

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Almacenamiento de Grano de Maíz

Por:

GUILLERMO PACHECO ELIZARRARAS

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Almacenamiento de Grano de Maíz

Por:

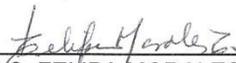
GUILLERMO PACHECO ELIZARRARAS

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


M.C. FELIPA MORALES LUNA
ASESOR PRINCIPAL


M.C. ROBERTO ESPINOZA ZAPATA
COASESOR


M.C. ADOLFO ORTEGÓN PÉREZ
COASESOR


DR. GABRIEL CALLEGOS MORALES
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por estar siempre conmigo y nunca dejarme solo. Por darme vida y la felicidad de haber hecho posible una de las metas más grandes de mi vida terminar la carrera.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

Por darme la oportunidad y abrirme sus puertas para la adquisición y desarrollo de conocimientos para mi formación profesional.

A la MC. Felipa Morales Luna

Por el apoyo y dedicación incondicional para la realización de este trabajo.

Al jurado examinador

Por el asesoramiento, comentarios y correcciones muchas gracias

A Juan Luis Cabello Chico

A quien considero mi mejor amigo, quien por muchos años siempre me ha brindado su apoyo y amistad, espero y lo siga siendo toda la vida.

A mis amigos y compañeros

A mis amigos y compañeros de la UAAAN que siempre me brindaron su amistad durante mi estancia en esta maravillosa universidad en especial a Erick Jesus Morales Alvarado A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron en mi formación profesional. A todos gracias.

DEDICATORIA

A mis padres con mucho respeto y cariño

Sr. Ángel Pacheco López

Sra. Elvira Elizarrarás Cabello

Quienes durante toda mi vida me han brindado todo su amor, me han inculcado lo mejor con sus consejos, gracias a su esfuerzo y sacrificio me han ayudado a salir adelante dándome todo su apoyo para que terminara mis estudios muchas gracias por creer en mí.

A mis hermanos

Quienes siempre me han brindado su apoyo y lo más valioso el amor de familia, gracias por estar en los momentos más difíciles y felices de mi vida.

A mi esposa Ana Raquel

Por compartir mis aspiraciones y brindarme todo su amor y apoyo

A mis hijas Dulce María y Melissa Sarahi

Que me han servido de motivación para seguir adelante

A las innumerables personas que han estado durante mi trayectoria y han dedicado parte de sus vidas en mí.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Agradecimientos.....	i
Dedicatoria.....	ii
Índice de contenido.....	iii
Índice de figuras.....	iv
Índice de cuadros.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Secado.....	4
Humedad relativa.....	5
Contenido de humedad en equilibrio.....	5
Secado con aire natural.....	6
Secado en planta.....	6
Almacenamiento.....	7
Tiempo de secado.....	8
CAPITULO I	
IMPORTANCIA DE UN ALMACÉN	
1.1 Definición de almacén.....	10
1.2 Importancia del almacén.....	13
1.3 Funciones del almacén.....	13
1.4 Tipos de almacén.....	14
1.4.1 Almacén central.....	14
1.4.2 Almacén regional.....	15
1.4.3 Almacén en punto de uso.....	15

CAPITULO II

DEFINICIÓN DE SEMILLA

2.1 Definición de semilla.....	16
--------------------------------	----

CAPITULO III

GENERALIDADES DE LOS GRANOS

3.1 Definición de grano.....	18
3.2 Composición química del grano.....	18
3.3 Estructura de los granos.....	19
3.4 Clasificación de los granos.....	24
3.5 Importancia de los granos.....	25
3.6 Aplicaciones del grano.....	26
3.7 Producción de maíz en el mundo.....	28

CAPITULO IV

ALMACENAMIENTO TRADICIONAL DE LOS GRANOS

4.1 Características y efectos sobre el almacenamiento de los granos.....	29
4.2 Condiciones climáticas durante el periodo de maduración de la semilla.....	29
4.3 Grado de maduración en el momento de la cosecha.....	30
4.4 Daños mecánicos.....	30
4.5 Impurezas.....	31
4.6 Humedad.....	31
4.7 Temperatura.....	32
4.8 Microorganismos.....	33
4.9 Hongos de campo.....	33
4.9.1 Hongos de almacenamiento.....	33
4.9.2 Plagas.....	34
4.9.3 Principales plagas de granos almacenados.....	35
4.9.4 Plagas más comunes de los granos almacenados.....	36

