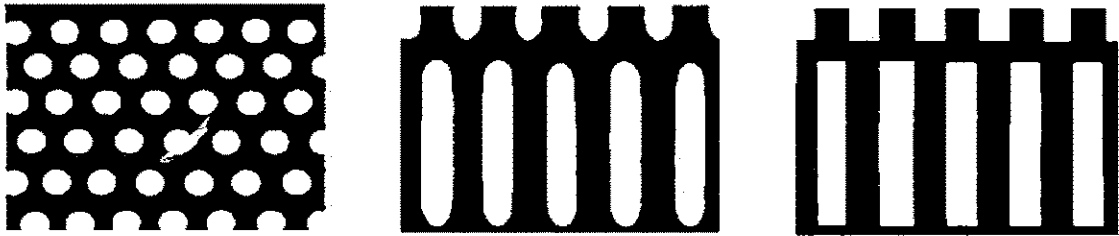
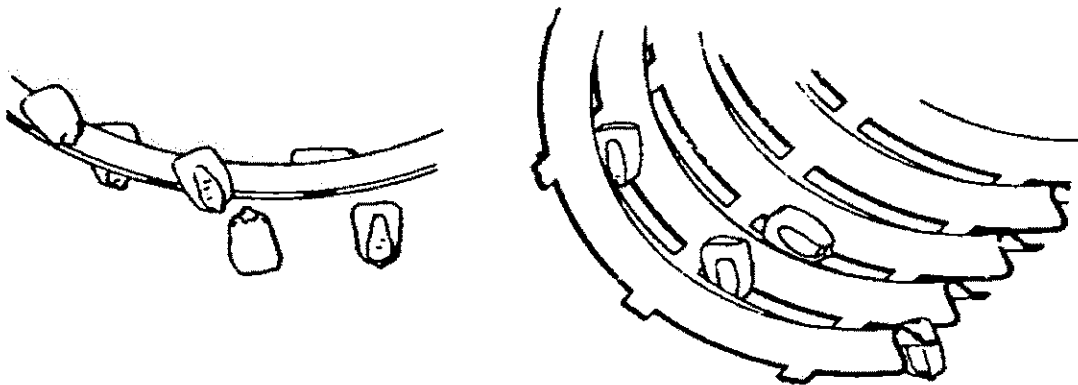


Figura No.13 Separación por grosor



- Grosor. Zarandas con perforaciones rectangulares son usadas para separar materiales que difieren de estas características.

Separación por gravedad específica:

- Semillas que poseen una diferencia en gravedad específica pueden ser separadas en una mesa de gravedad.

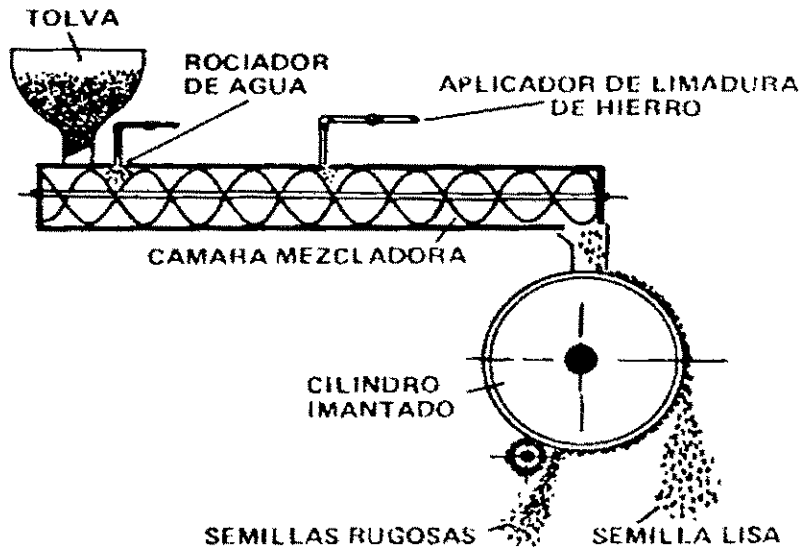
Separación por textura de la superficie:

Existen tres tipos de máquinas seleccionadoras que separan semillas en base a la textura de la superficie, ellas son:

PROCESAMIENTO

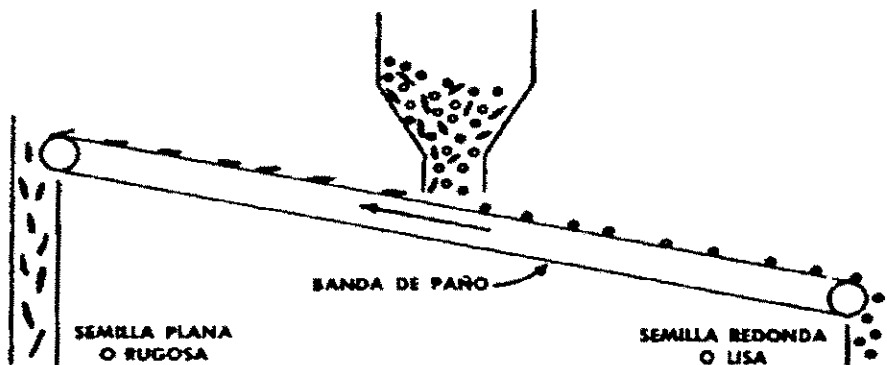
- Rollo de terciopelo o separador de cuscuta: la semilla de cuscuta tiene una superficie rugosa que hace que se adhieran al terciopelo, separándola por ejemplo de la alfalfa que tiene lisa.
- Separador magnético: si a la semilla de cuscuta le adicionamos limaduras de hierro, ésta se introducirá en las rugosidades y al hacerla pasar por un campo magnético será retenida separándose de la superficie lisa, o sea, la del cultivo procesado, que pasará libremente.

Figura No.14 Separador magnético



- Tamiz inclinado: es una máquina especial, su uso se basa en la diferencia de las semillas para deslizarse sobre un plano inclinado móvil. También las separa de acuerdo a la forma o grado de redondez.

Figura No.15 Tamiz inclinado



Separación por forma y grado de redondez:

- Semillas que difieren en el grado de redondez, pueden ser separadas en una separadora espiral o en un tapiz inclinado.

Separación por color:

- Células fotoeléctricas son útiles para separar semillas grandes que difieren en color.

Separación por líquidos:

- Semillas cubiertas de mucílago, pueden ser acondicionados para la separación por la adición de agua y aserrín en una separadora apropiada. (por ej., *Plantago aristata*).

Separación por propiedades eléctricas:

- Semillas que difieren en propiedades eléctricas naturales o inducidas pueden ser separadas por medio de máquinas electrostáticas.

4. OPERACIONES DE BENEFICIADO

4.1. *Recepción del lote*

En la recepción del lote se cumplen tres objetivos principales que son:

- Identificación de la partida con una ficha; ésta es necesaria para indicar el lote en los registros y para no confundirlo con otro.
- Sacar una muestra testigo de la semilla tal como llegó al beneficio y caracterizarla, para tomar las decisiones necesarias sobre las operaciones de procesamiento requeridas por la misma.
- Evitar la entrada de materiales de mala calidad a la unidad de beneficio de semilla (UBS).

El muestreo permite obtener una cantidad de semilla representativa del lote con el fin de determinar características tales como, el contenido de humedad, la pureza y la viabilidad.

En base a estos resultados se decidirá el tipo de beneficio que requiere el lote de semillas. Aquí radica la importancia de hacer un buen muestreo.

Son varias las características de la semilla que se registran en el momento de la recepción en la UBS:

PROCESAMIENTO

- a) **Contenido de humedad:** Se determina principalmente por dos motivos; primero para saber si es necesario secar la semilla y segundo; y para poder calcular los descuentos o bonificaciones por alta o baja humedad al momento de calcular la cantidad de semilla recibida. El cálculo se realiza de acuerdo a un porcentaje de contenido de humedad en la semilla al que serán recibidos los lotes, este porcentaje varia dependiendo del cultivo. Por ejemplo, se establece que el porcentaje de humedad en la semilla de maíz, para ser comprada o recibido en las U.B.S., es del 13 %, si un productor lleva a la unidad de beneficio 100 quintales, siendo el contenido de humedad de las semillas 18%, entonces el recepcionista debe determinar cual sería el peso de esa masa si el porcentaje de humedad fuese de 13% y debe pagar (si está comprando) solo por el nuevo peso calculado. En efecto, en el caso contrario estaría pagando el agua en exceso.

Si se está brindando un servicio de secado, es importante esta operación para conocer cual será el peso final después de dicha labor y poder explicar la reducción en la masa de semillas.

Los equipos utilizados para determinar el contenido de humedad normalmente son aparatos de medición rápida, éstos son aceptables siempre y cuando se sigan las instrucciones que vienen en el manual que acompaña cada equipo. Sin embargo, es necesario calibrar periódicamente los determinadores de humedad (2-3 veces al año), utilizando como patrón los resultados de análisis hechos en el horno. (Ver capítulo VI.)

- b) **Análisis de pureza.** La determinación de la pureza física de un lote de semilla antes de entrar a la UBS tiene los siguientes objetivos:
- ✕ Establecer la presencia de semillas de malezas para decidir, de acuerdo con el grado de contaminación, si se recibe o no el lote.
 - ✕ Determinar las pérdidas debido a la remoción de los materiales contaminantes.
 - ✕ Definir los equipos que se utilizarán para el beneficio adecuado del lote de semilla.

El análisis de pureza hecho en la UBS. es diferente al que se hace en un laboratorio de análisis de semilla para fines comerciales. (Ver capítulo VI). El análisis de la UBS considera indeseable materiales tales como: las semillas partidas en más de dos partes y las semillas

CAPITULO IV

descascaradas, dañadas, pequeñas o atacadas por insectos, mientras que estas semillas se consideran puras en un análisis normal de laboratorio.

Las condiciones finales (post-beneficio) de humedad y pureza física de las semillas generalmente son diferentes a las condiciones iniciales al momento de la recepción. Con el fin de calcular descuentos y precio de compra, es necesario hacer la equivalencia entre el peso de la semilla al llegar a la planta y el peso final en condiciones de compra o de almacenamiento.

Para calcular correctamente los cambios en el peso debidos a cambios por el contenido de humedad de la semilla, se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$P_i (100 - H_i) = P_f (100 - H_f)$$

Donde:

- P_i = Peso inicial del lote.
- H_i = Humedad inicial del lote. (% , base humedad)
- P_f = Peso final del lote.
- H_f = Humedad final del lote. (% , base humedad).

También es posible calcular el descuento debido al contenido de impurezas de un lote de semilla, utilizando una igualdad similar a la anterior.

$$P_i p_i = P_f p_f$$

Donde:

- P_i = Peso inicial del lote.
- p_i = Pureza inicial del lote (%).
- P_f = Peso final del lote.
- p_f = Pureza final del lote (%).

Si se desea calcular simultáneamente los dos descuentos por humedad y impureza, las dos igualdades anteriores se pueden combinar en una sola fórmula:

PROCESAMIENTO

$$P_f = P_i \times \frac{100 - H_i}{100 - H_f} \times \frac{P_i}{p_f}$$

Es importante tener en cuenta que al remover las impurezas, es necesario sacrificar semilla buena y esta pérdida adicional no está considerada en el cálculo anterior.

- c) Pruebas rápidas de viabilidad: Existe la posibilidad de que lleguen a la UBS lotes de semillas con baja viabilidad (germinación). La presencia de estos lotes o su permanencia prolongada en la planta es indeseable. Para evitar estas situaciones, existen algunas pruebas rápidas que ayudan al operador de la UBS a determinar la viabilidad y poder determinar la calidad del lote. Entre estas pruebas están:
- ✘ La prueba de germinación fisiológica (ver capítulo VI).
 - ✘ La prueba de tetrazolio: Es un ensayo bioquímico para viabilidad, consiste en la coloración de las partes vivas de la semilla después de un tiempo determinado de sumersión en una solución acuosa de tetrazolio.
 - ✘ La prueba de verde rápido (FCF - oxalato verde de malaquita). Se usa para revelar la extensión de daño del pericarpio en semilla de maíz (*Zea mays*), durante el manejo y desgrane. toda semilla coloreada generalmente está muerta o no llegará a ser una plántula normal.
 - ✘ La prueba de inmersión en clorox: Se usa en el laboratorio para determinar el porcentaje de daño ocasionado durante la cosecha o la trilla a semilla de Soya (*Glycine max*); frijol (*Phaseolus vulgaris*); y algunas semillas dicotiledóneas grandes.
La semilla puesta a prueba no sufre una coloración, sino que aquella que presenta daños mecánicos se hincha.
 - ✘ La determinación de pH del exudado; es una prueba diseñada para determinar la viabilidad en semillas de Soya. Las semillas se colocan en una solución de varios componentes, (alcohol farmacéutico, fenolftaleína, agua, y carbonato de sodio (Na_2CO_3) durante un tiempo determinado al final del cual las semillas viables producen exudados rojos y las semillas muertas exudados incoloros.

- ☒ Prueba del Cloruro de Férrico: Las áreas de las semillas de leguminosas que han sufrido daño mecánico se vuelven negras cuando se colocan en una solución de cloruro férrico. Este es un método práctico que permite hacer una estimación rápida del porcentaje de anomalías que se pueden esperar al cultivar posteriormente un determinado lote de semillas.

Además de las descritas, existen otras pruebas para determinar la viabilidad de las semillas.

- d) Inscripción al registro: Para un adecuado control interno de calidad es necesario hacer un registro en el momento de recibir la semilla. El registro se requiere para identificar el lote y poder determinar en qué proceso se presentaron problemas durante el acondicionamiento. Los aspectos que se deben registrar son los siguientes:
- ☒ Fecha de recibo del lote.
 - ☒ La identificación o código del lote. Es el bautismo de la semilla en la planta, con números y/o letras.
 - ☒ El origen, o sea, donde fue producida.
 - ☒ La especie y la variedad.
 - ☒ La forma de recibo; en sacos o a granel.
 - ☒ La fecha de cosecha.

A veces se registra el peso hectolítrico.

4.2. Operaciones especiales de acondicionamiento previo

Algunas semillas necesitan operaciones especiales para facilitar las de secamiento, acondicionamiento o de siembra. A continuación se presenta algunas de ellas.

4.2.1. Despulpado

En aquellas especies donde las semillas, en su madurez, están contenidas en un fruto carnoso, antes de cualquier otra operación es necesario proceder al despulpado. Esta labor puede ser efectuada manual o mecánicamente, utilizando máquinas despulpadoras.

En algunos casos, por ejemplo en las cucurbitáceas, se dejan fermentar las semillas por uno o dos días antes de desprender los restos de la pulpa

a través del lavado; en otros casos, el lavado sigue inmediatamente al despulpado.

4.2.2. Desariste

Es la remoción de apéndices o aristas en las semillas de algunos pastos, cereales y especies forestales. La eliminación de dichas partes de la semilla después del trillado facilita la libre fluidez de las mismas, requisito indispensable para la limpieza eficiente y efectiva de la semilla.

4.2.3. Desgrane

Consiste en la separación de los granos de maíz de la mazorca. Considerando que la semilla de maíz se cosecha en su mazorca con el fin de poder seleccionarla antes del desgrane, y que la cosecha se debe realizar tan pronto la semilla alcanza la madurez fisiológica, es necesario secar las mazorcas hasta un 13%, pues en estas condiciones disminuye el daño mecánico durante el desgrane:

En promedio la tusa representa un 14-20% del peso, cuando tanto la tusa como la semilla tienen un contenido de humedad del 13%.

4.2.4. Prelimpieza

Esta operación se realiza antes del secado, pero no es necesaria en todos los lotes de semillas. Se busca reducir la cantidad de material que habrá que secar y por consiguiente la cantidad de agua que extraer. La prelimpieza facilita también el paso del aire a través de la capa de semilla, además las impurezas obstaculizan un secado uniforme y pueden generar focos de infección de hongos.

Durante esta operación el operario de las UBS debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Es importante prelimpiar la semilla al momento en que se recibe en la UBS.
- La dimensión de los orificios de la zaranda escogida debe ser adecuada, para evitar la pérdida de semilla buena, pues en esta operación es más importante un alto rendimiento de la máquina que una buena calidad de limpieza.

Es aconsejable que la máquina prelimpiadora efectúe la separación de los materiales livianos mediante corrientes de aire (separación por aire), y que

remueva los materiales más grandes con zarandas. Esta limpieza es solo parcial, la principal operación de limpieza se realiza después del secado.

4.2.5. Rompimiento de latencia

Las semillas de gran número de especies permanecen en un estado de latencia que se debe romper para que puedan germinar. En términos generales, la latencia puede ser fisiológica o física (semillas duras, impermeables al agua). Para romper la latencia se usan tratamientos químicos, mecánicos o térmicos; en algunos casos la latencia cesa con el tiempo.

El rompimiento de la latencia física se denomina escarificación y se utiliza en el caso de semillas duras que se imbiben de agua. La escarificación se puede hacer con métodos químicos o métodos mecánicos, así como también hay muchas especies de semillas duras cuya latencia se rompe con solo el manipuleo normal en la UBS, existen otras a las que es necesario hacer una pequeña abertura en el tegumento para que la semilla se imbibiera y germine.

4.2.6. Equipo para el acondicionamiento previo

Prelimpiadoras o desbrozadoras

Las preliimpiadoras son las máquinas que separan la broza o residuos de la cosecha. Las partes más importantes de varios tipos de desbrozadoras son: tolva, zaranda, zapata y ventilador. Este equipo generalmente en la línea de procesamiento, se coloca adelante de los silos secadores si el lote de semillas requiere del secado, si no, antes de la limpiadora básica.

Desaristadora

Una desaristadora consta de: una entrada alimentadora, brazos martilladores rotativos, brazos martilladores fijos, compuerta de descarga y compuerta corrediza de descarga inferior. Dentro de estas máquinas, las semillas están sujetas a una acción de frotamiento producida por movimiento de los brazos martilladores rotativos entre los brazos fijos, que rompe las protuberancias, remueve las cubiertas, trilla las espigas y en general, lustra las semillas.

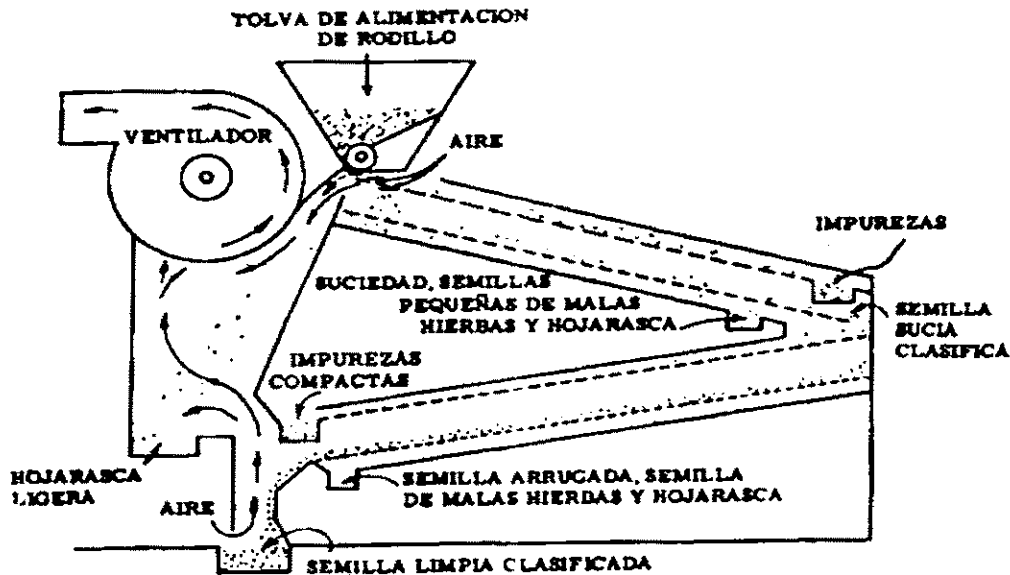
Desgranadora

El desgranado es una operación necesaria en las plantas de acondicionamiento de semillas de maíz.

Para que la semilla sufra daños mínimos, el maíz se debe desgranar cuando la semilla tenga un 14-16% de humedad. La desgranadora debe

ser alimentada uniformemente y debe ser ajustada de manera que se obtenga un desgranado completo a la velocidad más lenta posible.

Figura No.16 Limpiadora de aire y zarandas



4.3. Limpieza básica

Después del acondicionamiento previo y del secado (tratado a partir del capítulo siguiente) sigue la limpieza básica; operación de fundamental importancia si se quiere semilla de alta calidad.

La limpieza básica es la operación más importante en el acondicionamiento de semilla. Tiene por objeto separar la semilla de sus contaminantes y en algunos casos, clasificar por tamaño la semilla limpia.

El equipo que normalmente se usa para la limpieza básica es la limpiadora de aire y zarandas. Para atender y manejar con éxito una limpiadora es necesario conocer los componentes de las máquinas y sus funciones, el flujo de la semilla a través de la máquina y los ajustes que hay que hacer para obtener la máxima precisión y capacidad de separación.

Los componentes de la limpiadora de aire y zarandas son:

Tolva. Existen varios tipos; tolva con alimentador giratorio, tolva con cepillo alimentador giratorio, tolva medidora y otros modelos como la

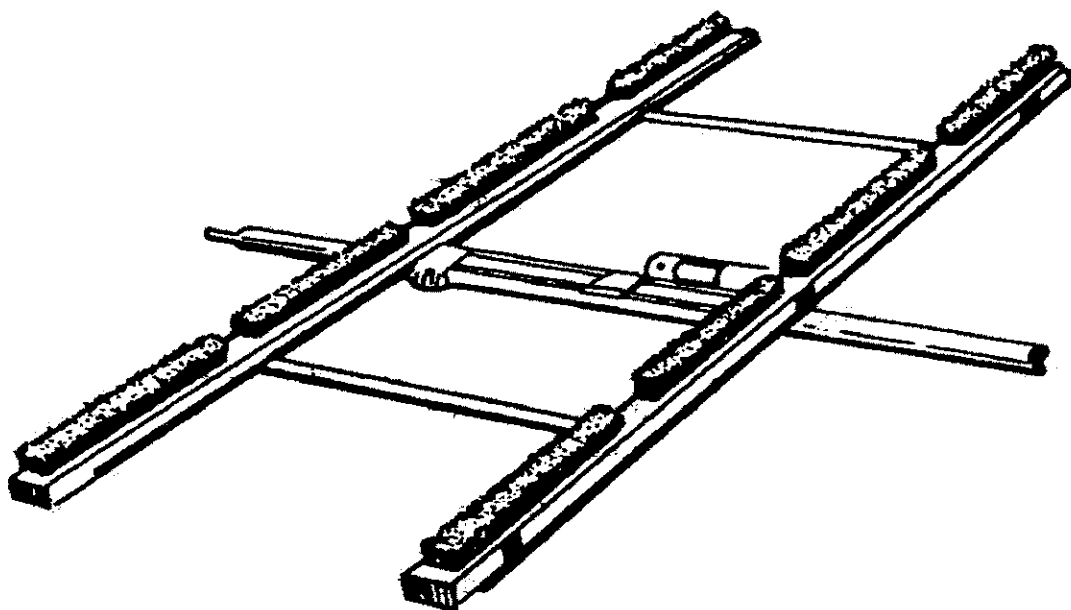
CAPITULO IV

tolva para maíz y la tolva para semilla de algodón que están diseñadas para manejar semillas específicas.

Zarandas. Están constituídas de lámina de metal perforada o de tela de alambre. Hay más de 200 zarandas diferentes, cada una identificada por un número que indica el tamaño y la forma de la perforación.

Cepillos. Van de un lado a otro por debajo de cada zaranda, la eficiencia del trabajo que realiza la máquina depende del número de perforaciones que permanecen abiertas en cada zaranda. Las cerdas de los cepillos barren la cara inferior de cada zaranda para conservar abiertas las perforaciones.

Figura No.17 Cepillos que se usan para mantener abiertas las perforaciones de las zarandas



Martillos (opcionales). Se instalan sobre las zarandas desbrozadoras para agitar y aflojar el material que obstruye las perforaciones.

Zapatas. Son las secciones vibradoras o sacudidoras sobre las cuales están colocadas las zarandas. Según el tamaño de la máquina, ésta puede tener una o dos zapatas, las cuales están inclinadas en direcciones opuestas formando una V de modo que, el movimiento de una contra-reste el de la otra para mantener la vibración al mínimo.

PROCESAMIENTO

Excéntricos. Son cojinetes cuyo eje está fuera del centro y que origina la sacudida de las zapatas.

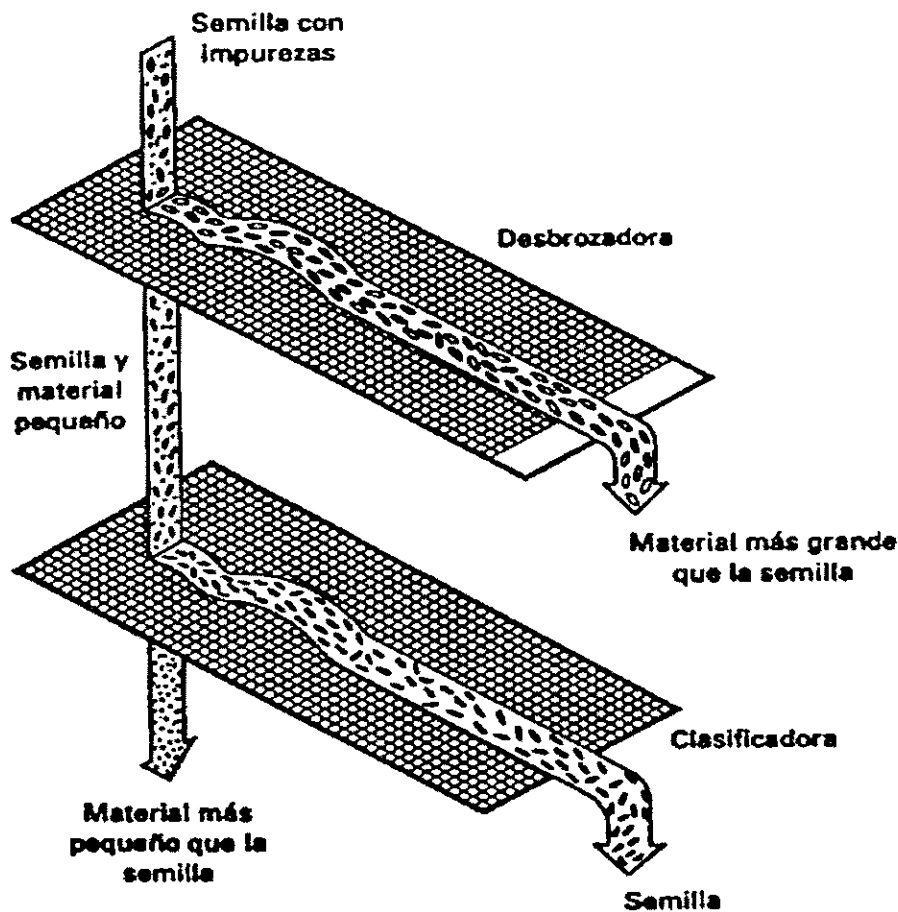
Ventiladores. El número de ventiladores varía desde uno en las limpiadoras pequeñas hasta cuatro en las grandes.

Caja de aire. Todos los pasadizos de aire de los ventiladores están conectados a la caja de aire o cámara de aire, la cuál permite depositar allí el material llevado por la corriente de aire.

Aunque la disposición de las zarandas puede variar según la marca, modelo y número de zarandas de cada máquina, en esta unidad se describe una máquina de tres zarandas con la siguiente distribución:

- Primera zaranda - desbrozadora.
- Segunda zaranda - clasificadora.
- Tercera zaranda - de limpieza terminal.

Figura No.18 Funcionamiento de las zarandas de una limpiadora



CAPITULO IV

Las zarandas desbrozadoras permiten separar las brozas, mientras que las clasificadoras separan las semillas por su tamaño o por su forma.

La semilla y sus contaminantes caen de la tolva, pasan por la corriente de aire superior, la cual separa la paja ligera y el polvo, el resto cae a la zaranda superior cuyas perforaciones permiten el paso de la semilla del cultivo, pero evitan el paso de contaminantes de mayor tamaño como tallos, ramas, terrones, et cétera.

Las semilla que pasa a través de la primera zaranda es recibida por la segunda, cuyas perforaciones dejan pasar hojarasca, semillas de maleza y terrones más pequeños que la semilla del cultivo.

La semilla buena pasa sobre estas perforaciones y cae sobre la tercera zaranda, la cuál separa el material contaminante suficientemente pequeño que pudo haberse pasado por la primera zaranda. A medida que la semilla del cultivo va saliendo de la tercera zaranda pasa por la corriente de aire inferior, en donde se separa la semilla pura de la semilla vana y de cualquier otro material contaminante más ligero que la primera.

Las máquinas de aire y zarandas deben estar correctamente instaladas para lograr los mejores resultados, puesto que tiene partes vibradoras, es necesario que la base sobre la cuál se coloque sea sólida.

Los conductos del aire de la limpiadora son importantes: ángulos agudos, uniones incorrectas, conexiones mal hechas y colectores deficientes, dificultan las separaciones con aire en una limpiadora y son la causa de que la planta permanezca sucia y polvosa.

En la limpieza básica, además de la limpiadora de aire y zarandas se utilizan otros equipos: mesa de gravedad, separador magnético, etc. Esto se verifica cuando se desea un mejor acondicionamiento, cuando se requiera la separación de la semilla en diferentes clases o cuando resulta difícil eliminar semillas de malezas sólo con la limpieza básica ya que, por lo general éstas requieren para su separación operaciones y equipos especiales.

4.4. Operaciones de acabado

No siempre se pueden acondicionar los lotes de semilla conforme a las normas de calidad haciendo solamente la limpieza básica. Las operaciones realizadas después de la limpieza se consideran operaciones de acabado y

comprenden la clasificación por longitud, anchura, espesor o densidad; el tratamiento y el empaque.

4.4.1. Clasificación

La clasificación de las semillas en base a las características descritas antes sirve para lograr la máxima uniformidad posible de los lotes, lo que facilita, como dijimos anteriormente, la siembra. Uniformidad significa mayor calidad y mayor valor comercial de la semilla.

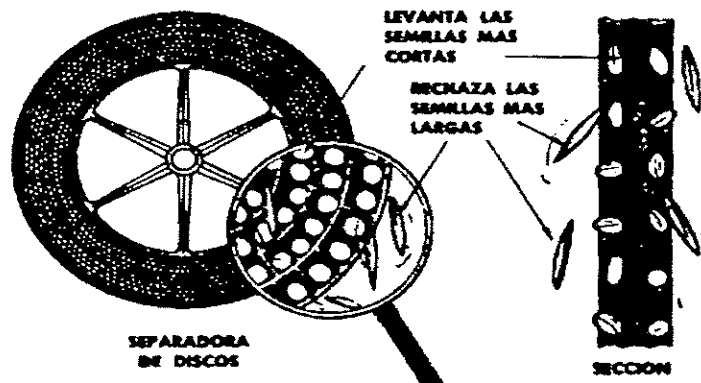
Separadoras por longitud.

Existen dos tipos de separadores por longitud: las de cilindro dentado y las separadoras de disco, ambas hacen la separación llevando las partículas cortas fuera de la mezcla de semilla.

Se logra una mejor clasificación cuando las semillas de longitud menor que la deseada son relativamente uniformes, por lo tanto, estas máquinas deben emplearse después de la limpiadora de aire y zarandas.

Las separadoras por longitud se usan mucho para la limpieza de legumbres y granos pequeños, y para separar semillas de otros cultivos que no pueden ser removidos con ninguna otra máquina.

Figura No.19 Disco para separación por longitud



Separadores por anchura y espesor.

Las separadores por anchura y espesor separan mejor las semillas que la limpiadora de aire y zarandas. Las semillas son clasificadas por anchura mediante zarandas de perforaciones redondas, y por espesor usando zarandas de perforaciones oblongas o rectangulares.

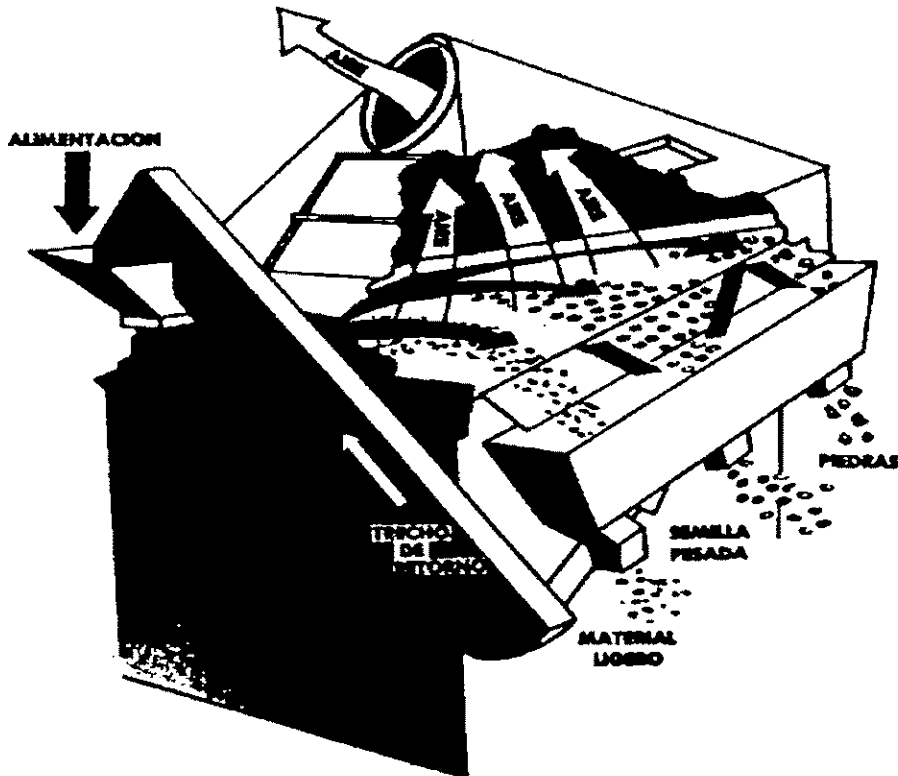
Separadores por peso o densidad.

Estas separadoras clasifican las semillas por densidad (peso por volumen), mediante una corriente de aire. Antes de usar estas máquinas, la semilla debe ser sometida a limpieza total con el fin de obtener una mejor clasificación.

Los tipos de separadoras por peso son: las neumáticas, las aspiradoras y la mesa de gravedad.

La separadora neumática crea una corriente de aire que separa las semillas según su peso específico. Las aspiradoras difieren de las separadoras neumáticas en que el ventilador está colocado en el extremo de descarga. Al funcionar el ventilador se induce un vacío (presión reducida), originando que el aire externo a la presión normal se precipite dentro de la separadora.

Figura No.20 Separadora por gravedad



La mesa de gravedad puede separar materiales del mismo tamaño y diferente peso o de la misma densidad pero diferentes en tamaño, mientras

PROCESAMIENTO

que, materiales con diferentes tamaños y densidad no pueden ser separados efectivamente.

