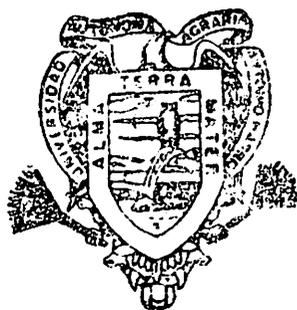


IDENTIFICACION DE LAS LIMITANTES EN EL
ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE
SEMILLAS EN EL CLIMA SECO DEL NORTE
DE MEXICO.

MARIO ERNESTO VAZQUEZ BADILLO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

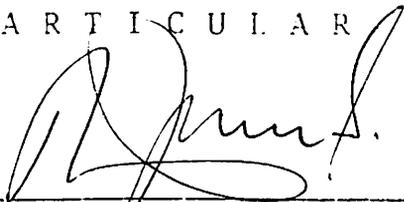
JUNIO DE 1990

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

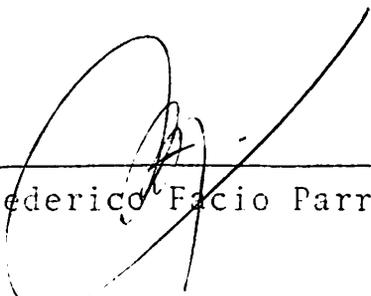
MAESTRO EN CIENCIAS
EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:


M.S. Rafael Jiménez Salazar

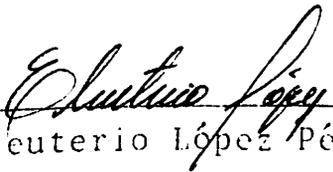
Asesor:


M.C. Federico Facio Parra

Asesor:


M.S. Leticia A. Bustamante García


BIBLIOTECA
EGIDIO C. NOLASCO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.


Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio, 1990

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes instituciones y personas:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado.

A la UAAAN por la oportunidad y apoyo proporcionado para la realización de los estudios de maestría.

A todos los profesores del CCDTS de la UAAAN que participaron y contribuyeron a mi formación académica. En especial al Ing. Rafael Jimenez Salazar por la excelente dirección del trabajo y por la amistad brindada en forma constante y desinteresada.

Al Dr. Sergio Dávila Cabello, Ing. Federico Facio Parra e -
Ing. Leticia A. Bustamante García, por la revisión, sugerencias y críticas proporcionadas para enriquecer aún más el -
presente trabajo.

Al Dr. Ernesto Moreno Martínez, por la oportunidad y confianza brindada en el ejercicio profesional y al grupo de trabajo de UNIGRAS-UNAM. por el apoyo dado y al cual me honro en pertenecer.

A la Sra. Carmen Vázquez, por la excelente labor de mecanografía.

A todas aquellas personas e instituciones que de alguna forma u otra colaboraron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIAS

A Maria de Jesús, Adriana y Mario Ernesto:

Las razones de mi Vida.

A mis Padres

Por la enorme fortuna de tenerlos
a mi lado.

A mis hermanos

A mi Alma Mater

A mis compañeros y amigos de estudio

COMPENDIO

Identificación de las Limitantes en el Almacenamiento
y Conservación de Semillas en el Clima Seco del Norte
de México

POR

MARIO ERNESTO VAZQUEZ BADILLO

MAESTRIA

TECNOLOGIA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO, 1990.

M.S. Rafael Jiménez Salazar - Asesor -

Palabras clave: Almacenamiento, conservación,
semillas, clima seco.

El presente estudio tiene como finalidad, analizar y evaluar los principales factores que limitan el almacenamiento y conservación de semillas en las regiones de clima seco ~~del norte~~ del norte del país, lo anterior, para establecer un marco de referencia que sirva de base para realizar futuras investigaciones que ayuden a resolver los problemas en estas regiones y así reducir las pérdidas de semillas que se presentan en esta area.

En este trabajo, se encuestaron instituciones del sector oficial y privado que se dedican a la producción y almacenamiento de semillas, para el efecto, se elaboraron cuestionarios previamente ensayados. Las localidades seleccionadas fueron hechas de acuerdo a la clasificación climática de Koeppen, la cual se basa en la temperatura, precipitación pluvial y a la vegetación que predomina en la localidad. El análisis de las encuestas se hizo en forma descriptiva comparativa.

Se obtuvieron resultados que permitieron evaluar el grado de funcionalidad en las instalaciones y equipo utilizado en la conservación de semillas, así como el proceso de operación de esta y su dependencia con el clima. Se concluye que, tanto las instalaciones de almacenamiento como el manejo de la semilla, muestran un bajo grado de funcionalidad y que comparada con la literatura expuesta en este estudio, hace necesario marcar una línea de prioridades de investigación, siendo estas; la ingeniería de diseño y construcción de almacenes de acuerdo a la región de que se trate, tratamiento químico de semillas, envases utilizados para el almacenamiento, así como el establecimiento de un plan integral de capacitación y una estrategia de operación a nivel regional, para mantener y conservar la calidad física, fisiológica y sanitaria de la semilla.

ABSTRACT

Identification of Limitants on Seed Storage and
Conservation in Dry-Climate Areas of North Mexico

By

MARIO ERNESTO VAZQUEZ BADILLO

MASTER OF SCIENCE

SEED TECHNOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. JUNIO 1990

M.S. Rafael Jiménez Salazar Advisor

Key words: Storage, conservation, seeds,
dry-climate

The present study has a purpose analyse and evaluate the main factors which limit seed storage and conservation in the dry-climate areas of North Mexico, the aforementioned to establish a framework of reference to be useful as a basis for realizing future research work that help to solve problems in these regions and there by to reduce seed losses in this area.

In this study, institutions from the official and private sector which has business in seed production and storage were subject to survey, and for this, questionnaires

previously outlined were elaborated. Sites selected were in accordance with the climatic classification of Koeppen which is based on predominant temperature, rain precipitation and vegetation for each site. The survey analysis was made in a comparative-descriptive form.

Results were obtained which permitted the evaluation of the functional degree of the installations and equipment utilized in seed storage as well as the operational process of seed storage and its dependence with climate. Conclusions drawn show that whether storage installations as seed handling they both show a low degree of functionality and when comparing this results with the literature review of this study it becomes necessary to establish priority research lines which could be: engineering of design and construction of seed warehouses, specifically for each area, seed treatment, seed packaging and the establishment of an integral plan of training and an operational strategy by areas to maintain and preserve the physical, physiological and sanitary condition of seed quality.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	xii
INTRODUCCION.	1
REVISION DE LITERATURA.	4
ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE SEMILLAS	5
FACTORES BIOTICOS	18
TRATAMIENTO QUIMICO DE SEMILLAS	24
ENVASES	25
INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO	27
CONTROL DE CALIDAD	36
CLIMA	37
MATERIALES Y METODOS.	44
LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA DE	
ESTUDIO	44
POBLACION PARTICIPANTE.	48
DISEÑO DEL CUESTIONARIO	49
METODO UTILIZADO PARA LA OBTENCION DE LA	
INFORMACION	50
RESULTADOS Y DISCUSION.	51
CONCLUSIONES.	86
RESUMEN	89
LITERATURA CITADA	91
APENDICES	98
APENDICE A	98
APENDICE B	109
APENDICE C	111
APENDICE D	113
APENDICE E	115
APENDICE F	117
APENDICE G	119

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
4.1	TASA DE RESPUESTA DE LAS INSTITUCIONES QUE RESPONDIERON A LA ENCUESTA	52
4.2	TASA DE RESPUESTA DE LAS INSTITUCIONES QUE RESPONDIERON A LA ENCUESTA AGRUPADAS POR SECTOR	53
4.3	POSICION QUE OCUPA EL PERSONAL DENTRO DE LA INSTITUCION Y QUE RESPONDIERON AL CUESTIONARIO, AGRUPADAS POR SECTOR	54
4.4	VOLUMENES EN TONELADAS DE SEMILLA ALMACENADA POR ESPECIE, MANEJADAS Y REPORTADAS POR LAS INSTITUCIONES AGRUPADAS POR LOCALIDAD.	55
4.5	VOLUMENES EN TONELADAS DE SEMILLA ALMACENADAS POR ESPECIE REPORTADAS POR LAS INSTITUCIONES Y AGRUPADAS POR SECTOR.....	56
4.6	PORCENTAJES DE DAÑOS QUE PRESENTAN LA SEMILLA ALMACENADA, CAUSADA POR DIVERSOS FACTORES BIOTICOS EN LAS LOCALIDADES ENCUESTADAS	66
4.7	NUMERO Y TIPO DE INSTALACIONES UTILIZADAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA COMO MATERIA PRIMA	76
4.8	SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO UTILIZADAS PARA ALMACENAR SEMILLA COMO PRODUCTO TERMINADO POR LOCALIDAD	78
4.9	DIFERENTES PRUEBAS DE CALIDAD REALIZADAS A LA SEMILLA ALMACENADA EN LAS DIFERENTES LOCALIDADES	83
A.1	TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y PRECIPITACION PLUVIAL MENSUAL-ANUAL EN LAS LOCALIDADES CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO.....	120

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
A.1	TIPO DE INSTALACIONES EMPLEADAS PARA ALMACENAR SEMILLA	110
B.1	REPRESENTACION ESQUEMATICA DE UN CUARTO CON AIRE ACONDICIONADO PARA ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS	112
C.1	REPRESENTACION ESQUEMATICA DE UN SISTEMA DE REFRIGERACION CON DESHUMIDIFICADOR INTEGRADO PARA ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS.	114
D.1	REFRIGERACION DE CEREALES EN SILOS	116
E.1	INFLUENCIA DEL TIEMPO EN LA EVOLUCION DE LAS TEMPERATURAS Y HUMEDADES DEL TRIGO EN SILOS DE ACERO NO REFRIGERADOS.....	118

INTRODUCCION

Cuando el hombre aprende a producir sus alimentos,-- obteniendo así excedentes para poderlos comercializar en forma de trueque, marca el inicio de la etapa del almacenamiento a partir de ahí hasta la fecha este proceso ha evolucionado a través de nuevas técnicas y procedimientos, procurando conservar la calidad del producto, reduciendo pérdidas causadas por factores físicos y biológicos. La función del almacenamiento de semillas es conservar y mantener la calidad en sus máximos niveles, considerando a la semilla como uno de los insumos - modernos que hacen posible el incremento de la producción -- agrícola, posibilitando a la vez, elevar el nivel de vida de los agricultores (Sánchez, 1976).

En épocas modernas de la tecnología de semillas, el almacenamiento se inicia desde el momento en que la semilla - alcanza su madurez fisiológica en el campo, hasta que ésta es sembrada nuevamente por el agricultor, por lo anterior, es necesario conservar esta máxima calidad adquirida y evitar el - proceso del deterioro, el cual es irreversible e inexorable; sin embargo, durante este proceso, es determinante la inter- vención del hombre ya que puede controlar los factores que es tan a su alcance para reducir al mínimo este proceso. Entre - estos factores se encuentran: el contenido de humedad de la -

semilla, humedad relativa del ambiente, presencia de insectos, hongos, roedores, pájaros, etc., que van a influir significativamente en la calidad de la semilla, llegando incluso a causar la pérdida de la germinación o muerte de la semilla, así mismo los diferentes climas que se presentan en nuestro país durante el año son propios de cada región, debido a esto las variaciones de humedad relativa y temperatura que se presentan en cada clima, tienen influencia sobre las condiciones del almacén y sobre todo en la calidad de la semilla.

La práctica del almacenamiento y conservación de semillas en México reviste gran importancia debido a la demanda existente de semilla mejorada en las principales especies, ya que actualmente solo ciertas localidades específicas tienen la oportunidad de satisfacerse de semilla, sin embargo, la mayoría de la industria semillera no cuenta con la infraestructura suficiente y adecuada para el almacenamiento y conservación de semillas, ocasionando que la semilla que se tiene como de existencia pierda sus atributos de calidad y por lo tanto, no es utilizada por el agricultor, este tipo de pérdidas son consecuencia de una falta de atención hacia el área del almacenamiento y conservación de semillas, ya que la industria semillera la relega a segundo término, ocasionando que las pérdidas durante esta área de la tecnología de semillas sean considerables, sin embargo hasta la fecha no existen datos y estudios confiables sobre las pérdidas de semilla y los factores principales que las ocasionan, el presente

estudio forma parte integral del diagnóstico general sobre tecnología de semillas que lleva a cabo el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), el cual tiene como objetivo fundamental:

- Identificar y analizar los principales factores que limitan el óptimo almacenamiento y conservación de semillas en regiones de clima seco del norte de México.
- Colaborar en la integración del marco de referencia de la investigación sobre tecnología de semillas.

A partir de lo anterior se plantea la siguiente hipótesis:

La identificación de los principales factores que limitan el almacenamiento podran ser obtenidos mediante la aplicación de encuestas a las plantas almacenadoras de semillas y una vez con la información analizada se podran proponer alternativas de solución en esta área de la tecnología de semillas.

REVISION DE LITERATURA

El presente estudio se respalda con una diversa revisión de bibliografía la cual se presentará en forma breve principiando por el almacenamiento y conservación de semillas, los factores físicos y fisiológicos que influyen en su calidad, seguida por los bióticos, como son: insectos, hongos, roedores, pájaros y el tratamiento químico de las semillas. En el tema de envases, se mencionan los diferentes envases utilizados en las semillas, tanto para materia prima y producto terminado, así como su posible respuesta a las condiciones de temperatura y humedad. En las infraestructuras de almacenamiento se mencionan los almacenes de materia prima y de producto final, tanto en ambiente normal y controlado, además, se citan los equipos de aireación y secado y el equipo auxiliar empleado para la conservación de semillas. Posteriormente el tema destinado al control de calidad, haciendo énfasis en el almacenamiento; finalmente se describen los diferentes tipos de climas existentes, para después hacerlo más específico al clima seco que se presenta en las diferentes regiones de México, concluyendo con la relación que existe entre el clima y el almacenamiento de semillas.

Almacenamiento y Conservación de Semillas

Generalmente la literatura menciona estos dos términos en forma conjunta, estando interrelacionados uno del otro; en esta sección se trata de explicar lo que significa cada uno. El almacenamiento se caracteriza por la práctica encaminada a depositar la semilla en un inmueble, donde la semilla va a ser almacenada por un período de tiempo, mientras que la conservación es la acción inmediata de cualquier manejo o condición que se le proporcione a la semilla desde el inicio de su almacenamiento en campo hasta que es sembrada nuevamente, para mantener sus atributos de calidad.

Multon y Sigaut (1982) indican que el almacenamiento y conservación del alimento ha existido desde tiempos prehistóricos hasta la fecha, solamente la forma y la manera de realizarlo ha evolucionado. Abdul-Baki y Anderson (1972) mencionan que el nivel máximo teórico de calidad de una semilla es aquél que se alcanza bajo el complejo de condiciones que resultan de la interacción más favorable entre la constitución genética de la semilla y el medio ambiente en que ésta es producida, cosechada, acondicionada y almacenada. Este máximo teórico se mantiene al aplicar condiciones apropiadas de almacenamiento. Taylor (1975) menciona que una forma de almacenar las semillas recién cosechadas es cuidar y/o controlar los factores que afectan su viabilidad, mientras que Lindbland y Druben (1981) reportan que el principal problema es el cómo conservar la semilla antes de que sean dañadas, ya que un almacenamiento inadecuado ocasionará que

algunas o la totalidad de las semillas no germinen al ser sembradas o tendrán un crecimiento desuniforme causando problemas al momento de la cosecha.

El objetivo de un adecuado almacenamiento de semillas es mantener la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria, desde que es cosechada hasta la siguiente siembra, con el fin de minimizar las pérdidas en su conservación; la viabilidad y el vigor sólo pueden mantenerse por un período determinado, más en ningún caso se mejorará durante el almacenamiento (Boyd y Orellana, 1978; Delouche, 1980b). Por lo tanto, Faeth (1978) observa que las precauciones que se deben de tomar en cuenta para prevenir y mantener la identidad de las semillas, son: limpiar las instalaciones antes de utilizarlas, identificar los lotes de semillas, no estibar sacos de semillas con cultivares diferentes, dividir el almacén en áreas pequeñas y numeradas para su identificación y localización, observar que los sacos estén en perfectas condiciones, prevenir la dispersión de semillas y llevar un registro del control de las existencias del almacén.

Los principales problemas del almacenamiento, según Delouche (1978), son: almacenar semilla de mala calidad, almacenar semilla secada inadecuadamente, guardar semilla por períodos largos, almacenar semilla de vida corta, e instalaciones inadecuadas, sin olvidar el aspecto humano, por lo que Gregg (1981) sugiere capacitar personal para la supervisión del manejo de la semilla en el almacenamiento, que en forma

general consiste en verificar que el edificio e instalaciones del almacén estén en perfectas condiciones, monitorear y llevar récords de las condiciones ambientales, verificar regularmente la germinación de la semilla y realizar rotaciones de semilla dentro del almacén.

La conservación de semillas es problemática, debido a que se conjugan una serie de factores que influyen significativamente en las pérdidas. / Ramírez (1984) reporta que los factores pueden ser físicos, químicos, mecánicos y biológicos, estando influenciados en su mayoría por la región ecológica, además, menciona que debe de emplearse siempre el método de limpieza del almacén como principio básico para la conservación de semillas, así como la necesidad de implementar procedimientos de control químico o físico. La limpieza incrementa la efectividad de cualquier combate en el almacén y ésta conjuntamente con la sanidad, deben tenerse siempre presentes para el mejor cuidado y conservación en todas las fases de operación. El personal necesario y el tiempo que se dedique al programa de limpieza está en función del tipo de almacén y el volumen de semilla que se maneje.

Boyd y Orellana (1978) consideran como regla general un ambiente fresco y seco para almacenar la semilla, el cual dependerá del tipo de semilla, el tiempo en que va a estar almacenada, la calidad inicial de la semilla y la calidad mínima aceptada. Delouche (1978) determinó que sólo de dos

formas se puede conseguir un correcto almacenamiento; una es la localización de una área que se caracterize por un clima favorable y la otra es modificar el ambiente que rodea a la semilla.

Delouche (1978) y Peske y Aguirre (1987) mencionan algunos preceptos que deben ser tomados en cuenta para realizar el almacenamiento y conservación de semillas, siendo estas:

1. El almacenamiento no mejora la calidad de la se milla.
2. El contenido de humedad y temperatura de la semilla son los dos factores más importantes que influyen en el almacenamiento.
3. La humedad de la semilla es función de la humedad relativa y en menor escala de la temperatura.
4. El contenido de humedad es más importante que la temperatura.
5. Por cada uno por ciento que se reduzca la humedad de la semilla se duplica el potencial de al macenamiento, válido en el rango de 4 a 14 por ciento.
6. Por cada 5.5 °C que se reduzca la temperatura ambiental del almacén la semilla duplica su almacenamiento, válido en el rango de 0-40 °C.
7. Las condiciones frías y secas son las mejores para la mayoría de las especies.
8. El potencial de almacenamiento es función de la

especie.

9. Las semillas dañadas, inmaduras y deterioradas no se conservan mejor que las semillas maduras, sanas y vigorosas.
10. Para un almacenamiento sellado es necesario que el contenido de humedad sea de dos a tres por ciento más bajo que en el almacenamiento abierto.

De acuerdo a Chung (1984) existen cinco métodos de almacenamiento:

- a. Almacenamiento a temperaturas ordinarias cuya característica es de que no existe control de temperatura y humedad, no previene el deterioro por alta temperatura. Es económico.
- b. Almacenamiento a baja temperatura y humedad. Donde la respiración disminuye y previene la pérdida de viabilidad, puede mantener los estándares de germinación por más de tres años.
- c. Almacenamiento en bolsas. Empleado para la semilla limpia, permite utilizar el espacio eficientemente, se hace fácil la administración y simplifica la carga y descarga.
- d. Almacenamiento a granel. Puede ser de dos tipos: uno es en plano, donde se utilizan almacenes de un solo piso y el otro es el vertical donde se usan los silos. En este almacenamiento se pueden contar con ventilación y sin ventilación.
- e. Almacenamiento hermético. El cual consiste de

un depósito sin intercambio de aire.