4.9.5 Daños causados por los insectos.....	50
CAPITULO V	
CONTROL QUÍMICO	
5.1 Control químico de plagas en almacén de granos.....	55
5.2 Fumigación de granos a granel con el uso de sondas.....	56
CAPITULO VI	
ROEDORES	
6.1 Roedores.....	57
6.1.1 <i>Rattus norvegicus</i>	57
6.1.2 <i>Rattus rattus</i>	58
6.1.3 <i>Mus musculus</i>	59
CAPITULO VII	
LABORES DE POSCOSECHA	
7.1 Porcentaje de pérdidas en granos almacenados.....	61
7.2 Cosecha y trilla.....	62
7.3 Limpieza del grano.....	62
7.4 Necesidad de secar el grano.....	63
CAPITULO VIII	
PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ALMACENAMIENTO	
8.1 Principios básicos para un buen almacenamiento.....	65
8.2 Requisitos para un buen almacenamiento.....	65
8.3 Factores para un buen almacenamiento.....	66
8.4 Reglas para el almacenamiento.....	67
8.5 Elementos esenciales de una bodega.....	67
CAPITULO XI	
MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO	
9.1 Métodos de almacenamiento.....	69
9.2 Estructuras para el almacenamiento.....	69

9.2.1 Grano almacenado en sacos.....	69
9.2.2 Almacenamiento hermético.....	71
9.2.3 Almacenamiento del grano en sacos de plástico.....	72
9.2.4 Almacenamiento del grano en tambores metálicos.....	72
9.2.5 Almacenamiento del grano en depósitos de metal.....	74
9.2.6 Almacenamiento en silos.....	75
9.2.7 Almacenamiento de granos en naves graneros.....	76
LITERATURA CITADA.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1 Partes de la semilla de maíz.....	16
Figura 2 Partes del grano de maíz.....	20
Figura 3 Partes del grano de frijol.....	21
Figura 4 Partes del grano de trigo.....	22
Figura 5 Gorgojo de los graneros.....	36
Figura 6 Gorgojo del arroz.....	37
Figura 7 Barrenillo de los granos.....	38
Figura 8 Gorgojo dientes de sierra.....	39
Figura 9 Polilla o palomilla de los cereales.....	40
Figura 10 Gorgojo de la harina.....	41
Figura 11 Gorgojo castaña de la harina.....	42
Figura 12 Gorgojo del pan.....	43
Figura 13 Gorgojo khapra.....	44
Figura 14 Acaro de la harina.....	45
Figura 15 Palomilla de la harina o palomilla india.....	46
Figura 16 Gorgojo plano de los granos.....	47
Figura 17 Barrenador de los granos.....	48
Figura 18 Gorgojo pinto del frijol.....	49
Figura 19 Adulto de rata parda.....	51
Figura 20 Adulto de rata negra.....	52
Figura 21 Adulto de ratón doméstico.....	53
Figura 22 Grano almacenado en sacos.....	58
Figura 23 Almacenamiento hermético.....	59
Figura 24 Almacenamiento de grano en sacos de plástico.....	60
Figura 25 Almacenamiento de grano en tambores metálicos.....	61
Figura 26 Almacenamiento de grano en depósitos de metal.....	62
Figura 27 y 28 Almacenamiento en silos metálicos.....	63
Figura 29 y 30 Almacenamiento de granos en naves graneros.....	64,65

ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Resultado de análisis bromatológico en cereales.....	19
Cuadro 2. Principales países productores de maíz.....	28
Cuadro 3. Fumigación de granos a granel.....	57

INTRODUCCIÓN

El alimento es un factor limitante para la nutrición de todos los seres vivos y la lucha constante para obtenerlo, es una característica biológica de estos organismos.