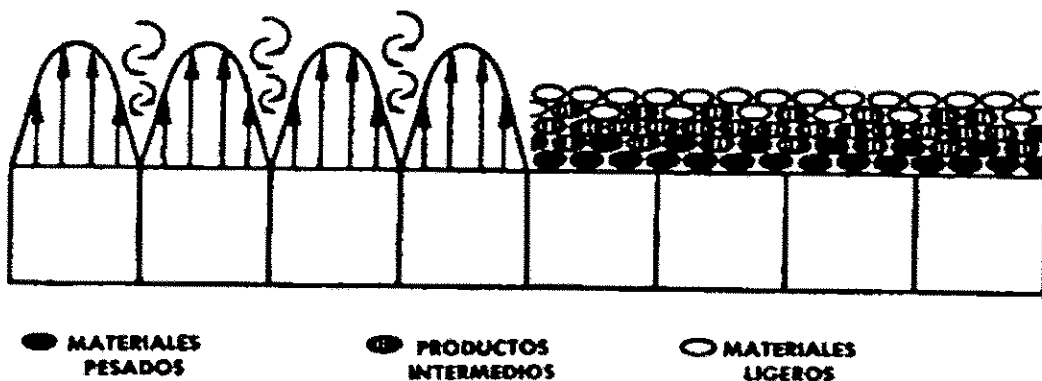
Por la ley de gravedad, las semillas según tamaño y peso se estratifican sobre una plataforma perforada. La mezcla de semillas cae sobre la plataforma donde recibe una corriente de aire proveniente de abajo, de manera que las semillas más pesadas quedan al fondo y las más ligeras en la parte superior. Luego, debido a movimientos vibratorios laterales de la misma plataforma, las capas de semilla de diferente gravedad específica son separadas y viajan a lo largo de la plataforma en diferentes direcciones, hasta diversas salidas de descarga según su peso.

La mesa de gravedad puede ser utilizada al mismo tiempo, para perfeccionar la operación de limpieza básica (separando los cuerpos más livianos y pesados), y para clasificar las semillas en varias clases de peso diferente.

4.4.2. Tratamiento

La aplicación de sustancias químicas en el tratamiento de semillas generalmente constituye el último paso de su acondicionamiento. Estas sustancias se aplican como polvos, lechadas (una suspensión en agua de un polvo humedecible), o líquidos. Algunos tratamientos muy comunes son los fungicidas, que tienen la función de proteger las semillas contra los ataques de hongos al momento de la siembra y durante las primeras fases de germinación.

Figura No.21 Estratificación horizontal de la semilla sobre la plataforma de una separadora por gravedad



CAPITULO IV

También se pueden utilizar tratamientos insecticidas o hacer una peletización, o sea, aplicar a cada grano una pequeña capa de producto químico (fungicida o insecticida), de tal manera que todas las semillas tengan un diámetro igual, ésto favorece la siembra mecanizada. Con la peletización se pueden también agregar fertilizantes.

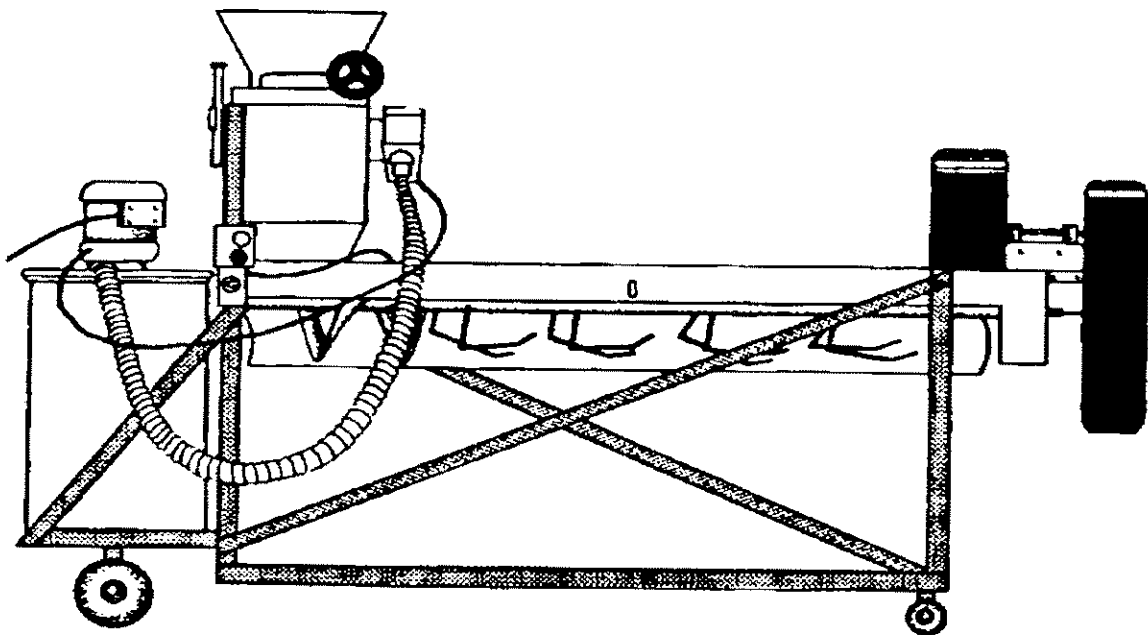
Las desventajas del tratamiento son, el aumento en el costo de la semilla y el peligro de bajar el poder germinativo si se aplican dosis demasiado elevadas de producto químico.

El equipo usado para aplicar las sustancias químicas a las semillas está clasificado como tratadoras y pueden dividirse en dos grandes categorías: tratadoras comerciales y tratadoras rurales.

Las tratadoras comerciales están capacitadas para aplicar una pequeña cantidad de sustancia y difundirla uniformemente sobre la superficie de cada semilla, estas máquinas varían en tamaño y capacidad.

Las tratadoras rurales no permiten regular con precisión la velocidad del tratamiento y algunas semillas recibirán más sustancias químicas que otras. Un ejemplo de tratadora rural es la construcción sencilla conocida como tambor mezclador doméstico o tratadora manual.

Figura No.22 Tratadora comercial de semillas



PROCESAMIENTO

Las semillas pueden también ser tratadas de la siguientes manera: se extienden sobre una superficie seca y limpia en una capa de 4 a 6 pulgadas de grosor, se toma la cantidad adecuada de sustancia química, se diluye en agua y se riega de manera uniforme sobre las semillas. La mezcla se completa con una pala, volteando las semillas por lo menos 20 veces.

4.4.3. *Envasado y empaque*

Las semillas son empacadas en recipientes que varían de tamaño, desde empaques que contienen pocos gramos de semillas (por ejemplo especies florales), hasta empaques de gran tamaño que pesan toneladas (por ejemplo trigo, maíz).

Para determinar la clase de recipiente deben considerarse varios factores, que son: la cantidad de semilla deseada para cada empaque, la protección que se requiere, el valor de la semilla, las condiciones de almacenamiento en que se colocará el recipiente, el costo del embalaje y las facilidades para el secamiento. El último factor determinará la posibilidad de utilizar un recipiente hermético.

Se pueden dividir los envases en dos clases: los herméticos, que son a prueba de humedad y los permeables al agua o al vapor.

La protección contra la humedad y el vapor que penetra a los recipientes y que aumenta la humedad de los granos a niveles dañinos, se logra con envases herméticos. Cuando se utilizan estos contenedores, la humedad de la semilla debe estar siempre abajo de valores críticos que son: 9% para cereales y leguminosas de grano, 6% para alfalfa, yute, remolacha y tabaco, 7% para algodón, soya y lino, 6% para cucurbitáceas, cebolla, tomate y chiltoma, 5% para el grupo de los repollos (Harrington y Douglas, 1978).

La semilla de cereales a menos del 9% de humedad guarda su viabilidad más tiempo en recipientes sellados a prueba de humedad que en recipientes porosos, pero, si la humedad de los granos es mayor del 9%, éstos se deterioran más rápidamente en recipientes herméticos.

Los recipientes a prueba de humedad incluyen, bolsas y sobres de aluminio laminado o de polietileno espeso, latas selladas y empaques de plástico rígido. Si el empaque está cosido, entonces ya no será hermético por los huecos de la costura y porque el hilo actúa como conductor de humedad. Actualmente se están manufacturando bolsas con aberturas que se sellan solas, estas bolsas son utilizadas por la industria de semillas en

muchas partes del mundo. Para llenarlas eficientemente se necesita un equipo especial.

Existen además, otros recipientes que son resistentes al agua (menos al vapor), como bolsas de polietileno delgadas, bolsas de tela o yute con una laminación de polietileno, barriles de madera o de metal, latas con tapa de fricción.

Las bolsas de algodón, yute, cáñamo y plástico tejido, son completamente permeables a la penetración y la salida del vapor de humedad y deben ser usadas si la humedad de la semilla no puede reducirse a un nivel apropiado para ser empacada en recipientes herméticos.

Llenar y pesar recipientes de semilla necesita de atención especial. Como ésta parece una labor más simple, con frecuencia se le presta muy poca atención y a veces se piensa en realizarla de forma manual. Sin embargo la experiencia nos indica que a menudo esta labor se convierte en el "cuello de botella" de la línea de procesamiento; en efecto, un equipo de grandes dimensiones puede limpiar y clasificar semilla más rápidamente de lo que pueden hacerlo los empacadores. Además, también pueden ocurrir fallas de exactitud en el peso de sacos debido a error humano.

Existen varias clases de aparatos de envasado automático y semi-automático; los sobres laminados se sellan por medio de calor, las latas con máquinas selladoras y los sacos de cáñamo, yute y algodón, con máquinas de coser. En el caso de semilla certificada, junto al envase se pega (o cose) también la etiqueta emitida por el organismo certificador.

4.4.4. Otros equipos y operaciones

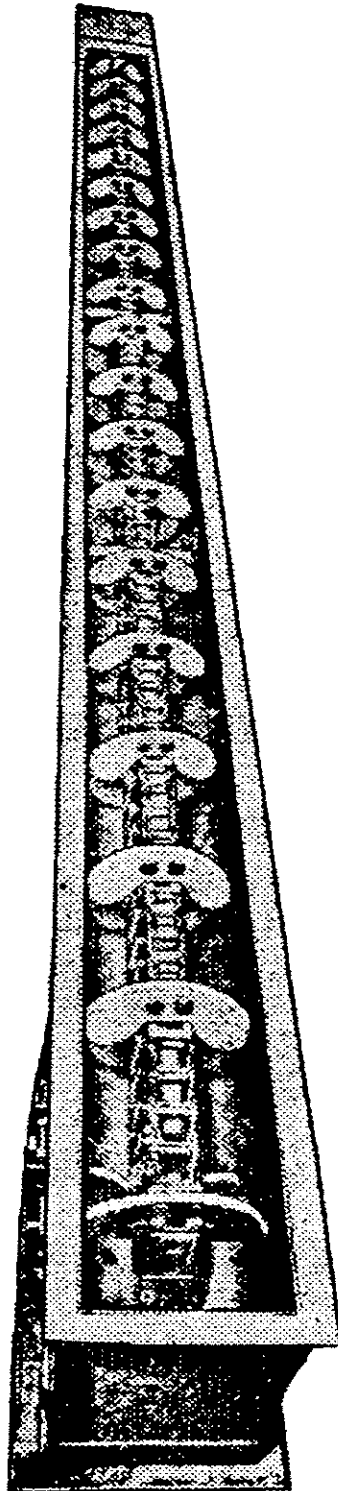
Transportadores, básculas, sopladores y aspiradoras, constituyen el equipo accesorio fundamental para el funcionamiento eficiente de una planta acondicionadora de semillas.

Transportadores

El movimiento eficiente de las semillas dentro y fuera de la planta es una parte importante pero a menudo se descuida el acondicionamiento. El transportador que se seleccione para cualquier etapa en la línea del acondicionamiento, debe reducir al mínimo el daño de las semillas, tener la capacidad suficiente para abastecer adecuadamente el equipo sin reducir su eficiencia y ser fácil de limpiar. Existen varios tipos de transportadores: elevadores de cangilones, bandas transportadoras,

PROCESAMIENTO

Figura No.23 Transportador de cadena sin fin



transportadores vibratorios, neumáticos, helicoidales, de cadena sin fin y montacargas.

Básculas

En la mayoría de los beneficios de procesamiento, las semillas son pesadas dos veces. La primera vez cuando llegan a la planta, para lo cuál se requiere básculas con capacidad para pesar desde 100 hasta miles de kilos, y la segunda, cuando la semilla ya está acondicionada, para esto es necesario contar con básculas capaces de pesar desde unos cuantos gramos hasta 100-200 kilos, según el tamaño de los envases de semillas.

Sopladoras y aspiradoras

Para la limpieza de las plantas de acondicionamiento es necesario una sopladora y una aspiradora.

Antes, después y a veces durante las operaciones de procesamiento se harán análisis de calidad (humedad, germinación, pureza) que permitirán averiguar la eficiencia de las operaciones. Debido a esto, una planta de beneficiado a menudo tiene su propio laboratorio de análisis.

5. CONDICIONES EXIGIDAS AL PERSONAL QUE TRABAJA EN LA PLANTA DE ACONDICIONAMIENTO

El personal que trabaja en una planta de procesamiento de semillas debe tener un buen conocimiento de los principios sobre acondicionamiento, del funcionamiento del equipo, de las características de la semilla y tener responsabilidad en el trabajo. Es necesario que cada lote llegue examinado y evaluado aparte, y después tomar la decisión sobre cuales operaciones de acondicionamiento requerirá.

La falla más común en las plantas de acondicionamiento de semillas es el deficiente mantenimiento del equipo. Altos estandares de limpieza y mantenimiento del equipo o instalaciones deben ser exigidos, para una buena realización del trabajo. Esto evita: las mezclas entre lotes de semillas, los paros inoportunos, el hacer operaciones deficientes y el presentarse condiciones de trabajo peligrosas para el personal.

Como se ha visto, el acondicionamiento de las semillas constituye una verdadera industria con equipos e instalaciones especiales y personal calificado.

CAPITULO V

SECADO

1. INTRODUCCION

El objetivo del secamiento es reducir el contenido de humedad de la semilla a un nivel adecuado para el almacenamiento. Cuanto más bajos son los contenidos de humedad y temperatura, el grano puede ser almacenado más tiempo sin peligro.

El grano mojado sufre cambios químicos y ataques de insectos; sin embargo, el enemigo más temible de la semilla y granos almacenados es el moho. Para impedir el desarrollo de los hongos se tiene que mantener la humedad del grano bajo ciertos valores (por ejemplo en el maíz: 13%, no obstante, la semilla de algunas especies (sémilla recalcitrante) pierde la viabilidad al secarse, por lo tanto su almacenaje resulta problemático.

A veces, en regiones de baja pluviometría la semilla alcanza de forma natural en el campo los contenidos de humedad requeridos y se puede almacenar directamente; sin embargo, en la mayoría de los casos es necesario un secado posterior a la cosecha. En las regiones húmedas, particularmente en los trópicos, ésto se hace en plantas de beneficio a gran escala. Es recomendable secar lo más pronto posible después de la cosecha y, para evitar retrasos, lo ideal sería que existieran unidades de secado en cada distrito productor de semilla.

También se tiene que garantizar el transporte para llevar la cosecha desde la finca a la secadora con rapidez. Cuando el volumen de granos para secar es mayor que la capacidad de la unidad, de secado es mejor dejar la semilla más tiempo en el campo postergando la cosecha, que almacenarla húmeda esperando que se libere el secador. Durante la estación de recolección las unidades de secado suelen trabajar las 24 horas del día.

Generalmente el secado precede a la operación de pre-limpieza (tratada en el capítulo anterior).

2. CONCEPTOS FISICOS DEL SECADO

2.1. Generalidades

El secamiento de semillas se obtiene cuando una cierta masa de aire pasa a través de los granos quitándole humedad. En efecto, la semilla es un material higroscópico que puede absorber o ceder agua del ambiente circundante de acuerdo a las características del aire, (humedad relativa y temperatura) y de su propia humedad; en dependencia de los valores de estas variables los granos pueden secarse o absorber más agua.

El aire que se usa para secar la semilla tiene dos funciones: 1) Determinar la evaporación de la humedad del grano, la evaporación puede ser efectuada con o sin transmisión de calor. 2) Llevarse al exterior del secador la humedad evaporada. Respecto a este último asunto es necesario tener presente que la semilla es un insumo vivo y por esto no tiene que ser sometido a temperaturas demasiado altas (la temperatura de los granos no debe superar los 40°C).

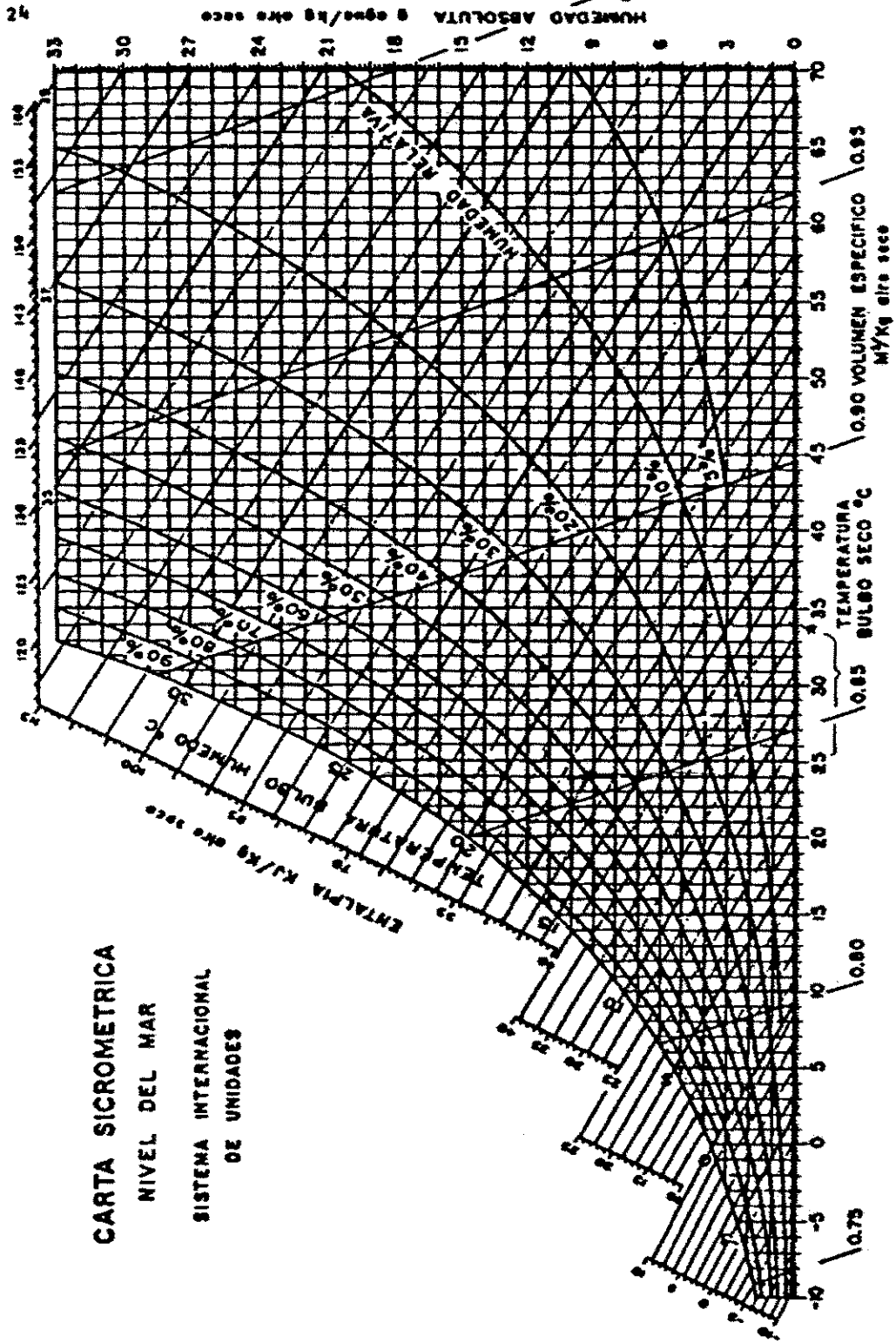
2.2. Humedad relativa del aire (H.R.)

A cualquier temperatura dada hay un límite fijo para la cantidad de agua que una libra de aire puede sostener. Cuando el aire lleva toda el agua que puede sostener se dice que está saturado. Por ejemplo, a 4.4°C el aire estará saturado cuando una libra del mismo contenga 0.0052 libras de agua, siendo ésta la máxima cantidad de agua que el aire puede sostener a la temperatura establecida. La cantidad de agua que el aire saturado puede contener aumenta al aumentar la temperatura.

Un término importante utilizado para definir la cantidad de agua en el aire es el de humedad relativa (H.R.). La humedad relativa se define por una simple proporción: es la razón que hay entre la cantidad de agua en el aire y la cantidad que podría sostener a la misma temperatura estando completamente saturado. Se mide en porcentaje. Así, una libra de aire a 4.4°C llevando 0.0026 libras de agua está a 50%, mientras, a la misma temperatura llevando 0.0052 libras de agua está completamente saturada y por lo tanto su H.R. será del 100%.

SECADO

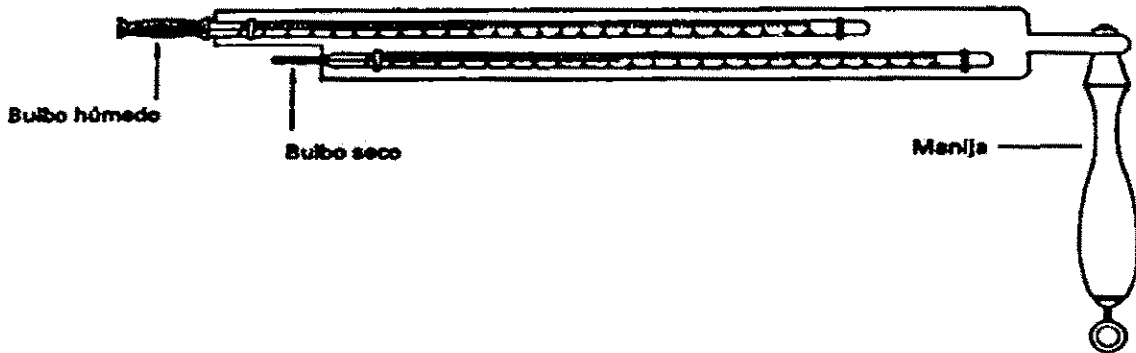
Figura No.24 Tabla psicrométrica



CARTA SICROMETRICA
 NIVEL DEL MAR
 SISTEMA INTERNACIONAL
 DE UNIDADES

La H.R. se mide a través de un instrumento, el psicrómetro, formado de dos termómetros montados en una placa. Uno de los termómetros mide la temperatura del ambiente (bulbo seco), el otro, la temperatura de evaporación del agua (bulbo mojado). Con estos dos valores de temperatura usando una tabla psicrométrica se puede conocer el valor de la humedad relativa y otras propiedades del aire.

Figura No.25 Psicrómetro



Como veremos más adelante la H.R. puede determinar si es factible cualquier secamiento con aire sin adjuntar calor, bajo ciertas condiciones establecidas de temperatura y contenido de humedad del grano. A una temperatura fija, cuanto más baja es la H.R. del aire, más alta será la tasa de secamiento que se puede llevar a cabo.

2.3. Influencia de la temperatura sobre la H.R.

Al aumentar la temperatura aumenta también el contenido de agua que una libra de aire puede sostener. Como ya hemos visto, a una temperatura de 4.4°C una libra de aire saturado contendrá 0.0052 libras de agua, pero si sube la temperatura a 15.6°C , la misma cantidad de aire contendrá, en su punto de saturación 0.0109 libras de agua, y si la temperatura aumenta a 26.7°C se llega a un contenido de 0.0222 libras de agua. Este fenómeno físico tiene dos consecuencias importantes con respecto al secado.

A H.R. altas, digamos arriba del 70% el aire caliente podría secar satisfactoriamente mientras aire más frío no podría. En efecto a una temperatura de 4.4°C el aire con el 70% de humedad puede recoger sólo el 30% de 0.0052 libras de agua por libra de aire, que corresponde a 0.015 libras de agua, mientras que a una temperatura de 26.7°C recogerá el 30% de 0.0222 libras de agua por libra de aire, que corresponde a 0.0066 libras de agua.

SECADO

Si la humedad absoluta del aire (cantidad de agua en peso por libra de aire) se mantiene constante, al aumentar la temperatura baja la H.R. Esto es a una temperatura de 4.4°C 0.0052 libras de agua sobre libra de aire determina una H.R. del 100% mientras, si la temperatura sube a 26.7°C, la misma cantidad de agua determina una H.R. del 25%.

2.4. Punto de equilibrio

El hecho que el aire no esté saturado no es suficiente para garantizar el secado. En efecto, bajo ciertas condiciones de contenido de humedad del grano, humedad relativa y temperatura, ningún secamiento será posible aunque el aire de secar no esté saturado y podría, aparentemente, extraer más humedad del grano. Por ejemplo, el aire que tiene una H.R. del 70% a una temperatura de 15.6°C no puede llevar a cabo ningún secamiento de grano de maíz con un contenido de humedad alrededor del 14%.

Podemos decir que el grano, como cualquier material conteniendo humedad, tiene cierta habilidad innata de guardar la humedad, esta habilidad se basa en la estructura de átomos y moléculas. En términos sencillos, al bajarse el contenido de humedad tiende a sostenerse más y más fuerte la humedad restante. De otro lado, al subirse la H.R. del aire, su habilidad a extraer agua del grano se baja.

A cualquier temperatura hay una condición de porcentaje de humedad del grano y H.R., cuando la tendencia de retener la humedad del grano y la tendencia de extracción de agua del aire entran en un balance; entonces se dice que el aire y el grano están en un punto de equilibrio. En efecto, bajo estas condiciones, la evaporación de agua de la semilla y la absorción de agua de parte de la misma son iguales.

Tabla No. 8 Humedad de los granos en equilibrio con el aire

Humedad del grano	Humedad relativa del aire		
	T° 4.4°C	T° 15.6°C	T° 25°C
17	78%	83%	85%
16	73%	79%	81%
15	68%	74%	77%
14	61%	68%	71%
13	54%	61%	65%
12	47%	53%	58%

CAPITULO V

Los datos de la tabla indican una generalización que se puede aplicar con cierto grado de aproximación para la mayoría de granos menores y otros cultivos comunes.

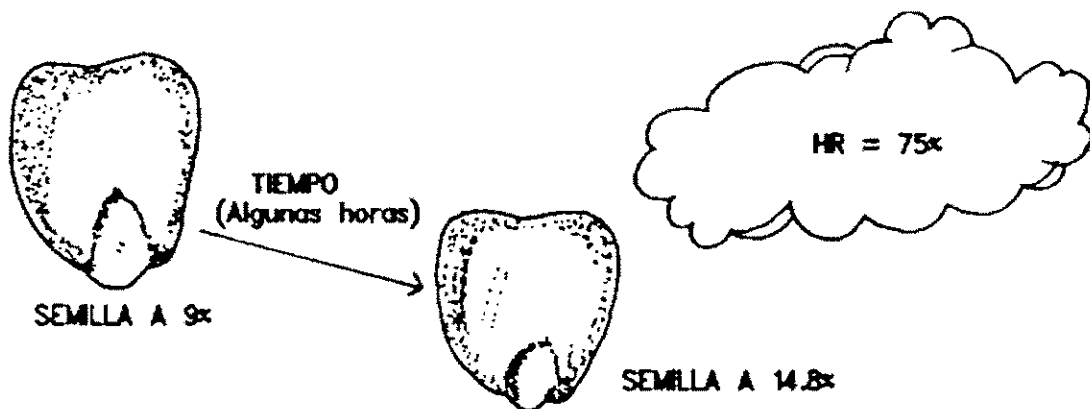
A través de la tabla podemos entender como, a una temperatura de 15.6°C no es posible el secado de granos abajo del 14%, si la H.R. es del 70%. En este caso, la H.R. en el punto de equilibrio es del 68% y para secar más se necesitarán H.R. menores a este valor.

Como puede verse de la tabla, la H.R. en equilibrio baja al disminuir el porcentaje de humedad del grano: para secar ulteriormente granos con 13% de humedad (a la temperatura de 4.4°C) necesitará una H.R. inferior al 54%, mientras para granos con 17% de humedad será suficiente una H.R. menor del 78%. Por lo tanto, podemos decir que entre más seco esté un grano es más difícil secarlo.

La tabla muestra también que las humedades relativas en equilibrio aumentan al subir la temperatura.

Esto conlleva a que si la H.R. del aire es cercana ó superior al punto de equilibrio para permitir el secado se puede aumentar la temperatura. El calentamiento tiene un doble efecto; en cuanto de un lado desplaza el punto de equilibrio a una H.R. más alta, y del otro disminuye la H.R. del aire.

Figura No.26 Punto de equilibrio



Aire con una H.R. mayor a la del punto de equilibrio puede ceder agua al grano. Sin embargo, para que el grano pueda absorber humedad durante el secamiento en cantidad significativa se requieren grandes volúmenes de

aire pasando por la semilla. La humedad será absorbida como vapor y resultará esencialmente distribuída sobre el volumen total del grano.

2.5. Flujo de aire y presión estática

El aire puede ser impulsado mediante los granos de dos maneras: Por succión del aire hacia abajo a través del grano, o forzando aire hacia arriba por medio del mismo. El segundo método es el más ventajoso, en efecto, cuando el aire es forzado hacia arriba a través del grano, las regiones de abajo se secan primero y el grano más húmedo se ubica siempre encima donde puede ser chequeado; cuando este último está seco todo el grano también estará seco. Además, el aire al ser batido por el abanico se calienta un poco. El secamiento por presión, en cierto grado utiliza este calor mientras que en el secado por succión el calor producido por el abanico es soplado fuera del grano.

Al referirnos a la cantidad de aire que pasa por las semillas, en la discusión que precede, para simplificar hemos hablado de libras. En la práctica se utilizan unidades de medidas más convenientes como metros cúbicos de aire por minuto (m^3/min), pies cúbicos por minuto (pcm) o también metros cúbicos por minuto, por toneladas de gramos, o pcm por bushel. En las últimas dos unidades de medidas se relaciona el flujo de aire con la cantidad de granos que este atraviesa. Un bushel es una unidad de volumen que se utiliza para granos y corresponde más o menos a 1/4 de pie cúbico.

En condiciones tropicales se utilizan, por lo general, entre 4 y 17 m^3 de aire por minuto, por tonelada de semillas, o entre 2 y 8 pcm/bushel: cuando el contenido de humedad de la semilla es bastante elevado, el flujo de aire debe ser lo suficientemente fuerte para que este pueda atravesar toda la masa de semillas, de no ser así, solo se secaría la capa inferior con la consiguiente migración de humedad a las capas superiores.

Al forzar el aire a través del grano, este encuentra resistencia a su flujo. La resistencia de los granos al flujo de aire se llama presión estática, ésta puede ser muy baja o puede llegar a niveles muy altos. La presión estática está determinada por el tipo de grano, su profundidad y, hasta cierto grado, su contenido de humedad; además, esta resistencia aumenta al aumentar la tasa de flujo de aire.

Los granos de mayor tamaño ejercen una menor presión estática por que es mayor el volumen ocupado de los espacios vacíos entre las semillas.

Al aumentar la profundidad de la capa de semilla aumenta la resistencia al flujo, por eso, el espesor de la capa debe ser adecuado: para semilla de tamaño similar a la soya, por lo general la altura máxima de la capa es de 1.5 m, para el trébol 0.6 m y para el maíz en mazorca 3 m.

La presión estática se mide en milímetros, o pulgadas de agua.

El flujo de aire debe ser suficiente para vencer la presión estática ejercida por los granos. Para lograr un buen caudal de aire se requiere de un abanico adecuado.

Existen tablas específicas para seleccionar el ventilador, sin embargo, éste no podrá ser superior a un cierto caballaje. En efecto, mientras teóricamente el secamiento podría llevarse a cabo a cualquier profundidad simplemente usando un abanico de mayor tamaño, intervienen tres factores que pueden impedirla: casi todos los abanicos de secar son operados por motores eléctricos y las líneas eléctricas rurales con frecuencia ponen límite al tamaño del motor que se desea usar; los costos de equipo aumentan al requerir motores más grandes para operar contra presiones estáticas mayores; los costos de fuerza motriz aumentan desproporcionadamente al aumentar las presiones estáticas. Por estas razones, es conveniente limitar la presión estática y utilizar motores adecuados.

3. METODOS DE SECADO

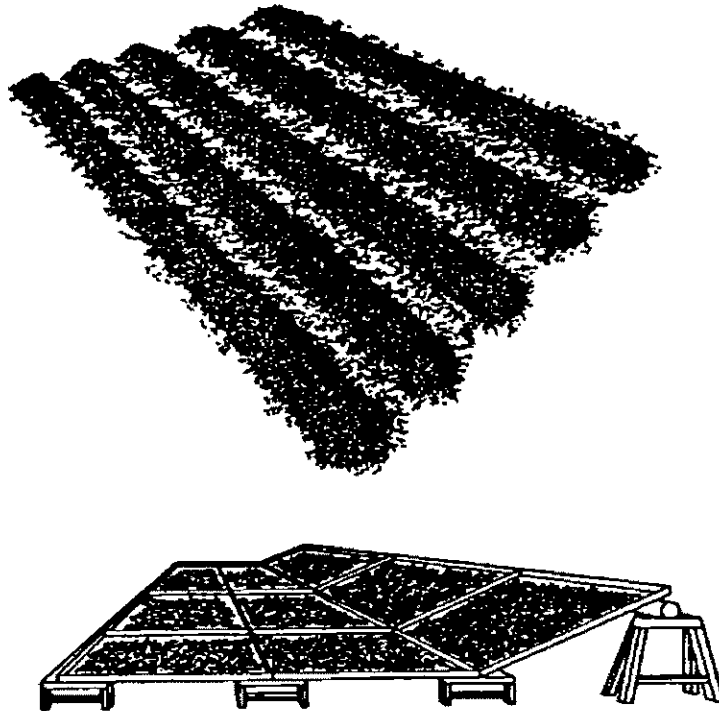
3.1. Secado natural

Los métodos de desecación natural se emplean por lo general en los campos, en las granjas y en las aldeas. Se basan en la exposición al sol y en el efecto deshidratante del viento. La ventaja consiste en que son muy económicos, pero en condiciones ambientales desfavorables no se pueden emplear; además, para secar grandes cantidades de semilla, con estos métodos, se necesita de superficies muy grandes. A veces se secan directamente las plantas o parte de éstas, sin separar el fruto, dejándolas al sol de diferentes maneras para que pierdan humedad. Este método se utiliza en algunos países, con la semilla de cacahuate, frijol y otros cultivos. El maíz se tiene que secar en mazorca, sin embargo, la práctica más corriente es la de secar la semilla después del desgrane. Considerando los métodos que se utilizan en la práctica existen dos posibilidades: secamiento en el piso y secamiento en contenedores suspendidos.