En base a la duración y clase de semilla, Boyd y Orellana (1978) señalan que hay tres clases de períodos de almacenamiento:

1. Período corto. Empleado para mantener la calidad de la semilla entre uno y nueve meses.
2. Período mediano. Para almacenar remanentes de semilla desde la cosecha hasta la siguiente siembra y comprende hasta los 18 meses.
3. Período largo. Se usa para mantener la semilla original que se requiera almacenar hasta los 10 años.

Para tener un almacenamiento seguro y uniforme, Harrington (1959) propuso como regla que la suma aritmética de la temperatura en grados Fahrenheit y el porcentaje de humedad relativa no deberán exceder las 100 unidades; Justice y Bass (1978) mencionan que esta suma puede ser hasta 120 siempre y cuando la temperatura no contribuya con más de la mitad; sin embargo, Delouche (1978) reporta que esta regla puede llevar a conclusiones erróneas, debido a su simplicidad.

Longevidad de Semillas

Según Harrington (1973), la longevidad de la semilla es una función de la humedad relativa y en menor proporción

de la temperatura, el estrés que presenta la semilla antes de la madurez fisiológica, así como la especie y el cultivar. Otros efectos son el envejecimiento a causa de la actividad respiratoria y un incremento en la permeabilidad de la membrana. Holman y Snitzler (1984) dicen que la longevidad puede ser corta o larga, dependiendo del tipo de semillas, microflora que se desarrolle durante el almacenamiento y por la interacción de la temperatura y humedad de la semilla. En períodos largos de almacenamiento se requerirá un almacén acondicionado donde la temperatura sea entre 4-10°C, dependiendo de la especie y región de que se trate, además, Moreno (1987b) reporta que en períodos largos de almacenamiento, el contenido de humedad de la semilla y temperaturas del almacén deberán ser más bajas que en períodos cortos.

El potencial de almacenamiento de cualquier semilla es influenciado por diferentes condiciones y características como son efectos genéticos (variación entre especie y variedades), efectos de precosecha, estructura y composición de la semilla, madurez, tamaño, latencia, contenido de humedad, daño mecánico, vigor y otros factores (Justice y Bass, 1978).

Efectos Genéticos

Las diferencias de longevidad entre especies y cultivares según Delouche et al. (1973) se deben a factores biológicos sobre los cuales los especialistas en semillas no tienen control; sin embargo deben ser tomados en cuenta para la

planeación del almacenamiento. Justice y Bass (1978) y Moreno (1987b) reportan que en términos generales, tienen mayor longevidad las semillas de cereales que las oleaginosas, además, existen diferencias entre especies y cultivares. La herencia de la longevidad no está limitada a la especie, por lo cual recomiendan la obtención de variedades resistentes a condiciones adversas de almacenamiento, sobre todo en zonas cálidas y húmedas.

Efectos de Precosecha.

Las semillas con alta viabilidad y vigor son mucho más resistentes a la humedad y temperaturas desfavorables, por lo cual se sugiere conocer el historial de la semilla que va a ser almacenada. Las condiciones climáticas durante el período de postmaduración tienen gran influencia en la calidad de la semilla. Frecuentemente la combinación de lluvias y altas temperaturas resulta en una rápida pérdida de viabilidad de las semillas en los cultivos sin cosechar, provocando problemas inmediatos y graves en el almacenamiento como el calentamiento y desarrollo de microorganismos que aceleran el proceso del deterioro (Delouche, 1980a; Copeland y McDonald, 1985). Otro de los factores que influye en la calidad de la semilla es la nutrición mineral, lo cual afecta la germinación, repercutiendo en la planta adulta para después reducir la longevidad de la semilla en el almacén (Moreno, 1987a).

Estructura de la Semilla

La morfología y arreglo de las estructuras esenciales de la semilla influyen en su longevidad. Las glumas presentan sustancias que inhiben el desarrollo de los hongos. Otras estructuras que ayudan o afectan la longevidad es el pericarpio en gramíneas y la testa en leguminosas (Moreno, 1978a).

Composición Química

Las semillas están compuestas principalmente por carbohidratos, lípidos y proteínas. La composición química es influenciada por el medio ambiente; sin embargo, semillas con alto contenido de aceite son difíciles de almacenar en comparación a las semillas almidonosas. Lugo (1987) reporta que las macromoléculas funcionales, componentes membranales y los procesos que sintetizan energía, sufren daño y la mayor parte es causado por las condiciones ambientales y el grado de hidratación. Por lo tanto, la pérdida de viabilidad está asociada a una disminución de la actividad de síntesis de proteínas y carbohidratos en las primeras horas de imbibición (Abdul-Baki, 1969).

Maduración de Semillas

Harrington (1972) reporta que la madurez de la semilla se alcanza cuando éstas presentan su máximo peso seco. Gregg (1981) indica que las semillas inmaduras, por lo

general son de tamaño pequeño, arrugadas, marchitas e incoloras y no se almacenan bien, además, Copeland y McDonald (1985) mencionan que el vigor de la semilla es resultado de un efecto indirecto de la madurez de la misma.

Tamaño de Semillas

Justice y Bass (1978) señalan que no hay suficientes estudios en relación al tamaño de semillas y la capacidad de almacenamiento, pero sí se han realizado estudios donde se demuestra la superioridad de la semilla grande y pesada sobre las pequeñas y ligeras en cuanto a su germinación y vigor con algunas excepciones.

Latencia de Semillas

La latencia es un fenómeno por el cual las semillas de una determinada especie, no germinan en un medio natural o artificial a pesar de que las condiciones ambientales sean favorables. Algunas semillas de varias especies son latentes a la cosecha; la latencia está presente en especies silvestres, además, en el cacahuate, cucurbitáceas, hortalizas, flores, frutales y semillas de malas hierbas. Existe un grupo de semillas que después de un período de almacenamiento en ambiente seco, llamado período de postcosecha, pierde la condición de latencia, este efecto depende mucho del período en que la semilla esté expuesta a esta condición; las especies cuya latencia puede ser rota por este tratamiento son la cebada, trigo, avena, arroz, Brásica y algunas variedades

de alfalfa. Otras investigaciones indican que la semilla de arroz al ser sometida a diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento encontraron que a 25°C y de nueve a 11 semanas, las semillas perdieron su latencia. En el caso de las semillas duras, usualmente está asociada con especies de la familia de leguminosas; sin embargo, no existe mucha información relacionada directamente con el almacenamiento de la semilla.

Humedad y Temperatura

Los dos factores más importantes que influyen en la pérdida de germinación son la humedad relativa, que regula el contenido de humedad de la semilla y la temperatura; entre más altas sean éstas, más rápidamente se deteriora la semilla. El agua se encuentra retenida en la semilla en tres formas diferentes: El agua libre retenida en los espacios intergranulares de la semilla; el agua adsorbida, que se encuentra asociada con la materia absorbente; y el agua de composición que es la que se encuentra unida químicamente y forma parte integral de las moléculas que constituyen los materiales de reserva de la semilla (Ramírez, 1984). Delouche (1980b) menciona que el contenido de humedad es crucial en términos de retención de la calidad de la semilla desde la cosecha hasta el mercadeo. Hayde (1969) observó que si se almacena semilla en silos en países tropicales con alta humedad relativa, ocasionará que la viabilidad de la semilla sea reducida rápidamente.

Lindbland y Druben (1981) indican que existen dos tipos de temperatura: una es la temperatura del aire y la otra es la de la semilla en el lugar del almacenamiento. Ellos recomiendan almacenar la semilla en áreas templadas. Sulzer (1984) señala que el calor es la causa principal de las pérdidas que ocurren durante el proceso del almacenamiento por la respiración de la semilla, proliferación de insectos, daños, sobrecalentamientos y la oxidación de semillas oleaginosas.

Daño Mecánico

Según Harrington (1959) la cantidad de daño mecánico en la semilla está relacionada con el contenido de humedad. Delouche (1972) y Helmer (1980) determinaron que los dos factores que contribuyen en la calidad de la semilla de soya son: el daño mecánico y el resultante deterioro del mismo; siendo su causa principal la frágil cubierta que no resiste la fuerza del impacto al cosecharla y acondicionarla, así como el manejo del almacenamiento a granel, causando resquebrajamientos en la cubierta de la semilla y el embrión.

Justice y Bass (1978) y Gregg (1981) reportan que el daño mecánico no sólo reduce la producción de plántulas normales, sino también decrece el potencial de almacenamiento de semillas dañadas que aparentemente podrían tener producción de plántulas normales previo al almacenamiento. El daño puede resultar en daño físico a la cubierta o fractura de partes esenciales de la semilla, siendo éstas susceptibles al

ataque de hongos y daños por tratamiento químico, reduciendo el potencial de almacenamiento.

Vigor

Harrington (1973) detectó que la nutrición mineral de la planta madre afecta el vigor de la semilla, las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono influyen en su longevidad en menor grado. Copeland y McDonald (1985) indican que los factores que influyen en el vigor de la semilla son: su constitución genética, el medio ambiente durante el desarrollo de la semilla en el campo y el ambiente del almacén, así como el tiempo de almacenamiento y el tipo de semilla.

Otros Factores

Gregg (1981) señala que existen otros factores que influyen en la longevidad de la semilla, como son: contenido de oxígeno, anhídrido carbónico, tipo de semilla, número y clase de fumigaciones, los efectos del tratamiento químico de la semilla y el ataque de roedores, insectos y hongos. Por lo anterior, Douglas (1977) sugiere conocer el historial de un lote de semillas, antes de un período concreto de almacenamiento, además, Menchaca y Murillo (1980) mencionan la necesidad de realizar un manejo correcto de la semilla, donde se incluya el tiempo de cosecha hasta el mercadeo, creando condiciones favorables para el mantenimiento de la semilla en condiciones sanas hasta que ésta sea utilizada.

Factores Bióticos

Una vez que la semilla ha sido cosechada, ésta sufre pérdidas en su calidad germinativa y sanitaria a causa de los factores físicos y bióticos que son favorecidos por la carencia de infraestructura adecuada para el almacenamiento y conservación. Christensen y Kaufman (1968) reportan que las principales causas de las pérdidas cuantitativas y cualitativas que sufren las semillas en los almacenes son por los insectos, ácaros, roedores, pájaros y hongos.

Insectos y Acaros

La mayoría de los insectos de semillas almacenadas pertenecen a las familias de las órdenes Lepidóptera y Coleóptera. En México existen unas 15 especies pero son más de 30 las que dañan las semillas almacenadas. La presencia de los insectos de almacén esta influenciada por la humedad y temperatura de la semilla, así como la acumulación de impurezas, causando éstos daños a la semilla y reduciendo su calidad. La actividad de los insectos causa un aumento de temperatura ocasionando pérdidas de materia por respiración y el calor desprendido, favoreciendo las condiciones de vida de los microorganismos (Lindbland y Druben, 1981; Sulzer, 1984 y Ramírez, 1984).

Christensen y Kaufman (1968) reportan que los insectos y ácaros afectan el desarrollo de los hongos de almacén

de dos formas; una, aumentando el contenido de humedad de la semilla y otra acarreando esporas de hongos en el exterior de su cuerpo y en sus heces, causando el daño a la se milla.

Thompson (1979) menciona que los ácaros tienen un óptimo de temperaturas, menor que los insectos y consecuentemente son más dañinos en las regiones templadas.

Ramírez (1984) sugiere que las semillas sean almace nadas limpias, secas y en frío, en almacenes limpios, libres de impurezas y residuos de semillas para evitar la infestación por insectos. Harrington y Douglas (1970) señalan que si las semillas son secadas a niveles óptimos de hu medad y puestas en recipientes sellados, los insectos de al macén no serán problemas. Sulzer (1984) reporta que si se disminuye la temperatura y humedad del almacén, se reduce la proliferación de insectos y se evita el deterioro de la calidad y viabilidad de la semilla, pero si la infestación es grave, Bowen y Kratky (1981) recomiendan la fumigación, que es efectiva sólo si la instalación es hermética.

Lindbland y Druben (1981) indican que existen dos ti pos de insecticidas recomendables para el control de plagas en el almacén; uno es el compuesto químico de contacto el cual esta disponible bajo las formas de polvo, polvos

humectables y concentraciones emulsionables, mientras que el otro son los gases fumigantes, que pueden ser del tipo sólido o líquido. Sin embargo Sulzer (sin fecha) observó que los tratamientos químicos y los fumigantes sólo eliminan los insectos vivos pero no a los huevecillos.

Hongos

Los hongos se dividen en dos grupos, basados en el momento en que invaden a las semillas y son; hongos de campo y hongos de almacén. Christensen y Kaufman (1968) reportan que los hongos de almacén comprenden cerca de una docena de especies de Aspergillus, algunas de Penicillium, una especie de Sporendonema y algunas especies de levaduras. - Christensen y Sauer (1982) determinaron que la especie de hongos que provoca mayor deterioro a las semillas es el A. glaucus debido a que este puede iniciar su desarrollo a contenidos de humedad de 12.5 a 13.0 por ciento en oleaginosas y de 14.0 a 15.0 por ciento en semillas ricas en almidón.

Los principales daños causados por hongos que se desarrollan en las semillas almacenadas son: reducción en el poder germinativo, ennegrecimiento total o parcial de las semillas (generalmente embriones), calentamiento, diversos cambios bioquímicos, producción de toxinas y pérdivas de peso. Sin embargo, las pérdivas en semillas no son comunes, ya que generalmente se les da un cuidado especial en comparáción a los granos. La contaminación de hongos en diversas

clases de semillas es más alta en regiones donde se cosechan con clima húmedo y más baja en regiones de clima seco; también es más alta en semillas de cereales, las cuales están relativamente más expuestas al aire que las que se forman en vainas como el frijol y la soya. Los hongos no son la única causa de la muerte de la semilla bajo condiciones de alta temperatura y humedad, sino que también están asociadas con semilla de mala calidad (Ellis, 1978; Barley, 1982 y Christensen y Sauer, 1982).

Para prevenir el desarrollo de hongos en el almacén, se deben controlar las condiciones ambientales en los silos o bodegas. Harrington y Douglas (1970) y Douglas (1977) recomiendan almacenar semilla por debajo del 13 por ciento de contenido de humedad y humedades relativas inferiores del 65 por ciento para prevenir el daño por estos hongos. En el caso de sustancias químicas no se han tenido resultados satisfactorios para el control de los hongos de almacén, además, su uso es limitado. Entre los inhibidores de hongos más utilizados se encuentran el ácido propiónico, acético y fórmico; el inconveniente de estos es de que son altamente corrosivos y dañan silos metálicos, tienen olores desagradables y disminuyen el poder germinativo de la semilla.

Roedores

Los roedores constituyen un problema en la semilla almacenada, ya que están sujetas a ser consumidas y contaminadas

por sellos. Según Ituarte (1987), los roedores en México, han logrado situarse como la segunda causa de daño en granos almacenados; en el caso de semillas se menciona que los daños ocasionados por los roedores son difíciles de evaluar, porque las estimaciones de las pérdidas tienen que tener en cuenta no sólo las pérdidas producidas por ellas, sino también las ocasionadas por el contenido de humedad y el ataque de insectos y hongos. Ramírez (1984) reporta que los roedores destruyen el producto en cantidades diez veces mayores que las que realmente pueden consumir como alimento. Los tipos de daños que ocasionan son; la alimentación directa y la contaminación de la semilla. Lindbland y Druben (1981) observaron que la característica principal de los roedores y que los hace ser destructores es que estos tienen que estar royendo algo constantemente, ya que sus dientes crecen de 10 a 12 cm por año. Únicamente tres especies de roedores se presentan en los procesos de almacenamiento y son dos ratas y un ratón; la rata noruega (Rattus norvegicus), rata de los tejados (Rattus ratus) y el ratón casero (Mus musculus).

Harrington y Douglas (1970) reportan que el daño de roedores se previene con la construcción y manejo apropiado del almacén. El éxito de un programa de control y la efectividad en el combate, es tener el conocimiento que se tenga de la biología y hábitos de éstos roedores, para poder utilizar eficientemente los métodos de control. Peske y Aguirre (1987) mencionan que es difícil eliminar a los roedores, sin

embargo se puede reducir la población dificultándoles la disponibilidad del agua y alimento, eliminar madrigueras, mantener cerradas las puertas y aberturas, tener predadores naturales en la unidad y tener en buen estado las instalaciones. Para combatirlos directamente se utilizan trampas, cebos tóxicos, repelentes y choques eléctricos.

Pájaros

Las aves al instalarse en los almacenes constituyen una plaga por su rápida multiplicación, el problema que ocasionan a la semilla almacenada es por medio del consumo directo y la contaminación por la basura de sus nidos y excrementos que dejan en las estibas y en las partes superiores de los graneles.

La forma de controlar a los pájaros, es no dejarlos establecer, tapando ventanas con tela de alambre y aplicando insecticidas en los lugares donde sea necesario. Las buenas prácticas de almacenamiento tienden a mantener condiciones favorables en las semillas preservando su calidad comercial al más alto nivel posible, lo cual básicamente significa la eliminación del daño causado por insectos, ácaros, hongos, roedores y pájaros (Christiansen y Kaufman, 1968).

Tratamiento de Semillas

Según Neergard (1979) el tratamiento de semillas puede ser físico y químico y la elección estará en función del tipo de semilla, estructura de la misma y el equipo disponible, en la actualidad el tratamiento químico es el más usado. Copeländ y McDonald (1985) señalan que el tratamiento químico beneficia a la semilla en las siguientes formas: desinfecta a la semilla de enfermedades transmisibles por ellas; protege a la semilla contra organismos del suelo, incluyendo insectos que se presentan antes y durante la germinación y el establecimiento de la plántula; algunos tienen propiedades sistémicas contra infecciones de enfermedades e insectos.

Ramírez (1984) considera que los materiales protectores de semilla son sustancias empleadas para la prevención del daño causado por insectos y hongos durante el período de almacenamiento. Generalmente se emplean insecticidas clorados, fosfatados orgánicos, carbamatos, fumigantes o combinaciones de ellos. El compuesto más usado son los heterocíclicos nitrogenados, siendo el más sobresaliente el captan.

Alvarado (1982) reporta que el tratamiento químico a la semilla almacenada no deberá dañar el poder germinativo y en caso de daño, éste no debe ser mayor del cinco por ciento. Harrington (1959) concluyó que los fungicidas a base de mercurio e insecticidas inorgánicos a base de fosfatos -

son dañinos para semillas en envases sellados. Neergard (1979) menciona que tratar químicamente a la semilla que va a ser almacenada beneficia a ésta y las dosis utilizadas pueden ser favorables o desfavorables. La condición de las semillas influyen grandemente en su susceptibilidad a materiales tóxicos. La reacción de las semillas a los materiales químicos en el almacén son influenciados por la temperatura y humedad. Gregg (1981) menciona que algunos tratamientos que son seguros para algunas semillas pueden ser perjudiciales para otras, así como el excesivo tratamiento, también produce efectos nocivos en la semilla almacenada.

Envases

El envase se define, como el medio de asegurar la entrega en buen estado de un producto al consumidor al mínimo costo total (Warham, 1986). Facio y Dávila (sin fecha) indican que el envasado de semillas juega un papel importante en la conservación de la semilla, cubriendo uno de los requisitos necesarios para mantener la calidad. La función principal del envase es proteger la semilla de las condiciones ambientales, daños mecánicos y físicos durante su manejo, almacenamiento, distribución y presentación del producto, además consideran que la selección del envase para la protección climática dependiera de la sensibilidad de la semilla a las condiciones ambientales adversas y la duración del almacenamiento.