El hombre ha tenido que hacer frente desde tiempo inmemorial, a la competencia con los demás seres vivos por el aprovechamiento de aquellos productos alimenticios que les interesan mutuamente, para la conservación de su vida.

Los granos y sus productos, constituyen una fuente de nutrimento para el hombre y para muchos otros organismos y su disponibilidad en un momento dado, significa la satisfacción de una necesidad esencial para el que pueda aprovecharlos primero.

La conservación de granos alimenticios ha sido, es y será, motivo de preocupación del hombre por su significado en la dieta humana y por la necesidad de resguardarlos contra el peligro que significa su aprovechamiento por sus demás competidores.

Es común que las áreas de mayor producción de granos se encuentren alejadas de los centros de consumo, lo cual implica el transporte y el almacenamiento de esos productos en lugares estratégicos para su distribución oportuna cuando sean requeridos.

Independientemente del uso de los granos ya sea como alimento para el hombre y para los animales domésticos, así como para semilla que asegure la producción de mejores cosechas en el futuro o como materia prima en la industria, es necesario que se almacene en forma ventajosa y por periodos variables de tiempo, para que se utilicen y consuman de acuerdo con las necesidades de la población.

El almacenamiento de los granos alimenticios, es un proceso costoso que trae implícitos fuertes gastos y problemas de carácter muy complejo, pero es un requisito necesario y de una importancia decisiva para la nutrición humana. Los granos destinados a ser usados como semillas, como alimento o para la industria, están sujetos durante el periodo crítico de su almacenamiento a pérdidas variables, adicionales a las naturales, causadas principalmente por factores físicos o bióticos.

Los problemas relativos a la conservación de los granos son muy complejos, por la concurrencia de factores físicos, químicos, mecánicos y biológicos, y puede decirse que muchos de estos factores son específicos de ciertas regiones ecológicas del mundo; sin embargo, gran parte de la resolución de ellos descansa en la investigación y en el conocimiento de las causas que los originan (Ramírez, 1982).

El grano es atacado en el campo y en el almacén por insectos, roedores, aves y hongos, y el grano que no es consumido por las plagas, es contaminado por sus excrementos y por sus cuerpos, por lo que los agricultores pierden gran parte de su grano después de cosecharlo. Estos problemas han afectado desde muchos años a los agricultores en todo el mundo y por eso se han creado diversas formas de contrarrestarlo. Muchos métodos antiguos son ineficaces, pero algunos son buenos y deben seguirse usando hasta que sean reemplazados o mejorados.

Sin embargo, en años recientes, los problemas del almacenamiento del grano han ido cambiando (en algunos casos han empeorado) debido a que se ha avanzado hacia una mayor producción.

En muchos lugares, la población aumenta más rápidamente que los alimentos que demanda para subsistir y este fenómeno produce carencias muy serias, las que repercuten en la nutrición del pueblo (Lindblad, Druben, 1979).

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un documento que contenga información útil para profesionistas, estudiantes, productores de granos, consumidores y público en general sobre cómo mantener la calidad inicial de los granos lograda en el campo hasta su entrega para ser consumido ya sea para alimentación humana, animal o para la industria.

Palabras clave: Maiz, Almacén, grano. Maduración de semilla, hongos de campo, hongos de almacenamiento

Correo electrónico; Guillermo Pacheco Elizarraras, gpaeli@hotmail.com

REVISIÓN DE LITERATURA

SECADO

El secado es un proceso en que hay intercambio simultáneo de calor y masa, entre el aire del ambiente de secado y los granos. En cambio en casos generales se define el secado como la operación unitaria responsable de la reducción del contenido de humedad de un producto, hasta un nivel que se considera seguro para el almacenamiento (Dalpasquale *et al*, 1991).

El objetivo fundamental del secado es la disminución del contenido de humedad de granos húmedos hasta dejarlos en un límite conveniente para garantizar su conservación en el almacenamiento. Es una forma indirecta para combatir plagas que atacan los granos almacenados y asegurar su conservación cuando se realiza de manera apropiada (Ramírez, 1984).