SECADO

En el primer caso, se colocan los granos en un piso plano, hecho de un material que impida el paso de la humedad del suelo a la semilla. La operación se hace temprano por la mañana antes que el suelo esté muy caliente. El espesor de semillas no debe ser muy ancho de manera que todos los granos puedan secarse; se aconseja no superar los 10 cm. Cada media hora se revolverá la semilla para evitar zonas más húmedas o demasiado calientes y periódicamente se determinará la humedad para saber en qué momento suspender el secado.

Figura No. 27 Sistemas de secado natural



Cuando la cantidad del grano no es demasiado grande, es buena práctica utilizar telones impermeables que se pueden facilmente cerrar como sacos y trasladar a otros lugares por la noche o en caso de lluvias.

El otro método de secamiento consiste en meter los granos en bandejas de fondos falsos suspendidas cerca de 50 cm de la superficie del suelo. Esta sistematización permite al aire pasar encima y por debajo del estrato de semilla, resultando un secamiento más rápido. Además, existe el secado en graneras con los lados abiertos (trojas) para facilitar la desecación natural, pero este método no se usa mucho para semillas.

La exposición al sol debe efectuarse procurando que la deshidratación no sea demasiado rápida ni demasiado prolongada, ya que algunos granos pueden adquirir color blanco, arrugarse, quemarse o decolorarse y en el caso de ciertas semillas, al secarse rápidamente se produce un endurecimiento de la superficie exterior lo que podría ocasionar cierto tipo de latencia.

3.2. Secado artificial

Se habla de secado artificial cuando, para reducir la humedad de los granos se alteran las propiedades físicas del aire de secamiento. Estas alteraciones pueden ser, tanto un aumento de la velocidad o de la temperatura del aire como, en algunos casos, una reducción de su contenido de humedad.

En dependencia de la forma en que fluyan la semillas en el proceso de secado, se distinguen tres métodos de secamiento artificial: el estacionario, el continuo y el intermitente.

3.2.1. Secamiento estacionario

El nombre de este método se debe al hecho que la semilla no se mueve durante el proceso. Los secadores pueden ser de varios tipos, los más comunes son el de fondo falso, el de distribución radial y el sistema de secado en túnel.

El primero consiste en un silo de fondo falso, por la parte inferior del mismo se inyecta aire caliente que después de atravesar la masa de granos, sale de la parte superior. El flujo de aire está determinado por un abanico conectado directamente al fondo falso. Un quemador colocado en proximidad a la toma de aire del abanico permitirá añadir calor al aire cuando se requiere una temperatura mayor a la ambiental.

El secador de distribución radial es parecido al precedente, pero en éste el silo consta de dos cilindros concéntricos. El espacio entre los dos cilindros se llena de grano, el aire es inyectado al interior de donde pasa al exterior atravesando la semilla. El cilindro interno está delimitado superiormente por una tapa movable hacia arriba o hacia abajo, la cuál se regula al nivel que corresponda a la altura de los granos; de esta manera, se procura que todo el aire pase a través de la semilla y no haya desperdicio.

El sistema de secado en túnel consiste en secar la semilla directamente en los sacos, poniéndolos arriba y a los lados de un túnel perforado, en el

SECADO

Figura No. 28 Secador estacionario de fondo falso

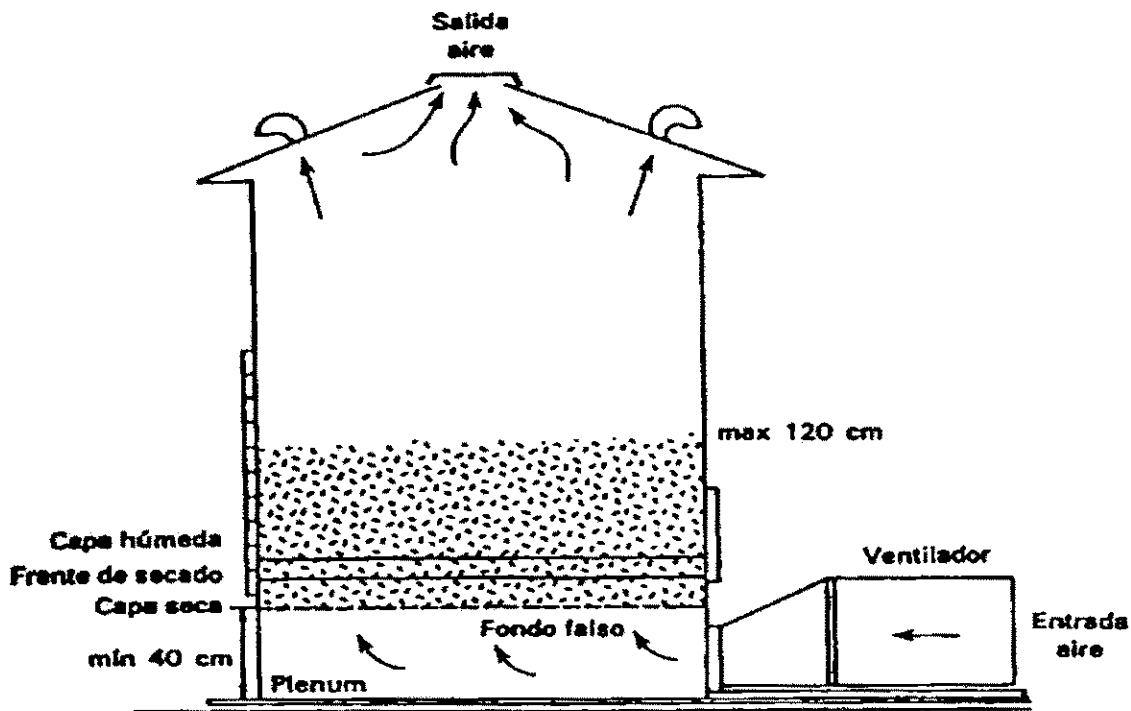
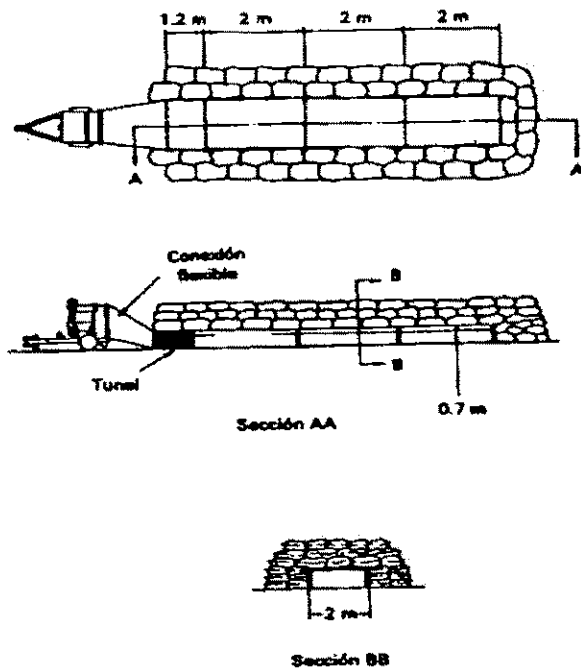


Figura No. 29 Secamiento en túnel



cuál pasa aire caliente. Sin embargo, este sistema no es muy usado para semilla, se usa comunmente para granos alimenticios.

El secamiento estacionario puede ser efectuado con aire del ambiente o con calor suplementario.

3.2.1.1. Secado con aire del ambiente

En ciertas situaciones el secamiento estacionario puede llevarse a cabo utilizando el aire del ambiente, en este caso no se añade calor al aire. La humedad relativa tiene una gran importancia en cuanto si ésta no se encuentra abajo del punto de equilibrio con la humedad de la semilla que se quiere secar, el secamiento no puede efectuarse.

En las fases tempranas del secado, inmediatamente después de la cosecha, la humedad relativa es de menor importancia, porque el grano está tan mojado que el secamiento procederá aun con humedades relativas muy altas. En efecto, si la temperatura es suficientemente alta los granos con humedad arriba del 18-20% se pueden considerar en equilibrio con H.R. del 100%. En esta fase se puede secar continuamente sin necesidad de apagar nunca el abanico.

De lo contrario, utilizar aire con alta humedad relativa cuando el grano está bastante seco no solamente podría no secar, sino ocasionar que la semilla recogiera humedad del aire.

Un procedimiento generalizado para secar semilla con aire del ambiente es el siguiente:

- Llenar el depósito a una profundidad uniforme.
- Operar el abanico continuamente, excepto en períodos prolongados de lluvia, hasta que la capa superficial del grano que será la más húmeda a bajado a 16-17% de humedad.
- Operar el abanico únicamente cuando la humedad relativa está abajo del 70%. En tiempo lluvioso prolongado operar el abanico sólo una o dos horas cada día para contrarrestar el recalentamiento.
- Después que las capas superficiales de grano han llegado hasta 14-15% se obtendrá mayor secamiento únicamente operando el abanico cuando la humedad relativa está abajo del 50%.

Un humidostato puede ser conectado por medio de una sonda eléctrica, al abanico. Así se encenderá el abanico automáticamente cuando la H.R.

SECADO

sea aquella para la cuál fue regulado (o sea, antes del 100% y después del 70 y 50%).

En general, este sistema requiere de una a cuatro semanas, o aún más, para reducir el contenido de humedad del grano hasta un nivel para almacenarse sin peligro.

Tabla No. 9 Contenido de humedad de algunos granos en equilibrio con el aire a diferentes H.R. (temperatura ambiente 25°C)

<i>Especie</i>	<i>Humedad relativa</i>						
	<i>15</i>	<i>30</i>	<i>45</i>	<i>60</i>	<i>75</i>	<i>90</i>	<i>100</i>
Arroz	5.6	7.9	9.8	11.8	14.0	17.6	...
Avena	5.7	8.0	9.6	11.8	13.8	18.5	24.1
Cebada	6.0	8.4	10.0	12.1	14.4	19.5	26.8
Maíz amarillo	6.4	8.4	10.5	12.9	14.8	19.1	23.8
Maíz blanco	6.6	8.4	10.4	12.9	14.7	18.9	24.6
Sorgo	6.4	8.6	10.5	12.0	15.2	18.8	21.9
Soya	...	6.2	7.4	9.7	13.2

La presente tabla puede usarse para determinar hasta qué humedad se puede secar el grano sin añadir calor, contando con una determinada H.R. en el aire de secamiento. La tabla se refiere a una temperatura ambiente de 25°C

3.2.1.2. Secado con calor suplementario

El añadir calor al aire permite efectuar el secamiento también en condiciones ambientales desfavorables, además, la operación se lleva a cabo más rápidamente.

El procedimiento es el mismo que cuando se utiliza aire del ambiente con una adición: al terminarse el secamiento al nivel deseado de humedad, se operará el abanico con aire no calentado por 2-4 horas más para bajar la temperatura del grano al nivel de la temperatura externa.

Las secadoras son del tipo ya descrito; constan de quemadores que calientan el aire en proximidad del abanico.

La cantidad de calor usado debe ser cuidadosamente controlada para no calentar las semillas arriba de los 40°C y para obtener ingresos económicos mayores. Es decir remover más humedad de lo necesario determina gastos innecesarios de combustible y electricidad. Para suministrar en cada momento la cantidad de calor adecuada, es conveniente disponer de

aparatos de control que enciendan y apaguen automáticamente el quemador. Existen dos tipos diferentes de control automático que pueden utilizarse, tanto individual, como conjuntamente, éstos son: el humidostato y el termostato. Ambos aparatos se colocan en el flujo de aire que sale del abanico y entra en el sistema de distribución.

El humidostato es generalmente considerado el aparato más idóneo, este instrumento enciende o apaga el quemador manteniendo la H.R. al nivel para el cuál fue regulado.

El termostato ejerce un control directo sobre la temperatura e indirecto sobre la H.R. del aire. Es eficaz en aquellos casos en que, para corregir la H.R. deseada se corre el riesgo de elevar la temperatura a niveles dañinos a la semilla.

El termostato mantiene un control más aproximado a la H.R. del aire de secado que el humidostato y en la práctica debe ajustarse por lo menos una vez al día por el operador, ésto, porque al variar la H.R. del aire ambiental cambia la temperatura mantenida por el aire de secado a la H.R. requerida.

El calor añadido debe ser coordinado con el flujo de aire de manera que cantidades mayores de calor correspondan a una mayor velocidad de secado. Esto es necesario si no se quiere favorecer el desarrollo del moho (el tema se tratará más adelante) y para una mayor uniformidad del secado.

El secado con aire caliente requiere flujos de aire arriba de los usados para secamiento con aire del ambiente, ésto se debe a dos razones: 1) el agua se evapora más rápidamente por lo cuál más aire es necesario para llevarla, 2) un flujo de aire insuficiente determina un secamiento mucho más rápido en las capas inferiores que en las superiores. Por lo tanto, proporcionar al aire una cantidad de calor excesiva en relación al flujo disponible es dañino a la semilla.

Para estar seguro que el aire remueve agua de las semillas se puede determinar la H.R. a la entrada y a la salida del silo.

Cuando se seca semilla con aire caliente en silos secadores estacionarios es importante no apagar repentinamente la fuente de calor, pues se puede condensar vapor de agua dentro del secador, especialmente cuando el aire exterior es más frío, tal como ocurre durante la noche.

Para evitar estos inconvenientes es oportuno reducir gradualmente la temperatura del aire permitiendo una refrigeración uniforme de todo el

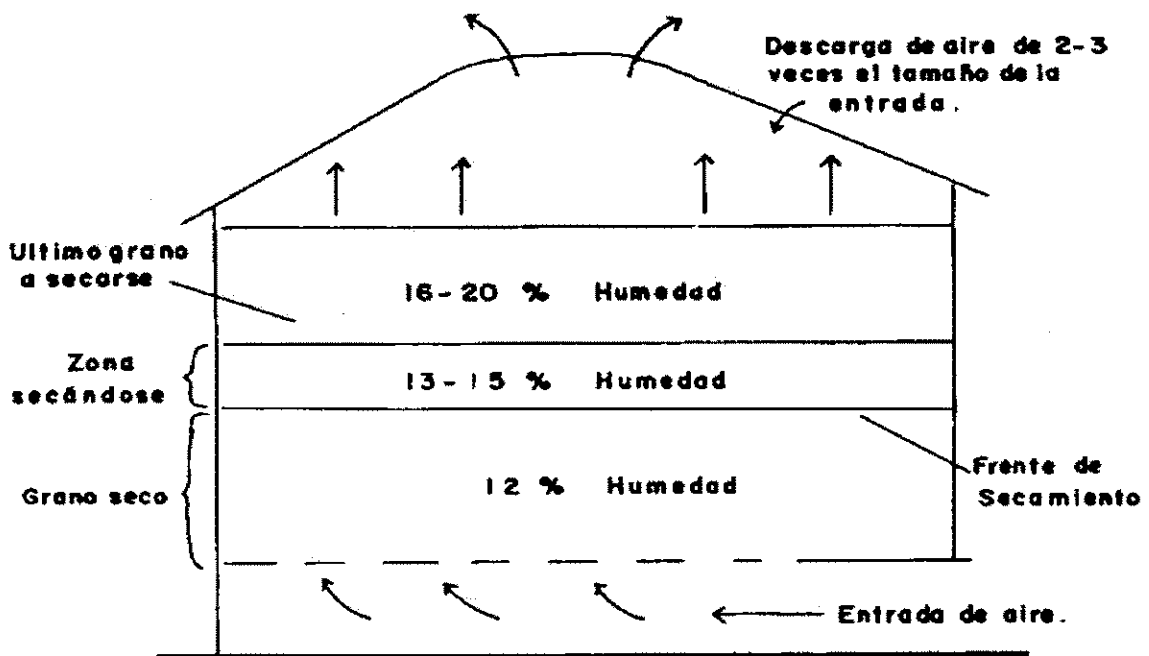
SECADO

sistema. Lógicamente este problema no existe cuando la temperatura del ambiente se mantiene alta todo el tiempo.

3.2.1.3. Frente de secado

Cuando el aire es forzado a través del grano, no todas las semillas secarán uniformemente y a la vez. Durante el secado en los silos se pueden distinguir tres zonas: zonas de secado, zona secándose y zona mojada.

Figura No.30 Estratificación de las semillas durante el secado en un secador a fondo falso



La figura de arriba es un ejemplo de lo que ocurre durante el secamiento en un secador estacionario de fondo falso. Al introducir aire entre el grano, la región más cercana a la entrada se secará primero hasta algo abajo del nivel de humedad deseado. Lo que ocurre hasta cierto grado, que puede ser muy poco o bastante apreciable. Esta zona secándose moverá gradualmente hacia arriba al proceder el secamiento. El aire pasa a través de la zona de secado y recoge la humedad en la zona secándose hasta llegar al contenido de humedad de equilibrio.

CAPITULO V

El grosor de la zona secándose está determinado por la cantidad de agua que el aire puede recoger y del volumen de aire fluyendo a través del grano. Con altas tasas de flujo de aire, o con bajas H.R. habrá una diferencia reducida entre la humedad de las capas superiores y de la inferior; esto porque el aire puede absorber humedad durante todo su pasaje a través del grano. Sin embargo, operar con H.R. muy bajas, dado que se crean al aumentar mucho la temperatura, puede causar el sobresecamiento de las primeras capas de semilla ante de finalizar el proceso de secado.

La orilla abajo de la zona secándose, próxima con la zona secada, se llama frente de secado. Un frente de secado nunca es tan uniforme como la muestra la figura, en efecto, el flujo de aire que sale del fondo falso casi nunca es paralelo. Comunmente se usan ductos de secar y en este caso se produce un frente curvado alrededor de cada entrada de aire al grano.

Concentraciones de basura o granos quebrados disturban el frente de secado debido a que éstos se secan más despacio que el grano limpio.

En el secador de distribución radial el frente de secado se mueve del centro hacia la periferia. Con este tipo de secador se puede operar también a humedad relativa más baja debido a que el problema de sobresecamiento es de menor importancia porque el grosor de la masa de grano en las paredes del secador es bastante reducido.

Es necesario conocer la dirección del frente de secado para tomar correctamente las muestras y determinar el contenido de humedad.

Cada muestra debe contener semillas que pertenezcan a las varias partes de la capa evaluada y no tiene que mezclarse con semillas de otras capas. En general, durante las primeras fases del secado se hace un muestreo cada dos horas en capas de 30-40 cm, hasta comprobar que la primera capa está seca. Después de ese momento, es importante regular la H.R. por medio de la temperatura, de manera que no se produzca un sobresecamiento. Los siguientes muestreos se hacen a intervalos mayores de tiempo.

Cuando la capa más distante de la entrada del flujo de aire está seca al nivel requerido la operación de secado está terminada.

La disposición de la semilla en los silos es muy importante para obtener un secamiento uniforme. En el secador de fondo falso la altura de los

SECADO

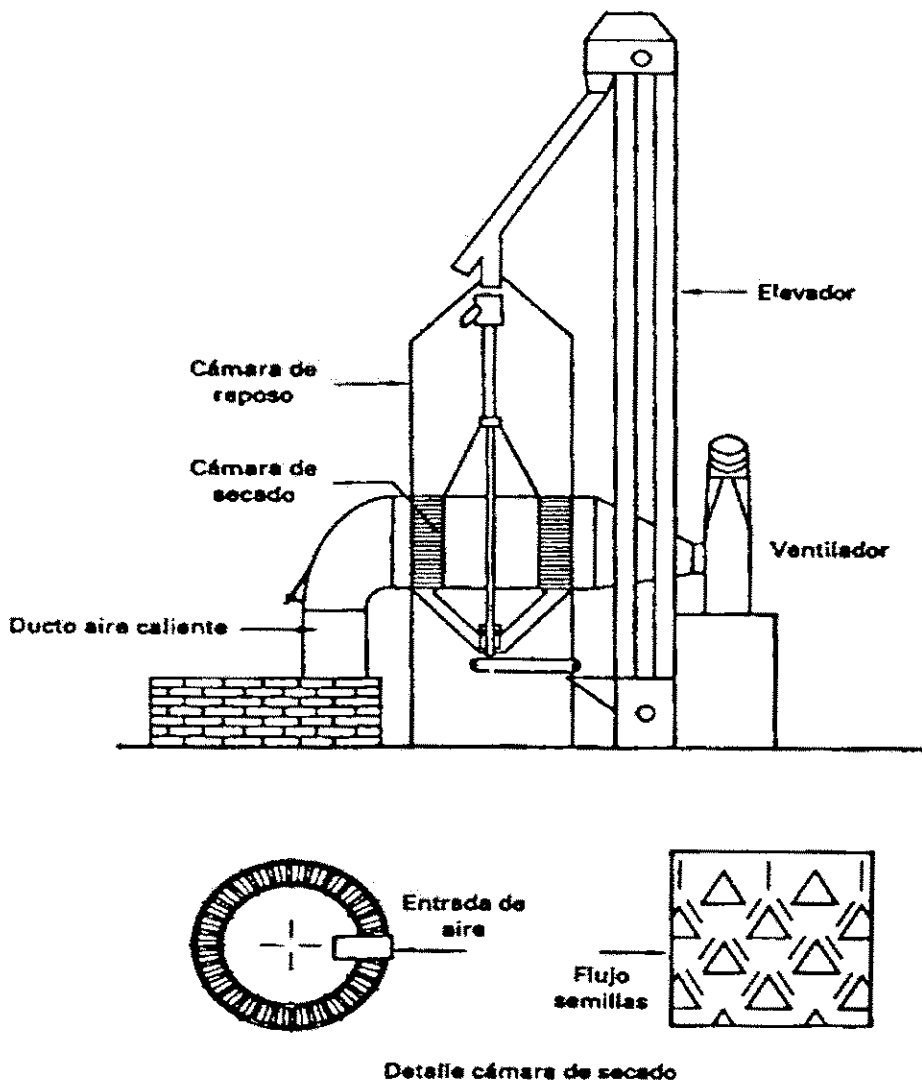
granos debe ser igual en todos los puntos del silo, mientras en el secador a distribución radial la masa de semilla debe tener la forma de un cono.

3.2.2. Secamiento continuo

En el secado continuo la semilla se mueve durante su secamiento, entrando húmeda por una parte del secador y saliendo seca por la parte opuesta.

Los secadores pueden ser, tanto de tipo vertical (en este caso los granos entran por la parte superior y salen por la inferior), como de tipo horizontal.

Figura No.31 Secador intermitente rápido (SIR)



CAPITULO V

El secado ocurre debido a una corriente de aire caliente que atraviesa la semilla al pasar por el secador antes que la misma se deposite en una cámara más fría. Dado que la semilla se calienta durante menos tiempo, la temperatura del aire puede ser más alta que en el secado estacionario, pero se corren mayores riesgos de dañarla.

Este sistema se utiliza con más frecuencia en el caso de granos para el consumo que en el secado de semilla. En particular se utiliza para arroz ó sorgo cuando se tiene que operar con grandes volúmenes.

El secado continuo hace más difícil las operaciones de limpieza del silo , además, se debe tener mucho cuidado con las mezclas cuando se procede a un cambio en el cultivar.

Para averiguar el grado de secado se toman muestras a la descarga del secador, es conveniente, hacer esta operación cada 15 minutos.

3.2.3. Secamiento intermitente

El secamiento intermitente es parecido al continuo, pero en este sistema las semillas pasan varias veces por el secador hasta llegar a la humedad requerida.

Los secadores pueden ser: secadores intermitentes rápidos (SIR) o secadores intermitentes lentos (SIL). En el primer tipo la semilla se mantiene alrededor de un minuto y medio en contacto con el aire caliente y después alrededor de 15 minutos con el aire ambiental mientras en el segundo tipo de secadores el tiempo de permanencia de aire caliente y aire ambiental es el mismo (alrededor de 15 minutos). Lógicamente en las SIR se utilizan temperaturas mayores que en las SIL.

Tabla No. 10 Temperaturas de secamiento con secado intermitente para algunos cultivos

<i>Especie</i>	<i>Temperatura del aire °C</i>	
	<i>SIR</i>	<i>SIL</i>
Arroz	70	70
Trigo	80	70
Soya	70	60
Sorgo	70	70
Frijol	70	60

Escoger la temperatura es muy importante, en efecto, si el aire es demasiado caliente se producen daños debido al mismo calor, si es demasiado frío la semilla tiene que pasar un mayor número de veces por el secador, aumentando los daños mecánicos; las semillas muy susceptibles a estos daños (por ej. soya) no tienen que pasar más de cinco veces por el secador.

4. AIREACION-ENFRIAMIENTO

Al terminar el proceso de secamiento la temperatura del grano puede ser superior a la del ambiente y si éste se almacena, la temperatura se mantendrá por largo tiempo debido a que la semilla es mal conductor del calor.

Una alta temperatura favorece el desarrollo de hongos y microorganismos; además, si la temperatura de la masa es muy diferente que la del ambiente puede ocurrir un fenómeno que se conoce como "migración de humedad": aire caliente sube y aire frío baja, causando circulación de aire dentro de la masa. Cuando el aire caliente llega a las zonas frías puede ser enfriado abajo de su punto de rocío y condensarse la humedad en la superficie de los granos. Por estas razones, al finalizar el secado, a veces es necesario el enfriamiento de los granos mediante la aireación. Esto se hace operando los abanicos unas pocas horas en los períodos frescos del día, hasta obtener en el centro de la masa del grano una temperatura no mayor de la del ambiente.

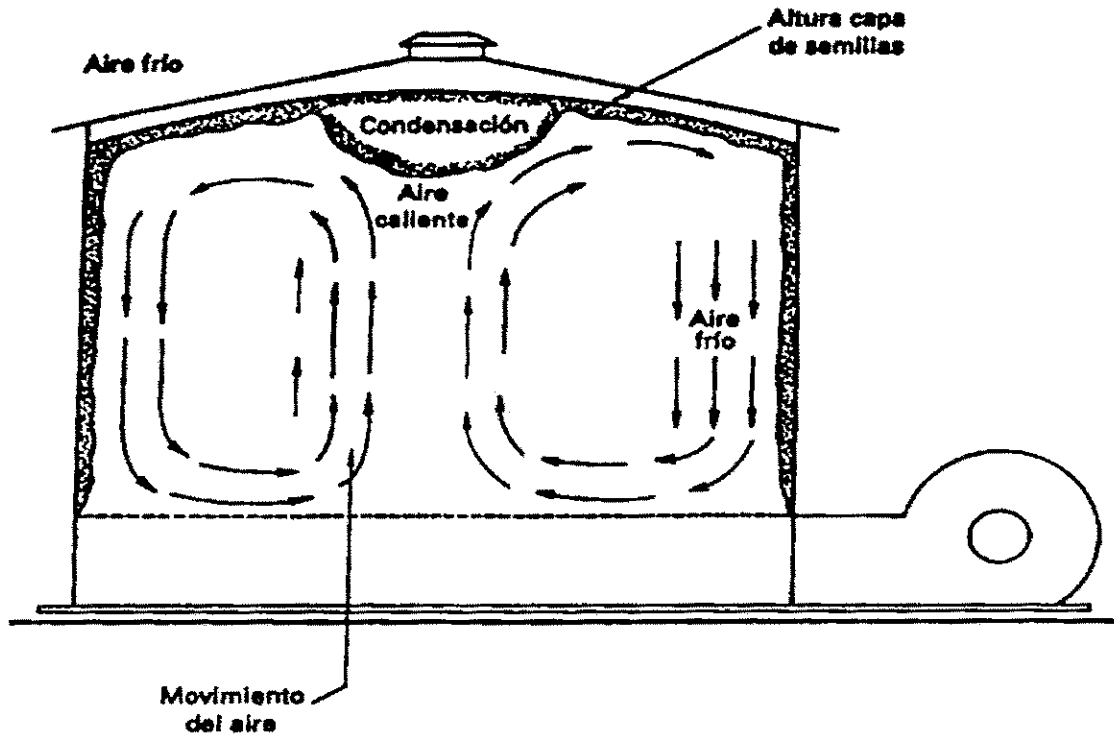
Como regla general se indica que la aireación ha dado resultado satisfactorios cuando la H.R. no es mayor del 80% y la temperatura del aire es por lo menos 10°C más baja que la del grano (MORENO E. y ZAMORA J., 1978).

La aireación conlleva a un cierto secado, pero los volúmenes de aire usados son muy pequeños por lo cuál el fenómeno no es muy significativo.

Se recomienda que el flujo de aire para aireación opere en dirección inversa que para el secado, ésto significa, en el caso de secadores verticales que el aire frío circule hacia abajo a través de la masa de grano en lugar de ser forzado hacia arriba.

Otras funciones que puede tener la aireación son la eliminación de los malos olores de la semilla y facilidad en la aplicación y distribución de fumigantes. Además, cuando se almacenan por cortos períodos los granos húmedos en espera de ser secados, es conveniente airearlo para evitar que se recalienten.

Figura No.32 Migración de humedad en un silo debido a diferencias de temperatura



5. TEMPERATURA DEL GRANO Y CRECIMIENTO DEL MOHO

Aumentar la temperatura del aire de secamiento es deseable porque en general determina un secado más rápido, pero este hecho favorece también el desarrollo del moho. En efecto, los hongos de la semilla crecen cerca del 90% más rápidamente por cada aumento de 5.5°C de temperatura del grano. A veces añadiendo calor se acelera más el crecimiento del moho que la velocidad de secado. En estos casos es preferible utilizar temperaturas más bajas.

En la tabla que sigue se dan los tiempos límites de seguridad dentro de los cuales se tienen que secar los granos hasta el 15.5% de humedad, siendo a este nivel de humedad mínimo el crecimiento de los hongos.

SECADO

Tabla No. 11 Tiempo máximo de secamiento lícito para evitar crecimiento de moho en el grano (MORENO E. y ZAMORA, J., 1978)

<i>Temperatura grano °C</i>	<i>Tiempo máximo de secamiento</i>	
	<i>Horas</i>	<i>Días</i>
32.3	100	4.1
26.7	140	5.8
21.1	195	8.1
18.3	230	9.6
15.6	265	11.0
12.8	315	13.5
10.0	370	15.4
7.2	440	18.3

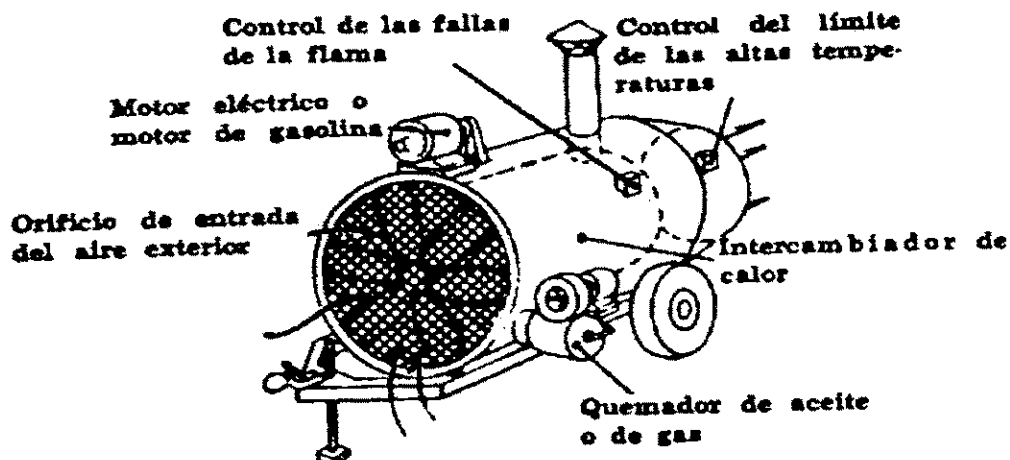
Abajo de los 7°C el crecimiento de los hongos es prácticamente nulo, mientras que llega al máximo alrededor de los 30°C.

6. FUENTES DE ENERGIA Y TIPO DE QUEMADORES

Los quemadores utilizados para calentar el aire de secado son de varios tipos según el combustible que utilicen. Los combustibles más comunes son: los líquidos y gaseosos (propano, butano, metano, gas LP, diesel) pero existen también otros como madera, carbón mineral, residuos de cosecha.

Hemos visto como los quemadores de combustible líquido o gaseoso se pueden controlar por medio de un termostato o de un humidostato, de tal forma, que el quemador se apague si la humedad relativa es muy baja o si la temperatura es demasiado alta. Los quemadores de combustible sólido requieren revisión constante pues el combustible se consume con rapidez y es necesario estar alimentándolos continuamente para mantener la temperatura dentro del rango deseado. Estos quemadores no se pueden prender y apagar tan fácilmente como los precedentes, por lo tanto, para controlar la temperatura se usa una compuerta que permite la entrada del aire ambiente más frío cuando la temperatura del aire de secado es demasiado alta. De todas maneras este control de la temperatura es menos preciso de lo que permite un termostato y por eso se requiere una atención permanente por parte de los encargados del secado.

Figura No.33 Quemador



7. COSTOS DEL SECADO

Los costos del secado son bastante altos e influyen de manera sensible en los costos totales de la producción de semillas, por esta razón no es conveniente secar más de lo necesario.

Para evaluar los gastos que requiere la operación, se debe evaluar además del consumo de combustible, el costo inicial del equipo y de su mantenimiento, el costo de la mano de obra y el consumo de energía de parte del ventilador y del equipo accesorio.

8. CONTROL DE CALIDAD

El secado es una operación muy delicada, en efecto, en esta fase del beneficiado pueden ocurrir daños a la calidad de la semilla debido a varias causas tales como: la alta temperatura, sobresecado, secamiento demasiado rápido ó demasiado lento, golpes durante el manejo, mezclas de variedades.

SECADO

Para mantener una alta calidad de la semilla es conveniente hacer el secamiento lo más rápido posible después de la cosecha. Cuando la cantidad de semilla cosechada es mayor que la capacidad de secamiento, es aconsejable usar un sistema pulmón de secamiento, el cuál consiste en el hacer un arrume con un túnel en el centro a través del cuál se sopla aire con un ventilador; de esta manera los granos se pueden mantener hasta una semana para después ser secados.

Las semilla con alto contenido de almidón se dañan durante el secado sí la temperatura supera los 40°C; para las semillas con alto contenido de aceite la temperatura de secado no debe superar los 37°C, como regla general mientras más baja es la humedad del grano, más alta es la temperatura que éste soporta.

Para averiguar que la temperatura no supera lo máximo permitido, se saca la semilla del secador, se coloca en un recipiente aislado y se mide la temperatura después de cinco minutos, es necesario saber la temperatura de la propia semilla y no del aire que la rodea.

Respecto a su sensibilidad a las altas temperaturas las semillas de las diferentes especies se dividen en: altamente resistente (por ej. cereales), medianamente resistente (por ej. frijol: mejor no superar los 35°C) y muy sensibles (por ej. cebolla, mejor no superar los 30°C).

Los daños mecánicos pueden ocurrir cuando se meten los granos en los silos. Para amortiguar los golpes se puede encender el abanico antes, el cuál produce un "colchón" de aire que hace que la caída sea más suave.