Harrington (1959) menciona que existen tres tipos - de envases de acuerdo a la penetración de la humedad: comple^utamente poroso (algodón y papel), resistente a la humedad - (polietileno y asfalto) y a prueba de la humedad (hojalata, aluminio y papel laminado). Los envases que se utilizan para envasar semilla procesada están hechos de yute, algodón, papel, plástico, metal y diferentes combinaciones. La protección del envase dependerá de los riesgos a que se sometan siendo estos mecánicos, biológicos y climáticos. Facio (1983) reporta que el envase puede ser de diferentes tipos y tamaños dependiendo de la especie de semilla, el grado de resistencia y la protección del producto que se desee. - Harrington y Douglas (1970) y Douglas (1977) señalan que - ningún envase es satisfactorio para todos los tamaños, condiciones y objetivos deseados. Los diferentes tipos de enva^use deberán ser evaluados teniendo en consideración sus ventajas, desventajas y costos. Los factores a considerar para determinar la clase de recipientes a usar son: la cantidad de semilla a envasar, protección deseada, costo de embalaje, valor de la semilla y las condiciones de temperatura y hume^udad.

Peske y Aguirre (1987) reportan que una vez que la semilla está seca, limpia y algunas veces clasificada y tra^utada se almacena la semilla envasada colocándola en estibas; el estibado se debe de realizar obedeciendo las normas para facilitar el muestreo, tránsito, aireación y fumigación.

Instalaciones de Almacenamiento

Una de las formas de controlar los factores ambientales y propios de la semilla y que inciden en una buena conservación, es mediante un buen almacén, por lo cual Buckingham (1978) comenta que no existe una clase de estructura que sea apta para todas las compañías y lugares. Las estructuras pueden ser de madera, acero, concreto, mampostería y de otros materiales, cada una puede ofrecer ventajas de precio, disponibilidad y duración. Por lo tanto al elegir el tipo de instalación del almacén se deben de considerar la cantidad de semilla a guardar, la temperatura y humedad relativa de la zona, clase de envase, tiempo de almacenamiento y los factores económicos de construcción y la posible conservación de la semilla mediante instalaciones adecuadas. La inversión en éstas es relativamente menor si se le compara con el valor de la semilla que puede perderse si no se almacena adecuadamente (Douglas, 1977).

La planificación de las condiciones adecuadas de almacenamiento, requiere de un conocimiento del proceso fisiológico de las semillas relacionado con su deterioro y su dependencia a las condiciones ambientales en que se encuentra, por lo cual, es necesario hacer un análisis cuidadoso de los aspectos climáticos de la región y de las necesidades específicas de almacenamiento, considerando las características genéticas de la especie a manejar (Boyd y Orellana, 1978).

Tipo de Instalaciones

Dentro de los diferentes tipos de instalaciones de almacenamiento se encuentran los silos, celdas secadoras, bodegas planas, almacenamiento provisional o fuera de bodega y el almacén con ambiente controlado que puede ser bajo sistemas de aire acondicionado o refrigeración.

Los silos son los más utilizados para el almacenamiento de semillas como materia prima por largos períodos de tiempo, estos pueden ser verticales y dedicados exclusivamente para almacenar semillas a granel. Las capacidades oscilan desde los 80 a 200 toneladas, cuentan con sistemas mecánicos de carga y descarga, son de acero y como desventaja es cuando se presentan diferencias de temperatura entre la semilla y el ambiente, posibilitando algunas condensaciones de agua en sus paredes, así lo confirma Sulzer (1984) quien reporta que la capacidad de transferencia de calor de la semilla es muy baja comparada a la del acero - siendo esta última 280 veces mayor.

Las celdas secadoras son una especie de silo rectangular de mampostería generalmente adaptadas con parrilla de madera y lámina perforada o tela de alambre que se colocan inclinadas de pared a pared. Son usadas para secar semillas de maíz en mazorca, algunas veces, cuando no se emplean para secar, son acopladas para almacenar semillas, su capacidad es variable.

El almacenamiento provisional o fuera de bodega, es empleado en algunas ocasiones por la necesidad de aumento en el volúmen de semilla como materia prima, ya sea encostalado o a granel, para el efecto se utilizan lonas ahuladas para cubrirlas, evitando así posibles filtraciones de agua o humedades relativas existentes. Este sistema es -- poco recomendable para semillas por ser una improvisación.

Delouche y Potts (1971) indican que el almacenamiento acondicionado se utiliza cuando se requiere mantener la semilla por períodos largos de almacenamiento o bien no se tienen las condiciones naturales apropiadas de temperatura y humedad relativa. El almacenamiento acondicionado tiene como objetivo, evitar la migración de humedad de una área de alta presión hacia una de baja presión. Boyd y Orellana (1978) -- mencionan que este sistema es usado cuando se requieran --- temperaturas de 65F y entre 55 y 65 por ciento de humedad relativa. Cuando se requieren temperaturas más bajas se usan sistemas de refrigeración de alta capacidad. Holman y Snitzler (1984) concluyen que el almacén deberá ser aislado, cuando menos con tres o cuatro pulgadas de material aislante y que tenga una conductividad igual a la del corcho. Sin embargo, Bowen y Kratky (1985) reportan que la mayoría de las semillas se almacenan por lo general de 3 a 10 meses, por lo cual, consideran que no son necesarios los controles climáticos costosos, excepto en regiones con alta temperatura y humedad relativa.

Para almacenar semilla a mediano plazo (cinco años) es necesario mantener un ambiente que tenga 20°C y 50 por ciento de humedad relativa, para conseguirlo utilizan enfriadores de aire por compresión mecánica y pueden ser del tipo de oficina de 5kw o de 1.5 ton. de refrigeración. La humedad dentro del cuarto se puede remover con un deshumidificador, ya sea del tipo refrigerador o Sílica Gel (Peske y Aguirre, 1987).

Sulzer (sin fecha) señala que la refrigeración puede reemplazar enteramente a el secado, sólo cuando el contenido de humedad sea bajo. Douglas (1977) observa que la refrigeración no es práctica ni necesaria para almacenar semilla a granel que se ha de conservar de una temporada a otra, sin embargo si tiene importancia en semillas que se requiera conservarlas por mayor tiempo o para semilla especial, sea esta original o básica.

Sulzer (1984) menciona que la refrigeración tiene ventajas como:

1. Preserva la semilla a una temperatura fría y los insectos se vuelven inactivos y no proliferan.
2. Enfriada una vez la semilla, ésta permanece fría por largos períodos.
3. Restringe la respiración y no se producen condensaciones en el silo.
4. No se reduce la germinación de la semilla por -

efecto de la condensación de agua en el silo.

5. Inhiben el desarrollo de microorganismos.
6. No requieren aparatos especiales para la medición de la temperatura y humedad.

La forma más fácil de controlar el ambiente interior del almacén según Bowen y Kratky (1985) es colocar un cielo raso debajo del techo con material aislante, así como pintar el exterior de blanco o color aluminio. Douglas (1977) considera que los materiales aislantes para el almacén deben ser de lana de vidrio, planchas de corcho aglomerado, poliestireno esponjoso, tableros de fibra, polieuretano o icor. Para los depósitos de almacenamiento que se han de conservar a una temperatura inferior de 10°C, normalmente es suficiente un espesor de 2.5 a 5.0 cm. Se considera además la necesidad de proteger el cuarto de aves y roedores, así como llevar un registro de temperaturas y humedades dentro del almacén.

Aireación

Boyd et al (1977) reportan que la semilla deberá se carse tan pronto se reciba, si no es posible, deberá colocar se la semilla en un depósito para airearse hasta que pueda comenzar el secado. Monroy y Moreno (1977) señalan que la aireación es un medio de remover calor, humedad, dióxido de carbono y olores objetables de la semilla. Peske y Aguirre (1987) concluyen que la aireación se utiliza con semilla

almacenada a granel para disminuir y/o uniformizar la temperatura y evitar la condensación de agua en la masa de semillas. Para realizarla se necesita un flujo de aire alrededor de $0.1 \text{ m}^3/\text{min}/\text{ton}$. Ramírez (1984) determina que la aireación no es un sustituto del secado, porque no elimina más allá del 1 ó 2 por ciento de humedad de la semilla.

Buckingham (1978) considera que la aireación es hacer pasar aire natural a través de la masa de semillas para mantenerla fría, esto reduce el desarrollo de insectos y hongos, así como el deterioro fisiológico de la semilla. Las ventajas de la aireación sobre el secado según Jamieson y Jobber (1974) radica en el hecho de que el calor que se necesita para la evaporación del agua se deriva de la propia semilla en lugar de que se obtenga de una fuente exterior de calor y ésto surte un efecto de secado considerable.

Para planear un sistema de aireación según Navarro (sin fecha) se deben de considerar los siguientes elementos básicos:

- a. La resistencia de las semillas al flujo de aire. Donde el tamaño, forma, profundidad, compactación e impurezas de la semilla influyen en la resistencia.
- b. Distribución del aire. Estudiar el diseño del proceso de aireación de acuerdo a las necesidades y el tipo de infraestructura que se poseen.
- c. Conocer la posición y espaciamiento de los duc-

tos de aireación, los cuales están en función - del tamaño y geometría de la semilla almacenada.

Jamieson y Jobber (1974) indican que la aireación - es la contraparte de la ventilación. La aireación emplea - una estructura de almacenamiento diseñada, en la cual se inyecta aire por entre las semillas a una velocidad moderada. La ventilación tiene como finalidad, asegurar que se manten ga al mínimo las fluctuaciones de temperatura dentro del almacén y que no se produzcan condiciones de alta humedad re- lativa. Bowen y Kratky (1985) reportan que los ventiladores empleados en la aireación evitan la acumulación de humedad no deseada, además controlan la temperatura, los ventilado- res que se requieren para la aireación son de más de un ca- ballo de potencia (1.0 H.P.).

Secado

Dávila (1982) considera al secado, como el proceso por el cual la humedad de la semilla es removida hasta al- canzar un contenido de humedad. El secado es un proceso de vaporización donde el aire cumple dos funciones, proporcio- na el calor necesario para evaporar la humedad y sirve para sacar la humedad fuera de la masa de semillas. El objetivo fundamental del secado según Ramírez (1984) es disminuir el contenido de humedad de la semilla hasta dejarla en un lími- te conveniente para garantizar su conservación. El secado es una operación utilizada para aumentar el potencial de

almacenamiento. Peske y Aguirre (1987) sugieren que el operador del secado debe de conocer las características de las semillas, el método de secado y el tipo de secador. Para realizarlo es importante conocer, el punto de equilibrio higroscópico, el grado de susceptibilidad al daño mecánico por temperatura, fecha de cosecha y su coincidencia con el período de lluvias.

El secado se realiza de dos formas; el secado natural y artificial. Bowen y Kratky (1985) mencionan que el secado natural es efectivo cuando la temperatura no pasa los niveles indicados y la humedad relativa es baja. Mientras que el secado artificial, es el más confiable y eficaz para remover el exceso de humedad de las semillas. Se consideran tres sistemas de secado artificial: secado estacionario, secado continuo y secado intermitente. La elección del sistema será influenciado por la necesidad de mantener individualizados cada lote, el volumen del mismo, la duración de la temperatura de secado y los métodos de manejo. La operación de secado puede causar daño a la semilla por altas temperaturas, sobresecado, secado muy rápido o muy lento, daño mecánico y mezclas varietales. Los daños causados a la semilla durante el secado no se manifiestan de inmediato sino de dos a tres meses después. Rangifo y Pfof (1976) concluyeron en su trabajo que el secado artificial causa más daños en semillas de cereal que el tiempo de almacenamiento.

Equipo Auxiliar

Buckingham (1978) considera que una planeación cuidadosa de las instalaciones de almacenamiento reduce el número de transportadores, unidades impulsoras y equipos especialmente adaptados que pueden ser difíciles de reemplazar. La clave para un sistema eficiente de manejo y almacenamiento, es la habilidad con la que se planea, construye y se hace funcionar. En la recepción, Facio y Dávila (sin fecha) reportan que es necesario contar con una tolva de recepción suficientemente grande para descargar un camión sobre la plataforma de descarga y un elevador conectado a la tolva para el movimiento de la semilla.

Los transportadores de banda se emplean para transportar semilla a granel o en sacos y funcionan en dirección horizontal o inclinada; funcionan suave y silenciosamente. Los transportadores portátiles de banda, con elevadores de plataforma se emplean en almacenes para estibar semilla envasada. También se emplean transportadores de tornillo sin fin que son baratos, pero las secciones longitudinales están limitadas, la principal desventaja de estas, es la tendencia a romper la semilla en caso de alta velocidad. Las tarimas forman la base natural para el transporte de semillas por medio de un montacargas. La tarima de doble cara de 4 x 4 pies es ampliamente usada debido a su costo bajo, peso ligero y duración. El montacargas industrial se usa con horquilla para manejar semilla envasada en almacenes que tienen -

pisos y columnas adecuadas (Holman y Snitzler, 1984).

Control de Calidad

Según Feistritz y Kelly (1979) el control de calidad, consiste en un sistema y un procedimiento encaminado a lograr normas dadas de calidad, un sistema de mantenimiento y un método para la determinación de los problemas de calidad así como las alternativas de solución. El control de calidad de la semilla empieza con la selección de la misma con fines de multiplicación, pasando por la producción, cosecha, secado, beneficio, almacenamiento y distribución, terminando con la obtención de resultados satisfactorios en el campo.

Los objetivos del control de calidad y sus funciones, según Anuita (1985) son: establecer normas de calidad para la comercialización de semillas, establecer normas y procedimientos para asegurar el logro de las actividades, detectar los problemas que afectan el cumplimiento de las normas pre establecidas y supervisar los laboratorios de análisis de semillas. Durante el almacenamiento de materia prima se deben de dar los cuidados necesarios a la semilla, ésto se hace para esperar el turno del acondicionamiento y esperar los resultados de las pruebas de verificación genética (grow-out); mientras que la finalidad del almacenamiento en el producto terminado es mantener la viabilidad y calidad de la semilla hasta la etapa de comercialización.

Durante el almacenamiento normal se recomienda tomar en cuenta la humedad de la semilla, verificándola cada dos meses y obligatoriamente en su salida, verificar su germinación cada dos meses para controlar la calidad fisiológica, éste período puede ser más largo en almacenes fríos y secos, también se llevará un registro minucioso de los lotes de semillas que entran y salen (Peske y Aguirre, 1987).

Las inspecciones y muestreos para la detección de plagas, deberán ser cuando menos una o dos veces por mes y las medidas de acondicionamiento, fumigación o tratamientos con plaguicidas deben de realizarse tan frecuentes como sean necesarias. La frecuencia de muestreo dependerá del clima, condición inicial de la semilla y período de almacenamiento (Ramírez, 1984 y Moreno, 1987b). Anuita (1985) reporta que un adecuado control de calidad favorece la planificación y control de la producción y por ende mantiene la calidad del producto disminuyendo los riesgos y costos.

Clima

El clima se puede estudiar desde el punto de vista geográfico y su influencia en la agricultura, flora y fauna. El clima es influenciado por las masas de aire, dirección y velocidad de los vientos, así como su comportamiento estacional que variara de año a año. Los factores y elementos del clima son: la latitud geográfica, altitud, temperatura, humedad, velocidad del aire y otros de menor importancia -

(Papadakis, 1980 y Miller, 1982).

Koppen (1948) define al clima como el estado medio y proceso ordinario del tiempo de un lugar determinado, ya que el tiempo cambia, pero el clima se mantiene constante, así mismo considera una segunda definición del clima:

"La suma total de las condiciones atmosféricas que hacen un lugar de la superficie terrestre más o menos habitables para los seres humanos, animales y plantas".

Jamieson y Jobber (1974) mencionan que se han realizado muchos intentos para clasificar los climas en cierto número de tipos, generalmente a base de observaciones de temperatura y humedad. Papadakis (1980) reporta que casi todas las clasificaciones sistemáticas de los climas las dividen según sus características hídricas y térmicas y la fórmula correspondiente indican las dos clasificaciones. Miller (1982) menciona que una clasificación satisfactoria de los climas es que por principio general ésta debe reflejar la variación de la vegetación debida al clima, por lo tanto, las regiones climáticas deben coincidir tanto como sea posible con las regiones basadas en la vegetación. La clasificación más empleada en la actualidad, es la creada por Koppen con el fin de definir las regiones de vegetación en base a fórmulas, en terminos de valores de temperatura y precipitación. García (1981) describe cinco grupos de climas y sus divisiones correspondientes, constituyendo once

tipos de climas:

- A. Una zona tropical lluviosa, sin invierno.
- B. Dos zonas secas incompletas.
- C. Dos zonas templadas, sin una capa de nieve regular.
- D. Una zona boreal de nieve y bosque con verano e invierno, ambas zonas se presentan en forma marcada.
- E. Dos zonas polares con clima de nieve y fuera del límite de la vegetación arbórea.

Las zonas de México están representados por los grupos de climas A, B y C; los climas D no existen en un país tropical como el de México y los climas E se encuentran sólo en áreas muy reducidas. A continuación se describen estos grupos de climas según García (1981).

Climas A. (Tropicales lluviosos, con temperatura media del mes más frío mayor de 18° C), se extienden a lo largo de la vertiente mexicana de ambos mares. En el pacífico desde el paralelo 24 norte hacia el sur y abarcan desde el nivel del mar hasta unos 800 a 1000 msnm. Por el lado del Golfo de México comprenden desde el paralelo 23 norte hacia el sur a lo largo de la llanura costera y de la base de los declives correspondientes de la Sierra Madre Oriental y las montañas del norte de Chiapas.

Climas B. (Secos), estos climas existen en la región septentrional, son amplias regiones con climas áridos (BW) se localizan en la parte norte de la Altiplanicie Mexicana a altitudes menores de 1500 msnm, así como en la porción de la llanura costera del pacífico situada al norte del paralelo 25 norte y en las zonas litorales de la península de Baja California. Los climas esteparios (BS) se encuentran bordeando a los BW en la parte norte de la altiplanicie y en los declives de la Sierra Madre Occidental que se elevan de la llanura costera del pacífico al norte del paralelo 23 norte y en la porción central y noroeste de la península de Baja California, además se extienden en las zonas interiores del centro y sur del país que se encuentran menos expuestas a la influencia de los vientos húmedos del mar. En estos climas existen dos grupos de escasez de lluvias, los climas desérticos (BW), casi sin lluvias y los climas esteparios (BS), donde la temporada húmeda es corta y permite el desarrollo de una vegetación que en su estado natural produce el sustento de rebaños herbívoros.

En este grupo se realizaron ciertas modificaciones, los cuales son : En los climas de estepa (BS), la vegetación no corresponde a la dominante en los climas BS de México, donde ordinariamente no hay estepas, sino que la vegetación consiste en asociaciones muy diferentes de cactáceas, matorrales espinosos o inermes, etc., mientras que los climas desérticos (BW) lo denominan como climas muy áridos o muy secos, porque los verdaderos desiertos son lugares deshabitados

y pueden no corresponder precisamente a las zonas áridas, sino que pueden existir en otros climas.

Climas C. (Templados lluviosos, con temperatura media del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente mayor de 10°C), estas zonas se localizan en las montañas o llanuras de altitud superior a 800 ó 1000 msnm en lugares donde la temperatura media de un mes, por lo menos, desciende por abajo de 18°C .

Climas E. (Fríos con temperatura media del mes más caliente menor de 10°C), estos climas se encuentran en áreas muy reducidas correspondientes a las partes más altas de las grandes montañas del centro del país, donde la temperatura media del mes más caliente, desciende por abajo de los 10°C .

El Clima y su Relación con el Almacenamiento

La humedad y temperatura son los dos elementos del clima de mayor importancia en el manejo de la semilla. Esto influye en la conservación de la semilla ya que favorece el desarrollo de insectos y hongos que la deterioran, así como sus efectos en los procesos fisiológicos, de las que dependen en gran medida la pérdida de vigor y viabilidad. La temperatura del aire es una medida fundamental e indirecta de la humedad atmosférica, además de la relevancia que tiene en la conservación (Barradas, 1987).

Jamieson y Jobber (1974) reportan que hasta la fecha no existe ninguna clasificación climática satisfactoria para las necesidades específicas del almacenamiento y conservación de semillas. El técnico almacenista está más interesado en la presencia y efectos de la temperatura y humedad relativa del aire, los cuales están relacionados a las condiciones climáticas exteriores. Algunos lugares ofrecen condiciones naturales de almacenamiento de semillas y otros necesitan de almacenes especiales, también mencionan que desde el punto de vista del almacenamiento, un clima fresco y seco es ideal, reduciendo la actividad biológica de la semilla y de insectos. Sin embargo, Harrington (1959) indica que aún en regiones secas hay que tener cuidado, ya que pueden presentar períodos de alta humedad durante los meses de lluvias, ocasionando una rápida reducción de la germinación y vigor de la semilla sensibles en bodegas abiertas.