Así mismo, el secado se define como la remoción por medios térmicos del agua contenida dentro de los sólidos (Castillo, 1984).

Por secado se entiende la fase del sistema de operaciones de poscosecha durante la cual el producto se deshidrata rápidamente hasta una tasa de humedad llamada “de seguridad” (FAO, 1998).

La operación de secado es una operación de transferencia de masa de contacto gas- sólido, donde la humedad contenida en el sólido se transfiere por evaporación hacia la fase gaseosa, en base a la diferencia entre la presión de vapor ejercida por el sólido húmedo y la presión parcial de vapor de la corriente gaseosa.*Cuando estas dos presiones se igualan, se dice que el sólido y el gas están en equilibrio y el proceso desecado cesa. (Nonhebel, 2002).

El secado es un método de conservación de alimentos consistente en extraer el agua de estos, lo que inhibe la proliferación de microorganismos y dificulta la putrefacción. El secado de alimentos mediante el sol y el viento para evitar su deterioro ha sido practicado desde la antigüedad. El agua suele eliminarse

por evaporación (secado al aire, al sol, ahumado o al viento) pero, en el caso de la liofilización, los alimentos se congelan en primer lugar y luego se elimina el agua por sublimación. Las bacterias, levaduras y hongos necesitan agua en el alimento para crecer. El secado les impide efectivamente sobrevivir en él (Bróker, *et al* 1992).

HUMEDAD RELATIVA (HR)

Está definida como la relación que existe entre el peso del vapor de agua por metro cubico de aire, con relación al peso de vapor de agua contenido en un metro cubico de aire saturado a la misma temperatura y es expresada en forma de porcentaje.

Si la HR del aire es alta, la presión de vapor es alta también, generalmente las semillas absorberán humedad o se equilibraran con el medio ambiente a muy altos contenidos de humedad. Para que el secado se lleve a cabo, es necesario que la HR del aire sea baja (CIAT, 1985)

Humedad Relativa: es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que existe en la atmósfera y la máxima que podría contener a idéntica temperatura; es decir, es el cociente en la humedad absoluta y la cantidad máxima de agua que admite el aire por unidad de volumen. Se mide en tantos por ciento y está normalizada de forma que la humedad relativa máxima posible es el 100%. Una humedad relativa del 100% significa un ambiente en el que no cabe más agua. El cuerpo humano no puede transpirar y la sensación de calor puede llegar a ser asfixiante. Corresponde a un ambiente húmedo. Una humedad del 0% corresponde a un ambiente seco. Se transpira con facilidad.

Contenido de humedad en equilibrio (CHE)

Cuando la velocidad a la que el producto pierde humedad con la circulación del aire del medio ambiente es idéntica a la velocidad con la que absorbe la

humedad del aire que circula; se dice que está en equilibrio. El contenido de humedad presente en el producto en equilibrio es conocido como contenido de humedad en equilibrio o equilibrio higroscópico (Sodha, *et al*, 1987).

Un maíz secado en forma natural (que no paso por secadora alguna) Puede tener un contenido de humedad de equilibrio del 0.5 al 1 por ciento superior al mismo maíz que fue cosechado húmedo y debió ser secado artificialmente. Así, es posible que, Colocados en el mismo ambiente, el primero tenga por ejemplo 14.5 por ciento de humedad y el segundo, solo 13.8 por ciento. Esto se debe a cambios en la composición del grano, sobre todo cuando este alcanza una temperatura superior a 60 °C (Marsans, 1984).

Los granos que tienen un alto contenido de aceite, como soja y girasol, absorben menos agua que granos en los que predomina endospermo harinoso, como maíz y trigo, para un mismo ambiente. Absorben menos agua, pero la tienen más concentrada en menor volumen de grano, pues el aceite y el agua no se mezclan. Por este motivo, esos granos oleaginosos deben ser conservados en los almacenamientos a menores contenidos de humedad (Dubois, 1987).