Los daños debidos a sobresecamiento se registran a menudo en las capas más bajas, cuando el flujo de aire no es el adecuado o si la temperatura es demasiado alta.

Un secado demasiado lento favorece el desarrollo de hongos.

Para evitar mezclas se recomienda una limpieza adecuada de los silos cada vez que se introduce una variedad diferente. Este inconveniente es más frecuente en el secador de tipo radial, pues los granos pueden quedar facilmente en las aberturas de las salidas de aire, en la pared del secador. Otras veces las mezclas pueden producirse por errores en el llenado de los silos, algunos equipos están dotados de mecanismos de seguridad que impiden la entrada de otras semillas en silos que ya están en función.

Al terminar el secado es conveniente probar la germinabilidad de la semilla para asegurarse que no hayan ocurrido daños. Si la semilla está

CAPITULO V

almacenada el análisis se repetirá después de dos o tres meses, en efecto, a menudo los daños pueden evidenciarse sólo cuando ha pasado un cierto tiempo.

Durante el secado la masa de grano sufre una merma de peso debido al agua que pierde. El cálculo de esta merma fue explicado en el capítulo anterior.

CAPITULO VI

CONTROL DE CALIDAD

1. INTRODUCCION

En la producción de semillas la calidad del producto final tiene una enorme importancia. El valor de un lote de semilla depende esencialmente de su calidad; solo semillas de alta calidad pueden asegurarnos que el cultivo responda de la manera deseada a todas las prácticas culturales, ya sea la buena preparación del terreno, el riego, la fertilización, los controles fitosanitarios, etcétera.

2. DEFINICION DE CALIDAD

Podemos considerar que la calidad de la semilla incluye tres componentes: el genético, el sanitario y el fisiológico. La semilla será de alta calidad cuando todos sus componentes se encuentren a un nivel elevado.

Componente genético. Cada variedad o híbrido tiene algunas características propias que la distinguen de las otras. Las características (aspectos morfológicos, resistencia a plagas y enfermedades, alta productividad, calidad superior del producto, etc.) están determinadas por el genotipo de la variedad o híbrido. Habrá genotipos más o menos valiosos que deben ser valorados. Además, en un lote de semillas se puede encontrar una cierta cantidad de materiales que no son semillas de la variedad declarada en la tarjeta que identifica el lote, pueden ser semillas de otras especies o de otras variedades, las cuales disminuyen el valor del producto.

Para elevar el componente genético de calidad se pueden realizar trabajos de mejoramiento genético y se debe tener mucho cuidado durante las operaciones de beneficiado, garantizando una buena limpieza y evitando las mezclas.

Componentes sanitarios. La sanidad de la semilla influye en su calidad; semilla sana, o sea, exenta de virus, hongos e insectos, tiene un mayor valor.

Un elevado componente sanitario se puede obtener: evitando infecciones de plagas y patógenos en el campo; realizando una buena limpieza durante el procesamiento (eliminando las semillas afectadas); tratando la semilla antes de su almacenamiento con insecticidas o fungicidas y almacenándolas en condiciones adecuadas.

Componente fisiológico. La semilla tendrá una mayor calidad si su potencial biológico es elevado. Esto se verifica cuando todas las estructuras del embrión están bien formadas y el grano contiene el máximo contenido posible de sustancias de reserva (madurez fisiológica). Después que ha llegado a su nivel máximo, el potencial biológico disminuye por efecto del proceso de deterioro en la semilla durante su conservación. Resultados muy claros de este proceso son la disminución de la viabilidad y la pérdida de vigor.

Para obtener un elevado componente fisiológico es necesario cosechar la semilla en el momento oportuno, tener mucho cuidado durante las operaciones de beneficiado y secado para no causar daños mecánicos o matar la semilla, almacenar en condiciones óptimas para reducir al mínimo el deterioro.

3. ANALISIS DE CALIDAD

3.1. Generalidades

Generaciones de agricultores han acumulado grandes conocimientos prácticos para evaluar la calidad de la semilla. Utilizando los sentidos: vista, tacto, olfato y hasta el gusto, ellos han adquirido una cierta habilidad para desechar lotes de semillas de mala calidad. Sin embargo, hay muchas deficiencias que no pueden descubrirse por métodos tan sencillos. Debido a eso, es preferible medir el nivel de todos los componentes de la calidad y determinar el valor de un lote de semilla por medio de algunos análisis. Utilizando los servicios de los laboratorios de ensayo de semillas es posible evitar el empleo de semillas de clase inferior, eliminando así uno de los riesgos de la producción agrícola.

Cada análisis nos brinda una información sobre una característica específica de la semilla; por consiguiente, para tener una información global es necesario ensayar mas características, haciendo más de un aná-

lisis. Las características que comunmente se toman en cuenta para determinar la calidad de un lote son: pureza analítica, pureza de la variedad (o genética), germinabilidad, vigor, peso, contenido de humedad y sanidad. Existen otros análisis que permiten medir factores como la viabilidad, la uniformidad de un lote y el número de semillas que pertenecen a especies diferentes de la principal. Todas estas características, a excepción de pureza de la variedad, pueden ser examinadas a través del análisis de laboratorio.

En este texto consideramos oportuno explicar en forma general como se ejecutan los análisis principales, remitiendo a la lectura de manuales específicos para informaciones más detalladas.

Existen laboratorios de análisis de semillas estatales y privados, dependientes o independientes de las empresas semillistas. Sin embargo, para que los resultados de un análisis puedan ser aceptados universalmente es necesario que sean ejecutados en un laboratorio certificador nacional o internacional, usando una metodología standard, ya que si se utilizan diferentes métodos de análisis se pueden obtener resultados diferentes.

El ISTA (Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas) es un organismo que se ocupa de establecer las metodologías standard para el análisis de semilla. Estas metodologías han sido publicadas en un manual específico y para ser utilizadas por quien lo desee.

Cuando un análisis es ejecutado por un laboratorio autorizado por el ISTA, el lote de semilla examinado podrá obtener un certificado de valor internacional que garantizará su calidad. Sin embargo, en algunos países existen reglamentaciones nacionales sobre análisis de semilla diferentes de las del ISTA, en estos casos, se obtendrá un certificado que valdrá sólo al interior del mismo país. Además, en todos los países, existen laboratorios que no están autorizados para hacer análisis oficiales y por eso no pueden emitir certificados. Este es, por ejemplo, el caso de los laboratorios de las empresas semillistas que sirven a la empresa para mantener un control de calidad de su propia semilla, antes, durante y después del beneficiado. Este tipo de control de calidad tiene el nombre de control interno.

3.2. Muestreo

Todos los análisis de semilla se ejecutan sobre una pequeña parte del lote al cual pertenecen las semillas; por eso, la primera operación que se hace para analizar la semilla es el muestreo. La obtención de una muestra

realmente representativa del lote al cual pertenece, es requisito esencial para después confiar en los resultados de los análisis.

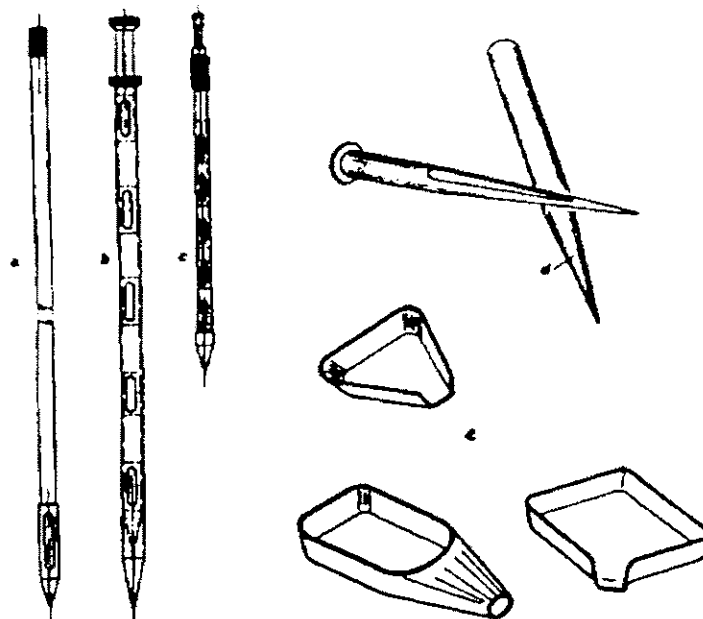
En la práctica podemos encontrar que la composición de un lote no siempre es homogénea, por cuanto existen diferencias entre un saco y otro, entre diversas parte del mismo saco, en los diferentes estratos de un lote almacenado a granel.

Para tomar una muestra representativa, a partir del lote se toma un cierto número de "muestras individuales". El número y la modalidad de tomar estas muestras se indican en las siguientes tablas, en función del tipo, tamaño y número de los contenedores.

Tabla No. 12 Muestreo de sacos

<i>No. sacos</i>	<i>No. muestras individuales</i>
Hasta 5	Una de cada saco
6-14	No menos de 5
15-30	Una cada grupo de 3 sacos
31-49	No menos de 10
50 a más	Una cada grupo de 5 sacos

Figura No.34 Implementos para el muestreo de semillas: sondas cañas (a,b,c), sonda Nobbe (d) y bandejas para muestreo (e)



CONTROL DE CALIDAD

Por lo general las “muestras individuales” se toman con un instrumento llamado sonda. Hay diferentes tipos de sonda; las más comunes son la sonda bastón (o sonda caña), formada de dos tubos concéntricos que presentan aberturas para la entrada de la semilla y la sonda Nobbe que consiste en un tubo puntiagudo suficientemente largo para penetrar hasta el centro de los sacos y que presenta un orificio oval en las proximidades de su punta. Es práctica común tomar las muestras de diferentes partes en cada saco.

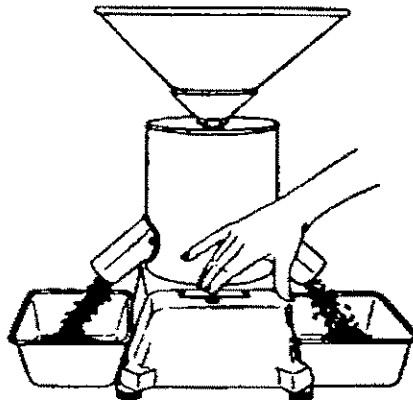
Tabla No. 13 Muestreo de otros contenedores o de montones de semilla

<i>Peso del lote</i>	<i>No. de muestras individuales</i>
Menos de 500 Kg.	Por lo menos 5
501-3000 Kg.	Uno cada 500 Kg. (no menos de 5)
3001 - 20000 Kg.	Uno cada 500 Kg. (no menos de 10)
Más de 20000 Kg.	Uno cada 700 Kg. (no menos de 40)

Todas las “muestras individuales” se mezclan y así se forma la “muestra compuesta”. Generalmente la “muestra compuesta” contiene una cantidad de semilla bastante grande y es necesario reducirla antes de enviarla al laboratorio. Lo que se enviará al laboratorio es la “muestra media”, que debe ser representativa de la “muestra compuesta” y por lo tanto tendrá que tomarse según reglas internacionales, para lo cual se puede operar en dos maneras:

1. Dividir la “muestra compuesta” con un instrumento divisor de semillas que separa la muestra en dos partes iguales. Se hacen varias divisiones hasta llegar a una “muestra media” según el peso requerido.

Figura No.35 Divisor de semillas



- 2) Dividir la “muestra compuesta” haciendo varias divisiones a mano. En este caso se coloca la muestra en una superficie plana. Se esparce uniformemente y se divide en ocho partes iguales, como se indica abajo.

1	2	3	4
5	6	7	8

Las cuatro partes que corresponden a los números 1, 3, 6, 8 se mantienen, mientras las otras cuatro se apartan. Juntando las semillas de las partes que quedan sobre la superficie se obtiene una muestra que es la mitad de la original. Haciendo ulteriores divisiones, siempre utilizando la forma indicada anteriormente, se llegará a la cantidad de semilla necesaria para componer la “muestra media”.

La “muestra media” se marca con una ficha donde se indica el lote de origen, se empaca, se sella y se envía al laboratorio donde, a partir de ella, se preparan las “muestras de trabajo” necesarias para cada análisis. Las “muestras de trabajo” se forman usando los mismos métodos indicados para la preparación de la “muestra media”.

Una vez recibida la “muestra media” en el laboratorio de semilla se procede lo más rápido posible a preparar la “muestras de trabajo” y realizar los análisis, ya que pueden ocurrir cambios en la semilla de la muestra y ésta dejará de ser representativa del lote al cuál pertenece.

En los laboratorios de certificación de semillas, después de los análisis se guarda lo que sobra de la “muestra media”, durante aproximadamente un año, para responder ante cualquier eventualidad posible y rectificar el análisis en caso de que se dude sobre los resultados.

3.3. Análisis de humedad

El objetivo de este análisis es calcular el porcentaje de humedad contenido en un lote de semilla, representado por la muestra de trabajo. Ya sabemos cómo dicho porcentaje es importante en función de un buen almacenamiento; además se hacen controles de humedad en las mismas empresas antes y después del secado.

El método más preciso y el único oficial (ISTA) corresponde al análisis en el horno, el cuál se basa en el hecho que la semilla calentada a altas

CONTROL DE CALIDAD

temperaturas pierde todo su contenido de agua, lo que equivale a su humedad.

El procedimiento es el siguiente:

- Se toma un platillo de metal inoxidable (o vidrio), con esquinas redondeadas y fondo plano, adaptado con una tapa que garantice que la pérdida de humedad, cuando el platillo está tapado, quede reducida al mínimo. Se pesa dicho contenedor (peso A).
- Se introducen en el platillo unos cinco a diez gramos de semilla (muestra de trabajo), y se pesa otra vez (peso B).
- Se pone el platillo en el horno y se calienta a una temperatura y un tiempo determinado por el análisis. En esta fase el platillo queda abierto y la tapa se coloca a su lado. Los métodos internacionales (ISTA) indican, para cada especie, la temperatura y el tiempo requerido. Las condiciones posibles son dos:
 - ☒ 130°C por una hora (2 horas para los cereales, 4 para el maíz)
 - ☒ 103°C por 16-18 horas.
- Se extrae el platillo del horno, se tapa, se deja enfriar dentro de un secador de manera que durante el enfriamiento no absorba humedad y después se pesa (peso C).
- Se calcula el porcentaje de humedad a través de la fórmula:

$$H \% = \frac{\text{Peso del agua evaporado}}{\text{Peso muestra}} \times 100 = \frac{\text{Peso B} - \text{Peso C}}{\text{Peso B} - \text{Peso A}} \times 100$$

El ISTA recomienda hacer dos repeticiones y tomar como resultado final la media.

Para algunas especies (por ej. frijol y maíz) se requiere moler la semilla antes de ponerla en el horno. Los trocitos no tienen que ser mayores de 3-4 mm.

Para la semilla que tenga que ser molida y posea una alta humedad, es necesario hacer un pre-secado a 130°C por 5-10 minutos (70°C por 2-5 horas en el caso del maíz) antes de molerla. En este caso, cuando se calculan los resultados se tiene que sumar la pérdida de peso que se verifica

durante el pre-secado a la que se produce en el secado definitivo. Para esto se utiliza la siguiente fórmula:

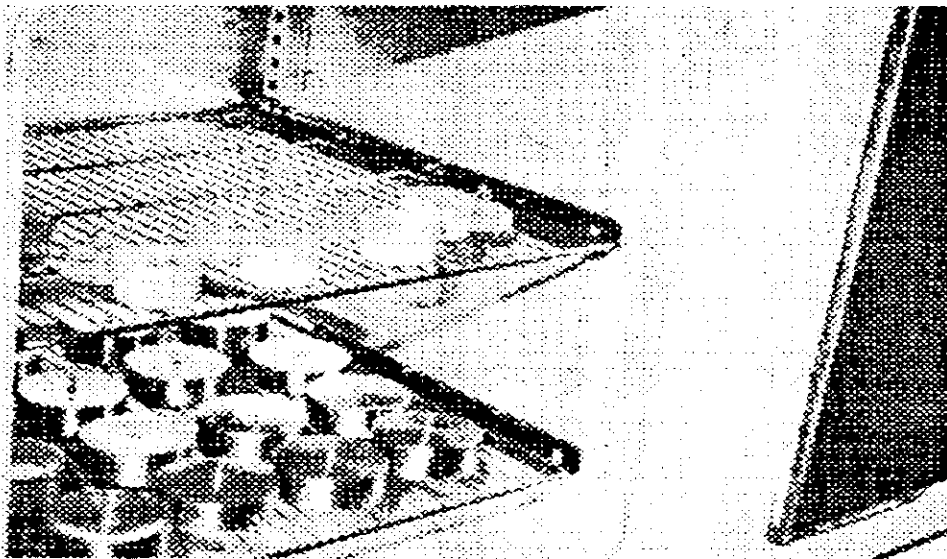
$$H \% = S1 + S2 - \frac{S1 \times S2}{100}$$

Donde:

- S1 = Porcentaje de humedad perdida en el pre-secado.
 S2 = Porcentaje de agua perdida en el secado.

Otros métodos para determinar la humedad de la semilla son la prueba con toluolo y los medidores rápidos, pero estos últimos son mucho menos precisos.

Figura No.36 Análisis de humedad en el horno



3.4. Análisis de pureza analítica

La pureza analítica indica qué porcentaje del material que compone el lote es realmente semilla de la especie indicada en la tarjeta. Durante este análisis la semilla pura es separada de la semilla extraña y del material inerte.

La semilla pura es la semilla del cultivo para el cual es requerido el análisis, incluyendo las semillas intactas y las quebradas que conservan más de la mitad de su tamaño original.

CONTROL DE CALIDAD

Existen algunas excepciones que están indicadas más adelante cuando se define lo que es material inerte.

El término semilla pura no siempre indica la semilla botánica de una especie, sino la semilla comercial que a veces corresponde a un fruto o una infrutescencia, (por ej.: la cariopsis del arroz). Existe una publicación del ISTA que especifica lo que se entiende por semilla pura en cada género de especie cultivada.

La semilla extraña es la de las especies diferentes a aquella para la cual es requerido el análisis.

El material inerte comprende: trozos de semilla menores que la mitad de la semilla, vaina de semilla dentro de la cual hay ausencia de la semilla (por ej.: glumas vacías en el arroz), cariósides de gramíneas o glomérulos de remolacha inferiores a un cierto tamaño, semillas de leguminosas o crucíferas con tegumento roto, inflorescencias estériles, estambres, hojas, otras partes de la planta, cuerpos fungosos, deshechos y partes de insectos, tierra, arena, piedras, etcétera.

El procedimiento del análisis es el siguiente:

- Se toma una muestra de trabajo que no sea menor de aquella indicada en una tabla específica (métodos ISTA). La muestra es calculada por cada especie, de manera que tenga por lo menos 2500 semillas.
- La muestra se pesa considerando el número de decimales indicado de acuerdo al peso de la misma.

Tabla No. 14 Peso de la muestra de trabajo

<i>Peso de la muestra de trabajo (g)</i>	<i>No. de decimales</i>
Menos de uno	4
1-9.999	3
10-99.99	2
100-999.9	1
1000 o más	0

- Se divide la muestra en tres partes: semilla pura, semilla extraña y materia inerte. Esta separación se realiza en forma manual examinando detenidamente cada semilla. Un plano de cristal, espátulas y pinzas pueden ser de gran utilidad, en ciertos casos se utilizan también cribas, sopladores y si las semillas son pequeñas, una lupa.

CAPITULO VI

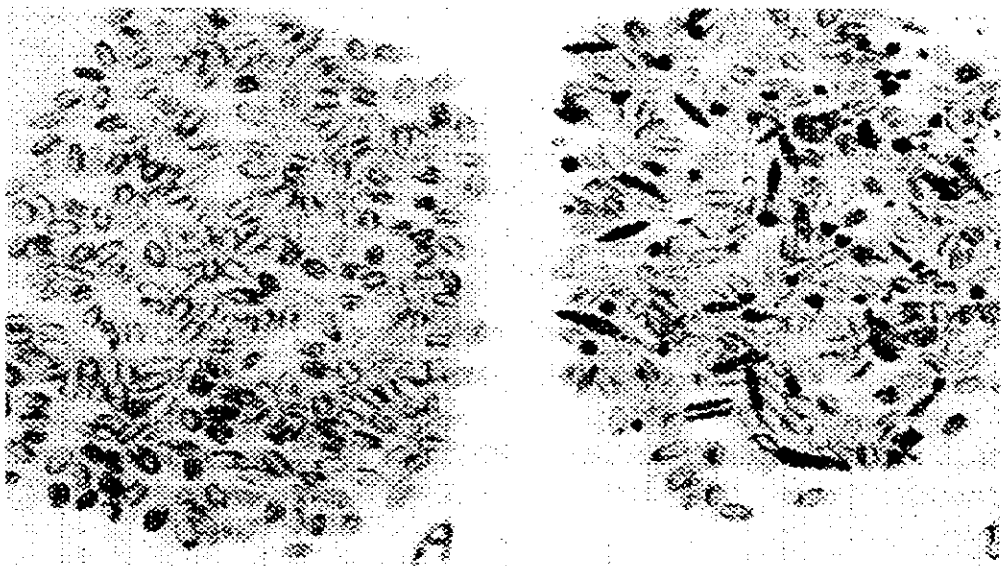
Cada parte de la muestra se pesa y se calcula su porcentaje, en peso, aplicando la fórmula:

$$\% \text{ componente} = \frac{\text{Peso componente}}{\text{Peso muestra}} \times 100$$

Figura No.37 Análisis de pureza: separación de la muestra en sus componentes



Figura No.38 a) Semilla con varias impurezas b) Semilla pura



El análisis se repite dos veces; la media obtenida es el resultado final.

A veces la sola determinación de la pureza no es suficiente. En efecto, cuando hay el riesgo de encontrar semillas de malezas muy dañinas, para no introducirlas en el campo junto a la semilla del cultivo, es necesario hacer un análisis más estricto que conlleve a la determinación de las especies y números de las semillas extrañas. En este caso se necesitará una muestra de trabajo mayor y el resultado se indicará en términos numéricos en vez de porcentaje.

3.5. Pureza varietal o del cultivar

Por lo general la variedad a la cual pertenece una semilla no puede ser identificada con la simple observación del grano, además existen sofisticados análisis de laboratorio que pueden ser utilizados para este fin, en la mayoría de los casos, se procede a examinar las plantas durante su crecimiento.

En laboratorio se pueden hacer análisis químicos, exámenes de las plántulas y determinación del número de cromosomas. En el campo, la práctica más común es la observación de las características morfo-fisiológicas de las plantas. A veces se procede a la siembra de parcelas de variedades conocidas y se comparan las plantas producidas aquí con las plantas que se están examinando.

El análisis de pureza varietal es bastante costoso y por eso, se hace sólo en aquellos casos en que es realmente necesario y cuando el valor del cultivar lo justifique.

3.6. Análisis de germinación

Este análisis indica el potencial que tiene la semilla de germinar cuando se desarrolla en óptimas condiciones ambientales. Por germinación se entiende el proceso fisiológico donde la semilla produce una plántula con sus partes esenciales normales (raíz primaria, adventicias, plúmulas).

Sin embargo, existe siempre una diferencia entre el porcentaje de plantas que germinan en las pruebas de laboratorio, donde las condiciones son óptimas, y el porcentaje de emergencia en el campo. Además, la diferencia entre los resultados del laboratorio y del campo es mayor,

CAPITULO VI

cuanto más bajo es el porcentaje de germinación en el laboratorio. Un ejemplo podría ser lo siguiente:

Semilla de maíz

<i>Lote</i>	<i>Porcentaje de germ. en laboratorio</i>	<i>Porcentaje de germ. en campo</i>
A	99%	92%
B	70%	46%

Se puede notar cómo, en el primer caso la diferencia entre los resultados en laboratorio y en campo es sólo 7%, mientras en el segundo es del 24%.

Figura No. 39 Modalidades para análisis de germinación en algunos cultivos según las reglas ISTA

Nombre científico	Substrato	Temp.	Confoht. 2		Trat. para lactencia
<i>Trifolium resupinatum</i>	TP; BP	20	4	7	—
<i>Trifolium semipolosum</i>	BP; S	20; 15	3	7	—
<i>Trifolium squarrosum</i>	TP; BP	20; 15	4	14	Prechill
<i>Trifolium subterraneum</i>	TP; BP	20; 15	4	14	No light
<i>Trifolium vesiculosum</i>	TP; BP	20; 15	4	10	—
<i>Trigonella foenum-graecum</i>	TP; BP	20-30; 20	5	14	—
<i>Trisetum flavescens</i>	TP	20-30	7	21	Prechill; KNO ₃
X <i>Triticosecale</i>	TP; BP; S	20	4	8	Prechill; GA ₃
<i>Triticum aestivum</i>	TP; BP; S	20	4	8	Preheat (30°-35°C); Prechill; GA ₃
<i>Triticum durum</i>	TP; BP; S	20	4	8	Preheat (30°-35°C); Prechill; GA ₃
<i>Triticum spelta</i>	BP; S	20	4	8	Preheat (30°-35°C); Prechill; GA ₃
<i>Urochloa mosambicensis</i>	TP	20-35	7	21	—
<i>Valerianella locusta</i>	TP; BP	20; 15	7	28	Prechill
<i>Vicia benghalensis</i>	BP	20	5	10	—
<i>Vicia ervilia</i>	BP; S	20	5	-8	—
<i>Vicia faba</i>	BP; S	20	4	14	Prechill
<i>Vicia narbonensis</i>	BP; S	20	5	10	—
<i>Vicia pannonica</i>	BP; S	20	5	10	Prechill
<i>Vicia sativa</i>	BP; S	20	5	14	Prechill
<i>Vicia villosa</i>	BP; S	20	5	14	Prechill
<i>Vigna marina</i>	BP	20-30	4	8	—
<i>Vigna unguiculata</i>	BP; S	20-30; 25	5	8	—
<i>Zea mays</i>	BP; S	20-30; 25; 20	4	7	—
<i>Zoysia japonica</i>	TP	35-20	10	28	KNO ₃

La capacidad de germinar de una semilla es influenciada por muchos factores tales como: el momento de la cosecha, el ataque de plagas y enfermedades, el manejo durante el beneficiado y las condiciones de almacenamiento.

El procedimiento de análisis es el siguiente:

- Se toman 400 semillas puras (del análisis de pureza) y se hacen 4 repeticiones de 100 semillas cada una; cada repetición es puesta en un contenedor donde se encuentra un sustrato. Los contenedores pueden ser cajas Petri o bandeja mientras los sustratos que se pueden utilizar son: papel filtro (circular o laminar), arena o tierra estériles. Para cada especie están indicados en una tabla (método ISTA) los sustratos adecuados. Por ejemplo, para frijol y maíz se indica arena o papel filtro.
- Se humedece el sustrato y la semilla con agua destilada hasta un nivel que depende del sustrato y del tipo de semilla. Generalmente se llega hasta un 50% de la capacidad máxima de absorción del sustrato. Si durante la prueba el sustrato se seca, se vuelve a humedecer.
- Se ponen los contenedores en lugares particulares (armarios o cuartos de germinación), en los cuales existe la posibilidad de regular la luz y la temperatura, y se dejan ahí por algunos días. Las condiciones ambientales requeridas y el tiempo de duración del análisis varían para cada especie, estas se indican en una tabla específica (métodos ISTA). Para el frijol, por ejemplo, se recomienda dejar las semillas por 9 días a una temperatura de 20°C ó 25°C, con la presencia continua de luz. Para algunas especies se utilizan temperaturas alternas; cada día, la más baja se mantendrá durante 16 horas y la más alta durante 8 horas.
- Cuando ha transcurrido el tiempo necesario se sacan los contenedores del cuarto de germinación y se hace el recuento de la semilla germinada.

Durante esta fase se divide el contenido de la caja Petri o bandeja en tres partes: plántulas normales, plántulas anormales y semilla no germinada.

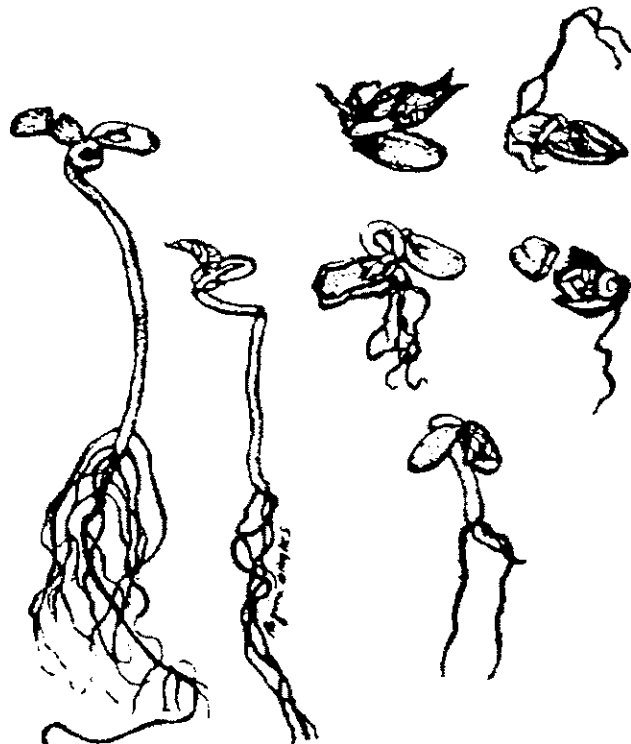
Las plántulas normales son aquellas que se consideran en capacidad de originar una planta normal. Esta categoría comprende las plántulas intactas, las plántulas con pequeños defectos que no obstaculizan el desarrollo normal y balanceado de la planta, y las plántulas con infecciones de tipo secundario, o sea adquiridas por la semilla durante la germinación y que no existían en ella al inicio del análisis.

CAPITULO VI

Las plántulas anormales son aquellas que no están en capacidad de originar una planta normal, aún si son puestas en condiciones favorables de suelo, luz, temperatura y humedad. La determinación de esta categoría de plántulas es una cuestión muy discutida por los analistas y es una de las principales causas de discrepancia entre los ensayos efectuados en distintas estaciones experimentales. Sin embargo, existen publicaciones del ISTA en las cuales se definen las plántulas anormales en las diferentes especies. Por lo general, esta categoría comprende: las plántulas dañadas en sus estructuras esenciales (sistema radicular, epicotilo, cotiledones, ápice vegetativo); las plántulas deformes, que presentan un desarrollo débil o defectos fisiológicos; las plántulas con un desarrollo atrofiado, es decir que después de un comienzo normal detiene su crecimiento. Comunmente este último caso ocurre como consecuencia de infecciones de origen primario, o sea, que ya están en la semilla al momento del análisis.

La semilla que no germina pertenece a varias categorías. Puede ser semilla dura, que no germina porque no absorbe agua; semilla latente, que no germina, absorbe agua y todavía mantiene la viabilidad; semilla muerta o semilla incompleta (vacía, sin embrión, dañada por insectos u hongos).

Figura No.40 Anormalidades en plántulas de frijol



CONTROL DE CALIDAD

- Por cada repetición se cuenta el número de plántulas germinadas normalmente y se saca la media entre los cuatro resultados.

$$PG \% = \frac{PG1\% + PG2\% + PG3\% + PG4\%}{4} = \text{Porcentaje de germinación}$$

En muchas regiones tropicales donde la temperatura promedio es 25° C, es suficiente colocar las semillas a germinar en un recipiente que evite la evaporación del agua, y permita el intercambio gaseoso. Esto se logra colocando las semillas enrolladas en una hoja de papel filtro dentro de una caja de madera u otro material, o simplemente en una bolsa plástica con perforaciones. Es muy importante que el sustrato tenga suficiente humedad durante el tiempo en que la semilla está germinando.

Si al final de una prueba de germinación se encuentra un alto porcentaje de semilla dura o latente, es conveniente repetir el análisis haciendo antes un tratamiento que sirva para interrumpir la latencia de la semilla, dicho tratamiento consiste en:

- Almacenar la semilla en un ambiente seco por algunos días o secar la semilla en un horno. Se usa para cereales.
- Pre-enfriar a 5-10 grados centígrados por 5-7 días. Se usa para cereales.
- Pre-calentar a 30-35 grados centígrados por 5-7 días.
- Exponer la semilla a la luz durante la prueba. Necesita una intensidad de 750-1250 lux, por 8 horas diarias, si se usan temperaturas alternadas el período de luz se combina con la más alta.
- Tratar las muestras de trabajo con Nitrato de Potasio (KNO_3); se usa una solución al 0.2%, aplicada directamente sobre las semillas en las cajas Petri al momento de humedecer el sustrato. Se recomienda para algunos tipos de pastos.
- Tratar con Acido Giberélico (AG3); se usa una solución entre 0.02% y 0.05% (en casos especiales 0.08%). Se utiliza para cereales.
- Hacer la prueba de germinación colocando los contenedores en bolsas de polietileno, de manera que el aire se enriquezca de dióxido de carbono. Se usa para trébol.
- Lavar las semillas en agua en remoción manteniendo la temperatura a 25 grados centígrados. Se usa para la remolacha.

Cuando se efectúa uno de estos tratamientos es necesario anotarlo en el certificado de análisis.

3.7. Valor real de la semilla

La pureza analítica y la germinabilidad pueden ser combinadas y expresadas como único valor que muestra la semilla pura y germinable. Este indicador tiene el nombre de “valor real de la semilla”, y señala qué porcentaje en peso del lote está constituido de semilla pura y es capaz de desarrollar plántulas normales. Este valor se calcula con la fórmula:

$$\text{Valor Real de la Semilla} = \frac{\% \text{ semilla pura} \times \% \text{ germinación}}{100}$$

3.8. Vigor

Como hemos visto, el porcentaje de germinación en el laboratorio es siempre mayor que el porcentaje de emergencia en el campo y ésto porque en el campo nunca se encuentran las condiciones óptimas prefijadas en el laboratorio. Además, lotes que tienen un mismo porcentaje de germinación pueden tener resultados muy diferentes entre ellos, cuando se siembran en el campo. Un ejemplo podría ser lo siguiente:

Semilla de maíz

<i>Lote</i>	<i>Porcentaje de germinación en laboratorio</i>	<i>Porcentaje de germinación en campo</i>
A	94%	81%
B	94%	56%

Existe entonces, otra variable que determina la resistencia de las plantas frente a las condiciones adversas del campo, esta variable es el vigor. Plántulas más vigorosas tendrán una mayor posibilidad de llegar a emerger en condiciones normales de campo.