La naturaleza de las condiciones de almacenamiento y el clima en el momento de la recolección determinarán la necesidad de secar la semilla y si es preciso o no que el almacén cuente con deshumidificación y refrigeración. Para el almacenamiento a granel a corto plazo, la semilla puede lograr la protección suficiente si utiliza materiales aislantes, paredes a prueba de evaporación y transpiración y una prudente ventilación. Los envases pueden resultar afectados también por estos factores (Douglas, 1977).

El microclima dentro de un almacén, es el principal factor que afecta el deterioro de la semilla. Según Barradas (1987) este microclima es el resultado de las interacciones del interior del almacén y de las condiciones climáticas .- externas. Por lo anterior Lindbland y Druben (1981) recomiedan que es necesario saber que un buen almacenista requiere de una planificación tanto para escoger un buen lugar, realizar un manejo y limpieza adecuado de la semilla y el almacén, el cual Ramayo (1983) menciona que estara en función - del cultivo que se va a almacenar, el clima y las condicioes socioeconómicas.

Brooks (1950) sugiere una medida que se conoce como índice de deterioro en el almacén y sirve para medir el deterioro de la semilla por causa de la temperatura y humedad relativa del aire. El índice de deterioro, es la expresión númerica de la temperatura y humedad relativa del aire de - tal modo que indica la tendencia del aire a originar en las semillas altas humedades relativas de equilibrio por encima del 65 por ciento asociadas a las temperaturas. Sin embargo Jamieson y Jobber (1974) indican que este índice no hay que tomarlo como una guía cuantitativa exacta de la incidencia de formas particulares de deterioro que son resultado de - las actividades biológicas, pero si se le puede ver como - una guía cualitativa util.

MATERIALES Y METODOS

Localización y Descripción del Area de Estudio

Las localidades seleccionadas para el presente estudio fueron identificadas en base a la información existente en las cartas y normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional; García (1981) y Mendoza (1985), quienes reportan las regiones que presentan condiciones de clima seco. Para la determinación del clima, éstas se basan en la clasificación climática desarrollada por Koppen, la cual contempla la presencia de temperatura, precipitación pluvial y vegetación que predomina en la región; cabe aclarar que en la selección de las localidades no se considera la humedad relativa del ambiente, factor principal que influye en la conservación de la semilla durante su almacenamiento.

Es importante mencionar la existencia de localidades que cumplen satisfactoriamente las características de clima seco; sin embargo, no cuentan con plantas de almacenamiento de semillas y si las tienen, éstas se encuentran muy distantes del área de influencia del presente estudio y presentan un número reducido de plantas (Cd. Constitución, B.C.S., y el norte de Sonora y Chihuahua), motivo por el cual no se cubrieron debido a factores económicos; por lo anterior,

sólo se consideran las localidades más importantes, como son: Río Bravo, Tamps.; Torreón y Saltillo, Coah.; Delicias, Chih.; Celaya, Gto., y Los Mochis, Sin.. A continuación se describen cada una de ellas.

Río Bravo, Tamps.

Su área agroecológica se localiza a los 25°59' de latitud norte, 98°06' longitud oeste y su altura es de 30 msnm. Su clima es [BS₁(h')hx'(e')] semiseco, cálido con invierno - no fresco, lluvias escasas todo el año y muy extremoso; su temperatura media anual es de 23°C y su precipitación total anual media es de 517 mm.

Saltillo, Coah.

Se localiza a los 25°25' latitud norte, 101° longitud oeste; su altura es de 1588 msnm. Su clima es [BSok'x'(e)] seco, templado, con verano cálido, con lluvias escasas todo el año y su precipitación invernal es superior al 18 por ciento de su total; su temperatura media anual es de 17.8°C, siendo los meses más altos los de mayo, junio, julio y agosto; la precipitación total anual media es de 369 mm, las lluvias más abundantes se presentan en verano. Puede haber rocío durante todo el año, pero la mayor cantidad se presenta en verano y otoño, y la mínima en invierno. Su humedad relativa no es muy alta, la máxima que se puede dar

es del 72 por ciento y la media anual es de 62 .

Torreón, Coah.

La región comprende entre los 25°33' latitud norte 103°26' longitud oeste y su altitud es de 1137 msnm. Su clima es [BW(h')hw(e')] muy seco, cálido, muy extremoso, con lluvias de verano, precipitación invernal entre el 5 y 20 por ciento del total anual, la temperatura media anual es 22.3 C. La precipitación total anual es de 144mm. Los meses más lluviosos son de Junio a Septiembre, en los meses restantes, la precipitación pluvial es muy escasa, siendo Marzo el mes más bajo y Agosto con la más alta. El rocío es muy raro, por lo que, se puede desechar la posibilidad que ocurra.

Delicias, Chih.

Su área se localiza entre los 27°22' latitud norte 103°17' longitud oeste y su altitud media es de 1165 msnm. El clima es [BWhw(e')] muy seco, semicálido, muy extremoso con lluvias de verano y escasa precipitación pluvial en invierno. Las temperaturas van de -5°C a 10°C. La precipitación media anual, en 19 años de observación es de 290 mm. de los cuales el 85 por ciento ocurre de Junio a Octubre. La mayor humedad relativa se registra de Julio a Octubre con un porcentaje del orden de 55, 60, 62 y 65

respectivamente y una media anual del 57 por ciento.

Celaya, Gto.

Su área de influencia se encuentra entre los 20°31' latitud norte, 100°49' longitud oeste y su altitud media es de 1752 msnm. El clima es [BS₁hw(w)(e')g] semiseco, semicálido, con invierno fresco, muy extremoso, el mes más caliente se presenta en marzo, con lluvias de verano y baja precipitación invernal. Su temperatura media anual es de 19.4°C. Su precipitación total anual media es de 557 mm, las lluvias principian en mayo y se intensifican en junio, la máxima ocurre en julio y decrece hasta terminar octubre, el resto del tiempo ocurren lluvias pero no son muy abundantes. Todo el año hay rocío y es equitativa durante los 12 meses.

Los Mochis, Sin.

Se localiza entre los 25°47' latitud norte, 109°0' longitud oeste y su altitud es de 10 msnm. Su clima es [BW(h')w(e')] muy seco, cálido, extremoso con lluvias en verano. Su temperatura media anual es de 25.1°C, siendo los meses más cálidos de junio a septiembre y el mes más frío es enero, con 18°C. La precipitación total anual media es de 321 mm, siendo los meses con mayor precipitación de julio a octubre.

Población Participante

Para cumplir con el objetivo planteado para el presente trabajo, la información se obtendrá de las diferentes instituciones dedicadas a la producción de semillas y que cuentan con plantas almacenadoras. En el caso de Río Bravo, existen cuatro; Saltillo tiene una, Torreón, tres; Delicias, ocho; Celaya, cuatro; y Los Mochis, cinco. Debido al tipo de investigación, se tratará de encuestar el mayor número posible de instituciones, llegando incluso al censo de varias localidades.

Las instituciones consideradas se agruparon en tres grupos, que son:

1. Sector Oficial. Comprende a la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) que es la institución pública dedicada a la producción de semilla mejorada para abastecer al agricultor de semilla a precios razonables.
2. Sector Privado. Son corporaciones de capital y administración privada nacional, extranjera o mixta. La mayoría está afiliada a la Asociación Mexicana de Semilleros Asociación Civil (AMSAC).

3. Asociaciones de Productores. Instituciones que pueden ser uniones de crédito o productores ejidales, generalmente son productores locales que producen para el autoconsumo regional.

Diseño del Cuestionario

El diseño del cuestionario (Apéndice A) está conformado por siete secciones que cubren los siguientes grupos de información:

1. Procedencia de la información. Datos generales de la institución o empresa.
2. Almacenamiento y conservación de semillas. En materia prima, producto terminado, secado y aireación.
3. Factores bióticos. Insectos, hongos, roedores y pájaros, así como el método empleado para su control.
4. Envases utilizados.
5. Control de calidad en el almacenamiento de semillas.
6. Tratamiento químico de semillas.
7. Tipo de instalaciones de almacenamiento. Clase de construcción, equipo auxiliar de conservación.

8. Capacitación. Comprende el tipo de personal con el que se cuenta para el trabajo y el grado de capacitación.

Una vez que se formule el cuestionario se procederá a realizar una encuesta preliminar para evaluar su diseño y así ajustarlo a las diferentes variables consideradas y de -
terminar su método de aplicación.

Método Utilizado para la Obtención de la Información

La información se obtendrá principalmente con la -
aplicación del cuestionario en forma de entrevista directa -
con las personas responsables de la institución o encargados
del área del almacenamiento y conservación de semillas. Tam-
bién se utilizará la recabación de información no estructura
da basada en la observación indirecta, reforzando así la in
formación del cuestionario.

El análisis de la información recabada se realizará
en forma individual, cotejándola en forma semiglobal (regio-
nal) y los resultados se plasmarán en forma descriptiva-com-
parativa.

RESULTADOS Y DISCUSION

Procedencia de la Información

La tasa de respuesta obtenida de las encuestas realizadas a las instituciones que cuentan con el almacenamiento y conservación de semillas, se presentan en el Cuadro 4.1 observándose que las instituciones o empresas ubicadas en Torreón, Saltillo y Los Mochis, se tuvo un porcentaje de respuesta del 6.25 por ciento en cada una de las localidades, seguidas por el resto, que mostraron mayor índice de respuesta. La tasa de respuesta promedio fue del 75 por ciento del total de 16 instituciones encuestadas en este estudio.

El 100 por ciento de las instituciones respondieron al cuestionario, no todas contestaron completamente las preguntas planteadas, ya que algunos puntos los consideraron como información clasificada por ellos como confidencial y sólo de interés para la institución; mientras que otros les fueron desconocidos, siendo Delicias y parcialmente Celaya, las que manifiestan mayor variación de conocimientos en el área del almacenamiento y conservación de semillas, esto se atribuye a que la mayoría de las instituciones dedicadas a la producción y almacenamiento de semillas en estas regiones son empresas privadas de tamaño mediano y/o asociaciones de

Cuadro 4.1. Tasa de respuesta de las instituciones que respondieron a la encuesta

Localidad	Número de participantes	Tasa de respuesta (%)
Río Bravo, Tamps.	4	25.0
Celaya, Gto.	3	18.75
Delicias, Chih.	5	12.5
Torreón, Coah.	2	6.25
Los Mochis, Sin.	1	6.25
Saltillo, Coah.	1	6.25
TOTAL	16	75

productores que en su mayoría desconoce o no le dan la importancia necesaria a esta área de la tecnología de semillas.

Una vez que se obtuvieron las tasas de respuesta por localidad, las instituciones participantes fueron agrupadas de acuerdo al sector a que pertenecen. En el Cuadro 4.2 se observa que el mayor índice de respuesta la presenta el sector privado, siendo a la vez el que mayor número de instituciones se encuestaron (11), seguidas por el sector oficial representado por la PRONASE (18.75 por ciento) y finalmente por las uniones y asociaciones de productores, donde se obtuvo el porcentaje más bajo de respuesta. La variabilidad que se presenta en los porcentajes de respuesta están influenciadas por las políticas particulares de cada

Cuadro 4.2. Tasa de respuesta de las instituciones que respondieron a la encuesta agrupadas por sector.

Sector	Número de participantes	Tasa de respuesta (%)
Oficial	3	18.75
Privado	11	50.0
Asociaciones o Uniones	2	6.25
TOTAL	16	75.00

institución y el grado de conocimiento de la persona que contestó el cuestionario.

Con el objeto de poder hacer una inferencia sobre la precisión de la información proporcionada, en el Cuadro 4.3 se presenta la distribución de las personas que respondieron al cuestionario, según la posición que guardan dentro del organigrama de la institución y agrupados por el sector a que pertenecen; observándose que el 46.6 por ciento de las personas (7) que estuvieron relacionadas en las respuestas fueron los gerentes de plantas, los cuales todos pertenecen al sector privado, por lo que se considera que las respuestas dadas por ellos son confiables, posteriormente siguen los jefes de plantas (26.6 por ciento) representados por los tres sectores, mientras que en el sector oficial se tuvo la participación del personal responsable del control de calidad y que son los encargados de

Cuadro 4.3. Posición que ocupa el personal dentro de la institución y que respondieron al cuestionario, agrupados por sector.

Sector	Gerente general	Gerente de planta	Jefe de planta	Jefe del control de calidad	Total
Oficial	-	-	2	3	5
Privado	1	7	1	-	9
Asoc. de Productores	-	-	1	-	1
TOTAL	1	7	4	3	15

dictaminar, sugerir y recomendar las prácticas de conservación de la semilla almacenada y mantener los niveles óptimos de calidad.

En los Cuadros 4.4 y 4.5 se presentan los volúmenes de semilla almacenada en sus diferentes especies, en el Cuadro 4.4 se observa que Río Bravo y Delicias son las que mayor volumen de semilla presentan, siendo sorgo, soya y trigo principalmente; mientras que las especies que representan mayor volumen de semillas manejadas se encuentran el sorgo, trigo y soya, con un porcentaje de 47.3, 22.2 y 16.0 por ciento respectivamente, en relación del total de semilla. El mayor volumen de semilla almacenada por estas instituciones lo reporta el sector privado (64.5 por ciento) observándose que la especie que más manejan es el sorgo, con 18,000 ton., seguido por la soya y el maíz.

Cuadro 4.4 Volúmenes en toneladas de semilla almacenada por especie, manejadas y reportadas por las instituciones agrupadas por localidad.

Localidad	Sorgo	Trigo	Soya	Maíz	Cártamo	Chícharo	Cacahuate	Algodón	Total
Río Bravo	12,300	-	-	1,850	-	-	-	-	14,150
Saltillo	4,000	-	-	400	-	-	-	-	4,400
Torreón	2,000	6,000	-	300	1,000	-	-	250	9,550
Delicias	-	4,000	7,200	-	-	-	300	-	11,500
Los Mochis	3,000	-	-	2,000	-	400	-	-	5,400
Total	21,300	10,000	7,200	4,500	1,000	400	300	250	45,000
(%)	(47.3)	(22.2)	(16.0)	(10.1)	(2.2)	(0.9)	(0.7)	(0.6)	(100.0)

Cuadro 4.5. Volúmenes en toneladas de semilla almacenadas - por especie, reportadas por las instituciones y agrupadas por sector.

Especie	Oficial	Privado	Asociaciones de productores	Total
Sorgo	3,300	18,000	-	21,300
Trigo	6,000	2,500	1,500	10,000
Soya	-	4,700	2,500	7,200
Maíz	-	3,150	1,400	4,550
Cártamo	1,000	-	-	1,000
Chícharo	-	400	-	400
Cacahuate	-	300	-	300
Algodón	250	-	-	250
TOTAL	10,550	29,050	5,400	45,000
(%)	(23.4)	(64.5)	(12.0)	(100.0)

Dentro de las localidades consideradas, existen - instituciones que presentan volúmenes considerables de semilla, sólo que sus datos no son conocidos por ser información interna.

Almacenamiento y Conservación

Durante el almacenamiento y conservación de semillas se presentan una serie de eventos físicos y fisiológicos que influyen en su calidad, desde que ésta es cosechada, acondicionada y almacenada. En el caso de transporte de la

semilla, del campo de producción a la planta de acondicionamiento, la totalidad de las instituciones lo realizan por camión, con una distancia promedio de 40 y 50 km a la redonda; sin embargo, el 8.3 por ciento de las instituciones tiene la necesidad de transportar su semilla a una distancia mayor, debido a que su centro de producción y la planta acondicionadora se encuentran en ciudades distantes. El 25 por ciento de las instituciones reportan problemas que afectan la calidad de la semilla durante el proceso del transporte, desde el campo de producción hasta la planta acondicionadora, siendo éstos un incremento en el contenido de humedad y temperatura, mezclas varietales y un porcentaje elevado de impurezas, trayendo como consecuencia un rápido deterioro de la semilla, esto es atribuible a una falta de prevención de la limpieza en la máquina cosechadora y del medio de transporte, así como una falla en la calibración del equipo de cosecha.

Las instituciones previenen el deterioro de la semilla, empleando la limpieza básica en las instalaciones de almacenamiento, antes y después de almacenarla, realizan fumigaciones periódicas con productos químicos para controlar insectos, así como prácticas de manejo, aireación y secado de semillas establecen programas de inspección y verificación de la semilla a instalaciones de almacenamiento. Las fumigaciones se realizan con aspersiones de insecticidas a las paredes y pisos del almacén, pero nunca las dirigen a las estibas de la semilla, para no aumentar así el contenido de humedad, además, se aplica a los equipos de acondicionamiento

ya que éstas permanecen inactivas por cinco o seis meses, -
posibilitando la existencia de un foco de infección.

El almacenamiento de semillas a temperaturas natura
les se realiza en Saltillo, Torreón, Celaya y Delicias, -
mientras que el almacenamiento en ambientes controlados se -
lleva a cabo en Río Bravo y Los Mochis; el almacenamiento -
en envases lo hacen todas las instituciones, ya sea bajo -
ambiente natural o artificial, de igual manera, todas alma-
cenan su semilla a granel, mientras que Delicias es la úni-
ca localidad que no cuenta con aireación forzada, esto es -
posible debido a las condiciones climáticas que se presen-
tan, donde el período de almacenamiento comprende los meses
en que no se presentan lluvias, siendo además fríos, por -
tal, se considera a esta localidad como zona favorable para
un almacenamiento de semilla bajo condiciones naturales, si
tuación contraria a las que presentan Río Bravo y Los Mo -
chis, donde la presencia de altas temperaturas y humedades
ocurren durante o después de la cosecha, por lo que es nece
sario que éstas cuenten con equipos que proporcionen condi-
ciones adecuadas de temperatura y humedad al almacén, evi-
tando un posible deterioro de la calidad de la semilla.

El tipo de semilla que almacenan las instituciones,
generalmente son de categoría clasificada, sólo PRONASE al-
macena semilla en sus cuatro categorías (original, básica, -
registrada y certificada). Esto se atribuye a que las insti-
tuciones, principalmente del sector privado, compran sus -

semillas fuera del país o son proporcionadas por las matrices extranjeras, mientras que las instituciones que no dependen del exterior y no son generadoras de su propia semilla original o básica, son abastecidas por medio del Instituto Nacional de Investigación Agrícola, Forestal y Pecuaria (INIFAP) y de universidades de enseñanza superior, como son los casos del patronato del INIFAP de Cd. Obregón, Son., y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

La mayoría de las instituciones realizan el almacenamiento de semillas por períodos cortos, que no sobrepasan los ocho meses, además, las compañías del sector privado desarrollan campañas publicitarias para la venta de excedentes, caso contrario sucede con el sector oficial, en donde se tiene semilla rezagada por varios años en las bodegas, ocasionando así un deterioro en la calidad de la semilla, esta situación concuerda con lo reportado por la FAO-Banco Mundial (1985) quienes mencionan que la PRONASE tiene en promedio un excedente acumulado del 30 por ciento de la producción total durante los años de 1981-1985, siendo las causas probables la falta de estudios de mercado a nivel nacional, descoordinación interinstitucional en el envío de información de los inventarios reales de cada unidad de operación, falta de coordinación institucional pública y privada y a la carencia de políticas agresivas de comercialización.

Longevidad de Semillas

La longevidad está influenciada por una serie de factores genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios, así como el manejo que se le proporciona a la semilla, tipo de instalación y la capacidad técnica del personal que lleva a cabo la operación. A continuación se presentan las diferentes condiciones y características que influyen en el potencial de almacenamiento y que fueron observadas en las diferentes localidades.