Cuando un grano se encuentra durante un tiempo prolongado en un ambiente con determinada humedad relativa y temperatura, adquiere un contenido de humedad en equilibrio con dicho ambiente, es decir, no absorbe ni pierde agua, mientras el ambiente, por supuesto, no varié su humedad y temperatura (De Dios, 1996).

Secado con aire natural

Se considera secado dentro de este sistema, el secado en la propia planta, en patios o asoleaderos y depósitos abiertos que permiten el paso del aire natural a través de los granos. El uso de estos se restringe a nivel de pequeños agricultores (trojes rústicos o metálicos para mazorcas) muy utilizados en el centro de México (Dávila, 1994).

Se entiende por secado natural aquel en que el movimiento del aire se realiza por acción de los vientos y en que la evaporación de la humedad se deriva del

potencial de secado del aire y de la influencia directa de la energía solar. El secado natural, en terrazas o en el campo, es un método ampliamente utilizado. El proceso comienza poco tiempo después de la maduración fisiológica del producto. En este periodo inicial, el secado se efectúa en la misma planta y el hombre ejerce el control de la operación únicamente durante el lapso en que el producto permanece en el campo hasta el momento de la cosecha. Esta puede realizarse antes de que el producto alcance el grado de humedad ideal para el almacenamiento, en cuyo caso es preciso complementar el secado con algún otro procedimiento, que puede ser natural o artificial (Dalpasquale, 1983).

Secado en planta

Se llama así el secado del grano que se produce naturalmente en la planta en el campo, y que llega a la humedad apropiada para su conservación posterior.

Se origina en países o regiones donde las condiciones climáticas son estables y más bien secas en la época de maduración y cosecha del grano. Esta situación se presenta en Australia y Canadá (De Dios, 1996).

El secado en la planta está afectado por agentes naturales como el sol y el viento. Sin embargo dicho método es inadecuado por las elevadas pérdidas que produce, causadas por efectos como lluvias que a posterior facilitan la contaminación microbiana (Giner, 1994).

En el secado natural, la exposición de los granos a los agentes atmosféricos y por consiguiente a la acción de animales dañinos (insectos, roedores, aves) y de microorganismos (moho) puede causar pérdidas al producto. Sin embargo, el secado natural se justifica bajo los contextos siguientes: cuando las condiciones atmosféricas son propicias para una reducción del contenido de humedad en un lapso de tiempo relativamente corto. Cuando las cantidades de grano son modestas y cuando la organización de la producción y las condiciones socioeconómicas no justifican los gastos correspondientes al secado artificial (De Lucia y Assennato, 1993).

Poco después de su maduración fisiológica, los granos presentan, en general, un elevado contenido de humedad, lo que dificulta la cosecha y no permite el

Almacenamiento. Por tanto, el producto tiene que permanecer en el campo hasta que su contenido de humedad permita cosecharlo o llegue al grado ideal para almacenarlo.

El secado en la planta se puede combinar con otro sistema de secado. Si dicho sistema tiene alguna limitación respecto del contenido inicial de humedad, hay que comenzar la cosecha a partir de ese contenido. Es lo que ocurre cuando se aplica el secado artificial a baja temperatura. En los casos en que se utiliza el secado a temperatura elevada, las limitaciones relativas al contenido de humedad en la cosecha tienen que ver con la facilidad de ejecución de esta operación y con los fines del producto. En términos generales, se anticipa la cosecha al máximo, con el objeto de reducir las pérdidas y despejar el campo para otras actividades (Dalpasquale, 1983).

Almacenamiento

La conservación de los granos o semillas depende de su buena condición, es decir, sano limpio y seco, que mantenga la condición del grano almacenado y lo proteja de los factores adversos, durante un corto o largo periodo de almacenamiento (Ramírez, 1984).

(Arce y Chung, 1988) mencionan que bajo condiciones pobres de almacenamiento los cambios físicos y funcionales se aceleran, mientras que bajo condiciones óptimas se retarda, sin embargo estos cambios pueden comenzar antes de que el grano se cosechado. El objetivo principal del almacenamiento es mantener la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria de la semilla desde la etapa de la cosecha hasta la siembra siguiente. Los factores que influyen en el deterioro son el contenido de humedad, la temperatura, suministro de oxígeno y la condición de la semilla.