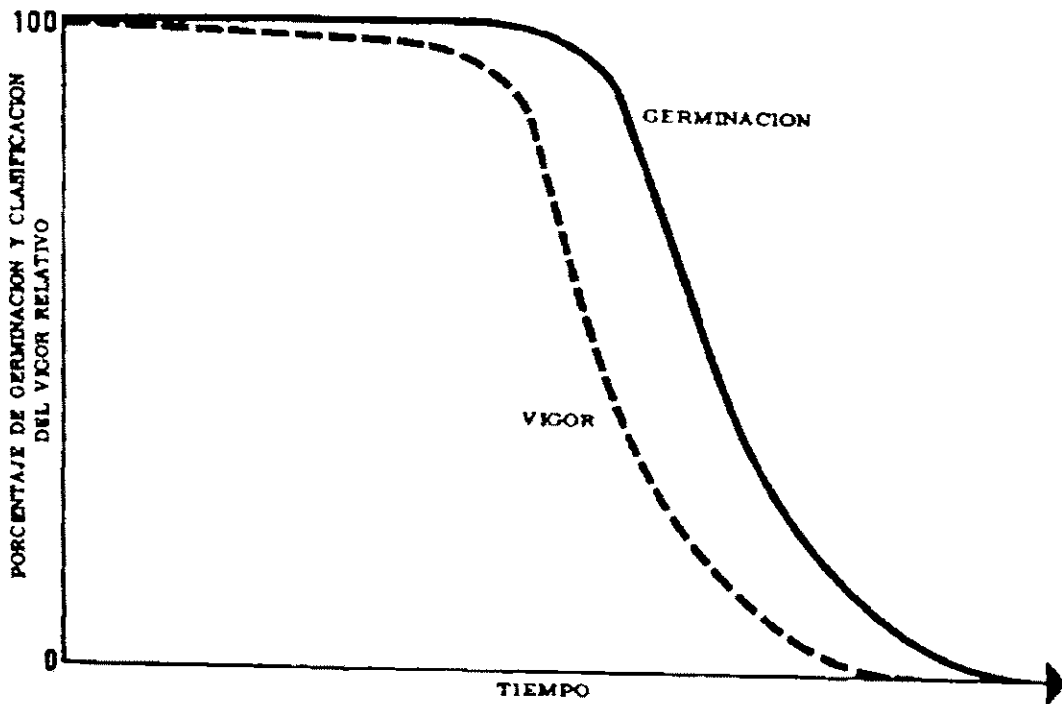
Definir lo que es el vigor de la semilla es algo bastante complejo. A nivel bioquímico incluye la energía y el metabolismo biosintético, la coordinación de las actividades celulares y el transporte y utilización de las sustancias de reserva; entre más eficientes sean estas funciones la semilla será más vigorosa. En la práctica el vigor incluye la capacidad, velocidad y uniformidad de germinación, el poder de empuje del cogollo, la resistencia a las enfermedades en las primeras fases de desarrollo de la plántula y la

capacidad de la semilla de germinar bajo determinadas condiciones ambientales.

El vigor está influido por varios factores que son: las deficiencias nutritivas sufridas por la planta madre, el estadio de madurez a la recolección, el tamaño de la semilla, los daños que pueden ocurrir a los granos durante la cosecha, el beneficiado y el transporte, el ataque de patógenos dentro y fuera del campo, las condiciones de conservación.

El vigor tiene también un carácter genético, lo que se comprueba bien en los híbridos.

Figura No.41 Pérdida de vigor y germinación de la semilla en función del tiempo



Existen numerosos métodos para medir el vigor, pero, a pesar de la importancia de este factor, todavía no se dispone de análisis estandarizados reconocidos universalmente. Sin embargo, desde 1950 existe un "comité para los análisis de vigor" (ISTA), encargado de estudiar las diferentes técnicas utilizables para medirlo.

Los métodos que han tenido los mejores resultados se pueden dividir en: directos e indirectos.

CAPITULO VI

Los análisis directos son aquellos en los cuales la semilla es puesta a germinar bajo condiciones de stress, para ver que porcentaje de plántulas puede emerger. La mayoría de estos análisis se ejecutan en laboratorio, los más comunes son:

- El test del frío. Perfeccionado inicialmente para el maíz, este análisis determina qué porcentaje de semillas resisten en condiciones de tierra fría, contaminada y con alta humedad. Dichas semillas son sembradas en una mezcla de arena y tierra contaminada con hongos (*Pythium*) y colocadas a una temperatura de 10°C, a una H.R. del 95% y con ausencia de luz, por un período de 7 días. Después se realiza una prueba normal de germinación en bandejas.
- El test de Hiltner o del ladrillo molido. Las semillas germinantes son cubiertas con una capa de ladrillo molido y la habilidad de las plántulas para penetrar esta capa restrictiva es una medida general del vigor de la semilla.
- El análisis del porcentaje de emergencia. Se prueba directamente en campo bajo particulares condiciones de stress. No es posible estandarizar este análisis entre diferentes estaciones experimentales.

Los análisis indirectos son aquellos en los cuales se miden algunas características de la semilla que se consideran relacionadas al vigor. A este tipo de análisis corresponden:

- El test del primer recuento. Test que puede ser incorporado a una normal prueba de germinación. Después de algunos días del inicio de la prueba se cuentan las plántulas que, han germinado normalmente. El día del primer recuento está indicado en las tablas del ISTA. Este test ha sido muy criticado porque es muy difícil estandarizarlo.
- La medición del crecimiento de la raíz o del tallo. Consiste en medir el largo de la raíz o del tallo después de un número determinado de días de haber sido puestos a germinar. Por lo general este método se usa para comparar dos o más lotes de semilla y comprobar cuál es de más alta calidad.
- El test de la conductividad. Originariamente usado para *Pisum sativum*, se basa en determinar la cantidad de electrolitos que la semilla pierde en el agua después de 24 horas de sumersión, fenómeno relacionado con su vigor. En efecto, cuando la semilla pierde electrolitos es porque sus membranas se están volviendo más permeables y ésto es un signo de deterioro o sea, de menor vigor. Una mayor cantidad de electrolitos en el agua determina una baja resistencia de ésta al pasaje

de corriente eléctrica, por eso, a través de la conductividad se mide el mayor o menor deterioro.

- El test del envejecimiento acelerado. La semilla es puesta en condiciones de alta temperatura (40-45 grados centígrados); y H.R. alrededor del 100% por 48, 72 ó 96 horas (el tiempo varía según la especie), lo que determina un envejecimiento acelerado. Si después del tratamiento a través de un análisis de germinación se comprueba una alta germinación significa que la semilla tiene un buen vigor.
- El test de la deterioración controlada. Es un test muy parecido al del envejecimiento acelerado pero, en este caso, antes de poner las semillas en las condiciones adversas, se remojan en agua hasta llegar a un contenido de humedad determinado que varía para cada especie. Respecto al anterior, este método permite una mejor comparación entre los resultados encontrados para diferentes variedades.
- El test del tetrazolium. Sobre este análisis ver el párrafo donde se explica el análisis de viabilidad.

3.9. Peso de mil semillas

El peso de mil semillas permite calcular la cantidad que se debe emplear en la siembra, además, este dato nos da una idea del tamaño de los granos. El tamaño del grano está relacionado con el vigor y la pureza varietal.

Para el cálculo se toman ocho muestras de trabajo de 100 semillas cada una: se pesan, se calcula la media y el coeficiente de variación.

Si el coeficiente de variación no resulta superior a 6.0 para las semillas vertidas de gramíneas o 4.0 para las demás semillas, se procede al cálculo del resultado; en caso contrario se repite el análisis.

El cálculo del resultado se hace multiplicando la media por 10.

3.10. Análisis de viabilidad

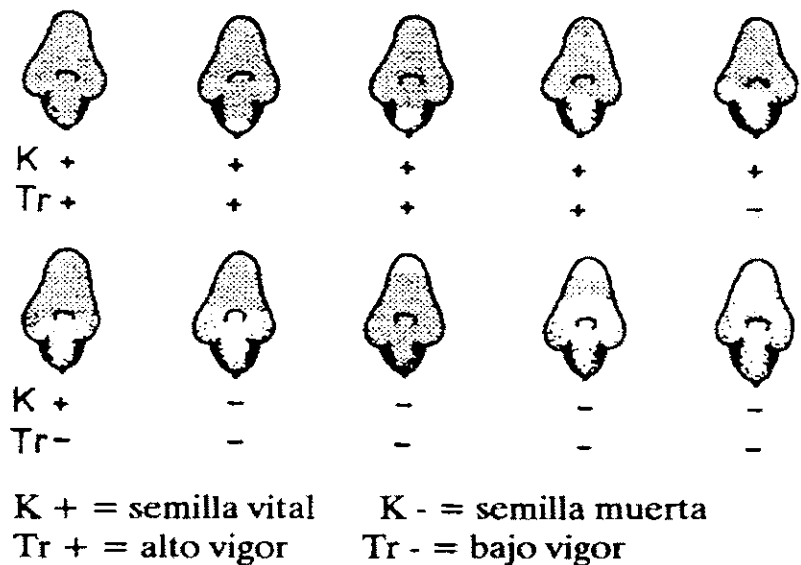
El objetivo de este análisis es determinar el porcentaje de semilla viable en un lote. Es muy útil cuando existe latencia, lo que impide germinar a todas las semillas viables.

El procedimiento es el siguiente:

- Se toman 400 semillas y se remojan en agua durante 3-4 horas a una temperatura de 30 grados centígrados. Las semillas estarán listas cuando estén embebidas.
- Se prepara una solución de tetrazolio al 1.0% con agua destilada (pH entre 6 y 8).
- Se dividen las semillas en cuatro muestras de 100 unidades y se corta cada semilla dividiendo en dos el embrión. Existen varios tipos de corte que se recomiendan según la especie (métodos ISTA).
- Se pone cada muestra en una caja Petri y se sumerge en la solución de tetrazolio durante un tiempo determinado que varía con la especie. La temperatura debe estar entre 20 y 45 grados centígrados. Si es mayor la temperatura más rápido será el proceso de tinción. Las semillas vivas se teñirán de rojo a nivel del embrión; en efecto, debido a la acción enzimática, propia de las células vivas, el tetrazolio cambia de color. El fenómeno se debe a procesos de reducción que se verifican a nivel celular.
- Al final de la prueba se examinan las estructuras esenciales de cada semilla. Si están coloradas de rojo la semilla es viable, en caso contrario está muerta. El resultado se indica como porcentaje de semillas vivas.

A través de un análisis normal de viabilidad con tetrazolium, observando cuidadosamente el embrión se pueden también detectar microlesiones o daños parciales que están relacionados con la pérdida de vigor.

Figura No.42 Test del tetrazolium en embriones de trigo



3.11. Análisis de sanidad

La sanidad de la semilla es importante para el control de ciertas enfermedades y para asegurar una buena emergencia en el campo, además, existen enfermedades que se transmiten de un año a otro a través de la semilla. Por eso es necesario identificar lo más pronto posible los microorganismos que afectan un determinado lote para decidir a tiempo las medidas oportunas de control que deberán tomarse.

En general, la presencia de insectos se detecta a simple vista: se efectúa un muestreo y se observa atentamente el contenido de la muestra. Determinar el peso Hectolítrico, (peso por unidad de volumen) de un lote es útil para detectar los ataques de insectos, ésto porque las semillas que han sufrido daños tienen un menor peso específico que las sanas.

Para detectar e identificar los hongos a menudo es necesario hacer un análisis de laboratorio en el cual las semillas son puestas en condiciones particularmente favorables al desarrollo de micro-organismos. Lo más común es dejar la muestra a una temperatura de 20-30 grados centígrados, en presencia de una fuente de luz y una elevada H.R.; pero existen varias técnicas particulares para observar la presencia de hongos específicos. El reconocimiento se hace con un microscopio o un estereoscopio.

La identificación de bacterias y virus es generalmente más compleja y requiere el uso de métodos bacteriológicos y serológicos, además de la observación de los síntomas directamente en la planta.

4. ORGANIZACION DE UN LABORATORIO DE ANALISIS DE SEMILLAS

La elección del tamaño de un laboratorio de semillas, de los equipos necesarios para los análisis y de su colocación en los cuartos, depende de una serie de factores, donde los más importantes son: el número y tamaño de las muestras que se analizarán, el tipo de análisis que se efectuarán, las especies con que se trabajará y la distribución estacional del trabajo.

Es recomendable una racional separación de los ambientes destinados a diferentes actividades; por lo general, consideran cuatro áreas distintas: una para trabajos de preparación y mantenimiento como la esterilización de arena, la preparación de soluciones, etc.; una para análisis en ambiente seco como el peso, la pureza, determinación del peso de 1000 semillas; una para análisis en condiciones de humedad como germinación, viabilidad,

CAPITULO VI

etc., una para los trabajos administrativos como el registro de las muestras, la elaboración y redacción de los resultados, etcétera.

Se debe tener un cuidado particular en la disposición de todos aquellos equipos que producen vibraciones, polvo, calor o ruido, de manera que no alteren el normal funcionamiento de otros equipos o trastornen de alguna manera el proceso de trabajo.

Cuando una muestra de un lote llega al laboratorio será registrada con una ficha y durante los ensayos se identificará exclusivamente por el nombre de su especie y el número de registro que le corresponde.

CAPITULO VII

ALMACENAMIENTO

1. INTRODUCCION

Como hemos visto, para la agricultura eficiente y productiva se requiere de un suministro consistente y adecuado de semillas de alta calidad. En general, se han hecho sistemas efectivos para asegurar altos patrones genéticos, físicos y biológicos en la pureza de la semilla. No obstante, el mantenimiento de la calidad fisiológica de las semillas ha sido difícil y sigue siendo uno de los primeros problemas en el desarrollo de la industria semillera. El descenso del vigor y de la viabilidad de la semilla se debe a muchos factores tanto ambientales como de manejo de la misma.

El almacenamiento, durante y al finalizar el beneficiado de semillas, es necesario para mantener la calidad de los granos, sin embargo, hay que tomar en cuenta que el buen almacenamiento no mejora la calidad, es decir, las semillas tomadas del almacenamiento no pueden ser mejores de las que se almacenaron inicialmente.

En cada componente de un programa de semillas el almacenamiento es necesario, pero los requerimientos en el diseño y construcción de las instalaciones varían dependiendo de: la categoría de semilla, si es semilla genética, básica, registrada o certificada; del tiempo de almacenamiento que puede ser corto plazo (6-8 meses), plazo intermedio (8-20 meses) o largo plazo (3 años o más) y de la cantidad de semillas.

En la Tabla No. 15 podemos observar que los requerimientos para el almacenamiento de semilla en cada componente son diferentes, y por qué un programa de semillas requiere instalaciones para el almacenamiento corto, mediano y largo plazo.

Tabla No. 15 Necesidades de almacenamiento de semillas

Componentes	Corto plazo (6-8 meses)	Plazo Intermedio (8-20 meses)	Largo Plazo (3 años a más)
Investigación y desarrollo de cultivos	Material genético seleccionado para la misma estación de siembra	Material genético que se deja de reserva	Germoplasma
Multiplicación inicial de semillas	Semillas genéticas y básicas para la misma estación	Reservas de semillas genéticas y básicas y suministros no utilizados	Semillas genéticas de variedades seleccionadas Semillas básicas de líneas y lotes especiales de algunas variedades
Empresas Semillistas	La semilla cosechada y beneficiada para ser distribuida en la misma estación	Semilla de reserva y aquella no utilizada	Regularmente no se necesita, a menos que haya que apoyar un programa de investigación
Agencia de mercadeo	La semilla lista para la venta	Existencia no utilizada	Normalmente no se necesita

2. DEFINICION DEL PERIODO DE ALMACENAMIENTO

El período de almacenamiento puede ser relativamente corto de solamente algunas semanas, pero también es posible que los lotes de semilla necesiten ser almacenados por varios años.

El período de almacenamiento de las semillas puede ser definido como: el tiempo total desde la madurez de la semilla hasta la siembra. Durante este lapso de tiempo el lote de semilla puede sufrir varias operaciones que van desde la limpieza hasta el empaque, o pasar por un período de espera, manteniéndose un tiempo como reserva en manos de los comerciantes minoristas o agricultores antes de ser vendido o sembrado.

Es importante que el período de almacenamiento se considere como ha sido definido arriba porque durante todo este tiempo la semilla está expuesta a la influencia adversa del ambiente. La duración del período

total de almacenamiento de un lote de semillas puede incluir unas o todas las fases siguientes:

- Secado post-maduración (en el campo o en un secador).
- Extracción o trilla de la semilla.
- Limpieza de la semilla.
- Empaque.
- Almacenamiento en lugares apropiados (silos, bodegas, etcétera).
- Transporte y distribución.
- Mercadeo (venta al por mayor y al por menor).
- Almacenamiento en la finca (desde la recepción de la semilla en la finca hasta la siembra).

Frecuentemente se cae en el error de pensar que el almacenamiento empieza después del empaque, cuando los contenedores (sacos o bolsas) de semillas son colocados en las bodegas construídas para tal fin, y termina cuando éstos salen de los cuartos de almacenamiento para ser transportados a los lugares de venta. Como dijimos anteriormente ésta es sólo una fase del período total del almacenamiento.

3. FUNCIONES DEL ALMACENAMIENTO

El período de almacenamiento, como vimos anteriormente, puede ser muy variado, puede durar solo unas semanas o varios años, sin embargo, existen muchas razones que justifiquen el almacenamiento. Entre estas tenemos:

- En algunos casos puede resultar anti-económico renovar anualmente la semilla.
- No siempre es posible estimar el rendimiento de los futuros cultivos de semilla. El rendimiento está influenciado por muchos factores, incluyendo el origen de la semilla y las variaciones climáticas durante el desarrollo y madurez pre-cosecha y por esto, no siempre es posible pronosticar con exactitud el rendimiento. Un almacenamiento seguro nos podría garantizar un excedente de semilla para su uso futuro.
- La demanda de semillas puede fluctuar debido a problemas económicos generales, a la tendencia en el comercio por un determinado cultivo, o bien, debido a pérdidas durante la estación o período de cultivo por fenómenos imprevistos (sequías, inundaciones). Un almacenamiento adecuado puede ayudar a la industria semillista a amortiguar estas variaciones.

- A veces los productores y los consumidores de semillas se encuentran en diferentes zonas. Por esta razón los lotes de semilla pueden llegar a su destino fuera de temporadas, es decir, no en el momento que se requieren; por consiguiente, la viabilidad de las semillas puede verse afectada durante el transporte o en el tiempo anterior a la siembra, si no son almacenadas apropiadamente en almacenes localizados en las áreas donde se efectuará la misma.
- El valor de los lotes de semilla está relacionado con el grado de pureza genética y de multiplicación de los mismos, por eso, la semilla original (genética) y la semilla básica son normalmente almacenadas bajo condiciones ideales, tanto como sea posible para reducir su frecuencia de multiplicación. Esto hace que cada cantidad de semilla a multiplicar se aproveche al máximo y se mantenga su grado de multiplicación a un mínimo.
- Las semillas consideradas como germoplasma, que son un recurso genético potencialmente muy valioso, requieren períodos largos de almacenamiento en pequeñas cantidades. Los centros de germoplasma, usualmente conocidos como bancos de genes, utilizan métodos específicos de almacenamiento que no serán discutidos aquí; sobre esta problemática existe literatura especializada.

4. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Si observamos cómo se forma una semilla nos damos cuenta que sus componentes básicos constituyen: el embrión, que es tejido vivo; y el endosperma, que son los materiales energéticos de reserva. Por lo anterior, se deduce que estas estructuras pueden sufrir modificaciones, como en realidad ocurre al someter la semilla a condiciones anormales de manejo y almacenamiento.

Dado que el embrión en la semilla es una planta en estado de reposo, debe evitarse en todo lo posible, la exposición de la semilla a factores que permitan el proceso germinativo, antes del momento en que se desea que empiece a crecer la plántula. Las condiciones que aumentan la tasa respiratoria de la semilla reducen el vigor y finalmente el poder germinativo total.

La fase previa a que están sometidas las semillas determina el resultado final a lograr en términos de períodos de almacenamiento relativamente largos. Debemos tomar en cuenta lo inherente a la humedad relativa del ambiente que rodea la semilla, la humedad de la propia semilla y la

ALMACENAMIENTO

temperatura del aire. La variación de estos tres factores establece la longevidad de la semilla de una especie en particular. Más adelante hablaremos detalladamente sobre estos factores.

Las condiciones óptimas de almacenamiento son posibles sólo de dos formas:

- a) Localización de un sitio en regiones agro-ecológicas favorables.

Los agricultores localizados en un sitio con clima favorable sólo tienen que secar las semillas hasta lograr la cantidad de humedad deseada, empacar y proteger la semilla de la lluvia, polvo, roedores e insectos. Debemos tener en cuenta que lo favorable de un clima para el almacenamiento de semilla es muy relativo y depende del período en que la semilla debe ser almacenada.

- b) Modificación del ambiente que rodea la semilla para producir las condiciones favorables.

Esto es necesario en aquellas regiones (sobre todo en el trópico), donde las condiciones del clima son desfavorables. Casi todos los problemas de almacenamiento surgen de varias situaciones o circunstancias tales como: daños durante la cosecha, secado inadecuado, almacenamiento prolongado, baja almacenabilidad de la semilla (por ej. cebolla, maní, soya), lugares de almacenamiento con deficiente ventilación, húmedos o calientes.

Se establece que, en el caso de los cereales, la humedad límite que debe tener la semilla para ser almacenada es de 12-13% obteniendo así períodos normales de longevidad, menores valores a este límite permiten la conservación de semillas por períodos extraordinariamente largos, mientras en caso que la humedad sea mayor ocurre el envejecimiento y deterioro de las semillas debido a efectos indirectos que propician el desarrollo de hongos, los cuales proliferan en la masa de semillas, en especial del género *Aspergillus* y *Penicillium* que al producir toxinas afectan los embriones, e insectos del almacén que se desarrollan en el rango de 12-15% de humedad. Entre los géneros de insectos más importantes se encuentran *Sitophilus*, *Sitotroga*, *Zabrotes*, *Tribolium* y *Rhyzoperta*. El deterioro ocurre por pérdida de peso, de pureza física y de calidad fisiológica.

Sin embargo, existen algunas especies vegetales en que la reducción de la humedad en las semillas resulta perjudicial para su viabilidad, entre ellas se señalan los cítricos, palma africana y café. Estas semillas deben

almacenarse con humedades del 25% (Canton 1943, y Bacchi 1955 y 1956, citados por Delauche). Se dan casos en que la humedad de las semillas debe ser todavía mayor que en los casos anteriores, un ejemplo de ello lo constituye el cacao cuyo requerimiento es de 46% (Banton, 1965, citado por Delauche). Ello evidencia que no todas las especies de semillas para su almacenamiento pueden ser sometidas a desecamiento uniforme.

Dado que el almacenamiento de semillas es un proceso complicado, si se desea proteger y mantener buena la calidad de la semilla, esta operación debe planificarse bien, ya que el deterioro es inexorable e irreversible.

5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA LONGEVIDAD DE LAS SEMILLAS

La vida efectiva de las semillas almacenadas depende de tres factores:

- La clase de semilla.
- Su historia previa al almacenamiento (incluyendo la cosecha y secado).
- Las condiciones de almacenamiento.

Sobre el primer y último aspecto hablaremos en detalle más adelante, cuando estudiemos los principios de almacenamiento, por ahora nos limitaremos al segundo aspecto.

La historia de la semilla determina en parte el almacenamiento de la misma e incluye: factores de campo antes de la cosecha, factores mecánicos antes de la cosecha y efectos de la cosecha.

Las deficiencias de macro y micro-nutrientes durante el crecimiento y desarrollo de un cultivo potencial de semillas pueden tener un grave efecto en el potencial de almacenamiento de las mismas. Normalmente no prevalecen condiciones extremas en la producción comercial de semilla, pero sí ha sido demostrado que el nivel de los principales nutrientes afecta indirectamente la longevidad de los granos almacenados.

Muchos de los efectos ambientales en el campo que predisponen a la semilla a un período de almacenamiento corto, son especialmente severos en los trópicos y sub-trópicos, pero también pueden ocurrir en regiones de clima moderado.

Las regiones un poco áridas, en las cuáles existe un adecuado control de la frecuencia y cantidad de riego, probablemente poseen el mejor

ALMACENAMIENTO

control de calidad pre-cosecha, en relación con el potencial de almacenamiento.

El deterioro de la semilla en el campo antes de la cosecha, está frecuentemente asociado con factores ambientales tales como: elevada humedad relativa, excesiva pluviosidad y alta temperatura. La combinación de uno o todos ellos afecta la reducción de la vida de la semilla almacenada. Algunos de los efectos dañinos pueden ser exitosamente contrarrestados por medio de una cosecha anticipada y del secamiento.

La condición de la semilla cuando es recolectada tiene una influencia decisiva en la subsiguiente almacenabilidad. Las semillas cosechadas antes de la madurez no se almacenan muy bien, por ésto, los cultivos no deberán ser cortados hasta que estén bien llenos y maduros.

El tiempo durante el período de cosecha también juega un cierto papel en el grado de almacenabilidad de la semilla. Condiciones climáticas adversas durante este período ocasionarán un mal almacenamiento. El efecto del clima explica a veces, porqué las semillas provenientes de ciertos países tienen una gran reputación en cuanto a almacenamiento. Estos países poseen un clima que provee consistentemente un buen tiempo de cosecha.

Los daños mecánicos durante las operaciones de recolección, procesamiento o secado pueden reducir el potencial de almacenabilidad debido a que las semillas dañadas pierden más rápidamente el vigor, además son más susceptibles a las enfermedades y patógenos durante el almacenamiento.

La susceptibilidad a daños mecánicos está, hasta cierto punto, influenciada por el tamaño, forma y otras características de la semilla. Por ejemplo, la semilla de arroz es más resistente que la de soya porque el embrión está protegido por la lema y la palea. Las semillas redondas son más resistentes que las planas y en general las semillas con alto contenido de aceite son más susceptibles que el resto a daños mecánicos.

Hay varias formas de daños mecánicos que pueden ocurrir antes del almacenamiento; una de ellas son los daños durante el trillado como el rompimiento de los cotiledones y la abertura de la testa de la semilla de frijol debido a velocidades incorrectas del cilindro de las cosechadoras. Daños de este tipo pueden ocurrir fácilmente durante el procesamiento si el contenido de humedad en la semilla es elevado. También un sobresecamiento hace que las semillas sean frágiles y predispuestas a quebrarse.

6. PRINCIPIOS PARA EL ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS

Consideramos los siguientes 8 principios básicos en el almacenamiento de semilla.

a) La calidad de la semilla no mejora con el almacenamiento:

La semilla que uno saca del almacenaje no ha mejorado su calidad por el simple hecho de haber estado guardada. (Estamos conscientes que el almacenamiento puede mejorar la germinabilidad de las semillas latentes y ésto puede ser una excepción al precepto). El buen almacenamiento sólo mantiene la calidad inicial. Además, como ya hemos dicho, el deterioro de la semilla es irreversible.

Existen muchas teorías en cuanto a las causas del deterioro de las semillas: la disminución de los recursos alimenticios en el tejido embrionario; inactivación de los mecanismos de las enzimas que regulan la función respiratoria; cambios por mutación de los núcleos y cambios físicos en la estructura de las proteínas y otros constituyentes de las células vivas. En realidad se conoce muy poco sobre el deterioro y degeneración de las semillas y es poco probable que exista una causa única.

b) El contenido de humedad de la semilla y la temperatura del ambiente son los factores más importantes que influyen en el almacenamiento.

Por lo general, la vida de la semilla depende mayormente de su contenido de humedad; en efecto, el grado de deterioro aumenta proporcionalmente a la humedad.

Si el contenido de humedad es lo suficientemente alto (digamos arriba del 18%), la actividad biológica en la masa de granos producirá suficiente calor como para dañar la semilla, a menos que haya la necesaria ventilación. El moho y la actividad de insectos aumentan cuando el contenido de humedad es mayor del 12% (Delouche, 1980).

La temperatura es también un factor importante para la vida de la semilla. Dentro de límites normales (20-35°C), la actividad biológica de las semillas, los insectos y el moho aumentan cuando la temperatura aumenta.

c) El contenido de humedad de la semilla es una función de la humedad relativa y en menor grado de la temperatura.

Los dos factores ambientales más importantes que pueden afectar la calidad de la semilla durante el almacenamiento son: la temperatura y la H.R. En la práctica, la H.R. del ambiente juega el papel principal, como ya vimos en el secado, porque el contenido de humedad de la semilla es una función de la H.R. En segundo lugar, la incidencia de plagas y enfermedades es provocada en forma considerable por la H.R. del microclima dentro de la masa de semilla.

Bajo condiciones de almacenamiento abierto, el contenido de humedad de las semillas fluctúa con los cambios en la H.R., pero ésto no quiere decir que las fluctuaciones son del mismo orden o tiempo que los cambios en la H.R.. Las fluctuaciones normales diurnas en la H.R. tienen poco efecto en el contenido de humedad de las semillas.

d) El contenido de humedad es más importante que la temperatura

El contenido de humedad tiene una mayor influencia que la temperatura en la longevidad de la semilla. Las semillas debidamente secadas podrán guardarse muy bien en temperaturas hasta de 32°C (90°F). Esto ha llevado al desarrollo del almacenamiento sellado de la semilla.

Por otro lado, semillas con contenido de humedad relativamente alto se mantendrán bien sólo si la temperatura es reducida bajo 10°C (50°F) (Delouche, 1980).

Harrington D., profesor de horticultura de la Universidad de California, formuló tres reglas de uso general que comunmente se usan en el diseño de instalaciones para almacenar semilla durante más de una temporada:

1. Se puede obtener un buen almacenamiento cuando el porcentaje de H.R. en el ambiente del almacén y la temperatura en grados Fahrenheit suman 100 (Harrington, 1972).

Verdaderamente estas condiciones tan favorables no son necesarias para la mayor parte de las semillas de campo, a menos que el período de almacenamiento sea más de dos años. Esta regla puede llevar a conclusiones erróneas debido a su inmensa simplificación, pues implica que hay una equivalencia de los efectos de temperatura y humedad en la longevidad de la semilla y ésto no es correcto.

ALMACENAMIENTO

Con humedad ambiental del 80% y temperatura menor de 10°C la germinación de la semilla de cereales se puede conservar bien hasta por 8 meses.

En almacenes con ambiente controlado en que la H.R. del aire sea menor del 50% y la temperatura menor de 10°C, la semilla se conserva en óptimas condiciones por 3 a 8 años (Delouche, 1980).

Las semillas con alto contenido de aceite como la soya y el maní deberán tener un contenido de humedad por debajo del 8-10% si se han de almacenar por 12 meses, y si se han de almacenar por más de un año el contenido de humedad deberá disminuir más todavía (Delouche, 1980).

La mayoría de las semillas de hortalizas para poder ser almacenadas de un año para otro necesitan ser secadas a valores de humedad bastante bajos. El autor Koopman, 1959, citado por Favero, 1963, indica algunos valores de humedad favorable para la conservación de semillas de hortalizas para 2-3 años. Estas son: 7% para repollo, lechuga y rábano; 8% para cebolla, zanahoria, pepino y tomate; 11% para espinaca y 11.5% chícharo. La temperatura requerida es menor de 10°C y la H.R. alrededor del 45%.

f) Las semillas dañadas inmaduras y deterioradas no se conservan tan bien como las semillas maduras, sanas y vigorosas.

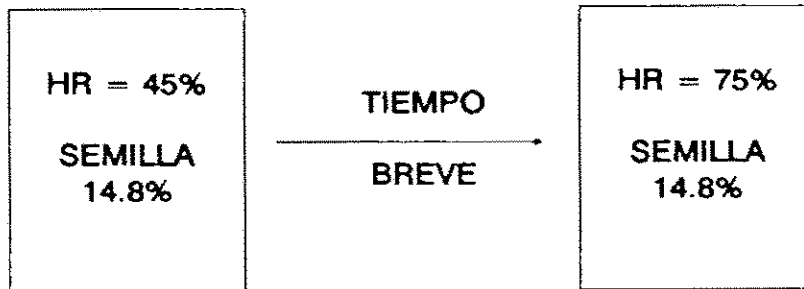
Conociendo que las semillas deterioradas no se guardan tan bien como las sanas, se aconseja seguir las siguientes normas prácticas:

- Planifique guardar para otra estación sólo la semilla de alta calidad.
- Si el control o espacio bueno para almacenamiento es limitado usarlo sólo para la buena semilla no la peor.
- Si se ha decidido retener cierta cantidad de semilla es conveniente tomarla del mejor lote y guardarla bajo las condiciones más favorables.

g) Para un almacenamiento sellado es necesario que el contenido de humedad sea dos o tres por ciento más bajo que en el almacenamiento abierto.

La razón de ésto es que la atmósfera dentro del envase sellado adquiere un punto de equilibrio de acuerdo al contenido de humedad de la semilla.

Como podemos ver en la figura No. 43 (página 140), la H.R. en el contenedor en un inicio es baja, pero después de un corto tiempo aumenta hasta llegar a un punto de equilibrio de acuerdo a la humedad de la semilla

Figura No.43 Cambios de H.R. en envases sellados

guardada. Esta humedad relativa en equilibrio es demasiado alta para un almacenamiento seguro ya que ciertos patógenos y la respiración de las semillas podrían activarse. Por eso, mientras más bajo es el contenido de humedad de los granos más baja es la H.R. en equilibrio, y mucho más seguro el almacenamiento.

El alto contenido de humedad de la semilla guardada en envases o empaques sellados acelera el deterioro de la semilla debido a que, cuando el contenido es mayor la respiración es rápida y en estas condiciones no hay ningún escape para los productos finales, éstos incluyen el agua, que puede aumentar la humedad de la semilla acelerando todavía en mayor grado la respiración y el dióxido de carbono, que puede ser dañino en concentraciones altas.

h) La longevidad de la semilla es una característica de la especie.

Algunas semillas son de larga vida, otras, naturalmente son de vida corta; éstos son hechos que tenemos que aceptar. La cebolla es una de las más difíciles de conservar; dentro de las legumbres, la soya y el maní son semillas bastante delicadas.

En resumen, podemos decir que la longevidad depende de la clase de semilla y de los factores que influyen en la almacenabilidad de la misma (condiciones ambientales durante el desarrollo en la planta madre, el manejo durante la cosecha y procesamiento, el adecuado acondicionamiento de los almacenes, etc.).

Además, hay que hacer una importante consideración: el mantenimiento de la germinabilidad y el mantenimiento de la calidad fisiológica no es lo mismo. La germinabilidad es solamente una medida de la calidad de la semilla, y para evaluar el deterioro de la misma, es necesario examinar también el vigor.

7. LOS ALMACENES

7.1. Requisitos generales para la construcción

Para poder mantener las condiciones de humedad y temperatura adecuadas y para reducir al mínimo las pérdidas debidas a insectos, roedores y pájaros, los almacenes deben ser construídos según criterios apropiados.

Un edificio destinado al almacenamiento de semillas en sacos tiene que ser estanco: el techo, los muros, las puertas y el piso deben ser impenetrables por el agua. Los materiales que ordinariamente se utilizan para resistir a la penetración del vapor húmedo son: bitumen, brea de alquitrán (una capa continua de 2 cm por lo menos, es una barrera eficaz contra el agua), ciertos materiales plásticos (polietileno, etc.) y láminas metálicas.

Se recomienda que los almacenes tengan una sola entrada principal, la cual debe cerrarse bien para poder regular la ventilación y mantener la temperatura al nivel deseado.