Efectos Genéticos

El 33.3 por ciento de las instituciones, han observado diferencias en la longevidad de las semillas entre y dentro de especies de maíz y sorgo, mientras que el 25 por ciento de las instituciones no han observado diferencia en soya, chícharo y cacahuete, ésto se debe a que el período de almacenamiento es relativamente corto, a la demanda existente y a las condiciones de temperatura y humedad que no son tan detrimenales para la semilla; sin embargo, existen diferencias en longevidad entre y dentro de especies, siendo las semillas de cereales más longevas que las oleaginosas, así lo demuestran los trabajos realizados por Delouche y Potts (1971) y Delouche (1980b).

Efectos de Precosecha

Las condiciones climáticas que se presentan antes y durante la cosecha han influido en la calidad y longevidad de la semilla, encontrándose que el 33.3 por ciento de las instituciones manifiestan problemas por estos factores, - siendo Río Bravo la localidad que presenta altas temperaturas y humedades relativas al momento de la cosecha de maíz, ocasionando que la semilla presente mayor susceptibilidad - al daño mecánico, también en sorgo se tiene la presencia de hongos en las etapas finales del cultivo, debido a las lluvias que se presentan, por lo cual se tendrán que realizar prácticas y procesos de secado y acondicionamiento de semillas, con el fin de minimizar los daños producidos por estos hongos, previendo así la presencia de insectos y hongos de almacén. Este mismo problema se presenta en Los Mochis y en menor grado en Delicias con el cultivo de la soya; sin embargo, estas condiciones sólo se presentan en épocas de verano donde se registran temperaturas y humedades - relativas altas, creando condiciones que favorecen el deterioro de semillas, lo cual concuerda con los resultados de Helmer (1980).

Estructura de la Semilla

Se encontró que el 16.6 por ciento de las instalaciones que manejan semilla de soya presentan problemas -

debido a la estructura de la semilla, siendo éstas muy frágiles en comparación a las semillas de sorgo, trigo y maíz. La soya presenta una testa muy delgada que influye en su calidad, desde el momento en que ésta es cosechada, acondicionada y almacenada, y a medida que el contenido de humedad disminuye abajo del 13 por ciento, la semilla es más susceptible al daño por manejo, esta situación se observa en Delicias.

Latencia de Semillas

En esta área existen instalaciones (41.6 por ciento) que reportan latencia de semillas; sin embargo, no todas las variedades o híbridos la presentan, ya que sólo cuatro híbridos de sorgo la tienen, siendo sus causas probables la restricción mecánica que le impone la cubierta a la semilla, así como los efectos del secado que modifican el arreglo de las estructuras que cubren a la cubierta de la semilla, lo cual concuerda con lo reportado por Nutile y Woodstock (1967). La soya también presenta esta característica, su origen se debe a la impermeabilidad de su testa (semilla dura) y es característica de las leguminosas. Algunas semillas requieren de condiciones frescas y secas durante su almacenamiento, el cual puede comprender un período de uno a tres meses, esto es necesario para completar sus necesidades de maduración; sin embargo, durante el manejo de postcosecha, existe la posibilidad de inducir una latencia secundaria en algunas semillas, como es el caso del sorgo cuando ésta es

sometida a un secado inadecuado.

Los problemas más comunes que originan las semillas que presentan latencia a las instituciones semilleras son: retrasa la evaluación de la semilla y el proceso del acondicionamiento, ocasiona variación de criterios en la evaluación entre la unidad certificadora y la institución que la beneficia, interfiere con la programación de la siembra, contribuye al reclamo del productor y al ofrecimiento de la semilla como grano. Sin embargo, se considera que la latencia es una característica favorable cuando su duración es de pocos meses, en el caso de las semillas duras, Potts et al. (1978) reportan que el porcentaje de semillas duras no debe ser mayor de dos.

Humedad y Temperatura

El 100 por ciento de las instituciones concuerdan que la humedad y la temperatura son los dos factores más importantes que influyen en la longevidad de la semilla, así lo han demostrado infinidad de autores que han trabajado con estos factores en cada etapa del acondicionamiento, almacenamiento y control de calidad de la semilla. La causa principal que influye en estos factores son las condiciones ambientales que se presentan, siendo Río Bravo y Los Mochis las localidades más afectadas, existiendo durante el año condiciones promedio de 30°C y 70 por ciento de humedad relativa, causando así el deterioro de la semilla, lo cual concuerda con los trabajos realizados por Isbagijo (1978) y

Khanna y Yadau (1979).

Daño Mecánico

El daño mecánico que presenta la semilla, está influenciada por la humedad, desde su cosecha, acondicionamiento y almacenamiento. Este daño aumenta cuando se presentan maniobras inadecuadas o en su defecto una deficiente calibración en los equipos que están en contacto con la semilla, como son, las velocidades en las bandas de cangilones y la separación de estos de la banda, carencia de matacaídas en los silos para reducir el daño al momento de llenarlos y los efectos de un secado deficiente. Dentro de estas etapas, pocas instituciones han cuantificado el daño mecánico, sin embargo, se reporta que alrededor del ocho por ciento se presenta en semilla de maíz durante el proceso de cosecha y acondicionamiento. En cártamo se presenta el dos por ciento y un 12 en semilla de soya, mientras que el 8.3 por ciento de las instituciones reportan hasta un 20 por ciento en semilla de maíz, estos porcentajes no siempre son los mismos, sino que son variables cada año y están en función del personal que realiza las operaciones de cosecha, acondicionamiento, almacenamiento, equipo e instalaciones disponibles, así como la calidad inicial de la semilla. Por lo anterior, se puede resumir que la humedad y temperatura son los principales factores que influyen en la longevidad de la semilla y que aunado al mal manejo que se le da a la

semilla, carencia de instalaciones adecuadas y a la falta de capacitación del personal, inciden en el desarrollo de plagas que deterioran la semilla y por consecuencia reducen su potencial de almacenamiento.

Factores Bióticos

En el cuadro 4.6 se presentan los principales factores bióticos que causan el deterioro a la semilla almacenada, observándose que los insectos causan un daño del orden del tres por ciento en Río Bravo y el uno por ciento en Celaya, mientras que en Los Mochis no sobrepasa el uno por ciento, considerándolo como no significativo por la institución en el daño provocado a la semilla, el resto de las localidades no reportan daños. Los insectos que causan daños a la semilla almacenada son: los gorgojos y larvas de palomillas, atacan principalmente al maíz, sorgo, trigo y cebada, la presencia de estos insectos es más frecuente en la semilla considerada como materia prima, que es la que proviene del campo de producción, considerándola semilla que presenta altos contenidos de humedad, provocando así el desarrollo y actividad de los insectos, produciendo daños directos e indirectos a la semilla, como son; la perforación y ovoposición de la semilla, reduciendo el poder germinativo, lo cual concuerda con lo reportado por Alvarado (1982).

Cuadro 4.6 Porcentajes de daños que presentan la semilla - almacenada, causada por diversos factores bióticos en las localidades encuestadas.

Factor	Río Bravo	Saltillo	Torreón	Celaya	Delicias	Los Mochis
Insectos	3.0	-	-	1.0	-	N.S.
Hongos	N.S.	2.5	-	-	N.S.	N.S.
Roedores	1.0	-	N.S.	1.0	N.S.	N.S.
Pájaros	0.5	-	0.5	-	1.0	-

N.S. No significativo.

Los hongos se reportan en Saltillo con el 2.5 por ciento, mientras que en Río Bravo, Delicias y Los Mochis - también se reportan con niveles inferiores del uno por ciento. Los hongos que se presentan es el Aspergillus, encontrándose en semilla de cacahuate y durante la etapa de materia prima, su presencia se atribuye principalmente al alto contenido de humedad de la semilla, falta de sanidad dentro del almacén y a las condiciones de temperatura y humedad - presente en el almacén, ocasionándole la reducción de su - viabilidad.

Los daños causados por los roedores en Río Bravo y Celaya son del uno por ciento, mientras que el resto de las localidades reportan valores no significativos. Los tipos - de roedores que se presentan son: la Rattus norvegicus que es la más popular en Río Bravo y Delicias, debido a la gran

abundancia de alimento que se tiene y a la carencia de un programa de control permanente que este encaminado a la eliminación de restos de comida y madrigueras. Los daños más comunes son: semillas quebradas, embriones dañados, envases roídos, derrames de semilla, reducción de la germinación y la inducción al desarrollo de insectos y hongos. En envases roídos ocasionan que la semilla sea reclasificada y reenvasada, provocando mayor mano de obra y consecuentemente mayor costo de beneficio.

En Delicias, Torreón y Río Bravo se presentan problemas a causa de pájaros con un porcentaje de 1.0, 0.5 y 0.5 respectivamente, los daños que causan son por cantidad y calidad, ya que consumen semilla directamente y producen contaminación de semillas y sacos a causa de desechos fecales y presencia de nidos.

Control de Factores Bióticos

El daño por insectos, hongos, roedores y pájaros se considera como una amenaza latente en la semilla almacenada, por lo cual, se tienen que tomar medidas para su control, y que pueden ser preventivos o correctivos, para realizarlas se debe de tener un conocimiento de los factores físicos, químicos, sanitarios, biológicos o de cualquier tipo que favorezcan su incremento. El control químico es el más utilizado.

Los insectos son los más dañinos, por lo que se fumigan con productos químicos. Las fumigaciones consisten en realizar primeramente una limpieza básica y luego la aspersión de productos químicos, el método de aplicación depende del equipo disponible. El criterio de aplicación varía dependiendo de la institución y al personal responsable, la mayoría lo realizan cuando sólo observan un insecto, mientras que otros fumigan cuando hacen muestreos y encuentran entre dos y cinco insectos por kilo de semillas, el insecticida más empleado es el Fosfuro de Aluminio, pero cuando la infestación es considerada grave, aplican directamente primifos metil con el fin de tener un rápido control, circunstancia similar a la que obtuvieron Bonlieu et al. (1964). Sin embargo, la mayoría de las instituciones realizan fumigaciones a la semilla como un método preventivo contra el ataque de insectos, desde que la semilla es recibida en la planta de acondicionamiento, mientras que la utilización de productos químicos que más emplean, son el Fosfuro de Aluminio y en menor escala los que están elaborados en forma líquida.

A la fecha, no existen productos químicos que sean específicos para controlar hongos de almacén; sin embargo, algunos fungicidas que están hechos para controlar hongos de campo, han tenido buenos resultados contra los hongos de almacén, así lo demuestran Moreno y Vidal (1981) quienes encontraron algunos fungicidas que tienen efectividad contra

estos hongos, pero solo en regiones de alta humedad, preservando la calidad de la semilla.

La forma de prevenir la incidencia de roedores se realiza a base de limpieza básica en el almacén y la eliminación de restos de comida y madrigueras, así como la aplicación de productos químicos empleando cebos envenenados a base de galletas, granos y aceite, con lo anterior, las instituciones manifiestan que se tiene mejor éxito en el control de roedores que el de insectos y hongos.

La mejor manera de controlar a los pájaros es no dejarlos establecerse, tapando ventanas con tela de alambre y asegurar cualquier punto de entrada. En Río Bravo se han tenido buenos resultados al usar sistemas de torretas de luz amarilla durante la noche, esto con el fin de ahuyentarlos.

Tratamiento de Semillas

El 83.3 por ciento de las instituciones utilizan el tratamiento químico a la semilla, siendo los productos más utilizados el captan, metoxicloro, triadimenol, malathión, carboxin y pirimifos metil, las dosis de cada producto son variadas y muy particulares de cada institución. Los problemas que se tienen por toxicidad son mínimos por el uso de estos químicos en la semilla almacenada. El 16.6 por

ciento de las instituciones que emplean carboxin y triadimenol reportan problemas de toxicidad en semilla de maíz, - esto puede ser atribuido a una sobredosis del producto o a la propiedad del producto, ocasionando que éste sea retenido por la semilla provocando así la toxicidad.

En la semilla tratada en seco y almacenada como producto terminado (estiba) se ha observado cierto grado de toxicidad, debido a que el producto se asienta en la parte inferior del envase, causando una sobredosis de fungicida e - insecticida. De igual forma un sobretratamiento puede ser - causado posiblemente a una falta de sistemas mezcladores - apropiadas, ocasionando que el tratamiento no sea uniforme, teniendo pérdidas de semilla como de producto terminado. Se estimó que aproximadamente el 83 por ciento de las institu - ciones que realizan el tratamiento químico a la semilla em - plean el captan combinado con el metoxicloro, lo cual es - congruente con lo reportado por Alvarado (1989). Así mismo se encontró que el tratamiento en seco causa mayor toxici - dad a la semilla en comparación al tratamiento en húmedo, - sin embargo, Ramírez y Moreno (1982) encontraron que el tra - tamiento en seco protegió mejor la semilla utilizando beno - myl, mientras que el captan tanto en seco como en húmedo no hubo diferencias significativas.

Envases

El cien por ciento de las instituciones emplean envases de papel y polietileno en sus diferentes presentaciones, características y combinaciones, siendo las más comunes, tres capas internas de papel y una capa exterior de polietileno, dos capas de papel con una capa interna de polietileno, primera y tercera capa de papel con la segunda capa de polietileno, tres capas totales de papel sin recubrimiento y una capa de polietileno. La capacidad del envase más utilizado es de 22.580 kg (50 lbs.) para semilla de maíz y sorgo, sin embargo, existe una tendencia a comercializar la semilla por el número de semillas por saco. Existen otras capacidades de 25, 30 y 50 kg. para envasar semilla de soya y trigo.

Los envases utilizados en las localidades de Río Bravo y Los Mochis son combinaciones de polietileno y papel, como medio de protección contra las condiciones de temperatura y humedades relativas altas que se presentan, sin embargo, durante el almacenamiento de producto terminado no se tiene mucha influencia debido a que la totalidad de las instituciones de estas localidades cuentan con almacenes de temperaturas y humedades controladas, pero cuando se tiene la necesidad de comercializar la semilla a los centros de distribución y no cuentan con almacenes adecuados de temperatura y humedad, entonces, sí es indispensable y justificado

el uso de envases de polietileno, reduciendo los posibles efectos en la calidad de la semilla. El 33.3 por ciento de las instituciones recomiendan el uso de envases a base de asfalto para protegerlas de las condiciones climáticas desfavorables que se presentan en Río Bravo y Los Mochis. En Delicias y Celaya utilizan envases que son permeables a la humedad, siendo el yute el más empleado para envasar semillas de trigo, cebada y soya, sin ningún problema y almacenada bajo ambiente normal, esto se debe a que las condiciones climáticas de estas regiones, son muy secas y su humedad relativa no rebasa el 65 por ciento, por lo cual, se consideran como ideales para almacenar semilla utilizando envases permeables a la humedad, lo cual concuerda con los resultados encontrados por Jalote y Vaish (1976).

La mayoría del personal responsable del almacenamiento y conservación de semillas desconocen como determinan la elección del envase a utilizar. El sector oficial selecciona sus envases en sus oficinas matrices, mientras que en las instituciones privadas, la elección la determinan las filiales extranjeras quienes realizan investigaciones al respecto, donde consideran una serie de requisitos y características adecuadas, como son el tamaño apropiado para la comercialización y el bajo costo, siempre y cuando cumplan con las necesidades mínimas para su almacenamiento y comercialización. En la actualidad existen pocas investigaciones que se realizan con los tipos de envases relacionados con la semilla almacenada.

El problema que tienen las instituciones (33.3 por ciento) en relación al envase utilizado, es con los fabricados a base de papel, debido a la mala calidad que presentan los materiales para su elaboración, observándose rupturas en el envase, principalmente en los dobleses, los cuales, al momento de envasar la semilla, este tiende a romperse, por lo anterior, se determina que el envase tiene poca resistencia al manejo, ocasionando derrames de semilla, pérdida de la misma y por consecuencia mayor mano de obra.

El estibado es variable en la mayoría de las instituciones, generalmente se hace a criterio personal empleando arreglos de 12 a 31 envases como camas y un volumen total de 1000 envases con una capacidad de 22.680 kg. El 8.3 por ciento de las instituciones estiban la semilla, teniendo una cama de 60 envases, observándose que se tienen mayores ventajas y se pueden formar estibas con un volumen de hasta 120 toneladas, facilitando así un mejor manejo y administración, su desventaja es el uso de un número considerable de tarimas. Por lo general, las estibas están conformadas de 15 a 25 ton. en semilla de maíz y de 7 ton. en sorgo. La semilla de soya presenta problemas a causa del estibado, siendo las más afectadas las que tienen menor contenido de humedad y que están en la parte inferior de la estiba. Los envases de papel y polietileno tienden a derrumbarse a causa de que presentan superficies lisas, mientras que en envases de yute esto no sucede, lo cual concuerda con lo mencionado por Warham (1986).

Instalaciones de Almacenamiento

En el sector oficial y privado se observa dos tipos de almacenamiento, siendo estos: las instalaciones horizontales (dos aguas, red nacional, hangar, tejabán, celda secadora e intemperie) y las verticales (silos y buttler), según se muestran en el apéndice B, sin embargo existen otras instalaciones no convencionales, como los de tipo invernadero. Sus capacidades son variables al igual que los materiales de construcción, esta diversidad de almacenes concuerdan con lo reportado por Blanco y Vázquez (1985). Las instalaciones encontradas se agruparon en materia prima y producto terminado.

Materia Prima

En el cuadro 4.7 se presentan el tipo y número de instalaciones destinadas para el almacenamiento de la semilla como materia prima, observándose que los silos son los más utilizados, sus capacidades varían de 30 a 150 ton. su estructura son de acero y sus formas pueden ser redondos, cónicos y cuadrados, la mayoría carece de matacaídas o diafragmas para proteger a la semilla del golpeo que sufre al momento de llenar el silo. El 8.3 por ciento de las instituciones poseen protecciones para los silos contrarrestando así la influencia del ambiente, como son los cobertizos, sin embargo, se manifiesta la necesidad de proteger a los silos de la

temperatura y humedad del ambiente, acentuándose más en la -
localidad de Río Bravo. Algunos silos cuentan con protección
aislante en su interior para proteger a la semilla de la in-
fluencia de la temperatura y humedad, el material aislante -
es denominado lana mineral. La mayoría de los silos (239) -
cuentan con sistemas de aireación acoplados a la pared del -
silo, encontrándose principalmente en Río Bravo, Celaya, Sal-
tillo y Los Mochis, mientras que en Delicias y Torreón no se
cuenta con aireación y sólo el 8.3 por ciento de las institu-
ciones emplean la refrigeración, la cual inyecta aire frío y
seco para controlar la temperatura y el contenido de humedad
de la semilla que se encuentra en el silo.

El otro tipo de instalación de que se dispone son -
los almacenes horizontales siendo del tipo de dos aguas, te-
jabán, hangar e intemperie, los primeros tres están construi-
dos a base de lámina y muros de mampostería. Por lo general,
no se cuenta con aireación ni mecanización para el manejo -
de la semilla y las capacidades pueden ser hasta las 2000 ton.
Las celdas secadoras son empleadas cuando existe una sobre -
producción y no hay la necesidad de realizar el secado, aco-
plándola para el almacenamiento temporal, la semilla de tama-
ño grande como el maíz y la soya son las que se almacenan en
estas instalaciones.

Cuadro 4.7 Número y tipo de instalaciones utilizadas para almacenamiento de la semilla como materia prima.

TIPO DE INSTALACIONES	CON AIREACION	SIN AIREACION	TOTAL
Silos	239	25	264
Celdas Secadoras	20	-	20
Tipo dos aguas	-	19	19
Tejabán	1	-	1
Red Nacional	-	2	2
Intemperie	1	-	1
TOTAL	261	46	307

Producto terminado

En el cuadro 4.8 se presentan los sistemas de almacenamiento de producto terminado, donde el 66.4 por ciento de las instituciones cuentan con el almacenamiento bajo ambiente natural, las instalaciones más comunes son del tipo de dos aguas, hangar y red nacional, éste último lo utiliza el sector oficial, los almacenes no tienen ventilación adecuada, sus puertas no son herméticas, ni a prueba de roedores y pájaros. Celaya es la única localidad en que sus almacenes cuentan con ventilación del tipo cebolla incrustados sobre el techo del almacén, mientras que otros tienen ventiladores de abanico sobre la parte superior de las paredes, evitando las altas temperaturas.

La totalidad de estos almacenes, no cuentan con sistemas de drenaje en su interior como un método preventivo para evitar filtraciones o inundaciones de agua en épocas de lluvia, además el 8.3 por ciento de las instituciones se encuentran ubicadas en lugares de terreno bajo, ocasionando que en épocas de lluvias se presenten inundaciones, perjudicando así a la semilla tanto en calidad como en cantidad, situación similar reporta PRONASE (1985) cuando se tuvo una inundación en varias bodegas, perdiéndose por esta causa cerca de 700 ton. de semilla de trigo. Con lo anterior se manifiesta una falta de capacidad técnica de planeación y construcción de plantas almacenadoras, así como fallas en la ubicación y carencia de personal capacitado en la ingeniería de construcción y diseño de almacenes. También se observaron grietas y fisuras en las paredes y pisos, provocadas por el peso de la semilla almacenada y el tránsito de vehículos pesados en su interior, debido a la falta de una área específica de embarque y a un mantenimiento constante, provocando así la acumulación de polvos e impurezas que propician el refugio de insectos y roedores..

Río Bravo y Los Mochis, cuentan con almacenes bajo ambiente controlado, utilizando sistemas de aire acondicionado (33.3 por ciento) y refrigeración (8.3 por ciento), sus capacidades oscilan entre 2,000 y 3,000 ton. Los almacenes que tienen aire acondicionado presentan construcciones exteriores similares a los almacenes del tipo de dos aguas,

Cuadro 4.8 Sistema de almacenamiento utilizadas para almacenar semilla como producto terminado por localidad

Localidad	Sistema de Almacenamiento	Número de almacenes	Cap. Aprox. (ton.)
Río Bravo, Tamp.	refrigeración	1	3,000
	aire acondicionado	10	9,700
	ambiente natural	2	200
Saltillo, Coah.	ambiente natural	6	3,500
Torreón, Coah.	ambiente natural	6	2,400
Celaya, Gto.	ambiente natural	13	20,000
Delicias Chih.	ambiente natural	1	2,000
Los Mochis, Sin.	aire acondicionado	2	4,000

solo que sus construcciones interiores son a base de poliuretano, fibra de vidrio, pelo de angel y poliestireno para evitar el intercambio de temperatura y humedad con el ambiente exterior. El sistema de aire acondicionado sólo controla la temperatura y a la humedad parcialmente, las temperaturas que se registran en estos almacenes varían desde los 10 a 20 C. y la humedad relativa en el interior del almacén son de 50 a 70 por ciento, condiciones que no son ideales en el sentido estricto para conservar semillas por largos períodos de tiempo, pero si le permiten conservarla con seguridad de un año para otro. Los problemas más comunes que se tienen en este sistema, son las frecuentes fallas electromecánicas que presentan, por lo que se requiere de un programa de mantenimiento constante

al equipó, conductos y estructuras que lo conforman.

El sistema de refrigeración solo se presenta en Río Bravo en un 8.3 por ciento de las instituciones. Este sistema es considerado necesario para esta localidad, debido a las condiciones de temperatura y humedad que se presentan, las ventajas de contar con este sistema es de que garantizan la viabilidad de la semilla por largos períodos de almacenamiento. Su construcción externa es totalmente de lámina de acero, los techos y paredes internas son cien por ciento de polieuretano, las puertas son totalmente herméticas y se cuenta con una área especial para el embarque de semillas, evitando así el tránsito pesado de vehículos. El control de las condiciones ambientales del interior son automáticas, la desventaja principal de este sistema, es la congelación de las líneas de conducción, lo cual puede presentarse por la falta de mantenimiento y como consecuencia de esta situación se ocasionan escurrimientos de agua hacia la semilla almacenada cuando se descongelan las líneas. El sistema trabaja a base de gas refrigerante y cuenta con deshumidificador integrado.

Aireación y Secado

Los Mochis, Río Bravo, Saltillo y Celaya cuentan con equipo de aireación, realizándose principalmente en los silos secadores; el equipo consta de motoventiladores del

tipo axial. El 8.3 por ciento de las instituciones cuentan con equipo de refrigeración, donde suministran aire frío y seco a la semilla almacenada, la temperatura y humedad del aire es controlada manualmente según sus necesidades de operación, en el apéndice E se da una representación gráfica de este sistema.

Durante el proceso, la zona de aire frío se desplaza de abajo hacia arriba y penetra uniformemente a través de la semilla hacia la parte superior de la carga, este sistema es propicio para las instituciones que manejan grandes volúmenes de semilla y que deseen tener lotes de semilla individualizados sean en silos o bodegas horizontales, resultando más económico y seguro, permitiendo mantener la humedad de la semilla en niveles adecuados, debido a que el sistema actúa como un proceso de secado cuando las semillas tienen contenidos de humedad inferiores al 16 por ciento, así lo confirma Sulzer (Sin fecha) quien menciona que la refrigeración por este sistema es más barato que el secado convencional y ha demostrado que se puede ahorrar alrededor del 50 a 60 por ciento de los gastos de energía y combustible.

Delicias y Torreón no cuentan con instalaciones destinadas para la aireación artificial, pero cuando se tiene la necesidad de airear semilla, ésta es colocada en los asoleaderos y distribuída uniformemente en el suelo, dejan-

do una capa delgada de semilla, realizando así el proceso de aireación y secado, esta práctica no es muy frecuente en estas localidades, debido a que las semillas se cosecha a niveles bajos de humedad, además, las condiciones ambientales son adecuadas para mantener la semilla en niveles óptimos de temperatura y humedad, a diferencia de las condiciones que se presentan en Río Bravo y Los Mochis, en donde la semilla deberá ser secada por medio artificial, para lo cual, se cuentan con silos secadores, secadoras de flujo continuo y celdas secadoras, observándose que el 8.3 por ciento de las instituciones cuentan con equipo de secado fuera de servicio debido a la falta de refacciones y mantenimiento adecuado.

Equipo Auxiliar

Dentro del equipo auxiliar que es indispensable para el manejo y conservación de semillas, se encuentran las básculas, transportadores y equipo de conservación. La totalidad de las básculas se encuentran en buenas condiciones, obteniéndose un estricto control de las entradas y salidas de semillas. Los transportadores básicamente son helicoidales y de banda, la mayoría usa los segundos, reduciendo así los posibles daños físicos - mecánicos a la semilla, mientras que los helicoidales causan un nivel considerable de daño mecánico. El 33.3 por ciento de las instituciones cuentan con montacargas para facilitar el transporte de la semi

lla entre el área del acondicionamiento y el almacén. El equipo de conservación es muy variado y depende de la institución y región de que se trate, pero en términos generales el cien por ciento de las instituciones deberan contar con un programa de mantenimiento preventivo para asi reducir los costos de operación e incrementar la vida útil del equipo electromecánico.

Control de Calidad

El control de calidad se inicia desde la selección de la semilla hasta que es sembrada nuevamente. Para el presente estudio sólo se hará referencia al área del almacenamiento y conservación de semillas. El almacenamiento temporal lo realizan la totalidad de las instituciones con el objetivo fundamental de guardar la semilla y esperar su turno de acondicionamiento, teniendo asi un período de almacenamiento que va de uno a ocho meses como máximo. Sólo el 8.3 por ciento de las instituciones realizan pruebas de verificación genética (grow out) antes de que sea beneficiada la semilla, mientras que el resto de las instituciones benefician inmediatamente, sin realizar las mencionadas pruebas, las causas de este procedimiento, es la necesidad de comercializarla inmediatamente la semilla y al poco tiempo disponible que tienen para beneficiarla; en el caso de que se tuviera la necesidad de realizar la prueba, solamente se harían cuando existan dudas sobre la semillas y así descartar

Cuadro 4.9 Diferentes pruebas de calidad realizadas a la semilla almacenada en las diversas localidades.

Localidad	Prueba de calidad	Tipo de Prueba	Frecuencia en que se realiza la prueba	
			Materia Prima	Producto Terminado
Río Bravo, Tamps.	Germinación Vigor Viabilidad	Germinación estandar Prueba fría Envejecimiento Acelerado Tetrazolio	Semana1	Quincena
Saltillo, Coah.	Germinación Viabilidad	Germinación estandar Tetrazolio	Semana1	Mensual
Torreón, Coah.	Germinación Viabilidad	Germinación estándar Tetrazolio	Semana1	Mensual
Celaya, Gto.	Germinación Vigor Viabilidad	Germinación estándar Prueba fría Tetrazolio	Semana1	Mensual
Los Mochis, Sin	Germinación Vigor Viabilidad	Germinación estándar Prueba fría Tetrazolio	-	Cada 3 meses

o confirmar cualquier circunstancia que se presente.

En el cuadro 4.9 se muestran las diferentes pruebas de calidad que se realizan a las semillas almacenadas, así como la frecuencia en que llevan a cabo la evaluación, las cuales consisten en la realización de muestreos a la semilla almacenada y la inspección de sus estibas, así como a las instalaciones del almacenamiento, donde se verifican la presencia o ausencia de filtraciones de agua, grietas y fisuras en pisos y paredes, acumulación de polvos, desechos, presencia de plagas, etc., que puedan ser un foco potencial para el deterioro de la semilla.

La mayoría de las instituciones no realizan los procedimientos y normas que marcan para la realización del muestreo de semillas, por lo general, lo llevan a cabo a criterio personal e inclusive algunos desconocen las reglas del muestreo. El 83.3 por ciento de las instituciones no cuentan con un equipo cien por ciento completo para un laboratorio de semillas, razón por la cual, el muestreo y la evaluación de la semilla no se lleva a cabo adecuadamente.

El control de calidad durante el almacenamiento no se le ha dado la importancia debida por parte de las instituciones ya que la mayoría la han relegado a segundo término, esto es debido a la carencia de una infraestructura adecuada y a la falta de personal capacitado, sin embargo, las

instituciones han cumplido con las normas que establece el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Las inspecciones que realizan el personal del SNICS al área del almacenamiento dentro de la institución, comprenden desde que esta es recibida en la planta acondicionadora hasta que ésta es comercializada, acentuándose aún más en esta última. La mayoría de las instituciones manifiestan que las relaciones con el SNICS son de excelente nivel.

Capacitación

La mayoría del personal que labora en el área del acondicionamiento y almacenamiento de la semilla carece de suficiente capacitación, los niveles superiores dentro de la institución son los que generalmente participan en cursos cortos, seminarios, conferencias, etc., estos generalmente se ofrecen fuera de la institución. Los grados de escolaridad más bajos se observan en el personal que no es de confianza, mientras que el personal encargado de la planta presenta un grado de licenciatura o de técnico agrícola. Esta carencia de capacitación de personal concuerda con lo expresado por Blanco y Vázquez (1985). Sin embargo, se requiere que el personal encargado de la conservación de la semilla, debe de conocer en forma básica la importancia que representa almacenar y conservar la semilla en los niveles máximos de calidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis e interpretación de las encuestas, se presentan las siguientes:

1. Existe una gran diversidad de construcciones que en su mayoría tienen una antigüedad mayor de 15 años, siendo no adecuados a la región y necesidades de la institución. Por lo anterior, se recomienda que tanto la infraestructura del almacenamiento y equipo auxiliar de conservación sean reacondicionadas de acuerdo a las necesidades.
2. La mayoría de los factores identificados como problema, son originados por un manejo deficiente de semillas por parte del personal, desde las etapas de la cosecha, acondicionamiento, y almacenamiento, repercutiendo estos en la calidad de la semilla; por lo que se sugiere, contar con un programa de capacitación de personal en cada una de las áreas de la tecnología de semillas.
3. Tanto el sector oficial y privado, presentan problemas al tener sobreproducciones de semillas, requiriendo que ésta sea almacenada por un tiempo mayor al normal y que aunado al bajo grado de funcionalidad de la infraestructura de los almacenes, se tiene la necesidad de intensificar los programas de supervisión y control de calidad.
4. La tercera parte de las instituciones, presentan problemas con los envases utilizados para semilla

de producto terminado, por lo tanto, se sugiere - ampliar la investigación en este aspecto.

5. Los Mochis, Sin. y Río Bravo, Tamps., cuantan con almacenes de ambiente controlado, por lo que se recomienda, tener mayor énfasis en proyectos de investigación que contemplan el efecto de este ambiente, sobre la longevidad de la semilla.
6. No existe información respecto a la frecuencia y presencia de insectos de almacén y su actividad en la semilla almacenada posible origen y su control, por lo cual se recomienda realizar estudios que comprendan:
 - a) Determinación y frecuencia de los insectos considerados de almacén desde las etapas finales del cultivo, hasta que éstos se encuentren en el almacén.
 - b) Desarrollar métodos de control biológico de insectos de almacén desde que la semilla se encuentra en el campo.
7. Ampliar la investigación respecto al tratamiento químico de semilla, utilizando nuevos productos o en su caso probar nuevas dosis de productos existentes en el mercado, así como la duración del efecto residual en la semilla, patógenos que controlan y la toxicidad de éste sobre la viabilidad de la semilla, etc.
8. Se recomienda realizar diagnósticos a nivel regional y local en esta área de la tecnología de semillas, determinándose los períodos concretos de almacenamiento, especificando las características del ambiente como temperatura y humedad relativa,

con el fin de proponer líneas de investigación --
más concretas y reales a las circunstancias.

RESUMEN

El almacenamiento y conservación de la semilla, data desde los tiempos prehistóricos y ha evolucionado hasta en la actualidad, en donde se utilizan nuevas técnicas y equipos que ayudan a mantener la semilla en niveles óptimos de calidad. El almacenamiento de la semilla se inicia cuando ésta alcanza su madurez fisiológica en el campo y concluye cuando es sembrada nuevamente; durante este período, la semilla sufre una serie de eventos deteriorativos los cuales son irreversibles e inexorables, la rapidez del deterioro es influenciada por la temperatura y humedad relativa de la región, instalaciones de almacenamiento, manejo de la semilla y la calidad inicial de la semilla.

En México, el problema del almacenamiento reviste gran importancia, debido a la carencia de una infraestructura adecuada y a la falta de personal capacitado. Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo fundamental analizar y evaluar los principales factores que limitan el almacenamiento y conservación de semillas en las regiones de clima seco del norte del país, con el fin de establecer un marco de referencia que sirva de base para realizar futuras investigaciones que ayuden a resolver los problemas que se presentan en esta área de la tecnología de semillas.

Las localidades seleccionadas fueron: Río Bravo, - Tamps.; Saltillo y Torreón, Coah.; Delicias, Chih.; Celaya, Gto.; y Los Mochis, Sin., las cuales cumplen las condiciones de clima seco, según la clasificación climática de - Koppen, la cual se basa en la temperatura, precipitación - pluvial y la vegetación. En estas localidades se encuestaron instituciones del sector oficial y privado que se dedican a la producción y almacenamiento de semillas; para el efecto, se elaboraron cuestionarios previamente diseñados. El análisis se hizo en forma descriptiva-comparativa. .

Los resultados obtenidos nos permitieron evaluar el grado de funcionalidad de los equipos e instalaciones del - almacenamiento, así como el proceso de operación de ésta y su dependencia con el clima, concluyendo que tanto las instalaciones de almacenamiento como el manejo de la semilla, muestran un bajo grado de funcionalidad y que aunado a la - falta de capacidad técnica del personal, es necesario marcar una línea de prioridades de investigación, siendo éstas: la ingeniería de diseño y construcción de almacenes de acuerdo a la región, tratamiento químico de semilla y envases, así como el establecimiento de un plan integral de capacitación al personal responsable del almacenamiento y conservación.

LITERATURA CITADA

- Abdul-Baki, A.A. 1969. Relationship between seed variability and glucose metabolism in germinating barley and wheat seed. *Crop Sci.* 9:732.
- Abdul-Baki, A.A. and Anderson. 1972. Physiological and biochemical deterioration of seed. In: Kozlowski, T.T. *Seed. Biology.* Academic Press. New York. V-2, p. 284.
- Alvarado, M.E. 1989. Análisis y evaluación de las necesidades de investigación en acondicionamiento de semillas en las principales zonas productoras de México. Tesis - Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coah., Méx.
- Alvarado, M.G. 1982. Plagas en los granos almacenados y su control en México. En: López, V.M. (ed.). *Memorias del curso de actualización sobre Tecnología de Semillas.* UAAAN-AMSAC. Saltillo, Coah. p. 69-87.
- Anuita, J.M. 1985. Manejo del control de calidad en plantas y almacenes. Taller de producción de semilla de sorgo en América Latina; problemas y soluciones. México. 19 p.
- Barley, J.E. 1982. Whole grain storage. In: Chirstensen, C. M. (ed.). *Storage of cereal grains and their products.* Amer. Asoc. Cer. Chem. Inc. St. Paul, Minnesota. p. 53-78.
- Barradas, V.L. 1987. El clima en relación con el almacenamiento de granos y semillas. En: *Memorias del Curso de almacenamiento, manejo y conservación de granos y semillas.* PUAL-UNAM-UAAAN. Saltillo, Coah., 25 p.
- Blanco, L.A. y M.A. Vázquez. 1985. Situación actual del almacenamiento de granos y semillas en bodegas oficiales en México. En: Quintero, R.R. (Comp.). *Prospectiva de la biotecnología en México.* Fundación Javier Barríos Sierra, A.C.-CONACYT. México. p. 51-63.
- Bonlieu, A., R. Nicau and R. Tourte. 1964. La conservation des récoltes au Senegal. Essars sur le mil, le sorgho, le pady, le niebe. *Cra Bambey. Agr. Trop.* 19(1):7-44.
- Bowen, J.E. y B.A. Kratky. 1985. Mejor almacenamiento de semillas. Proteja su viabilidad controlando temperatura y humedad. *Agr. Amer.* 10:6-10.

- Boyd, H.A. y J. Orellana. 1978. Características de las instalaciones para almacenamiento de semillas. En: Boyd, H.A. y R. Echandi. (Comp.). Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas para Centroamérica, Panamá y el Caribe. Univ. Edo. Miss. San José, Costa Rica. p. 256-272.
- _____, G.M. Dougherty, R.K. Matthes y K.W. Rushing. 1977. Secado y procesamiento de semillas. En: Feistritzer P.W. (Comp.). Tecnología de la semilla de cereales. F.A.O. Cuadernos de Fomento Agropecuario N° 98 Roma. p. 67-95.
- Brooks, E.R. 1950. Climate in everyday life. Ernest Benn LTD London. England. 314 p.
- Buckingham, F. 1978. Almacenamiento de granos. ¡ planear bien es la clave ! Agr. Amer. 10:24-63.
- Christensen, C.M. y H.H. Kaufman. 1968. Grain Storage. The role of fungi in quality loss. University of Minnesota press. Minneapolis. Min. p. 4-35.
- Christensen, C.M. and D.B. Sauer. 1982. Microflora. In: Christensen, C.M. (Ed.). Storage of cereal grains and their products. St. Paul. Amer. Assoc. Cer. Chem. Inc. Minnesota. p. 219-240.
- Chung, D.S. 1984. Curso para la conservación de granos. Programa Internacional de granos. Depto. de ciencias de granos e industrias. Universidad del Edo. Kansas, U.S.A. p. 88 - 93.
- Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 1985. Principles of seed science and technology. 2 ed. Burgess Publishing. Company. Minnesota. U.S.A. p. 103-127.
- Dávila, C.S. 1982. Importancia, procedimientos y aspectos prácticos en el secado de semillas. En: López, V.M. (Ed.) Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. UAAAN-AMSAC. Saltillo. Coah. p. 37-46.
- Delouche, J.C. 1972. Harvesting, handling and storage of soybean seed. Seed. Tech. Lab. Miss. State. Univ. Mississippi, Miss.
- _____. 1978. Preceptos para el almacenamiento de la semilla. En: Boyd, A.H. y R. Echandi. (Comp.). Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas para Centroamérica, Panamá y el Caribe. Univ. Edo. Miss. San José, Costa Rica. p. 218-255.