Siendo uno de los objetivos del buen almacenamiento de semillas, mantener el lugar lo más fresco posible, pueden utilizarse eficazmente materiales aislantes para rebajar la temperatura. Son buenos materiales aislantes los siguientes: lana de vidrio, planchas de corcho aglomerado, poroplast y poliestireno esponjoso.

La temperatura del almacén puede ser reducida por medio de la ventilación y refrigeración, siempre y cuando el aislamiento sea adecuado. La ventilación puede ser usada para bajar la temperatura del almacén y el contenido de humedad de la semilla, cuando la H.R. del aire ambiental es relativamente baja. La refrigeración es usada sobre todo para la semilla que se ha de conservar más de una temporada, para tipos de semilla especial, para semilla básica o para la utilizable como material genético. En los trópicos es también útil para otras categorías de semilla.

La instalación de una unidad de refrigeración la debe llevar a cabo una empresa competente. Sin embargo, los tecnólogos en semilla han de especificar los requisitos de temperatura y H.R.

La deshumidificación es necesaria cuando la semilla se debe guardar en depósitos o almacenes dentro de los cuales la H.R. es superior, por término medio al 60%. Ordinariamente se pueden emplear dos clases de deshumidificación: la química, cuando se emplea un desecante, habitualmente Gel de Sílice, como medio para extraer agua del aire, o la deshumidificación eléctrica que se practica utilizando un deshumidificador que condensa la humedad del aire.

El almacén tiene que hallarse protegido contra la entrada de ratas y ratones, lo que quiere decir que los huecos existentes entre la cubierta y las paredes han de estar obstruidos (por ej. con tela metálica) lo mismo que las tuberías, canalizaciones, chimeneas, etcétera.

La disposición del edificio no debe entorpecer la lucha contra los insectos parásitos, sino facilitarla: paredes con acabado liso y sin grietas, intersección de las paredes con el suelo redondeada para que no hayan ángulos difíciles de barrer, el piso de pavimento con un acabado que permita reunir y recoger fácilmente el grano vertido. Son todas éstas, características constructivas recomendables.

Toda la construcción debe ser susceptible de cierre hermético para que pueda fumigarse por completo el contenido y ha de estar concebida de manera que no existan lugares muy calientes.

7.2. Organización y manejo de materiales dentro del almacén

El almacén no sólo es el sitio de almacenamiento, sino que es todo un sistema de manejo de materiales. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- En los almacenes se manejan muchos lotes, variedades y clases de semilla.
- Algunas semillas pueden requerir condiciones especiales de humedad y temperatura.
- El concepto “primero que entra, primero que sale” no se aplica para semillas, pues cada lote tiene identidad y calidad propias.
- Se deben hacer las estibas obedeciendo ciertas normas para facilitar el muestreo, el tránsito, la ventilación y fumigación.

ALMACENAMIENTO

- Los inventarios de semilla tienen muy baja rotación.

La disposición de los granos en el almacén es un factor de gran importancia. Cuando se manipulan pequeñas cantidades de semilla el operador de la unidad de beneficio puede saber de memoria su disposición y ubicación, sin embargo con volúmenes y almacenes más grandes es importante marcar con tinta o pintura en el piso del almacén los sitios de arrume y darles una nomenclatura sencilla y precisa que permita ubicar fácil e inequívocamente los diferentes lotes.

Al disponer la ubicación de los lotes en el almacén se debe tener en cuenta la popularidad de la especie y/c variedad, su potencial de almacenamiento y el volumen solicitado en la orden de despacho.

Hay países donde cada arrume está constituido por un solo lote y la ley prescribe que todos los sacos del arrume se deben muestrear; otros permiten que un arrume esté constituido por varios lotes siempre y cuando sean de una misma variedad y exigen muestrear solo cierto porcentaje de los sacos.

Se recomienda una distancia mínima de 0.8 m de la pared a todo lo largo del perímetro del almacén, 0.6 m entre arrumes, y 1.5 m libres entre el arrume más alto y el techo.

Estas distancias facilitan el tráfico, el muestreo y la circulación del aire. También se debe mantener una distancia de 3.0 m entre lotes para facilitar el cargue y descargue de los sacos. En las bodegas que utilizan montacargas u otros vehículos, el ancho de los pasillos debe ser 1.5 veces la longitud del montacarga para poderlo maniobrar. Se sugiere no hacer arrumes demasiado anchos o largos pues ocupan más espacio que los arrumes cuadrados.

La altura no afecta la calidad de las semillas, sin embargo como no es fácil ni seguro hacer un arrume demasiado alto; por seguridad y facilidad se recomienda que la altura máxima sea de 5.0 m, por lo que se requiere que el techo tenga como mínimo 6.5 m de altura.

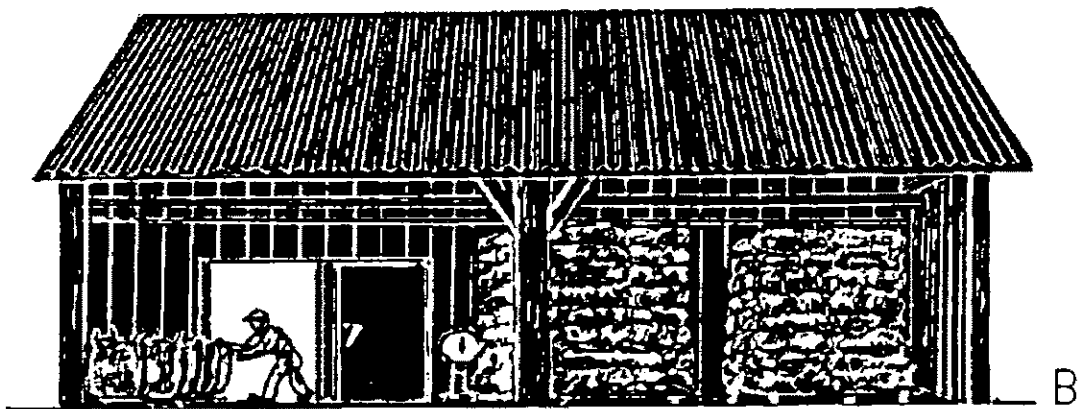
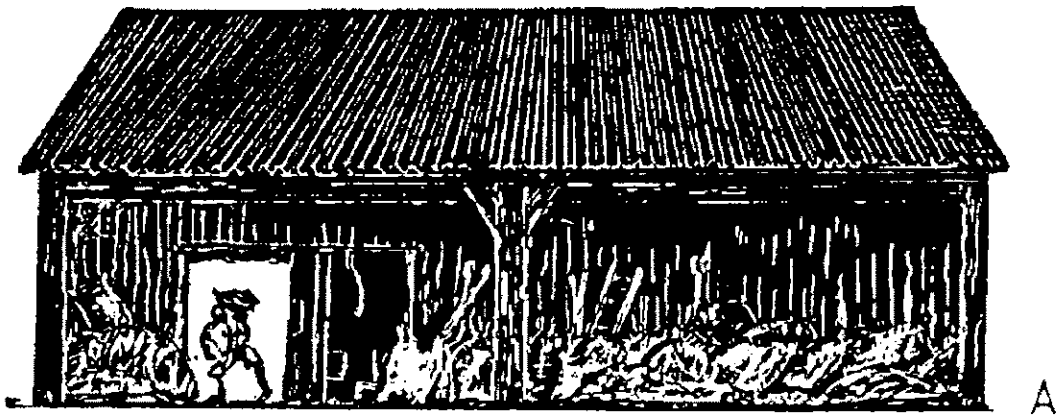
En general los materiales que se usan para los pisos de los almacenes (cemento, ladrillo) transfieren el calor más fácilmente que las semillas, por lo cual es muy frecuente que haya una diferencia de temperatura entre el piso (frío) y la semilla en contacto con el (caliente). En estas condiciones es posible que se presenten condensaciones en la capa de semillas en contacto con el piso, con el consiguiente deterioro de la semilla. Esto se evita colocando polines de madera u otro material para aislar las semillas

CAPITULO VII

del piso, facilitar el paso del aire y evitar que las semillas absorban humedad proveniente del piso.

Al conformarse las estibas deberán etiquetarse con toda la información de uso inmediato, tal como la indicación del cultivo, variedad, lote, beneficiado, tratamiento, procedencia, época de cosecha, fecha inicial de almacenamiento, contenido de la bolsa en libras, número de bolsas (sacos) por estiba, categoría de semilla, porcentaje de germinación, vigor, clasificación, fecha del último análisis de germinación y sanidad. Toda estiba que permanezca en almacenamiento debe poseer su etiqueta que la identifique y con los espacios vacíos para anotar la nueva información lograda después de muestreos sucesivos y los análisis respectivos.

Figura No.44 Almacenamiento:
a) manejo incorrecto b) manejo correcto



Es indispensable que el almacén cuente con el debido saneamiento, no solo para la lucha contra las ratas sino también contra los insectos. Deberá limpiarse inmediatamente de toda la semilla derramada o afectada por causa diversa y repararse o substituirse los polines en mal estado, envases dañados, etcétera.

Los almacenes de semilla no deben ser usados como sitios para guardar o de refugio de maquinaria, aparatos o cualquier otro material no directamente relacionados con el almacén de semillas. Todos estos materiales adicionales dificultan o hacen imposible el mantenimiento de un elevado grado de limpieza.

La práctica de un buen cuidado del local puede contribuir en gran medida a impedir la infestación de la semilla exenta de insectos depositada en el almacén. Todo almacén se deberá limpiar a fondo cada temporada, se tapanán todas las grietas de las paredes y el piso, tanto éste como las paredes se someterán a fumigaciones periódicas con un insecticida residual.

8. FACTORES BIOLÓGICOS QUE CAUSAN EL DETERIORO DE LAS SEMILLAS Y GRANOS ALMACENADOS

Anteriormente hablamos un poco sobre ciertos factores físicos que causan el deterioro de los granos y semillas, como son la temperatura y la humedad relativa. Ahora nos toca hablar sobre los factores biológicos: principalmente los hongos, los insectos y roedores que ocasionan daños a los granos almacenados.

8.1. Hongos

8.1.1. Hongos de campo y del almacén

Los hongos que invaden a los granos se pueden clasificar en dos grupos dependiendo del lugar donde se realice la infestación: ya sea en el campo, o en el almacén. Aquellos hongos que invaden a los granos desde que empiezan a madurar en las plantas se les denomina hongos de campo y el posible daño que ocasionan se cuantifica hasta antes de entrar a los almacenes, ya que este tipo de hongo no desarrolla al poco tiempo de ser depositados los granos en la bodega. Los hongos requieren para su desarrollo un alto contenido de humedad en el grano, por lo tanto, sus daños

se ven reducidos si la semilla se somete a un secado para abatir el contenido de humedad. Los hongos de campo más comunes son: *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* y *Helminthosporium*; constituyen la microflora que puede encontrarse en granos que aún no han entrado a los almacenes. El *Fusarium* se presenta con más frecuencia.

Los hongos de almacén, atacan a los granos en el almacén y no los infectan antes de la cosecha. Comprende cerca de una docena de especies del género *Aspergillus* (de las cuales, 4 son las más comunes), varias especies de *Penicillium*, una especie del género *Sporendonema* y otros.

El hongo que se encuentra con más frecuencia en granos almacenados es el *Aspergillus*. Las especies más importantes dentro de este género son: *A. glaucus*, *A. candidus*, *A. ochraceus* y *A. flavus*. El grupo *A. glaucus* es particularmente importante porque sus miembros o sub-especies (*A. restrictus*, *A. ruber*, *A. repens*, *A. chevalieri*) invaden el grano con un contenido de humedad más bajo que el que requieren otras especies de *Aspergillus* (Moreno y Zamora, 1978).

El siguiente cuadro nos ilustra sobre el contenido de humedad mínima que se requiere en los granos para el desarrollo de las especies de *Aspergillus* y *Penicillium*.

Tabla No. 16 Humedad mínima de los granos para el desarrollo de los hongos del almacén

<i>Especie</i>	<i>Humedad %</i>
<i>A. restrictus</i>	13 ó menos
<i>A. ruber</i>	13.5-14
<i>A. repens</i>	13.5-14
<i>A. ochraceus</i>	15 -15.5
<i>A. candidus</i>	15 -15.5
<i>A. flavus</i>	17 -18.5
<i>Penicillium</i> spp.	15 - 17.0

Los hongos pueden encontrarse, tanto en la superficie de la semilla como en su interior.

El predominio de las especies depende, en un momento dado, de la importancia de la inoculación original, de la composición química del

producto y de las condiciones de temperatura y humedad en la que ha sido almacenada la semilla.

8.1.2. Daños a la semilla

Los daños causados por los hongos a la semilla consisten en la reducción del poder germinativo de la misma, en el recalentamiento que provocan y en la producción de sustancias tóxicas.

Al infectar el embrión, los hongos se reproducen con gran rapidez porque ahí disponen de una elevada concentración de nutrientes, lo que determina una rápida pérdida del poder germinativo. Sin embargo, algunas especies pueden ser activadoras de la germinación a través de sus toxinas (por ej. *Penicillium cyclopium*, *P. expansum* y *Aspergillus flavus*).

El desarrollo de hongos, por la humedad y calor que ellos mismos desprenden como producto de su metabolismo, contribuyen al calentamiento de las semillas. Si la humedad y calor producidos no son difundidos pueden lograr incrementar la temperatura hasta 55 grados centígrados, bajo estas condiciones operan las bacterias termofílicas que elevan la temperatura hasta 75 grados centígrados. Este fenómeno, denominado "recalentamiento del grano húmedo", puede llegar en algunas ocasiones hasta el punto de combustión del producto.

A veces los hongos producen sustancias tóxicas; cuando esto sucede la semilla dañada no puede utilizarse como grano para el consumo, por los riesgos de envenenamiento u otros trastornos que pueden ocasionar en animales y en el hombre.

8.1.3. Factores que determinan el grado de infestación

Las causas que determinan el grado de infestación de los hongos son varias, aquí señalamos las más comunes:

- Alto contenido de humedad

Este es el factor más crítico en el deterioro de la semilla. A una temperatura de 25-30 grados centígrados y una H.R. por encima del 70% la mayoría de los granos adquieren un punto de equilibrio hídrico superior al 13% en donde se favorece el crecimiento de hongos de almacén.

- **Temperatura**

Los hongos de los granos almacenados crecen más rápidamente a una temperatura de 25-30 grados centígrados. Su crecimiento es muy lento a 15 grados centígrados y cesa a una temperatura de 10 grados centígrados. Algunas especies de *Penicillium* lo pueden hacer a temperaturas próximas a 0°C.

- **Tiempo de almacenamiento**

El alto contenido de humedad y temperatura en los granos reducen el tiempo que pueden almacenarse. Los hongos empiezan a desarrollarse a los 3-4 meses cuando la humedad en la semilla está entre 14-15% y a una temperatura de 20-25°C. Cuando la humedad está entre 13-14% el grano puede almacenarse por un año sin que haya una pérdida considerable en su calidad.

- **Infestación de insectos**

Los insectos que llegan a las semillas almacenadas pueden infestarlas con esporas de hongos que llevan fuera o dentro de su cuerpo. Entre hongos e insectos puede existir una relación directamente proporcional: a mayor cantidad de insectos corresponde mayor distribución de microflora fungina.

- **Causas secundarias**

Las diferencias de humedad entre algunas porciones de un mismo lote de semillas o mezclas de granos con diferentes contenidos de humedad (no detectadas durante la recepción, después del muestreo) crean condiciones propicias para el desarrollo de hongos.

8.1.4. Control

Hasta el momento no existe ningún método de control que elimine los hongos, una vez que éstos han infectado la semilla. Los resultados que se tienen de ensayos efectuados con fungicidas demuestran que éstos no ejercen una acción infalible sobre las especies de hongos del almacén, por lo contrario, presentan peligros fitotóxicos y toxicológicos.

El método más usado para prevenir la invasión y desarrollo de los hongos de almacén, consiste en reducir el contenido de humedad a niveles inferiores a su desarrollo, también se puede hacer un tratamiento a las semillas cuando todavía están sanas.

ALMACENAMIENTO

Estando las semillas almacenadas con una humedad conveniente y uniforme acompañada de una temperatura baja, se elimina la posibilidad de las transferencias de humedades y consecuentemente se alarga el período de almacenamiento.

Tabla No. 17 Temperaturas de crecimiento de algunos hongos de almacén (Kautffman, 1974)

<i>Especie</i>	<i>T° mínima</i>	<i>T° óptima</i>	<i>T° máxima</i>
<i>A. restrictus</i>	5-10	30-35	40-45
<i>A. glaucus</i>	0- 5	30-35	40-45
<i>A. candidus</i>	10-15	45-50	50-55
<i>A. flavus</i>	10-15	40-45	45-50
<i>Penicillium spp.</i>	-5- 0	20-25	35-40

8.2. Insectos

8.2.1. Lugares de infestación

Los insectos constituyen las plagas que mayor pérdida causan a los granos almacenados, su infestación se puede dar en el campo, durante el transporte o en la bodega.

Las infestaciones en el campo se verifican, por lo general, cuando las semillas están alcanzando su madurez fisiológica. Gran parte de los huevecillos dejados por la hembra sobre los granos sobreviven a las operaciones de recolección, al desgrane y al acondicionamiento posterior, hasta que finalmente los granos son depositados en la bodega. Bajo condiciones favorables los huevecillos eclosionan causando daños a las semillas.

A veces los medios de transporte (camiones, barcos, etc.) que se usan para el acarreo se encuentran infestados por insectos. Esta forma de infestación de granos es de mucha importancia durante las distribuciones locales, nacionales e internacionales. Para evitar la difusión de plagas de una nación a otra, cada país tiene su propio servicio de cuarentena.

Cuando no se efectúan medidas sanitarias y de limpieza adecuadas la infestación puede ocurrir directamente en las bodegas. Los insectos viven del grano esparcido y de los residuos que quedan en las esquinas del almacén, en las orillas de las construcciones o en las hendiduras propias de la bodega. Al colocar los nuevos volúmenes de semilla, los insectos

emigran al grano fresco y empiezan a alimentarse de él y a ovopositar sobre el mismo, de tal manera que en poco tiempo grandes poblaciones de insectos pueden encontrarse en lugares esporádicos, o bien distribuidos en forma más o menos uniforme a través de la masa de grano.

8.2.2. Daños a la semilla

Los daños que ocasionan los insectos a las semillas y granos almacenados pueden clasificarse en dos grupos: daños directos y daños indirectos.

Los daños directos consisten en la contaminación de las semillas con secreciones, excrementos y fragmentos de insectos muertos, en estos casos los granos aparecen polvosos, sucios e inaceptables también como alimento humano, y en las lesiones que se producen debido a la alimentación directa de los mismos. El resultado es una pérdida de calidad, tanto en pureza como en capacidad de germinación.

Daños indirectos son la transferencia y la diseminación de las esporas de los hongos y el calentamiento de los granos almacenados debido al propio metabolismo de los insectos.

Desde el punto de vista del daño físico que causan a los granos almacenados, los insectos pueden clasificarse en primarios y secundarios. Primarios son los que tienen aparato bucal masticador capaz de romper el pericarpio para introducirse y alimentarse o para llevar a cabo la ovoposición. Secundarios son los que se desarrollan en el almacén después de que los primarios han deteriorado la mercancía; no tienen la capacidad de romper el pericarpio y difícilmente se desarrollan en granos limpios.

El grupo de insectos primarios es el que mayor daño ocasiona a los productos en el almacén, ya que sus actividades facilitan la existencia del segundo grupo.

Las principales especies y nombres comunes de los insectos de mayor importancia económica en la clasificación de primarios y secundarios son indicados en la tabla en la página siguiente.

8.2.3. Influencias del ambiente

En forma general podemos decir que en los granos con un contenido de humedad abajo del 8% no se reproducen ni se desarrollan los insectos.

El rango de temperatura en el cual existe desarrollo y actividad biológica de los insectos es de 15-33°C. A temperaturas menores de 13°C

Tabla No. 18 Insectos de los almacenes

<i>Especie</i>	<i>Orden</i>	<i>Nombre común</i>
Insectos primarios		
<i>Sitophilus zea mais</i>	Colcoptera	Gorgojo del maíz
<i>Sitophilus oryzae</i>	"	Gorgojo del arroz
<i>Sitophilus granarius</i>	"	Gorgojo de los graneros
<i>Acanthoscelides obtectus</i>	"	Gorgojo del frijol
<i>Rhyzopertha dominica</i>	"	Barrenillo de los granos
<i>Zabrotes subfasciatus</i>	"	
<i>Sitotroga cerealella</i>	Lepidoptera	Palomilla del maíz
<i>Plodia interpunctella</i>	"	Palomilla india
Insectos secundarios		
<i>Ephestia elutella</i>	Lepidoptera	Palomilla del cacao
<i>Ephestia kuhniella</i>	"	Palom. del mediterráneo
<i>Ephestia cautella</i>	"	Palom. de las almendras
<i>Tribolium confusum</i>	Colcoptera	Gorgojo confuso
<i>Tribolium castaneum</i>	"	Gorgojo castaño
<i>Oryzaephilus</i> sp	"	Gorgojo aserrado
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	"	Gorg. ferruginoso
<i>Cryptolestes pusillus</i>	"	Gorgojo plano

difícilmente los insectos realizan la ovoposición. A los 35°C es desfavorable el medio para la ovoposición y el desarrollo. A los 40°C decrece la actividad biológica de los insectos.

Las impurezas facilitan el desarrollo y la supervivencia.

8.2.4. Control

Antes de proceder a la realización de cualquier tipo de control, es importante definir tres conceptos que tradicionalmente no han sido considerados en el manejo del control de plagas, éstos son: el umbral de equilibrio ecológico o umbral de tolerancia, el umbral económico de intervención, y el nivel de daños económicos.

La estimación de un umbral de tolerancia y de intervención se realiza generalmente a partir de muestreos secuentes que varían según el número de insectos nocivos, los enemigos naturales, las condiciones ambientales y

el nivel de daños aceptable por el agricultor. Así, por ejemplo, cuando evaluamos ataques de *Zabrotes* o *Acanthoscelides*, más de dos perforaciones por vaina de frijol en cada una de diez vainas escogidas entre cien, ya no es tolerable. En roedores y ratas que atacan los almacenes cuando se encuentre dos o más huecos o galerías es necesario dar la alarma. En el caso de palomillas, menos de 10%, es decir entre 1 y 10 granos atacados por cien, no es aún alarmante, pero si el porcentaje es más alto, es necesario dar la alarma y proceder al control.

A pesar de que no hay bases muy definidas para establecer los umbrales, la densidad de insectos sí nos da una base para tomar la decisión de realizar un control. En momentos críticos el muestreo debe ser semanal y cuando se decide un control es porque se presupone que se ha efectuado una investigación adecuada.

Controlar no quiere decir arrasar a una población de insectos, sino saber manejarla para que no se convierta en una plaga.

8.2.4.1. Formas tradicionales de control

Las formas tradicionales para control de plagas del almacén hasta ahora no han sido tomadas muy en cuenta; sin embargo, en el campo, los agricultores las practican desde hace décadas y muchos de ellos han logrado con la práctica, desarrollar sistemas viables usando medios muy simples fruto de sus observaciones y experiencias que la sofisticada técnica de la agricultura industrializada ha llegado a ignorar. Algunos ejemplos de prácticas que a veces realizan los agricultores para conservar sus granos y semillas son:

- Mezcla de plantas de origen local. En muchas comarcas se cree que ciertas plantas ejercen un efecto repulsivo sobre los insectos; mezclándolas con el producto en los lugares de almacenamiento se consigue alguna defensa contra las infestaciones. Es necesario encontrar y tratar de utilizar estas plantas odoríficas.
- Mezcla con polvo de origen local. Experiencias de agricultores nicaragüenses han demostrado que pequeñas cantidades de semilla de frijol en cajones de 2 m. de ancho por 2 m de largo y 1 m de alto, mezclados con ceniza de banano se conservan en buenas condiciones durante más o menos un año, sin que haya ataque de gorgojos. Esto es posible, ya que los medios de protección a nivel de almacenaje impiden la diseminación de las plagas, pues al salir las larvas de los huevos que la semilla llevaba del campo, les es difícil desplazarse sobre el tegumento que se

ALMACENAMIENTO

encuentra con cenizas. También se han observado buenos resultados utilizando como medio de protección aceite de Nim.

- Ahumado: Muchos agricultores acostumbran colgar mazorcas de maíz por encima del lugar en que se enciende la lumbre para hacer comida. Esta práctica demuestra que los agricultores conocen el peligro del exceso de humedad y el ataque de insectos.

En el caso de los campesinos, dichas cantidades son tomadas de la cosecha general para utilizarlas como semilla en el ciclo agrícola siguiente.

8.2.4.2. Métodos químicos de control

El método químico es solamente una parte de todo un sistema conocido como control integrado. Dicho sistema permite el manejo de plagas donde se tiene en cuenta el medio ambiente en su totalidad, la dinámica de poblaciones de las especies consideradas y las técnicas y métodos de lucha apropiados, de manera que sea posible mantener las poblaciones de insectos nocivos a un nivel donde no causen daños económicos, es decir, por debajo de un umbral económico.

El método químico, en un sistema de control integrado, debe ser la última medida a emplearse, debido a sus consecuencias negativas para el medio ambiente y sobre la viabilidad de las semillas.

Los métodos para combatir los insectos del almacén utilizando materiales químicos se dividen en preventivos y curativos.

En el método preventivo el objetivo es prevenir la infestación de insectos mediante la aplicación de un insecticida de efectividad comprobada y de poder residual. La desinfección de locales y polines es una forma preventiva para evitar las infestaciones.

Tabla No. 19 Productos utilizados en 1988 en Nicaragua para la desinfección de locales y polines

<i>Nombre químico</i>	<i>Nombre comercial</i>	<i>Dosis gr. o cc./litro de H₂O</i>
Decametrina	K-Othrine 2.5%	9 gr.
Pirimifos-Metilo	Actellic-50	15 cc.
	Malathion-57%	10-20 cc. (1)

(1) Al anotar dos dosis para un mismo producto la inferior es para infestaciones bajas y la superior para infestaciones altas.

El método curativo; es el que se realiza por medio de productos químicos denominados fumigantes y requiere la presencia de insectos para aplicarlo. Estos productos no tienen poder residual.

Los fumigantes empleados comunmente se pueden dividir en:

Sólidos: por ej. fosfuro de aluminio y cianuro de calcio.

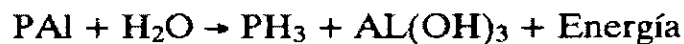
Gaseosos: por ej. bromuro de metilo y ácido cianhídrico. Son gases comprimidos a altas presiones en forma líquida.

Líquidos: por ej. bisulfuro de carbono y tetracloruro de carbono.

La fumigación puede afectar la viabilidad de las semillas, los daños por concepto de fumigación no serán graves si la humedad de la semilla es inferior al 12% y la temperatura de almacenamiento es menor de 20°C. La repetición de esta operación en un mismo lote de semillas produce daños acumulativos.

Los productos más usados para fumigación de semillas son bisulfuro de carbono y fosfuro de aluminio. El bisulfuro de carbono (CS₂), es muy inflamable y explosivo, para eliminar su peligro se mezcla con el tetracloruro de carbono (CCL₄), que es inerte y no inflamable, en una proporción de 20 partes por volumen de CS₂ y 80 partes de CCL₄. La mezcla lleva además un antidetonante.

El fosfuro de aluminio (PAI), es un fumigante que comercialmente se vende en tabletas. Estas tabletas, al reaccionar con la humedad del medio ambiente, liberan fosfuro de hidrógeno PH₃, Al(OH)₃ (que es un producto residuo no dañino) y energía.



El PH₃ es altamente inflamable, por tal razón, comercialmente se venden las pastillas "Phostoxin" que contienen carbonato de amonio y que producen amoniaco (NH₃) que es un gas inerte no inflamable; para que la reacción no sea demasiado rápida se le agrega parafina. Pueden existir otras presentaciones comerciales de PAI pero los efectos son similares.

El uso de los productos fumigantes requiere de las siguientes precauciones:

- Observar estrictamente la dosis de aplicación y los períodos de exposición recomendados.

ALMACENAMIENTO

- Evitar temperaturas excesivas en el almacenamiento al decidir fumigar la semilla.
- Airear las semillas una vez pasado el período de exposición del fumigante.

Tabla No. 20 Productos fumigantes de semillas y su empleo adecuado

<i>Nombre químico</i>	<i>Nombre comercial</i>	<i>Dosis</i>	<i>Tiempo de exposición</i>
Fosfuro de hidrógeno	Fostoxin	1-2 Tab/mt ³ de espacio. 4 - 6 Tab/ton. métricas de semillas.	1)
Bisulfuro de carbono	Bisulfuro	125 cc/m ³ de espacio. 50 cc/ton. métrica de semillas.	2)

- 1) A temperaturas de almacenamiento de:
10-15°C se requieren 5 días
16-20°C se requieren 4 días
arriba de 20°C se requieren 3 días
- 2) A 20°C basta un día de exposición

Existen otros fumigantes que se utilizan sólo en el control de insectos de granos almacenados para el consumo.

En la fumigación se recomienda tomar en cuenta lo siguiente:

- No fumigar semillas con más del 12-13% de humedad.
- Nunca usar paradiclorobenceno, oxido de etileno, u oxido de propileno para fumigar semilla.
- Si utilizamos bromuro de metilo, la exposición a estos productos no debe exceder de 24 horas.

Además, es necesario tomar las siguientes precauciones en la aplicación: no trabajar solo, usar máscaras anti-gas, cerciorarse de que no hay escapes, no fumar, comer o beber durante el tratamiento y usar ropa de protección.

8.3. Roedores

Los roedores son otra causa importante de pérdida de semilla en los almacenes. Con el fin de reducir al mínimo los daños que causan estos animales se emplean diversos métodos como son: la instalación de defensa, los repelentes, las trampas y los venenos.

CAPITULO VII

- **Instalaciones de defensa**

El término abarca varios tipos de protecciones y resguardos, hechos con materiales adecuados, para todos los accesos de un edificio de manera que no puedan entrar los roedores y que les impida trepar por los postes, tubos, cables y demás elementos unidos al edificio o sitio de almacenamiento. Entre los materiales usados como defensa tenemos, chapas metálicas, rejillas o mallas metálicas, etcétera.

- **Repelentes**

Se han ensayado varios tipos de sustancias químicas que repelen a los roedores, pero ninguna ha resultado completamente satisfactoria en la práctica. También se han utilizado dispositivos de alta frecuencia que emiten ondas acústicas para ahuyentar a las ratas y ratones.

- **Trampas**

Existen muchos tipos de trampas, pero en general no suelen ser adecuadas sino en el caso de una infestación poco numerosa.

- **Cebos venenosos**

El empleo de cebos venenosos se practica frecuentemente en almacenes de gran escala. Cuando se utilizan en forma debida, los cebos venenosos son uno de los procedimientos más baratos y eficaces para el exterminio de grandes poblaciones de roedores. Comunmente se emplean dos clases de veneno: las sustancias químicas de acción rápida que puestas en concentraciones suficientes matan al animal con una sola dosis y los rodenticidas de acción lenta o anticoagulantes, los cuales se emplean en dosis tan bajas que sólo causan la muerte cuando el animal ha comido cebo durante varios días.

El éxito de los venenos contra los roedores depende en gran parte de la buena elección y la colocación de los mismos. Se recomienda colocarlos en sitios apartados y por donde se cree que transitan los roedores.

9. CONTROL DE CALIDAD

Durante el almacenamiento normal se recomienda tener en cuenta los siguientes controles:

- **Humedad.** Es aconsejable controlar la humedad de la semilla cada dos meses durante su almacenamiento y necesariamente en el momento

ALMACENAMIENTO

del despacho para hacer los descuentos y ajustes debido al cambio de peso (para este argumento ver capítulo IV).

- Germinación. La calidad fisiológica de las semillas se controla durante el almacenamiento, practicando una prueba de germinación cada 2 meses. El período entre análisis puede ser más largo en regiones frías y puede incluso, ser hasta de 6 meses si se almacena en cuartos fríos y secos.
- Despacho. Se debe llevar un registro minucioso de todos los lotes de semilla que entran y salen del almacén. En el momento de despachar un lote de semillas es muy recomendable guardar una muestra testigo, de esta manera si se presenta algún problema se puede aclarar si éste sucedió antes o después del despacho.

CAPITULO VIII

DISTRIBUCION Y MERCADEO

1. INTRODUCCION

El éxito de un programa de semillas no se basa exclusivamente en la investigación para obtener mejores materiales y semillas; o en la producción de semillas básicas, comerciales, y en el control de calidad de este insumo, es esencial que la semilla llegue a manos de los agricultores.

El mercadeo de la semilla, entendido como una herramienta para manejar las variables internas del producto: precio, presentación, calidad, etc., e interpretar las variables externas: políticas, económicas, sociales abre los caminos para llegar al consumidor final, razón de ser de la producción de semillas.

El solo hecho de producir buenas variedades no garantiza que lleguen al agricultor; se requiere conocer al consumidor, cuantificar la demanda, promocionar el producto mediante una campaña de publicidad, asegurarse que la semilla esté disponible en cantidades adecuadas en el momento oportuno y en el sitio requerido, y por último, asegurarse de que su uso sea tecnológicamente apropiado para que exprese su potencial en beneficio del consumidor.

Las características del consumidor son esenciales para establecer buenas bases para el mercadeo de cualquier producto. El consumidor de semillas ha evolucionado muy rápidamente, más aún, en la actualidad cuando la comunicación y la información llegan a través de diferentes medios hasta los rincones más apartados. Por más que creamos que el agricultor mantiene la tradición de nuestros ancestros, el avance de la tecnología moderna lo coloca a la altura de un gerente de su propia empresa que busca alternativas, selecciona las mejores opciones y toma

decisiones lógicas siguiendo el principio de que la gerencia representa un sentido común de alto nivel.

Conocer al consumidor implica también conocer el medio que lo rodea y los factores diversos que influyen en sus decisiones. No solamente son importantes los factores técnicos, sino también aquellos de tipo social, político y económico, los cuáles actúan en el proceso comercialización de las semillas. Dichos factores influyen sobre la demanda, que es, en otras palabras la expresión del conjunto de necesidades de los consumidores.

Una vez estimada la demanda potencial, es necesario promover las ventas a través de la publicidad; hay que tomar que tener en cuenta los medios modernos de comunicación y una adecuada red de distribución para llegar en forma efectiva a los consumidores.

2. OPERACIONES DE MERCADEO

Un amplio plan de mercadeo se define por las siguientes operaciones:

- determinación de las necesidades del consumidor.
- acopio de suministros de semillas.
- comunicación en mercadeo: ventas y asistencia técnica.
- distribución de la semilla a los agricultores.

2.1 Determinación de las necesidades del consumidor

Al planificar la comercialización de la semilla, el productor y el vendedor (con frecuencia una misma entidad), se enfrentan desde un principio con la cuestión de la magnitud del mercado, es decir cuantos agricultores se dedicarán a comprar semilla y que cantidad. Para responder a esta pregunta, se deben hacer estimaciones previas de la demanda, con uno o dos años de anticipación a la época de las ventas.