- _____. 1980a. Some thoughts on seed storage. Proc. short course for seedsmen. Seed. Tech. Lab. Miss. State. Univ. Mississippi, Miss. 22:91-103.
- _____. 1980b. Environmental effects on seed development and seed quality. Hort. Sci. 15(6):775-780.
- Delouche, J.C. and H.C. Potts. 1971. Seed program. Dev. Seed. Tech. Lab. Miss. State. Univ. State Collage Miss. Mississippi, Miss. pp. 54-64
- Delouche, J.C., R.K. Matthes, G.M. Dougherty and A.H. Boyd. 1973. Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. Seed Sci Tech. 1:661-700.
- Douglas, J.E. 1977. Almacenamiento y envasado de semillas. - En: Feistritz, W.P. (Comp.). Tecnología de la semilla de cereales. F.A.O. Cuadernos de Fomento Agropecuario. No. 98. Roma. pp. 96-119.
- Ellis, M.A. 1978. Actividad microbial y calidad de la semilla. En: Boyd, A.H. y R. Echandi. (Comp.). Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas para Centroamérica, Panamá y el Caribe. Univ. Edo. Miss. U.S.A. San José, Costa Rica. pp. 137-147.
- Facio, P.F. 1983. Acondicionamiento de semillas. En: López V.M. (Ed.). Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. UAAAN-PRONASE. Saltillo, Coah. pp. 93-101.
- Facio, P.F. y C.S. Dávila. (Sin fecha). Apuntes de tecnología de semillas. C.C.D.T.S.-UAAAN. Saltillo, Coah. p. 5, 68.
- Faeth, J.L. 1978. Entresacamiento. Una valiosa práctica para producir semilla pura. En: Boyd, A.H. y R. Echandi. (Comp.). Seminario Internacional sobre Tecnología de Semillas para Centroamérica, Panamá y el Caribe. Univ. Edo. Miss. U.S.A. San José, Costa Rica. pp. 209-218.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO) - World Bank. 1985. México. Seed project. Identification Mission Report. Anexo 3, p. 10.
- García, M.E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condi

ciones de la Republica Mexicana. 2 ed. Instituto de Geografía. UNAM. México. p. 7-47.

- Gregg, B. 1981. Practical safe seed storage and its management. In: Feistritzer, W.P. (Comp.). Seed Proc. - FAO-SIDA. Tech. Conference on improved seed production. 2-6 june, 1981. Nairobi, Kenya. FAO. Roma. - p. 318-345.
- Harrington, J.F. 1959. Drying, storing and packaging seed - to maintain germination and vigor. proc. short. - course for seedsmen. Seed. Tech. Lab. Miss. State Univ. State Collage Miss. Mississippi, Miss. p. 87 - 107.
- _____. 1972. Seed storage and longevity. In: Kozlowski, T.T. Seed Biology. Academic. Press. New York, - p. 145-217.
- _____. 1973. Biochemical basis of seed longevity. Seed. Sci. Tech. 1:453-461.
- _____ and J.E. Douglas. 1970. Seed storage and packag - ing. Applications for India. National Seed Corpora - tion LTD and Foundation Rockefeller. Nueva Delhi, - India. 10 p.
- Hayde, N.B. 1969. Hazards of storing high moisture grain in airtight silos in tropical countries. Trop. Stored Prod. Inf. 18:9-12.
- Helmer, J.D. 1980. Seed deterioration. proc. short course - for seedsmen. Seed. Tech. Lab. Miss. State. Univ. Mississippi, Miss. 22:105-108.
- Holman, L.E. y J.R. Snitzler. 1984. Transporte, manejo y al macenamiento de semillas. En: Anuario de Agricultura USDA. Semillas. CECSA. México. p. 610-626.
- Isbagijo, S.P. 1978. A study on the storage of corn (zea mays L.). proceeding of the workshop on grain post. - Harvest. Tech. Bangkok, Thailand. p. 406-416.
- Ituarte, S.R. 1987. Control de roedores en granos almacena - dos. En: Memorias del curso de almacenamiento, mane jo y conservación de granos y semillas. PUAL-UNAM- UAAAN. Saltillo, Coah. 14 p.
- Jalote, S.R. and C.P. Vaish. 1976. Loss of viability of pad dy seed during storage in Uttar Pradesh. Seed. Rees. Univ. of Agr. and Tech. Faizabad, India. Vol. 4(2): 183-186.

- Jamieson, M. y p. Jobber. 1974. Manejo de los alimentos; .- ecología del almacenamiento. PAX- México. 1:153 - 185.
- Justice, O.L. and L.N. Bass. 1978. Principles and practices - of seed storage. Agr. Handbook. N° 506. USDA. - Washington, D.C. p. 7-26.
- Khanna, S.C. and T.D. Yadav. 1979. Effect of relative humidities on viability of cereal seeds during storage. Seed. Rese. 7(2):103-106.
- Koeppen, W. 1948. Climatología, con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económico. México. p. 19-24, 167.
- Lindbland, C. y L. Druben. 1981. Almacenamiento del grano. Manejo, secado, silos. Control de insectos y roedo res. CONCEPTO, S.A. México. p. 8-248.
- Lugo, B.I. 1987. Aspectos bioquímicos de la germinación y - el deterioro. En: Memorias del curso de almacenamien to, manejo y conservación de granos y semillas. PUAL - UNAM - UAAAN. Saltillo, Coah. 17 p.
- Menchaca, A.T. y G.P. Murillo. 1980. Manejo y conservación de semillas agrícolas. En: Memorias del coloquio - Internacional sobre conservación de semillas y gra nos almacenados. Instituto de Biología. UNAM. Méxi co. p. 37-42.
- Mendoza, H.J.M. 1985. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata a la UAAAN. Dpto. Agrometeorología. UAAAN. Saltillo, Coah. p. 147-171, 210, 554 602.
- Miller, A.A. 1982. Climatología. 5 ed. OMEGA, S.A. Barcelo- na. p. 53-111.
- Monroy, V.J.F. y P.F. Moreno. 1977. Resistencia de granos y semillas al flujo de aire. Temas didácticos. Inst. Colombiano Agrop. 5(5/6):15-22.
- Moreno, M.E. 1987 a. Factores que afectan la viabilidad de la semilla. En: Memorias del curso de almacenamien to, manejo y conservación de granos y semillas, .- PUAL - UNAM - UAAAN. Saltillo, Coah. 11 p.
- .. 1987b. La problemática y la investigación so - bre la conservación de granos y semillas. En: Memo- rias del curso de almacenamiento, manejo y conser- vación de granos y semillas. PUAL-UNAM-UAAAN. Sal- tillo, Coah. 14 p.

- Moreno, M.E. and G. Vidal. 1981. Preserving the viability of stored maize seed with fungicides. *Plant Disease*. 65:260-261.
- Multon, J.L. and F. Sigaut. 1982. History and future outlook of the technology of storage and preservation for rain and seed. *Industries Alimentaries et Agricoles*. 99:1057-1071.
- Navarro, Ch.R. (Sin fecha). Conservación de cereales. Monografía. MALTA, S.A. México. pp. 78-274.
- Neergard, P. 1979. Seed pathology. The Mc Millan Press. LTD. London. pp. 595-667.
- Nutile, G.E. and Woodstock, L.W. 1967. The influence of dormancy inducing desiccation treatments on the respiration and germination of sorghum. *Physiol. Plant*. 20:554.
- Papadakis, J. 1980. El clima con especial referencia a los climas de América Latina, Península Ibérica, ex-colonias ibéricas y sus potenciales agropecuarios. Albatros. Buenos Aires. p. 10, 51.
- Peske, S.T. y R. Aguirre. 1987. Manual para operadores de unidades de beneficio de semillas. U.B.S. Unidad de semillas. CIAT. Cali, Colombia. pp. 17-81.
- Potts, H.C., J.J. Duangpata, W.G. Hairston and J.C. Delouche. 1978. Some influences of harseedness on soybean seed quality. *Crop Sci*. 18:221-224.
- Productora Nacional de Semillas (PRONASE). 1985. Reporte del Banco Mundial. Estudio de PRONASE. Parte II. p. 115.
- Ramayo, R.L.F. 1983. Tecnología de granos. UACH. Chapingo, México. p. 4-11 y 56.
- Ramírez, G.J. y E. Moreno. 1982. Aplicación en húmedo y en seco de fungicidas en la conservación de semillas de maíz almacenadas. *Bol. Soc. Mex. Mic*. 17:67-70.
- Ramírez, G.M. 1984. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. CECSA. México. p. 57.
- Rangifo, G. and H.B. Pfost. 1976. High temperature and high humidity grain storage. *Food and feed grain inst. Kansas State Univ. Manhattan, K.S.* p. 57.

- Sánchez, L.F.S. 1976. El sistema nacional de producción, certificación y comercio, y la utilización de semillas certificadas en México. Tesis M.C. Chapingo, México p. 3-10.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1982. Normales climatológicas, período 1941-1970. Dirección General de Geografía y Meteorología. SAG-México. p. 11,12,176,259 y 634.
- Sulzer. 1984. Conservación de semillas por refrigeración. - Sulzer Hnos., S.A. México. 15 p.
- Sulzer, E.W. (sin fecha). Granifrigor. Refrigeración de cereales, información sobre la refrigeración de productos granulados. Lindau. Alemania. 19 p.
- Taylor, R.W.D. 1975. The storage of seeds. Trop. Stored. - Prod. Inf. England. 30:23-35.
- Thompson, J.R. 1979. An introduction to seed technology - printed in Great Britain by Thompson. Litho. LTD. East. Kilbride, Scotland. 5 p.
- Warham, E.J. 1986. A comparison of packaging materials for seed with particular references to humid tropical environments. Seed, Sci. and Tech. 14:191-211.

A P E N D I C E A

ELEMENTOS ESCENCIALES DEL CUESTIONARIO DEL
ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE SEMILLAS

I. Datos Generales de la Institución

1. Nombre de la institución.
2. Tipo de organización de la institución.
3. Localización de la institución.
4. Tipo de clima de la región.
5. Número de almacenes que tiene la institución.
 - a. Materia prima.
 - b. Producto terminado.
6. Tipos y número de variedades y/o híbridos de semilla que manejan.
7. Volumen de semilla almacenada.
8. Período de almacenamiento a que se somete la semilla.
 - a. Materia prima.
 - b. Producto terminado.

II. Almacenamiento y Conservación

Transporte y Recepción

1. ¿Cual es el medio de transporte utilizado para la materia del campo de producción al centro receptor?
2. ¿Cuales son las distancias promedio que se tienen del área de producción al centro de recepción?.
3. ¿Se han observado problemas a la semilla durante el proceso del transporte? ¿En que magnitud se presenta y como lo solucionan?.

4. Durante la recepción de semilla, mencione los problemas más comunes que se presentan en la calidad de la semilla; y explique como lo solucionan.

Almacenamiento temporal

1. ¿Se prelimpia la semilla antes de someterla al almacena
miento temporal? ¿por qué?
2. ¿Cual es el tiempo en que permanece almacenada la semi-
lla como materia prima antes de que sea beneficiada?
3. ¿Cual es el objetivo de realizar el almacenamiento tem-
poral?
4. ¿Cuales son las normas de calidad que debe reunir la se
milla que es sujeta para el almacenamiento?.
5. ¿Cuales son los problemas más comunes que se presentan
durante este proceso, mencionando en que magnitud se pre
sentan y como lo solucionan?

Aireación y Secado

1. ¿Se cuenta con equipos de aireación y secado de semillas?
Describalos.
2. ¿Cual es el método de secado utilizado por la empresa?
 - A. Natural
 - a. ¿Cual es el tiempo de exposición de la semilla al
sol para que esta alcance la humedad deseada?.
 - b. ¿Cuales son los problemas que se presentan durante
el proceso y como lo solucionan?

B. Artificial

- a. ¿Cuál es el tipo de secador empleado?
- b. ¿Qué tipo y clase de semilla es empleada para el secado?
- c. ¿Cuál es el tiempo promedio del secado de semillas?
- d. ¿Cuales son los problemas que se presentan durante este proceso?.
- e. ¿Cuál es la magnitud y frecuencia del problema y cómo lo solucionan?
- f. Después del secado ¿cuál es el tiempo que permanece la semilla almacenada antes de que sea beneficiada?

Producto terminado

1. ¿Cuál es el medio de transporte utilizado del área de beneficio al area del almacenamiento de semilla como producto terminado?.
2. ¿Como se realizan y en que arreglo se lleva a cabo el estibado de la semilla en el interior del almacén?
3. ¿El almacén cuenta con una area específica para el recibo y embarque de semillas?.
4. ¿Cuales son las categorías y características de la semilla almacenada durante los últimos años? (cultivo, volumen, ciclo y período de almacenamiento).
5. ¿Se han presentado variaciones en el ambiente interno del almacén bajo ambiente controlado? mencione el porqué y

cuando se presenta, explicando si existe un efecto sobre la calidad y longevidad de la semilla, además las alternativas de solución que se llevan a cabo.

6. ¿Cuál es la frecuencia con que se registra la temperatura y humedad relativa del interior del almacén y cuál es el equipo utilizado?
7. ¿Se tienen diferencias en la longevidad de las semillas que se manejan? ¿que especies son más susceptibles y cuáles son sus posibles causas?
8. ¿Se presenta la latencia en la semilla que se manejan? ¿en que tipo de semilla, frecuencia y magnitud se presenta? ¿que tipo de latencia es? ¿que tipo de problemas les causan a la semilla que presenta latencia? ¿como se solucionan o rompen la latencia?
9. ¿Se tienen problemas con el daño mecánico en la semilla? ¿en que semilla se presenta? ¿en que magnitud?. ¿cuales son las causas del daño mecánico? ¿como reducen el daño?
10. ¿Cuales son los factores que se presentan y causan el deterioro de la semilla almacenada? ¿cuales son las características que presenta la semilla almacenada? ¿En qué magnitud se presenta el deterioro de la semilla y que representa esta para la institución?
11. ¿Cuales son las medidas que llevan a cabo para almacenar y conservar la semilla en los niveles óptimos de calidad? ¿con que frecuencia e intensidad las realizan? ¿cuando y en donde se realiza?

III. Factores Bióticos

¿Cuales son los factores que causan pérdidas de calidad y cantidad de la semilla almacenada y en que magnitud se presentan?

Insectos

1. ¿Cuales son los principales insectos que se presentan en la semilla almacenada? ¿cuando se presentan? ¿cuál es el origen de la infestación de los insectos? ¿cómo estiman la población de insectos?
2. ¿Cuales son los daños más comunes que ocasionan los insectos a la semilla almacenada?
3. ¿Se cuenta con programas para el control de insectos? ¿qué puntos consideran? ¿en que etapa del almacenamiento inician el control? ¿que métodos utilizan? ¿con que frecuencia se lleva? ¿ventajas y desventajas que representan al utilizar productos químicos para el control de insectos? ¿cuales son los productos más empleados? ¿se han tenido problemas de fitotoxicidad en la semilla?

Hongos

1. ¿Se tienen problemas con hongos en la semilla almacenada? ¿en qué magnitud y frecuencia se presenta? ¿qué tipo de hongos se presentan?.
2. ¿Cuales son las semillas que son más susceptibles al daño

por hongos? ¿cuales son los factores que inducen a la infestación de hongos en la semilla almacenada? ¿cuales son los daños que ocasionan?.

3. ¿Como evitan o controlan la presencia de hongos en la semilla? ¿realizan pruebas para la detección de hongos? ¿cuales?

Roedores

1. ¿Es común la presencia de roedores en el almacén? ¿qué especies y en que magnitud se presentan? ¿ cómo detectan su presencia?
2. ¿Qué daños causan los roedores a la semilla? ¿que tipo de semilla es más susceptible al ataque por roedores? ¿En qué magnitud es el daño?
3. ¿Se cuentan con programas de control de roedores? ¿qué puntos consideran en el control? ¿qué métodos utilizan y que tan eficiente es?

Pájaros

1. ¿Representan algún problema la presencia de pájaros en el almacén? ¿es común? ¿que tipo de pájaros se presentan? ¿en qué magnitud?
2. ¿Qué tipo de problemas ocasionan a la semilla almacenada? ¿cuál es la semilla más susceptible al ataque por pájaros? ¿en qué magnitud se presenta el daño en la semilla?

3. ¿Cómo controlan la presencia y el daño por pájaros?

IV. Tratamiento de Semillas

1. ¿Cuál es el procedimiento químico utilizado para el tratamiento de semillas? ¿cuales son los productos químicos y dosis utilizados? ¿ventajas y desventajas de la utilización?
2. ¿Se tienen problemas de fitotoxicidad en la semilla almacenada? ¿en que magnitud se presenta? ¿cuales son las causas de la toxicidad? ¿cómo lo solucionan?
3. ¿Cuales son los productos más empleados en el tratamiento? ¿cuál tratamiento (húmedo o seco) causa mayor ventaja o desventaja en la semilla tratada y por qué?

V. Envases

1. ¿Cual es la finalidad con que realizan el envasado de la semilla? ¿cuales son las características y factores que consideran para la elección del envase a utilizar? ¿ventajas y desventajas del envase utilizado?.
2. ¿Cuales son los problemas más comunes que se presentan en el envase utilizado? ¿cuales son las causas y en que magnitud se presentan? ¿cómo lo solucionan?
3. ¿Cuál es el volumen y tamaño de la estiba? ¿ventajas y desventajas? ¿cuales son los problemas más comunes y en que magnitud se presentan? ¿cómo solucionan estos problemas?

- Moreno, M.E. and G. Vidal. 1981. Preserving the viability of stored maize seed with fungicides. *Plant Disease*. 65:260-261.
- Multon, J.L. and F. Sigaut. 1982. History and future outlook of the technology of storage and preservation for rain and seed. *Industries Alimentaries et Agricoles*. 99:1057-1071.
- Navarro, Ch.R. (Sin fecha). Conservación de cereales. Monografía. MALTA, S.A. México. pp. 78-274.
- Neergard, P. 1979. Seed pathology. The Mc Millan Press. LTD. London. pp. 595-667.
- Nutile, G.E. and Woodstock, L.W. 1967. The influence of dormancy inducing desiccation treatments on the respiration and germination of sorghum. *Physiol. Plant*. 20:554.
- Papadakis, J. 1980. El clima con especial referencia a los climas de América Latina, Península Ibérica, ex-colonias ibéricas y sus potenciales agropecuarios. Albatros. Buenos Aires. p. 10, 51.
- Peske, S.T. y R. Aguirre. 1987. Manual para operadores de unidades de beneficio de semillas. U.B.S. Unidad de semillas. CIAT. Cali, Colombia. pp. 17-81.
- Potts, H.C., J.J. Duangpata, W.G. Hairston and J.C. Delouche. 1978. Some influences of harseededness on soybean seed quality. *Crop Sci*. 18:221-224.
- Productora Nacional de Semillas (PRONASE). 1985. Reporte del Banco Mundial. Estudio de PRONASE. Parte II. p. 115.
- Ramayo, R.L.F. 1983. Tecnología de granos. UACH. Chapingo, México. p. 4-11 y 56.
- Ramírez, G.J. y E. Moreno. 1982. Aplicación en húmedo y en seco de fungicidas en la conservación de semillas de maíz almacenadas. *Bol. Soc. Mex. Mic*. 17:67-70.
- Ramírez, G.M. 1984. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. CECSA. México. p. 57.
- Rangifo, G. and H.B. Pfof. 1976. High temperature and high humidity grain storage. *Food and feed grain inst. Kansas State Univ. Manhattan, K.S.* p. 57.