Un medio muy eficaz de ayuda para hacer estimaciones de ventas realistas es la investigación de mercadeo. Dicha actividad consiste en la recopilación sistemática de información concerniente a las necesidades, deseos y hábitos de compra del consumidor, y sobre las alternativas disponibles a cada agricultor para obtener la semilla de otras fuentes.

El cálculo de la posible demanda nacional (total de necesidades de semilla) se basa en la superficie cultivada, dosis de semilla, efectos de las actividades de extensión sobre la introducción de técnicas mejoradas de producción y planes futuros de promoción.

La evaluación de la demanda efectiva de semillas en el mercado, basándose en las necesidades totales de estas, tiene escaso valor, ya que la demanda de semilla de alta calidad normalmente sólo existirá en la superficie agrícola bajo cultivo de variedades mejoradas. Las necesidades de la superficie restante (agricultura tradicional), son cubiertas por el material de reproducción no controlado, obtenido en la anterior producción de cultivos.

La demanda nunca permanece constante, son tantos los factores que repercuten en ella que no se puede asegurar la cantidad de semilla que se podrá vender en un determinado período o ciclo. El factor de mayor riesgo son las condiciones climatológicas que pueden trastornar el mejor plan e incluso acabar con él. Además, la experiencia demuestra que la pureza varietal y el potencial de rendimiento de la semilla en variedades autógamas pueden conservarse por los agricultores durante el proceso de reproducción, sin grave deterioro por tres o cuatro generaciones, así puede ser innecesario sustituir la semilla de las variedades autógamas cada año y como consecuencia la demanda disminuirá. Esto no ocurre con las semillas de híbridos, ya que los agricultores necesitan nueva semilla cada ciclo y las necesidades pueden permanecer más o menos constantes.

Las estadísticas de venta son muy útiles en la planificación y la organización futura. A falta de dichas estadísticas se estima que, con los híbridos, la demanda anual de semilla puede variar entre el 80 y el 100%, y con las variedades sintéticas entre el 30 y 40% de la superficie del cultivo.

2.2. Acopio de suministros de semillas

La segunda función del mercadeo de semillas en orden de importancia es; determinar cómo adquirir suficiente semilla certificada o semilla apta para satisfacer la demanda estimada. Existen varias fuentes para esto: la empresa semillista puede producir la semilla por sí misma y luego comercializarla. Cuando una determinada empresa u organización funciona de esa manera, cuenta con una unidad de producción y otra de mercadeo, en este caso, el acopio de existencias será responsabilidad de la sección de producción, a su vez, la sección de mercadeo deberá comunicarle los requerimientos esperados; tipo, variedad, cantidad y calidad de semilla; a la sección de producción con suficiente antelación a la época de siembra, para que se pueda producir y preparar con tiempo la semilla requerida para el mercadeo.

A medida que se prepara la semilla para la comercialización, la sección de producción debe informar a la de mercadeo sobre la cantidad y calidad exacta de cada variedad disponible. La comunicación interna entre secciones de una misma empresa es indispensable.

Ciertas empresas acopian las semillas por medio de contratos con productores privados, para después realizar su comercialización. A dicha empresa-comerciante le corresponde elegir a los productores, a veces distribuir la semilla de la categoría superior a los concesionarios para que la siembren, e inspeccionar y vigilar las parcelas de multiplicación. Esto se hace con el fin de garantizar la cantidad y calidad de los lotes de semilla.

Un sistema generalizado para la compra de diversas variedades de semilla consiste en el pago sobre la determinación de la pureza y del contenido de semillas de malas hierbas u otras especies dañinas.

Indudablemente otra fuente de semillas son las importaciones. Una buena cantidad de semillas es comprada afuera del país, después diferentes instituciones o empresas nacionales se encargan de su comercialización dentro de la nación. SAGSA (Servicio Agrícola Gurdián, S.A.) y AGRO-CENTRO, son un ejemplo de este tipo de empresas en Nicaragua.

2.3. Comunicación en mercadeo: venta y asistencia técnica

La comunicación en el mercadeo de semillas consiste en el desarrollo y mantenimiento de un diálogo continuo, bilateral entre el proveedor y el usuario de la semilla. Incluye las actividades de promoción, venta, relaciones públicas e identificación de distribuidores.

2.3.1. Promoción

Muchos programas de semillas hacen énfasis en la producción y en procesamiento, pero omiten los factores que contribuyen a su distribución y utilización. Esto es un grave error, ya que no se logran resultados positivos produciendo semilla de alta calidad, mientras no sea utilizada por los agricultores. Por eso, toda empresa o institución debe desarrollar un sistema de promoción que estimule la venta de semillas.

El trabajo publicitario consiste en dar a conocer el nombre o marca de la semilla, sus características superiores, dónde se puede obtener, etcétera. Ciertos medios, tales como, la radio, publicaciones periódicas, hojas volantes, son apropiados para divulgar información sobre la semilla de una

nueva variedad; también es conveniente realizar visitas al campo, demostraciones, exhibiciones, etcétera.

La labor de educación e información a los agricultores acerca de la semilla, y las variedades comerciales dentro de un determinado país, debe ser asumida por: los programas de investigación de cultivos cuya función es la evaluación de las variedades bajo diferentes condiciones ambientales; los programas de extensión que cuentan con especialistas en producción de cultivos; las empresas semillistas y las organizaciones de mercadeo que están interesadas en las variedades y que tienen personal capacitado para ayudar a transmitir tecnología e información a los agricultores.

2.3.2. Venta de semillas

Cuando el trabajo promocional se ha llevado a cabo satisfactoriamente, el éxito de la ventas de semillas y su utilización posterior por el agricultor dependerá de la capacidad de la empresa de ofrecer semillas de alta calidad en el momento oportuno, en la cantidad necesaria, en el lugar conveniente y de la variedad demandada por el agricultor.

La mejor época para la siembra se limita normalmente a unas cuantas semanas en cada ciclo agrícola. La semilla que no ha llegado antes del día de la siembra al sitio donde se utilizará, ya no se venderá hasta el próximo ciclo.

Los lugares de ventas ubicados en las diferentes zonas del país, deberán ser abastecidos con cantidades suficientes de semilla para hacer frente a los respectivas demandas. También la cantidad de granos contenidos en un envase debe responder a lo requerido por los agricultores, en efecto, envases grandes conteniendo demasiadas semillas no resultan convenientes para los agricultores que desean cultivar pequeñas extensiones. Además, el envase debe ser lo suficiente fuerte para no dañarse durante varias manipulaciones y el transporte, tener el peso apropiado para un fácil manejo y, posiblemente, ser atractivo para el consumidor.

2.3.3. Relaciones públicas

Son actividades diseñadas para crear una impresión favorable de la organización y de los individuos que trabajan para ella. Muchas veces, el aumento de las ventas totales se debe más al prestigio de la organización, al trabajo consciente del empleado y a la confianza del público que a las actitudes técnicas de la misma.

El apoyo a los proyectos de servicio y mejoras de la comunidad, las reuniones informales con funcionarios públicos y líderes empresariales y una actitud de colaboración para satisfacer las diversas solicitudes, afianzan las buenas relaciones públicas. La limpieza y conservación de las instalaciones y sus alrededores sirven para plasmar una imagen favorable de la empresa.

2.3.4. Identificación de distribuidores

Las empresas semillistas y los mayoristas generalmente comercializan la semilla por medio de distribuidores. Las responsabilidades de estos son: hacer pedidos con antelación a la época de siembra, después de recibir la semilla del proveedor mantenerla en buenas condiciones, hacer arreglos para que el cliente recoja la semilla en un sitio predeterminado y efectuar la venta eficazmente.

Como distribuidor de semillas debe conocer las épocas de mayor demanda del productor y las variedades solicitadas, por eso, si no se disponen de facilidades para el buen almacenamiento donde se pueda tener por largo tiempo las semillas esperando ser vendidas, no se deben solicitar volúmenes grandes para evitar que se deterioren. Los pedidos que un distribuidor hace a la empresa semillista deben ser de aquellos tipos y variedades que se usan con más frecuencia en la región determinada.

Una comunicación permanente entre proveedor y distribuidor es necesaria. El distribuidor debe mantener informado al proveedor sobre las condiciones locales, costumbres, reclamos y manifestaciones de satisfacción por los servicios, y la semilla de otro lado, los proveedores de semilla colaboran con los distribuidores ofreciendo material publicitario y promocional, preparando información técnica sobre las variedades para la venta y sobre la calidad de la semilla, capacitando personal de ventas, apoyando a los distribuidores en la solución de los reclamos por medio de especialistas, etc. Este trabajo mutuo permite brindar a los usuarios de semillas un servicio rápido y efectivo que es lo que ellos siempre buscan.

2.4. Distribución a los agricultores

Durante la distribución de la semilla, ya sea de híbridos o de variedades, pueden surgir problemas debido a que, la semilla de híbridos, al igual que la semilla de una variedad, debe ser distribuída en el primer año al mayor número de agricultores, sin embargo, en el segundo año las semillas de las variedades, pueden diseminarse de agricultor a agricultor. Sin necesidad de producirse ni distribuirse nuevamente.

DISTRIBUCION Y MERCADEO

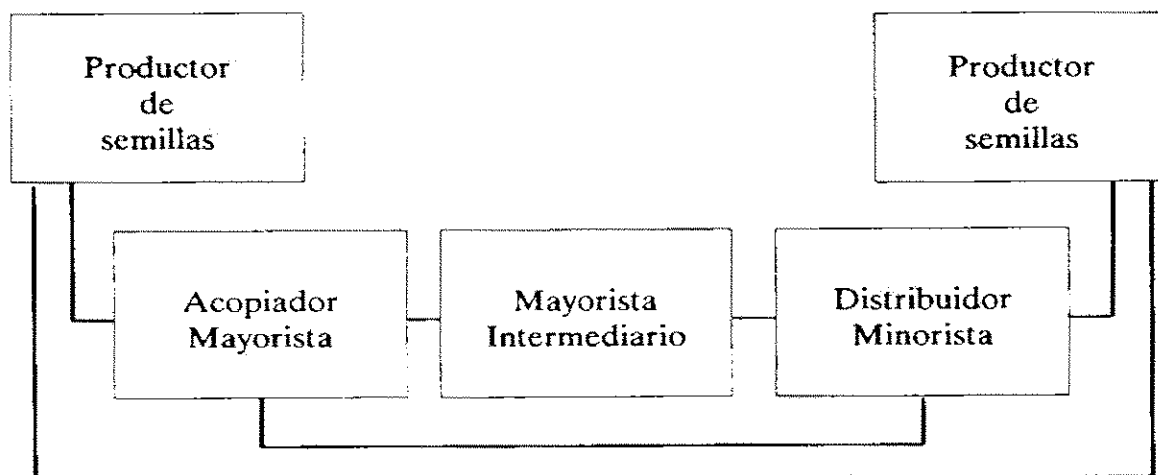
Cuando existe un sistema de mercadeo y distribución fuerte y eficaz se puede trabajar con híbridos, en caso contrario, es mejor trabajar sólo con variedades.

La distribución como parte del mercadeo de semillas, incluye: los canales de mercadeo y las operaciones logísticas.

2.4.1. Canales de mercadeo

Los canales de mercadeo constituyen el sistema a través del cuál la semilla pasa del productor al agricultor; el siguiente cuadro nos dá una idea de las vías de comercialización de semilla.

Figura No.45 Canales de mercadeo



Según el esquema anterior, el productor puede distribuir directamente la semilla al consumidor, sin embargo, la acción de intermediarios puede resultar ventajosa, ya que éstos tienen un mayor conocimiento de las necesidades locales y contacto con el cliente lo que resulta beneficioso tanto al productor como al consumidor. Además, los intermediarios soportan parte de la carga financiera de la distribución y expanden los conocimientos, la experiencia, la eficiencia y los contactos con los consumidores.

El canal de mercadeo utilizado depende de las características de la semilla, tales como, volumen total, viabilidad, valor unitario y requerimientos de servicios para el cliente. Por ejemplo, no es lo mismo comercializar una tonelada de arroz que una de semilla de cebolla; en efecto, con

una tonelada de semilla de cebolla se abastece un área mucho mayor que con una tonelada de semilla de arroz, las semillas de cebolla son más delicadas y necesitan un cuidado particular.

2.4.2. Operaciones logísticas

Consisten en actividades tales como, almacenamiento en las bodegas de los distribuidores, inventario, transporte y manejo. Estas actividades garantizan que se transportará suficiente semilla de las variedades deseadas del sitio de producción al de venta, garantizando su disponibilidad cuando se requiera. Otros ejemplos de operaciones logísticas son los servicios al cliente; el financiamiento durante el tiempo de almacenamiento y transporte, los sistemas de información, los seguros contra pérdidas, la facturación y el cobro.

Los factores que determinan el costo de las actividades logísticas necesarias para el mercadeo de semilla son:

- el clima, que puede acelerar el deterioro, tanto de la semilla como de los materiales de empaque.
- las características de la producción y consumo de semillas tales como, la estacionalidad de la producción y la expansión de las áreas de producción y mercadeo.
- la infraestructura, incluyendo transporte, centros de acopio e instalaciones para el almacenamiento de semilla, especialmente en áreas rurales.
- las condiciones socioeconómicas, las cuales se manifiestan en la pericia para manipular la mercancía y en el desempeño del equipo humano (cuyas fallas pueden ocasionar retraso, daño y pérdidas durante el transporte), en la disponibilidad de crédito en las áreas rurales y en la solidez de los mercados de cultivo.

El volumen de los costos de producción y beneficio de la semilla pueden representar, en la mayoría de las semillas agrícolas, desde una tercera parte hasta la mitad del precio que paga el consumidor. Una forma obvia para reducir los costos logísticos consiste en producir únicamente la semilla que se puede comercializar, en efecto, el mantenimiento de inventarios es la actividad logística más costosa por el carácter perecedero de la semilla.

Otra forma de reducir los costos de las actividades logísticas es coordinando los clientes, por ejemplo, solicitándoles a los agricultores y mino-

ristas u otros intermediarios que hagan pedidos con mayor antelación, para determinar la necesidad de incrementar o reducir la producción.

El transporte constituye otro gasto principal en el mercadeo de semillas. En este caso los costos se ven afectados directamente por la distancia, la cantidad y los medios de transporte. Los gastos en fletes pueden disminuir aumentando el número de áreas de producción, los centros de beneficio o los almacenes, pero ésto, a su vez, significa un aumento en los costos de las instalaciones y de la mano de obra. En zonas de difícil acceso los costos de transporte son altos; en estas situaciones se debe utilizar variedades que no se tengan que reponer con frecuencia y se debe enseñar a los agricultores a multiplicar y almacenar su propia semilla de buena calidad.

3. ORGANIZACIONES Y ORGANISMOS DE COMERCIALIZACION DE SEMILLAS

En un país determinado, podemos encontrarnos con algunos o con todos los siguientes métodos de mercadeo de semillas.

- **Distribución oficial:** bajo este sistema de organización la distribución de las semillas de alta calidad está a cargo de empresas u organismos estatales. El gobierno, en estos casos, tiene que correr con los gastos que entraña la producción y distribución de semilla mejorada.
- **Cooperativas:** el sistema de comercialización en forma cooperativa de las semillas no es esencialmente distinto de los demás métodos de mercadeo, excepto en lo que respecta a la propiedad y financiamiento del conjunto de las operaciones. Algunas cooperativas realizan todas las operaciones desde la producción hasta la venta de la semilla producida por sus socios, otras se limitan simplemente a comprar la semilla ya preparada y empaquetada lista para la distribución.
- **Empresas privadas:** Algunas de estas empresas se dedican a la producción y comercialización de su propia semilla, otras, a la comercialización de semilla importada o adquirida de empresas diferentes.
- **Distribución directa de un agricultor a otro:** existen productores independientes que comercializan su propia semilla, dentro o fuera de sus zonas.

En la práctica, se encuentran toda clase de combinaciones de comercio privado, cooperativas y empresas, sobre las cuales se ejerce el control oficial mediante reglamentos sobre la producción de semilla, control de calidad (certificación) y distribución.

En Nicaragua las semillas son distribuidas a través de diferentes sistemas de comercialización y podemos observar organismos privados y estatales, por ejemplo: PROAGRO es una entidad estatal encargada de la distribución tanto de semillas como de insumos agrícolas; EMPROSEM, también estatal, fue constituida para beneficiar las semilla certificada que se reproduce a través de productores contratados por la empresa para tal efecto; actualmente también se dedica a la producción de semilla y vende semilla certificada en grandes volúmenes principalmente a cooperativas.

Entre las empresas privadas que se dedican a la comercialización de semillas tenemos: ANASEMILLA, que produce y comercializa semilla certificada de arroz; AGROCENTRO y SAGSA, que importa y comercializa semilla de sorgo, hortalizas y otros insumos agrícolas. Además, existe la forma en que el pequeño agricultor adquiere sus semillas; muchas veces la obtienen de sus vecinos, o bien, una parte de la cosecha comercial se guarda para utilizarla como semilla en el siguiente ciclo. En el campo de las hortalizas, está bastante desarrollada la producción artesanal para el autoabastecimiento, en este caso, algunos agricultores producen y venden reducidas cantidades de semillas.

4. CONTROL DE MERCADEO

El estado puede influir en las actividades de mercadeo tanto en forma directa, a través del establecimiento de normas específicas, como en forma indirecta, mediante políticas de precios, políticas agrícolas más amplia.

Por lo general, las normas que reglamentan la comercialización se establecen cuando un programa de semillas ha alcanzado un grado elevado de desarrollo. Estas normas a menudo están indicadas en una sola ley que incluye la reglamentación de la producción de semilla. Un modelo de este tipo de ley se describe en el capítulo siguiente.

Mantener bajos los precios de la semilla de variedades mejoradas permite a los gobiernos incentivar su uso, generalmente en estos casos, los precios se mantienen bajos a través de subsidios estatales; esta política ha sido adoptada en varios países con el propósito de elevar la productividad de algunos cultivos y para sustituir las viejas variedades con nuevas.

Las políticas de precios de los productos agrícolas y otros insumos utilizados en agricultura, ejercen efectos favorables o desfavorables sobre la producción de semillas de determinados cultivos.

CAPITULO IX

LEGISLACION

1. INTRODUCCION

El desarrollo de los programas de producción de semilla en todos los países, requiere de la promulgación de una legislación que regule los diferentes aspectos de esta actividad. Sin embargo, la existencia formal de una ley no garantiza por sí sola la obtención de resultados satisfactorios y el aumento de la calidad de la semilla producida. Por ejemplo: sería altamente inoportuno establecer una ley con normas muy estrictas en un país donde el sector de la producción de semilla está dando sus primeros pasos, el resultado sería que la ley se convierta en un freno al desarrollo del sector y además no sería respetada.

Resulta entonces imposible planear un modelo de legislación de semilla único para todos los países. En cada realidad se requieren reglamentaciones específicas, las cuales tendrán que cambiar con el tiempo y adaptarse a las nuevas condiciones.

Como regla general, es conveniente promulgar una ley cuando el país produce semilla de alta calidad y cuando el mercadeo está bien organizado. Por eso, en una primera fase de desarrollo es aconsejable iniciar con proyectos de información y educación de los productores. A medida que el nivel organizativo-tecnológico vaya avanzando se procederá al establecimiento de una legislación que con el tiempo se irá haciendo más estricta. Es oportuno que la ley se desarrolle en líneas paralelas al programa de semillas sin ejercer controles sobre algo que no exista, o tratando de mejorar los niveles de calidad que en aquel momento no se pueden mejorar. Por las mismas razones la ley debe ser aplicada sólo para aquellos cultivos de los cuales se pueda obtener semilla de alta calidad. El establecimiento de una legislación semillera en un país, da la oportunidad de

proceder a la revitalización de todo el sector, mediante la creación de organismos apropiados y el desarrollo de las estructuras existentes. Para garantizar la identidad genética y la pureza de las nuevas variedades surgirá algún tipo de sistema de certificación oficial; es posible que esta actividad haya existido antes y llevada a cabo de forma voluntaria, en este caso, la ley será útil para reconocer oficialmente a la autoridad de certificación de semilla. Otros organismos que tendrán que desarrollarse son aquellos que realizan actividades de investigación y evaluación de cultivos y los que se ocupan de la distribución y comercialización de la semilla.

Una vez que se decide legislar sobre semillas es aconsejable que participe en la preparación del anteproyecto de ley un comité que exprese los intereses de los diferentes sectores involucrados, tanto en la producción como en la comercialización. Dicho comité debe incluir representantes de las esferas de investigación, transferencia de tecnología, empresas productoras, comerciales y grupos de usuarios. La participación de estos representantes, en la preparación del anteproyecto, sirve para elaborar una legislación que pueda responder a las exigencias reales del país y para garantizar que la industria semillera y el sector comercial apoyen y cumplan las disposiciones de la ley.

Los inspectores que verifican el cumplimiento de la ley no deben tener sólo la función de sancionar a los agricultores y comerciantes que no operan de manera correcta, sino conocer también profundamente los objetivos de la ley misma y explicar a los que trabajan en el sector los errores cometidos, contribuyendo a mejorar sus conocimientos acerca de la correcta tecnología que se debe emplear.

2. FUNCIONES

Las leyes sobre semillas tienen tres funciones principales, cuya importancia varía en cada país, estas son: salvaguardar los intereses de los agricultores y de los productores, elevar la productividad agrícola y facilitar la colaboración comercial entre diversos países.

La legislación cumple en primer lugar, la doble función de salvaguardar los intereses, tanto de los productores como de los usuarios en una actividad de por sí se presta fácilmente a equívocos y falsificaciones. En efecto, la calidad es más difícil de controlar en el caso de las semillas que en el caso de otros artículos: la humedad, la pureza genética, la capacidad germinativa, son factores cuyo control requiere instrumentos, tiempo y personal especializado, elementos de los que el agricultor no dispone. En

este sentido la legislación ofrece al usuario la garantía de que las semillas cumplen determinadas normas. El productor y el comerciante pueden así mismo, obtener ventajas de una legislación adecuada, ya que ambos se ven protegidos contra la concurrencia deshonesta. Otra función de la ley es la de estimular la producción de semillas de alta calidad, con el consecuente aumento de la productividad agrícola en el país. Esto, porque, mayor sea la calidad de la semilla sembrada, tanto mayor será la producción cosechada. La reglamentación sobre normas de mercadeo para las diferentes clases de semilla es fundamentalmente para cumplir con este requisito.

Además, la legislación facilita la colaboración comercial y el intercambio de experiencia técnica entre diversos países. Con frecuencia el comercio internacional encuentra un obstáculo en la existencia de normas excesivas y a veces injustificadas respecto a diversos aspectos de la producción, etiquetado, nomenclatura y exigencias técnicas. Para disminuir estos problemas se han realizado esfuerzos de parte de los organismos internacionales que actúan en materia de producción, certificación y análisis de semilla, buscando una armonización de las normas correspondientes.

Otras normas legislativas relacionadas a la producción de semilla son aquellas que se refieren a la protección de los derechos del fitomejorador y a la cuarentena vegetal; estas normas son, a menudo objeto de leyes propias, en cada país. A los fitomejoradores, por lo general, se les da la posibilidad de obtener una patente que garantiza legalmente los derechos sobre la variedad producida por ellos.

3. MODELOS DE LEY

Existen dos tipos de legislaciones: una se basa en la "verdad de la etiqueta", la otra en el establecimiento de "requisitos mínimos". En el primer caso, el vendedor tiene la obligación de anotar información en la etiqueta del producto, por lo general, esta información incluye los nombres de las especies y cultivar, la pureza analítica, el contenido de humedad y el porcentaje de germinación. El control para verificar si las informaciones del etiquetado corresponden a la verdad es realizado por los inspectores con muestras tomadas de los envases de semilla listas para la venta. En el caso de los "requisitos mínimos" la ley especifica los niveles mínimos de calidad que la semilla debe tener para ser vendida. Cada lote de semilla será analizado por un laboratorio oficial y si satisface estos requisitos mínimos podrá pasar a la venta.

Una legislación basada en la verdad de la etiqueta es efectiva donde exista un alto nivel de preparación e información de los agricultores; ya que es necesaria una cierta preparación profesional para poder interpretar los datos indicados en la etiqueta y reconocer si la semilla es de alta calidad; una legislación de este tipo existe en los Estados Unidos. Al contrario, leyes que adoptan como criterio de selección los requisitos mínimos, son más adecuadas para países donde el nivel de preparación de los agricultores es bajo o cuando los agricultores no tienen muchas posibilidades de elegir entre semillas producidas por empresas diversas. En la mayoría de los países europeos y del tercer mundo se prefiere utilizar una legislación basada en el establecimiento de requisitos mínimos. En Nicaragua la ley de semilla es de este tipo. A continuación nos referiremos a la estructura y contenido de este modelo de legislación.

4. ESTRUCTURA

En la mayoría de los países la legislación sobre semilla incluye dos partes: ley básica y reglamentaciones. En primer lugar, el poder legislativo promulga una ley básica en la cual se establecen los principios de política general y se declaran los objetivos, en la ley básica se trasan las líneas maestras del régimen administrativo y se delegan en la autoridad competente (Ministro, delegado ministerial, etcétera), las facultades necesarias para proceder a la publicación de una reglamentación más detallada. A veces, en esta primera parte de la legislación se dan algunas indicaciones de tipo general, anticipando cuáles serán los contenidos de las reglamentaciones. En éstas últimas se fijan los procedimientos detallados para la aplicación de la ley, así como la especificación de los cultivos cubiertos por la misma, las normas para la producción y comercialización de dicha semilla, los requisitos mínimos de calidad, las condiciones necesarias para importar o exportar.

La división de la ley en dos partes facilita ponerla al día, cuando el desarrollo del sector semillero en el país requiere actualizar la legislación. En efecto, si se quiere cambiar una norma puede intervenir directamente la autoridad competente modificando la reglamentación y no es necesario hacer una nueva ley, tarea que requeriría mucho tiempo.

En Nicaragua existe una Ley de producción, comercialización y uso de semilla mejorada para siembra (Decreto N° 1359 de la Cámara de Diputados y la Cámara del Senado de la República de Nicaragua del 2 de agosto de 1967) y un Reglamento de producción y certificación de semilla de

Nicaragua (Decreto N° 3 del 10 de abril de 1959). Estas leyes son muy antiguas y presentan muchos defectos; por eso, recientemente la división de semilla del MIDINRA ha elaborado un nuevo reglamento (Reglamento de producción y certificación de semillas de Nicaragua, Normas generales de certificación de semillas, Agosto 1989).

5. CONTENIDOS

Los contenidos de la ley tratados en las reglamentaciones varían en cada país, sin embargo existen algunos elementos que se pueden encontrar en casi todas las legislaciones sobre semilla. A menudo estos elementos son discutidos en artículos diferentes, pero a veces un mismo artículo puede contenerlos.

En el siguiente apartado indicamos los elementos más importantes.

5.1. *Definiciones*

Antes de la descripción de las normas legislativas se dan una serie de definiciones de los términos tratados por la ley, con el fin de evitar confusiones y fraudes.

Las definiciones más comunes son: las de semilla, de variedad o cultivar; las diferentes clases de semillas; y las diversas personas jurídicas mencionadas por la ley.

La definición de semilla, por ejemplo, presenta en la legislación de los diferentes países un gran número de variantes. A veces incluye el material de reproducción vegetativa, en otros no, en algunos casos se aplica sólo a material de plantación taxativamente enumerado.

Como variedad, por lo general, se consideran sólo las inscritas en el registro varietal, las cuales son indicadas con su nombre comercial.

Se distinguen varias clases o categorías de semillas. La división en clases o categorías se basa en la calidad de las semillas; calidad que desciende a medida que aumenta el número de generaciones efectuadas a partir del material de base. En Nicaragua se distinguen las categorías de semilla; genética, básica, registrada, certificada y apta.

La ley también prevé la definición de lo que es un productor, un multiplicador, un inspector, y los términos técnicos, como por ejemplo: línea pura, materia inerte, germinación, etiqueta, sello, etcétera.

En la redacción de la ley, el capítulo sobre los términos se prepara después que el anteproyecto ha sido básicamente acordado; ésto para evitar la definición de términos que no se encuentran en el texto final o la falta de definición de palabras incluídas en la ley en el último momento.

5.2. Aspectos institucionales

La ley debe indicar la autoridad competente en materia de semilla; generalmente es el Ministerio encargado de los problemas agrícolas. En la mayoría de los países existe dentro del Ministerio un organismo encargado específicamente del asunto, con funciones más o menos amplias. Este organismo además de ejercer funciones de control, representa el lugar donde se da la relación entre el estado y los productores, comerciantes y usuarios. En Nicaragua, el MIDINRA es la autoridad competente y la división de PRO-SEMILLA es el organismo que se ocupa específicamente de la ejecución práctica de la ley. La División de Semilla tiene varias tareas entre, ellas: dar seguimiento al material genético que generan los programas nacionales de mejoramiento genético con respecto a los cultivos reglamentados por la ley, (también controla los programas de evaluación de variedades introducidas del exterior); supervisar la producción de las diferentes clases de semilla; mantener registros de variedades, productores y distribuidores; autorizar la importación de semilla; ejecutar los controles de calidad; y proveer de etiquetas y sellos a los productores.

5.3. Cultivos cubiertos

Los cultivos específicos que van a ser cubiertos por la ley deben ser indicados en forma clara, como hemos visto, no es conveniente aplicar la ley a cultivos para los cuales no se puede producir semilla de alta calidad. Desde el momento en que aumenta el número de estas especies, con el tiempo se acostumbra delegar la autoridad al ministerio de agricultura para que cada año establezca cuáles serán cubiertos por la reglamentación. Este enfoque permite una cobertura gradual, cultivo por cultivo, según lo vaya determinando el progreso de la industria semillera y la necesidad de ejercer control, cuando se decida que el nuevo cultivo tiene la importancia que justifique una reglamentación de la producción o del mercadeo de sus semillas.

En Nicaragua actualmente es reglamentada la producción de semilla de los granos básicos y de algunas oleaginosas. Los cultivos cubiertos son: maíz, frijol, sorgo, arroz, algodón, ajonjolí, maní y soya.

5.4. Control de calidad

El control de calidad es un aspecto muy importante en una legislación basada en el establecimiento de requisitos mínimos. En las reglamentaciones se fijan los valores de requisitos mínimos que se refieren no sólo a los resultados que deben dar los análisis de calidad (humedad, germinación, pureza), sino también a condiciones que deben existir en el campo (fecha de siembra, distancias mínimas de aislamiento, máxima presencia de malezas, etcétera), y en el lugar donde se realiza el beneficiado (limpieza, precauciones contra el ataque de insectos y hongos, garantías para evitar mezclas, etcétera).

El sistema de certificación, presente de uno u otro modo en la mayoría de los países, garantiza, mediante un control especial realizado oficialmente durante las fases de producción y comercialización, que las semillas sean de calidad elevada, superior a las otras.

En algunos países la legislación permite producir, de un mismo cultivo, tanto semilla certificada (la cuál tendrá que someterse a controles especiales), como semilla no certificada. En otros casos se establece que la semilla de un determinado cultivo debe ser totalmente certificada y por lo tanto se prohíbe comercializar semillas que haya sido producida sin tener en cuenta las normas de certificación.

Para los granos básicos, en Nicaragua se acepta un porcentaje mínimo de germinación del 80% y un porcentaje de pureza del 98%. En los países industrializados se aceptan, para estos cultivos, porcentajes de germinación mayores del 90-95%.

Respecto a los controles durante la producción, las reglamentaciones hechas en Nicaragua en 1959 contemplan inspecciones antes y durante la siembra, antes y durante la floración, durante la recolección y durante el beneficiado.

5.5. Muestreo

En relación al control de calidad, se establecen las instrucciones para la toma de muestras que deben efectuar los expertos que se ocupan de dicha tarea, con el fin de obtener muestras representativas del lote de origen. Al respecto existe la metodología ISTA adoptada en la mayoría de los países.

5.6. Malezas nocivas

El término de malezas nocivas sirve para indicar la existencia de plantas particularmente indeseables que presentan características inconvenientes. A esta categoría pertenecen aquellas plantas difíciles de erradicar una vez establecidas en una zona, que interfieren en las prácticas agronómicas normales del cultivo, que sirven como hospederas de plagas o enfermedades, que son muy competitivas con el cultivo o que tienen semillas difíciles de separar de aquellas de la especie a certificar.

Para cada cultivo contemplado por la ley, se detallan las malezas prohibidas y se establecen los límites máximos con respecto al contenido de otras nocivas. En la lista no se mencionan las malezas que, por lo general, no se mezclan con las semillas utilizadas para siembra o aquellas que son fáciles de controlar en el campo.

La posibilidad de señalar malezas nocivas y establecer un límite de la presencia de sus semillas, se puede delegar al Ministerio de Agricultura. Esto proporciona flexibilidad y es una manera de mantenerse al día con los avances en el control de semillas de plantas nocivas o la introducción de nuevas malezas.

5.7. Normas para los productores

En varios países quién desea dedicarse a la producción de semillas de los cultivos cubiertos por la ley debe inscribirse en un registro apropiado. En Nicaragua existe un registro de productores de semilla. El productor asume la responsabilidad frente a la ley de que la semilla sea producida satisfaciendo los requisitos mínimos requeridos y se compromete a dar todas las facilidades para que los inspectores de certificación puedan cumplir eficientemente su tarea. Los procesos de producción están generalmente reglamentados de modo minucioso. Para ser inscrito en el registro, el productor debe cumplir con algunos requisitos que pueden ser, tanto de orden moral como técnico.

Otra norma aplicada en la mayoría de los países es la obligación por parte de los productores de presentar una solicitud para cada campo, especie o variedad que se desea cultivar. Esta solicitud deberá ser aprobada por la autoridad competente; en el caso de Nicaragua por la división de PRO- SEMILLA.

5.8. Normas sobre la comercialización

Las principales normas que reglamentan la comercialización de semilla son aquellas que tratan del registro de variedades, del registro y de la responsabilidad civil de los comerciantes, del envasado, sellado y etiquetado, de la publicidad y del mantenimiento de registros de compra y venta.

- *Registro de variedades*

La autoridad competente indica, para cada cultivo cubierto por la ley, las variedades cuyas semillas pueden ofrecerse a la venta dentro del país. El registro tendrá que ser actualizado periódicamente, incluyendo aquellas nuevas variedades producidas por fitomejoradores nacionales; o de importación, que en varias pruebas de adaptación se demuestre que son mejores que las variedades comerciales en uso.

En lugar del registro se puede elaborar una lista de variedades recomendadas y/o variedades disponibles en el mercado. Si se emplea este sistema se reduce significativamente la responsabilidad del gobierno y se simplifican los procedimientos. Además, el gobierno puede enfocar sus recursos limitados a otras necesidades prioritarias, en lugar de hacer ensayos oficiales extensivos para controlar que las variedades comercializadas coincidan con aquellas establecidas en el registro.