VI. Control de Calidad

1. ¿Realizan el muestreo de semillas? ¿que producto es su-
jeto al muestreo? ¿cuales son los procedimientos y re-
glas que siguen para el muestreo de semillas? ¿con que
frecuencia se lleva a cabo?
2. ¿Con que equipo se cuenta para llevar a cabo el control
de calidad? ¿lo considera suficiente y eficiente?
3. ¿Señale el motivo por el que se realiza el almacenamien-
to temporal? ¿cual es el tiempo que se almacena la mate-
ria prima antes de su beneficio? ¿cuales son los facto-
res y características que verifican a la semilla como -
materia prima y con que frecuencia lo realizan? ¿cuales
son los problemas más comunes que se presentan en la ca-
lidad de la semilla como materia prima y como lo solucio-
nan?
4. ¿Cuales son las causas principales por las que dan de ba-
ja un lote de semilla durante el almacenamiento?
5. ¿Cuales son las pruebas de calidad que realizan a la se-
milla? ¿realizan pruebas de calidad para predecir el pe-
ríodo de almacenamiento? ¿verifican la calidad de la se-
milla antes y después de cada fumigación?
6. ¿Cuales son los problemas más comunes que se presentan -
en el almacenamiento de producto terminado?
7. ¿Cuales son las decisiones que se toman con respecto a
la semilla que no se logra comercializarla en los centros
de distribución?
8. ¿Realizan el control de calidad externo? ¿cuál es el

objetivo de que se lleve a cabo? ¿existe variación de criterios en los análisis de la semilla entre la empresa y el SNICS? ¿cómo interviene el SNICS en la verificación de la calidad de la semilla almacenada? ¿con qué frecuencia realiza el SNICS las inspecciones a la empresa? ¿consideran necesario el control de calidad que lleva a cabo el SNICS? ¿por qué?

VII. Instalaciones de Almacenamiento

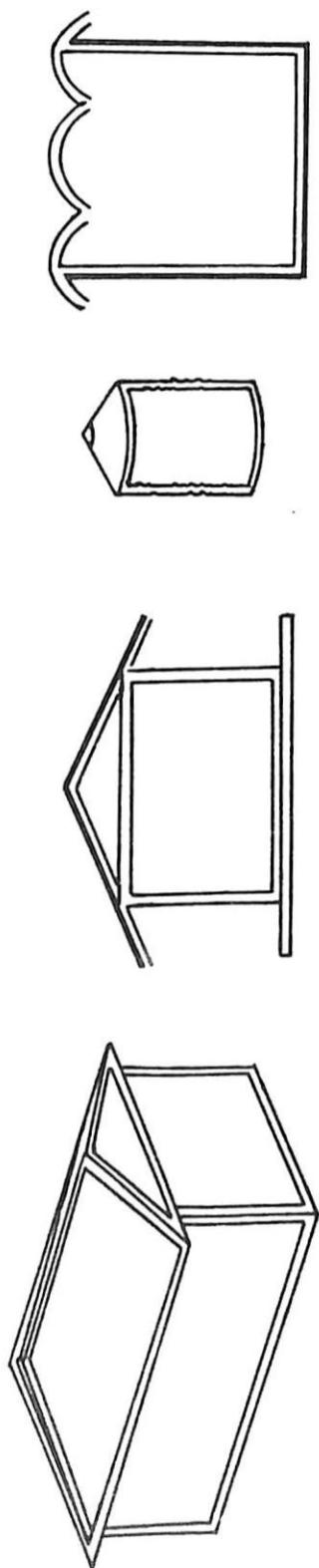
1. ¿Qué tipo de instalaciones cuenta la empresa para almacenar semilla como materia prima? ¿cuales son sus características y sistemas de mecanización con que cuentan? - ¿ventajas y desventajas? ¿qué capacidad se tiene?
2. ¿Qué tipo de instalaciones se tiene para almacenar semilla como producto terminado? ¿son de ambiente normal o controlado? ¿con que sistemas de mecanización se cuentan? ¿cuales son sus características y capacidades?
3. ¿Cuál es el sistema empleado para controlar el ambiente interno del almacén (aire acondicionado o refrigeración? Ventajas y desventajas que presenta cada sistema, ¿cuáles son las condiciones de temperatura y humedad que se presentan en el interior del almacén? ¿cuentan con deshumidificador? ¿de qué tipo?.
4. ¿Cuales son los criterios esenciales que se tomaron en cuenta para diseñar y construir los almacenes destinados para almacenar semilla como materia prima y producto terminado?.

5. Cuales son los problemas más comunes que se presentan - en las instalaciones de la empresa? ¿en qué magnitud? ¿cómo lo solucionan?

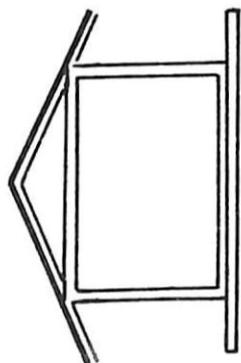
VIII. Capacitación

1. ¿Qué tipo de capacitación ofrece la empresa a sus trabajadores? ¿a quién se le brinda la capacitación y con que frecuencia se da? ¿existe la necesidad de capacitar personal?
2. ¿Se cuenta con programas de capacitación dentro de la empresa? ¿quién la ofrece? ¿existe personal técnico laborando específicamente en el área del almacenamiento y conservación de semillas?

A P E N D I C E B



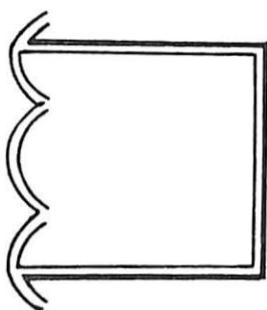
Tipo cuatro aguas



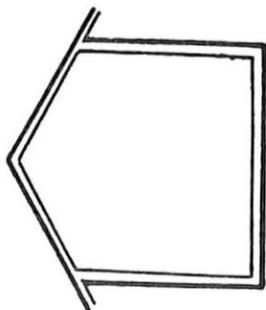
Tejabán



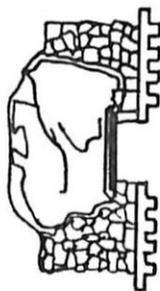
silo



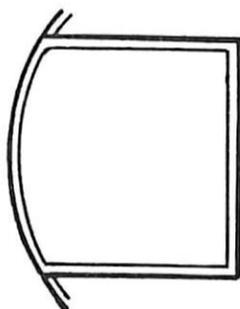
Tipo red nacional



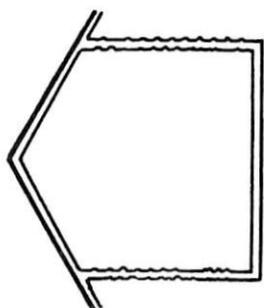
Tipo dos aguas



Intemperie



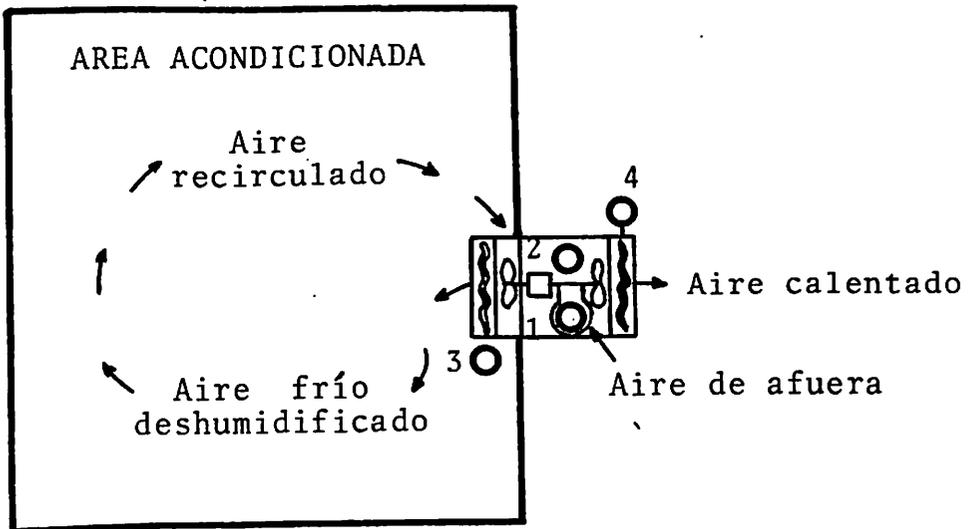
Tipo hangar



Tipo Butler

Figura A.1 Tipo de instalaciones empleadas para almacenar semilla.

A P E N D I C E C

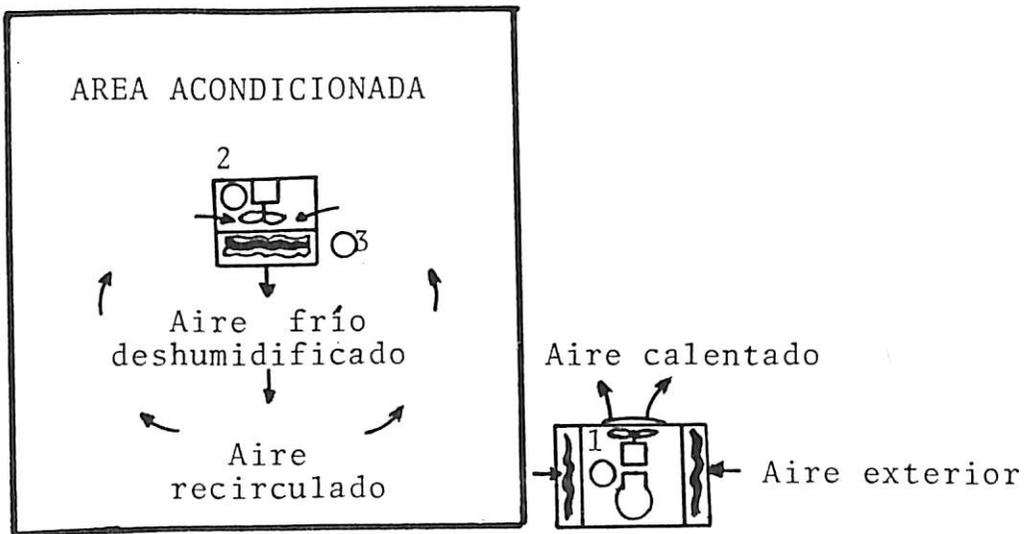


COMPONENTES DEL SISTEMA

1. Compresor
2. Motor y ventiladores
3. Serpentín evaporador
4. Serpentín condensador

Figura B.1 Representación esquemática de un cuarto con aire acondicionado para almacenamiento de semillas

A P E N D I C E D

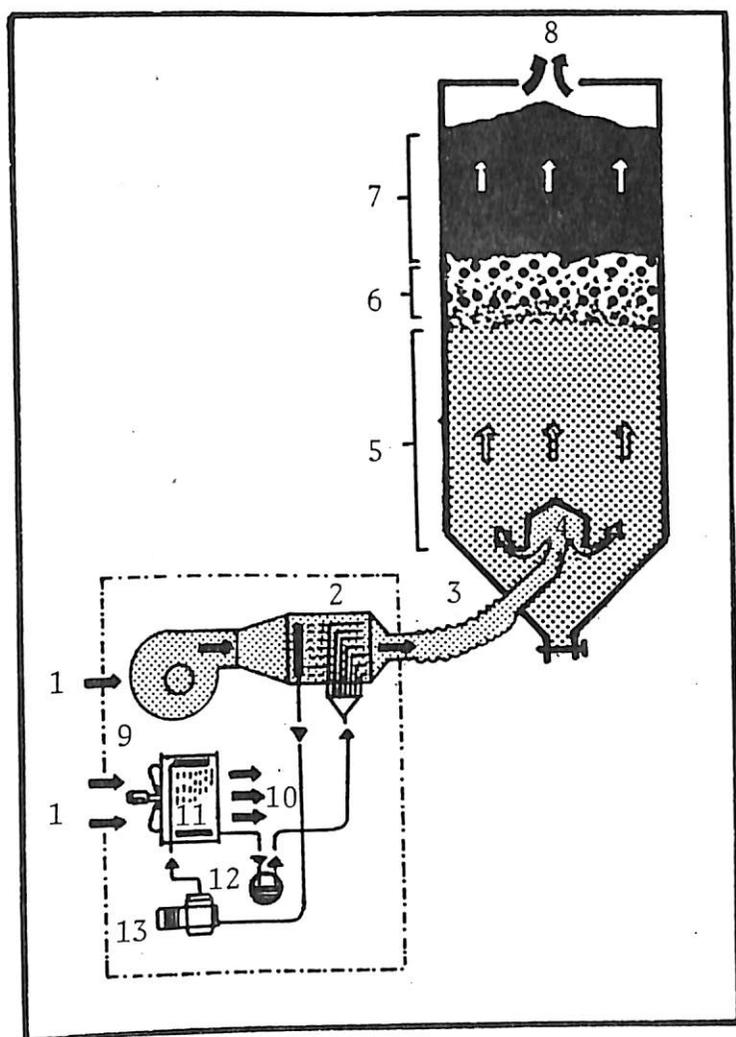


COMPONENTES

1. Unidad remota de refrigeración
2. Evaporador
3. Descongelador de gas caliente

Figura C.1 Representación esquemática de un sistema de refrigeración con deshumidificador integrado para el almacenamiento de semillas.

A P E N D I C E E



- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1 Aire frío | 7 Zona de granos no refrigerados |
| 2 Refrigerador de aire con Higrotherm | 8 Aire caliente |
| 3 Entrada de aire frío | 9 Ventilador |
| 4 Distribución de aire | 10 Salida de aire |
| 5 Zona de granos refrigerados | 11 Condensador refrigerado por aire |
| 6 Zona de refrigeración desplazándose en la dirección del aire | 12 Depósito de gas frigorífico |
| | 13 Compresor frigorífico |

Figura D.1 Refrigeración de cereales en silos

A P E N D I C E F

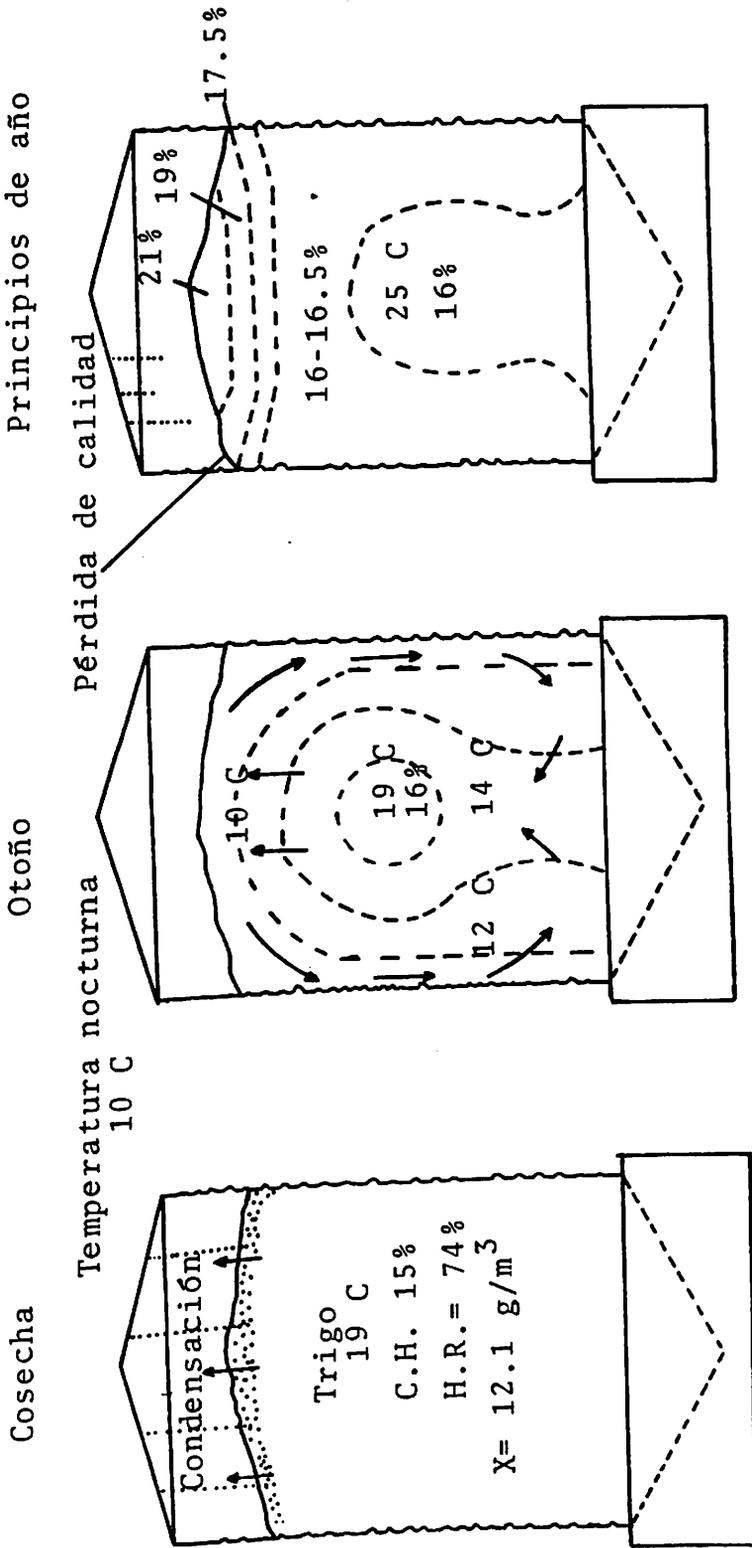


Figura E.1 Influencia del tiempo en la evolución de las temperaturas y humedades del trigo en silos de acero no refrigerados.

A P E N D I C E G

Cuadro A.1 Temperaturas medias mensuales y precipitación pluvial mensual- anual en las localidades consideradas en el estudio.

LOCALIDAD		E	F	M	A	M
Saltillo, Coah.	T	12.1	13.5	15.9	19.0	21.4
	P	10.3	10.6	6.0	14.6	25.1
Torreón, Coah.	T	15.6	18.0	21.2	24.2	28.2
	P	6.4	4.5	2.4	2.2	14.1
Delicias, Chih.	T	10.3	13.2	16.2	20.2	24.2
	P	10.0	2.8	2.9	5.5	6.0
Celaya, Gto.	T	15.7	17.7	20.6	23.1	24.7
	P	8.5	4.4	5.2	10.8	29.1
Los Mochis, Sin.	T	18.0	18.7	21.0	23.8	26.3
	P	22.8	5.3	3.7	1.0	0.6
Cd. Obregón, Son.	T	18.1	19.3	21.6	24.7	27.9
	P	13.6	4.1	4.1	1.4	0.2
Río Bravo, Tamps.	T	15.6	17.1	19.6	23.8	27.0
	P	14.6	36.8	17.7	45.2	33.7

T Temperatura en °C
P Precipitación pluvial en mm.

Cuadro A.1..... continuación.

LOCALIDAD		J	J	A	S
Saltillo, Coah.	T	22.7	22.2	22.2	20.0
	P	41.0	51.9	45.9	47.7
Torreón, Coah.	T	28.5	27.7	27.4	26.3
	P	22.6	39.3	41.5	47.1
Delicias, Chih.	T	27.7	26.6	26.1	23.5
	P	28.4	62.2	65.4	53.8
Celaya, Gto.	T	24.1	23.0	22.8	21.9
	P	96.3	138.2	125.7	117.6
Los Mochis, Sin.	T	30.3	32.0	31.4	30.8
	P	5.7	48.3	82.2	82.8
Cd. Obregón, Son.	T	31.7	33.5	32.6	32.3
	P	7.8	83.5	85.2	57.3
Río Bravo, Tamps.	T	28.8	29.7	30.2	27.9
	P	62.9	34.0	67.4	90.8

T Temperatura en °C

P Precipitación pluvial en mm.

Cuadro A.1.....continuación

LOCALIDAD		O	N	D	PROM.
Saltillo, Coah.	T	17.5	14.2	12.1	17.7
	P	24.4	12.3	14.1	303.9
Torreón, Coah.	T	22.4	17.8	15.1	22.6
	P	22.3	6.5	8.2	217.1
Delicias, Chih.	T	19.6	13.6	10.4	19.3
	P	21.3	7.7	9.9	275.2
Celaya, Gto.	T	20.1	17.9	16.0	20.6
	P	38.0	14.4	9.1	597.3
Los Mochis, Sin.	T	27.9	22.1	19.3	25.1
	P	45.2	7.5	15.8	320.9
Cd. Obregón, Son.	T	28.8	23.2	19.9	26.1
	P	21.7	6.0	22.2	307.1
Río Bravo, Tamps.	T	23.2	18.0	15.5	23.0
	P	65.7	30.4	17.8	517.0

T Temperatura en °C.

P Precipitación pluvial en mm.