En Nicaragua existe un comité técnico para la evaluación de variedades, presidido por el director de PRO-SEMILLA y en el cual participan varios expertos en el sector. Antes de liberar una variedad, se presentan ante el comité los resultados de las pruebas de evaluación hechas en el país y si la variedad es aprobada se anota su nombre en el registro. Cada año se publica una lista de las variedades para las cuáles está autorizada la comercialización.

- *Registro y responsabilidad civil de los comerciantes*

Un registro donde aparecen todos los comerciantes de semilla promoverá el desarrollo de los mismos, al igual que proporcionará un medio para determinar hacia dónde deben encaminar el control y la extensión. Es recomendable expedir un certificado de registro para mejorar la imagen del comerciante de semilla dentro de la comunidad.

En la ley se especifican también las responsabilidades de los vendedores. Por lo general, éstos deben garantizar la conformidad de las semillas con la especie, la variedad y con las demás normas de comercialización.

- **Invasado, sellado y etiquetado**

La semilla deberá ser envasada en recipientes nuevos, sellados y etiquetados. En algunos casos se indican también los tipos de envases.

El envase tendrá que ser sellado de manera que resulte fácil identificar cualquier tipo de forzada. Los recipientes sellados deben ir acompañados de la información necesaria para la identificación y evaluación de la semilla por parte del comprador. La información, que ha de estar redactada en el idioma oficial y que varía según las especies y la categoría de las semillas, va generalmente impresa de forma indeleble en el envase. Las informaciones más comunes son:

- ☒ nombre del cultivo y la variedad
- ☒ identificación del lote y su origen
- ☒ peso
- ☒ porcentaje de semilla pura, materia inerte y malezas
- ☒ porcentaje de germinación
- ☒ porcentaje de semilla dura (si hubiese)
- ☒ fecha de los análisis
- ☒ indicar si la semilla ha sido tratada con una sustancia tóxica (junto con las precauciones para su manejo) o si ha sido inoculada con *Rhizobium*
- ☒ nombre y la dirección del rotulador o distribuidor

Para todas o algunas de las semillas se puede usar un sistema de rotulación simplificando la información, que incluya solamente el nombre, tipo de la variedad y una declaración que indique que satisface las normas de calidad requeridos por la ley.

- **Publicidad**

Para la publicidad sobre las semillas de una determinada variedad la legislación debe incluir disposiciones que no permitan una publicidad falsa ni conducente a error. Aseveraciones que no estén apoyadas científicamente son falsas y conducentes a error.

- *Registros de compra y venta*

Para poder realizar un control adecuado, la ley sobre semillas debe exigir a todos los vendedores que mantengan registros detallados por lote de las compras, ventas, ensayos, rotulaciones y tratamientos de sus semillas.

5.9. Importaciones y Exportaciones

La importación y exportación de semilla está, de una u otra forma, bajo el control del estado. Las normas serán distintas según se trate de importación o exportación.

En algunos países se enuncia como principio general la posibilidad de limitar la importación o la conveniencia de fomentarla, sin embargo, en la mayoría de los casos las semillas importadas están sometidas a disposiciones iguales o análogas a las aplicadas a las semillas nacionales.

Al entrar al país, la semilla importada será muestreada y analizada para controlar su calidad; una regulación más libre se puede encontrar cuando se importa semilla sólo para su multiplicación y posterior exportación.

En Nicaragua se importan cada año grandes cantidades de semilla con los mismos requisitos mínimos fijados para la semilla nacional.

En la legislación de los países exportadores se contemplan normas un poco más estrictas respecto a dicha actividad; en efecto, si el negocio de exportación constituye un factor importante en la balanza comercial de un país, bien puede justificarse la aplicación de normas para asegurar la calidad de la semilla exportada. Esto se puede efectuar requiriendo a los productores una calidad particularmente elevada para la semilla de exportación o asegurando una certificación de valor internacional a través de los certificados internacionales de análisis proporcionados por el ISTA.

En otros países las semillas destinadas a la exportación se adecúan a las mismas normas ó normas análogas aplicables a las demás semillas.

5.10. Inspección y vigilancia

La ley indica quienes son los responsables de la inspección, vigilancia y ensayos de semilla. Durante la fase de producción la inspección y vigilancia consisten principalmente en tareas como control de registros, inspección de los campos de cultivos, toma de muestras, análisis de laboratorio y realizar ensayos de pre-control y post-control. En la fase de comerciali-

zación las normas preveen las inspecciones de establecimientos, de almacenes y de documentos comerciales.

Por lo general, en toda inspección oficial se lleva un formulario en el cuál se registran los resultados de las inspecciones. Es deber del inspector dar las indicaciones correctas a los productores y comerciantes elevando el nivel cualitativo de conocimiento de ellos.

5.11. Exenciones

Una legislación de semilla tiene como objetivo reglamentar la producción de este producto en un determinado país. Existen, sin embargo, casos en los cuales la aplicación de la ley puede causar ciertos problemas, por eso, es necesario establecer algunas excepciones, o sea, situaciones particulares en las cuáles los operadores están exentos de cumplir las normas de la ley.

Ejemplos de exenciones son las siguientes:

- la producción y comercialización de granos para el consumo, que físicamente tienen la misma apariencia de las semillas, no están bajo el control de la ley.
- la utilización, por parte de un agricultor, de semilla producida por él mismo o la venta, siempre y cuando no anuncie ni despache la semilla vía transporte común; dichas actividades pueden ser efectuadas sin necesidad de control o comunicación a la autoridad competente.
- los transportistas que realizan el transporte de semilla y otros productos como negocio no tienen que ver nada con la ley.
- la semilla para objetivos experimentales y de investigación también debe estar exenta.

5.12. Infracciones y sanciones

En la mayoría de las legislaciones se indican las principales infracciones de las normas. Algunas veces se afirma simplemente que toda acción contra la ley se considera una infracción penalizada con determinadas sanciones.

Las penas suelen ser de carácter pecuniario (monetario), raramente se aplica la pena de detención o prisión. La mayoría de las legislaciones preveen la confiscación de las semillas objeto de la infracción.

En general los tribunales competentes en la materia son los tribunales ordinarios.

GLOSARIO SEMILLISTA

Aislamiento:

La distancia mínima necesaria entre el lote de multiplicación de semilla y otros cultivos, variedades o malezas con el fin de prevenir la contaminación.

Almacén:

Local dedicado y acondicionado para el almacenamiento exclusivo de semillas.

Antocarpo:

(gr. Anthos, flor. Karpos, fruto). Fruto agregado, compuesto o colectivo que se forma de una inflorescencia completa. Sinónimo de infrutescencia, fruto de inflorescencia, fruto múltiple.

Autofecundado:

Se dice de un pistilo que ha sido fecundado con polen de la misma planta que lleva el pistilo. Se dice también de la semilla que resulta de esa fecundación.

Autofertilizar:

Fertilizar el óvulo de una flor con el polen de la misma flor (o planta). Equivale a autofecundar.

Autoincompatibilidad:

Inhabilidad para producir semilla con aplicación de polen producido en la misma planta.

Baya:

Fruto simple, carnoso o pulposo generalmente con muchas semillas que tiene dos o más divisiones y que cuando está maduro no se abre para soltar las semillas.

Banco de germoplasma:

Concepto que incluye cuartos fríos para el almacenamiento de semillas, áreas acondicionadas para el almacenamiento de partes de plantas o plántulas in vitro y jardines de colectas para el almacenamiento de plantas desarrolladas.

Calador:

Artefacto para tomar una muestra de semillas en sacos o a granel.

Cariópside:

Fruto de una sola semilla con el pericarpio y el tegumento seminal soldados en una sola cubierta como en el maíz y otros granos.

Cigote:

El huevo fertilizado.

Citoplasma:

El contenido de la célula fuera del núcleo. En la reproducción, el progenitor masculino aporta solo los cromosomas, mientras que tanto el núcleo como el citoplasma del progenitor femenino forman parte de la descendencia.

Coleóptilo:

Hoja en forma de funda que protege su delicado punto de crecimiento cuando está emergiendo del suelo.

Competencia:

(Lat. Competere, adaptar). Estado reactivo que permite una diferenciación y desarrollo direccional en respuesta a un estímulo, como el de parte de un embrión en respuesta a un estímulo organizador o evocador.

Competición :

Requerimiento activo de dos o más organismos por un material o condición, de manera que ambos se inhiben por el requerimiento; por ejemplo plantas que compiten por luz, agua, etcétera.

Confiscación:

Un proceso legal llevado a cabo por orden del tribunal para disponer de uno o varios lotes de semilla por transgredir una ley.

Consumidor:

Cualquier persona que adquiere u obtiene semilla para siembra pero no para la reventa.

Contaminaciones:

Algo que se agrega a la semilla y que es diferente del tipo (o de la variedad) especificados.

Cotiledón:

Las hojas seminales del embrión. Generalmente están engrosadas por material alimenticio de reserva pueden servir como verdaderas hojas de follaje.

Cromosoma:

(gr. Chroma color, soma cuerpo). Uno de los cuerpos que se tiñen intensamente, de número constante para las células somáticas de una especie, en los que se resuelve la cromatina durante la meiosis y mitosis. Compuesto fundamentalmente de ADN y proteínas básicas y portador de los genes en secuencia lineal.

Desfloración o desfloramiento preventivos:

La remoción manual o mecanizada de las flores del progenitor femenino para evitar la autofecundación durante la producción de semilla de maíz híbrido.

Desgrane:

Desprendimiento de los granos ya sea de la espiga, panoja o fruto después de pasada la época de cosecha.

Deshumificador:

Equipo utilizado para extraer la humedad del aire.

Diapausa:

(gr. Diapauerein). Estado espontáneo de dormancia durante el desarrollo, como en los insectos, estado de reposo entre la anatrepsis y catatropsis de la blastoquinesis, período de reposo sexual. Comparar con Quiescencia.

Dormancia:

Condición de reposo o de quiescencia con una tasa metabólica reducida.

Emasculación:

(Lat. ex. fuera de, más, masculino). Eliminación de las anteras de flores jóvenes para evitar la autopolinización.

Embrión:

La planta rudimentaria dentro de la semilla.

Empresa semillista:

Cualquier organización dedicada a la producción, secado, procesamiento, almacenamiento y mercadeo de semillas, ya sea directamente o por medio de contratos con terceros. Puede o no participar de la investigación sobre fitomejoramiento y puede ser privada gubernamental o mixta.

Endosperma:

Tejido nutritivo contenido dentro de algunas semillas.

Enfermedad:

Síntoma de la presencia de un patógeno o de una actividad fisiológica anormal.

Enzima:

(gr. enzyme, levadura). Catalizador proteináceo producido por organismos vivos y que actúa sobre uno o más sustratos específicos. Sinónimo de fermento o biocatalizador. Zimoproteína, zimina. La enzima estimula una reacción sin que ella misma sea cambiada o destruída.

Epicotilo:

Parte del tallo de la plántula inmediatamente arriba de los cotiledones y abajo de la hoja primaria.

Escarificación:

Proceso de lesionado mecánico o químico de la cubierta de la semilla para hacerla más permeable al agua.

Escutelo:

El cotiledón de las gramíneas. El embrión absorbe nutrimentos del escutelo, la mayor parte del cual es a su vez obtenido del endosperma.

Esquizocarpo:

Fruto seco, contiene dos semillas, propio de plantas de la familia de la zanahoria. Al madurar se separa longitudinalmente por la línea media en dos mericarpos individuales conteniendo una semilla.

Esterilidad genética:

Tipo de esterilidad masculina controlada por genes nucleares. En contraste con la esterilidad citoplasmática, este tipo de esterilidad puede ser transmitido ya sea por el progenitor femenino o el masculino.

Esterilidad masculina:

Tipo de esterilidad caracterizado por la producción de polen no funcional.

Esterilidad masculina citoplasmática:

Este tipo de esterilidad está condicionada por el citoplasma más bien que por genes nucleares y se trasmite solamente a través del progenitor femenino.

Estiba:

Bolsas o sacos, conteniendo semillas acomodadas encima de polines, procedimiento de manejo y control de semilla en un almacén.

Etiqueta:

Rótulo, marca, señal, material descriptivo, escrito, impreso, marcado, grabado en el recipiente o adherido al mismo.

Estivación:

(Lat. aestivus del verano). Modo por el que distintas partes florales se disponen en la yema floral.

Fotoperiodismo:

La respuesta de las plantas a las longitudes relativas de los períodos diarios de luz y oscuridad.

Fotosíntesis:

(gr. Pho ζ luz, synthesis, poner juntos). Síntesis de carbohidratos en los cloroplastos de las plantas verdes a partir de CO $_2$, como fuente de carbono, y de agua, como donador de Hidrógeno, utilizando la energía luminosa captada por la clorofila y catalizada por diversas enzimas de cloroplastos, produciéndose oxígeno como producto de desecho.

Fruto (Frutos):

Fruto es el ovario maduro de una planta, junto con cualquier parte de la flor que se haya desarrollado íntimamente adherido a él.

Genotipo:

(gr. Genos raza, typos imagen). La constitución hereditaria de una planta o animal en particular, la cual en conjunción con el ambiente contrae las características del individuo, tales como tipo de flor o estructura o sea forma de la hoja o color del pelo.

Germinación:

Proceso biológico que finalmente lleva al desarrollo de una plántula a partir de una semilla. La emergencia de una raíz es el primer signo visible pero la germinación se inicia desde los primeros procesos de inhibición de la semilla.

Germinación epigea:

Forma de germinación en que los cotiledones aparecen arriba del suelo.

Germinación hipógea:

Forma de germinación en que los cotiledones permanecen bajo el suelo.

Germoplasma:

El fundamento material de la herencia. En el sentido amplio utilizado por los fitomejoradores se refiere a la semilla y a sus características heredables.

Giberelinas (Acido giberélico AG₃).

Sustancias químicas que estimula el crecimiento de las plantas. Entre otros efectos producidos por la giberelinas están la superación de la latencia, producción de frutos partenocárpicos (sin semillas) y otras respuesta.

Hibernación:

Condición de pasar el invierno en estado latente.

Híbrido:

(Lat. Híbrida, cruce). Cualquier animal o planta que proviene de una fecundación cruzada. Heterocigótico.

Hidrólisis:

(gr. Hydor agua, lyein, disolver). Adición de los iones de hidrógeno y de los iones hidróxido, del agua a una molécula, con su subsiguiente escisión en dos o más moléculas simples.

Higroscópico:

Material con propiedad de absorber y liberar humedad de acuerdo a la existencia en el aire que lo rodea.

Hipocotilo:

Parte del tallo en una plántula entre los cotiledones y la raíz primaria.

Humedad relativa:

Relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire y la mayor cantidad posible de vapor que puede contener a una temperatura dada.

Imbibición:

Proceso por el cual la semilla absorbe agua durante la germinación.

Indehiscente:

Que no se abre al estar maduro.

Industria semillista:

Todo el complejo de organizaciones, instituciones o individuos asociados con el programa de semillas en un país. La industria semillista comercial incluye a aquellos individuos, empresas semillistas y grupos de mercadeo dedicados a la producción y al mercadeo de semillas para su venta a los consumidores.

Infeción:

Entrada y propagación de un organismo patógeno en el material vivo (por ej. estructuras de la plántula) causante, no necesariamente, pero con frecuencia, de síntomas de enfermedad y podredumbre.

Infeción primaria:

Organismo patógeno propagado en la propia semilla.

Infeción secundaria:

Organismo patógeno propagado de otras semillas o plántulas.

Infrutescencia:

(Lat. in dentro, fructus fruto). Ver antocarpo.

Inspección de campo:

Una inspección oficial de un lote de semillas normalmente se asocia con el programa de certificación de semillas, pero muchas inspecciones de campo se hacen por fuera de la actividad de certificación de semillas.

Latencia de semilla:

Estado en el cual ciertas semillas vivas, a pesar de estar en condiciones óptimas para su germinación, no germinan.

Lemma:

Bráctea angosta inferior en una florecilla de gramíneas.

Longevidad:

Tiempo relativo que la semilla permanece con aptitud para germinar, después de estar almacenada.

Lote de semillas:

Cantidad de semilla identificada con un número u otra manera; cualquier proporción de ella que es uniforme dentro de las tolerancias reconocidas para los efectos que están especificados o que se anuncian en la etiqueta.

Maleza:

Desde el punto de vista práctico, no existe una definición que tenga validez universal, ya que las malezas de unos son los cultivos de otros. En el estado de recolección existe la diferenciación entre planta útil y planta no útil, no entre planta útil y maleza. La "maleza" surge con la agricultura. Se puede definir como maleza a la planta que crece donde el campesino o agricultor no la quiere.

Material de siembra:

Semilla destinada a la producción de cultivos que no ha sido producida bajo control alguno.

Materia Inerte:

Uno de los componentes de un análisis de pureza llevado a cabo en un laboratorio de análisis de semilla. Comprende el material que no es semilla tal como pajilla, tierra, piedras y hongos, y la semilla clasificada como material inerte según las reglamentaciones sobre pruebas de semilla.

Material parental:

Un número limitado de plantas seleccionadas y usadas para la preparación de una variedad.

Mezcla:

Semilla que contiene más de una variedad. Cada una representada por más de un 5% del total.

Muestra:

Parte de un lote de semillas, presentada para inspección o que se utiliza como evidencia de la calidad de todo un lote.

Muestreo:

La toma de semilla de un lote para evaluar su calidad con fines oficiales o no oficiales.

Ovario:

La parte del pistilo que contiene el óvulo u óvulos. Madura para formar el fruto.

Ovulo:

Cuerpo dentro del ovario de la flor que después de la fertilización y desarrollo se convierte en la semilla.

Palea:

Bráctea angosta superior en una florecilla de gramínea.

Planta atípica:

Una planta o semilla que difiere en una o más características de la descripción de la variedad hecha por el fitomejorador o creador de una variedad.

Plántula:

Planta joven desarrollada de una semilla.

Plántula normal:

Según el ISTA, es aquella que presenta capacidad para continuar su desarrollo en planta normal cuando se cultiva en suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura e iluminación. Esta capacidad para continuar el desarrollo depende de la sanidad y correcto funcionamiento de las estructuras en desarrollo durante la germinación.

Plántula anormal:

Es aquella que no presenta capacidad para desarrollarse en una planta normal cuando crece en el suelo bajo condiciones favorables, debido a que tiene una o más de las estructuras esenciales irreparablemente defectuosas.

Plúmula:

El follaje inicial del embrión, también usado en las pruebas de semillas para designar la yema terminal de la plántula.

Polen:

Las partículas más o menos microscópicas, usualmente amarillas que se encuentran en las anteras de las flores y que contienen las células generativas masculinas.

Polines:

Estructuras de madera usada para estibar semillas empacadas en sacos o bolsas, impide el contacto de estación al suelo.

Polinización:

(Lat. Pollen, harina fina):

Transferencia del polen desde la antera al estigma, en angiospermas, transferencia del polen desde el cono masculino al femenino en gimnospermas. Es anterior a la fecundación.

Porcentaje de germinación:

Porcentaje de una muestra de semilla que produce plántulas normales en los ensayos de laboratorio según los procedimientos establecidos.

Post-maduración:

Proceso que permite eliminar la latencia en ciertos casos.

Productor de semillas:

Individuo o institución que reproduce semillas pero que no las beneficia ni la comercializa.

Prueba de germinación:

Prueba que se realiza sobre una muestra de semillas y que sirve para estimar el porcentaje de semillas con capacidad de germinar (ver Germinación).

Prueba de viabilidad:

Prueba que se realiza sobre una muestra de semillas y que sirve para estimar el porcentaje de viabilidad de la accesión. Se utiliza cuando hay semilla latente. (ver viabilidad).

Pureza física:

El porcentaje en peso de la semilla pura de una especie, determinado por el laboratorio de análisis de semillas.

Pureza genética o varietal:

La pureza con respecto a la variedad sembrada según lo determine la inspección de campo, los análisis de laboratorio o la inspección de parcelas sembradas con dicho fin.

Quiescencia:

(Lat. Quiescere, reposar). Cese temporal del desarrollo, o de otra actividad, debido a un medio desfavorable, comparar con diapausa.

GLOSARIO

Radícula:

Raíz rudimentaria, el extremo inferior del hipocotilo del embrión. Forma la raíz primaria de la plántula joven.

Raíz adventicia:

Raíz que parte de una estructura distinta de una raíz (por ej. raíz que nace de un tallo).

Raíz primaria:

Raíz principal de la plántula que se desarrolla a partir de la radícula del embrión.

Raíz secundaria:

Raíz de la plántula que se desarrolla a partir de la raíz primaria.

Registro:

Toda información relacionada con un despacho o despachos de semilla, correspondiente a transacciones amparadas por la ley sobre semillas.

Reposo:

Condición de la planta en la cual no ocurre crecimiento.

Respiración:

Proceso metabólico mediante el cual una planta oxida sus materias nutrientes. La respiración proporciona al sistema viviente la energía necesaria para la síntesis de nuevos materiales y para el crecimiento.

Rotulación:

Comprende etiquetas y otras presentaciones escritas, impresas o gráficas, en cualquier forma, que acompañen o se refieran a cualquier semilla ya sea a granel o envasada.

Semilla:

Es todo grano, tubérculo, bulbo, rizoma, esqueje, yema o cualquier parte viva del vegetal que se utiliza para reproducir la especie. Un óvulo maduro que consta de una planta embriónica, una fuente de alimento almacenado y una testa o cubierta protectora (def. botánica).

Semilla a granel:

Semilla sin empacar.

Semilla apta:

Semilla manejada con todos los cuidados necesarios exigidos pero que no es conocida su identidad genética.

Semilla certificada:

Cualquier tipo de semilla, manejada en forma tal que su identidad y pureza genética se preserven satisfactoriamente.

Semilla comercial:

Es aquella semilla destinada a la producción de cultivos que no ha sido producida bajo un programa de certificación de semillas.

Semillas de malezas nocivas:

Semillas de malezas que aparecen junto con la semilla de las especies económicamente importantes, son difíciles de separar durante el beneficiado, indeseables en las plantaciones y difíciles de controlar, o por los efectos perjudiciales que producen.

Semillas duras:

Semillas que tienen una cubierta impermeable al agua o al oxígeno, requeridos para la germinación.

Semilla mejorada:

Semilla proveniente de plantas seleccionadas de una variedad de especies comercial, producida por plantas con fitocaracterísticas sobresaliente. La semilla mejorada bien puede ser no certificada.

Semillas ortodoxas:

A este grupo pertenecen la mayoría de las semillas, para mantener su viabilidad necesitan ser almacenadas con contenidos de humedad relativamente bajos, bajo condiciones de baja temperatura y elevada humedad relativa.

Semillas recalcitrantes:

Son semillas que para mantener su máxima viabilidad deben conservarse con un contenido de humedad relativamente alto, aún manteniendo esta condición dichas semillas su longevidad es bastante corta y solo ocasionalmente excede más que unos cuantos meses, por ejemplo semillas de *Cocus nucifera*, *Coffea arábica*, *Theobroma cacao*.

Semilla tratada:

Semilla a la que se le ha aplicado una sustancia o ha estado sometida a un proceso de tratamiento de semillas.

Sintético:

Material producido artificialmente en distinción del producido por organismos vivos. También se aplica a una población de cruzamiento mezclada derivada de la propagación de híbridos múltiples.

Tapesco:

Instrumento rudimentario campesino hecho de hojas y varas entrelazadas para la separación de la semilla del fruto como en el caso del frijol o la separación de los granos del ráquiz como en el maíz.

Testa:

Cubierta de una semilla verdadera.

Usuario:

Cualquier persona que adquiere u obtiene semilla para siembra pero no para la venta.

Variedad:

Grupo de plantas cultivadas dentro de una especie que se distingue de otro grupo (variante) por uno o varios caracteres (que puede ser morfológico, fisiológico, bioquímico u otro) y que cuando se reproduce mantiene las características que la identifican.

Variedades criollas:

Variedades de especies introducidas que han sido adaptadas al medio del campesino.

Variedades mejoradas:

(Variedades modernas). Tipos de plantas cultivadas que han sido mejoradas para satisfacer las necesidades de consumo actuales. Generalmente son de calidad tradicional y de palatabilidad inferior a las variedades tradicionales, para ser cultivadas según la tecnología moderna (altos rendimientos al usarse altos niveles de fertilizantes y pesticidas).

Variedades tradicionales:

Variedades utilizadas tradicionalmente por el campesino en una zona específica. Incluye las variedades tradicionales de especies nativas y las variedades criollas. Las primeras mejoradas durante miles de años, las segundas introducidas y adaptadas a las condiciones locales.

Viabilidad de semillas:

Potencial de una semilla para germinar en condiciones favorables, suponiendo que los factores causantes de latencia hubieran sido eliminados.

Vigor:

Sanidad y rusticidad de la semilla: El vigor le permite a la semilla recién sembrada germinar rápidamente dentro de una amplia gama.

Vernalización:

(L. Vernalis, de la primavera). Exposición de ciertas plantas, o de sus semillas, a un período de frío que es necesario, o para inducir la floración, o para hacer que florezcan antes de tiempo; se suele utilizar especialmente en cereales tales como las variedades de invierno de trigo, centeno y avena, sinónimo de yaruvización (ruso yaruvizatsya, de yarovoi, vernal).

BIBLIOGRAFIA

- ABBOT J. Y SPINKS G. 1972. *El mercadeo del arroz*. FAO, Roma (Italia).
- ACEVEDO L. A. 1976. *Combinadas (Cosechadoras)*. Universidad Autónoma. Chapino (México).
- AGUIRRE R. Y OTROS. 1988. *Manual para el beneficio de semillas*. CIAT. Cali (Colombia).
- BEKENDAM J. Y GROB R. 1979. *Handbook for seedling evaluation*. ISTA. Zurich (Suiza).
- BEWLEY J. D. Y BLACK M. 1983. *Physiology and biochemistry of seeds*. Springer Verlag Berlín Heidelberg. Nueva York (EE.UU.)
- BOMBIN L. 1979. *Legislación de semillas*. FAO. Roma (Italia)
- BOYD A. H. 1978. Seminario internacional sobre tecnología de semillas para Centroamérica, Panamá y el Caribe. Univ. de Costa Rica y Univ. de Mississippi.
- BOYD A. H. Y ARTECONA M. 1980. "Principios del procesamiento de semillas", presentado al III curso intensivo sobre tecnología de semillas. CIAT. Cali (Colombia).
- CARRANZA M. Y RODRIGUEZ I. 1979. *Plaguicidas agrícolas*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana (Cuba).
- CROMARTY A. S. ELLIS R. H. Y ROBERTS E. H. 1982. *The dision of seed storage facilities for genetic conservation*. IBPGR. Roma (Italia).
- DELOUCHE J.C. 1969. "Preceptos para el almacenamiento de semillas", presentado al II curso internacional de tecnología de semillas para

ANEXOS

- América Latina. ROCAP AID Miss. State Univ. El Zamorano (Honduras).
- DELOUCHE J.C. 1980. "Daños mecánicos de la semilla", presentado al III curso intensivo sobre tecnología de semillas. CIAT. Cali (Colombia).
- DELOUCHE J.C. y POTTS. H.C. 1980. "Elementos de un programa de semillas", presentado al III curso intensivo sobre tecnología de semillas. CIAT Cali (Colombia).
- DOUGLAS J. E. 1980. *Successful seed programs: a planning and management guide*. Westview Press. Boulder, Colorado (USA).
- ECHANDI R. 1976. *Producción de semillas de calidad*. CATIE. Turrialba (Costa Rica).
- ECHANDI R. 1977. *Resumen del diagnóstico general de semillas para la región Centro América y Panamá*. Universidad de Costa Rica.
- ELLIS M. A. 1980. "Control de micro-organismos portados en las semillas", presentado al III curso intensivo sobre tecnología de semillas. CIAT, Cali (Colombia)
- FAVERO A. 1963. *La conservazione delle sementi*. ENSE. Milano (Italia).
- FEISTRITZER W. P. 1977. *Tecnología de la semilla de cereales*. FAO. Roma (Italia).
- FEISTRITZER W. P. y KELLY F. 1979. *Mejoramiento de la producción de semillas*. FAO. Roma (Italia).
- FREE J. 1970. *Insect pollination of crops*. Academic Press Inc. Londres (Reino Unido).
- GARIBOLD I. 1986. *Rice testing methods and equipment*. FAO. Roma (Italia).
- GEHM A. 1987. *Producción de semillas de hortalizas en Nicaragua*. MIDINRA. Managua (Nicaragua).
- GEORGE R. A. 1985. *Vegetable seed production*. Longman Group Limited. Nueva York (EE.UU.).
- GEORGE R. A. 1983. *Guía para la tecnología de las semillas de hortalizas*. FAO. Roma (Italia).

BIBLIOGRAFIA

- GREGG B. R., DELOUCHE J. C. Y BUNCH H. D. 1980. "Interrelationships of the essential activities of a stable efficient seed industry". *Seed Science and Technology*, 8, 207-227.
- GREGG B. R. 1983. "Seed marketing in the tropics". *Seed Science and Technology*, 11, 129-148.
- GREGG B. R. 1983. "Seed processing in the tropics". *Seed Science and Technology*, 11, 19-39.
- HALL D. W. 1971. *Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y sub-tropicales*. FAO. Roma (Italia).
- HARRINGTON J. F. Y DOUGLAS J. E. 1978. *Seed storage and packing, applications for India*. National Seed Corporation, Ltd. Nueva Delhi (India).
- HERRERA A. L. 1984. *Producción y tecnología de semillas: manual de prácticas de laboratorio*. Universidad Autónoma. Chapingo (México).
- HUMPHREY S. 1979. *Tropical pasture seed production*. FAO. Roma (Italia).
- HYBE M. B. y OTROS. 1974. *El almacenamiento hermético de los cereales*. FAO. Roma (Italia).
- JUGENHEIMER R. W. 1981. *Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla*. Limusa (México).
- JUSTICE O. L. y BASS L. N. 1978. "Principles and practices of seed storage", USDA, *Agriculture Handbook*. 506 Washington (EE.UU.).
- KOKENY B. 1984. *Le sementi*. IRFATA. S. Lazzaro di savena, Bologna (Italia).
- MORENO E. y ZAMORA J. 1978. *Guía para evitar problemas causados por hongos en semilla y granos almacenados*. Marick Sharp and Dohme (México).
- LANTERI S. y MINELLI M. 1987. "Invecchiamento del seme di cece (*Cicer arietinum* L.) in relazione alle condizioni ambientali". *Sementi elette*, 6, 11 - 16.
- LIKHATCHEV B. S. y OTROS. 1984. "Modelling of seed aging". *Seed Science and Technology*, 12, 385-393.

- MACHADO DE TOLEDO R. 1985. *Principales insectos que atacan los granos almacenados*. Proyecto GCP/Nic/014/AGF; ayuda para la provisión de materiales y equipos para el almacenaje apropiado de granos básicos (ENABAS). FAO, Managua (Nicaragua).
- O'DOWD T. Y DOBIE P. 1983. "Reducing viability losses in open seed stores in tropical climates". *Seed Science and Technology*, 11, 57-75.
- ORTIZ DARDON R. 1980. "Mecanismos utilizados para el desarrollo de la industria de semillas de granos básicos en Guatemala", presentado al III curso intensivo sobre tecnología de semillas. CIAT. Cali (Colombia).
- PERRY D. A. 1981. *Handbook of vigour test methods*. IBPGR. Zurich (Suiza).
- POEHLMAN J. M. 1983. *Mejoramiento genético de las cosechas*. Limusa (México).
- POTTS H. C. 1981. "Opciones para una estrategia nacional de semilla", presentado en el seminario sobre estrategias, planeación e implementación de un programa de semillas. CIAT. Cali (Colombia).
- RAMAYO L. F. 1983. *Tecnología de granos*. Universidad Autónoma. Chapingo (México).
- ROBERTS E. 1972. *Viability of seeds*. Chapman and Hall Ltd. Wallop (EE.UU.).
- ROMO J. T. *Propagación vegetal*. Universidad Nacional Autónoma. Managua (Nicaragua).
- TAPIA B. H. 1980. *Tópicos importantes de uso común para impartición de Asistencia Técnica en granos básicos*. INRA PROAGRO. Managua (Nicaragua).
- TAPIA B. H. 1983. *Semillas del almacén de beneficio al campo del agricultor*. MIDINRA. Managua (Nicaragua).
- TAPIA B. H. 1983. *Criterios útiles para la recomendación y uso de variedades mejoradas de maíz y frijol común*. MIDINRA. Managua (Nicaragua).
- TAPIA B. H. 1986. *Producción artesanal de semilla de frijol común de buena calidad*. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua (Nicaragua).

BIBLIOGRAFIA

- TAPIA B. H. 1987. *Mejoramiento varietal del frijol en Nicaragua*. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua (Nicaragua).
- TAPIA B. H. y HAAR J. 1986. *Presecador de frijol en vainas*. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua (Nicaragua).
- THOMPSON J. R. 1979. *An Introduction to Seed Technology*. Leonard Hill. Londres (Reino Unido).
- VAN DER BURG y OTROS. 1983. "Project seed laboratory 2000-5000." *Seed Science and Technology*, 11, 57-227.
- VAUGHAN CH. E. GREGG. B. R. y DELOUCHE J. C. *Procesamiento mecánico y beneficio de semillas*. Mississippi State University (EE.UU.).
- . 1981. *Principios del acondicionamiento de semillas*. CIAT. Cali (Colombia).
- . 1961. *Las semillas agrícolas y hortícolas*. FAO. Roma (Italia).
- . 1961. *Semillas: anuario de agricultura*. Edición Revolucionaria. La Habana (Cuba).
- . 1967. *Ley de producción, comercialización y uso de semilla mejorada para siembra*. República de Nicaragua.
- . 1973. *Testing for genuineness of cultivar*. ISTA. Zurich (Suiza).
- . 1974. "El uso de mercurio y compuestos alternativos en el tratamiento de semillas", informe de una reunión conjunta FAO/OMS. FAO. Roma (Italia).
- . 1981. *Cereal and grain legume seed processing*. FAO. Roma (Italia).
- . 1982. *Seeds-semences-semillas*. FAO. Roma (Italia).
- . 1982. *Memorias de la reunión de trabajo sobre semilla mejorada para el pequeño agricultor*. CIAT. Cali (Colombia).
- . 1982. *Programa de semillas: guía de planeación y manejo*. CIAT. Cali (Colombia).
- . 1983. *Handbook of pure seed definitions*. ISTA. Zurich (Suiza).

ANEXOS

- . 1983. "Informe de semillas de Nicaragua 1982", presentado a la XXIX reunión anual del PCCMA. (Panamá).
- . 1983. *Metodología para obtener semillas de calidad: arroz, maíz, frijol, sorgo*. CIAT. Cali (Colombia).
- . 1983. *Guía para el mantenimiento y producción de semilla genética y básica*. CIAT. Cali (Colombia).
- . 1984. *Guía técnica sobre la tecnología de la semilla de maíz*. FAO. Roma (Italia).
- . 1985. *International rules for seed testing*. ISTA. Zurich (Suiza).
- . 1989. *Reglamento de producción y certificación de semillas de Nicaragua*. República de Nicaragua.