El almacenamiento de semillas se considera como una etapa, dentro del proceso de producción de semillas, la cual se inicia desde el momento en que esta alcanza su madurez fisiológica en el campo, hasta que es sembrada nuevamente. Durante este periodo, la semilla sufre una serie de eventos deteriorativos, debido a diversos factores, que influyen significativamente sobre

la calidad de la semilla, llegando incluso a causar la pérdida de germinación y su muerte (Vásquez, 1992).

El vigor mediante el envejecimiento acelerado se considera una prueba adecuada, ya que permite separar niveles de calidad (Molina *et al.*, 1992).

También es posible predecir la viabilidad de la semilla en el almacenamiento a través de esta prueba y que lógicamente el potencial de almacenamiento dependerá de las condiciones ambientales; a una alta humedad relativa del 100% y 40°C de temperatura, el vigor de la semilla mediante la prueba de envejecimiento acelerado tuvo una reducción al cero en 24 días, y bajo condiciones de prueba a (38°C de temperatura y 75% de humedad relativa) la pérdida de la germinación a cero fue a los 40 días en maíz (Gowda *et al.*, 1996). Para garantizar la disponibilidad de granos y semillas en la cantidad, así como con la oportunidad y calidad requeridas, es necesario recurrir a su almacenamiento y conservación. El almacenamiento se refiere a concentrar la producción en lugares estratégicamente seleccionados; en tanto que la conservación implica proporcionar a los productos almacenados las condiciones necesarias para que no sufran daños por la acción de plagas, enfermedades o del medio ambiente, evitando así mermas en su peso, reducciones en su calidad o en casos extremos la pérdida total (Ramírez, 1982).

TIEMPO DE SECADO

Las condiciones ambientales que prevalecieron durante el secado para los tratamientos caseta de secado y secado solar (CS y SS) fueron aproximadamente de una temperatura media que osciló entre 10.99 y 15.02°C y una humedad relativa entre 52.28 y 63.86 %. Con estas condiciones el tiempo de secado para el tratamiento de caseta de secado (CS) fue de 26 días (Queme *et al.*, 1997).

En un estudio relacionado con caseta de secado encontraron que para disminuir la humedad del grano de maíz de 24% a 15% se requirieron 50 días, para una tasa de secado de 0.18; lo que sugiere que la razón de llevarse más días, pudo deberse a que el ambiente del estudio (Chimaltenango Guatemala)

presenta una humedad relativa de 80% y una temperatura media de 17.9°C (Fuentes, 1995).

En un estudio realizado en Ibadán, zona ecuatorial del centro de África con humedad relativa superior del 80% y precipitaciones de 1500 a 2000 mm, se encontró que el tiempo de secado en la caseta de secado, tuvo una duración de 80 días en la época lluviosa con un contenido de humedad inicial de 30-35 por ciento, lográndose disminuir hasta un 15 por ciento, para una tasa de secado de 0.18 (FAO, 1980).

Los resultados del presente estudio y los obtenidos por otros autores coinciden con lo que mencionan Aguirre y Peske (1992), que en el sistema de secado natural lo que influye fundamentalmente es la dependencia de las condiciones ambientales.

Se ha encontrado que el tiempo de secado para disminuir del 35-30 por ciento al 12 por ciento en condiciones de humedad relativa del 80 por ciento se requirieron 55 días para una tasa de secado de 0.41, en un secador solar el cual consistió esencialmente de una estructura rectangular con paredes de barro, provista de agujeros que sirvieron de ventiladores; y de 8 días de condiciones de humedad relativa del 70 por ciento aproximadamente para disminuir la humedad de 25 por ciento al 12 por ciento con una tasa de secado de 1.62 (FAO, 1980). Esto sugiere que para el presente estudio bajo las condiciones de saltillo, se esperaba que el tiempo fuera menor con respecto al que se obtuvo en los resultados.

(Borem *et al.*, 1996) menciona que no encontró diferencias en el secado artificial en los porcentajes de germinación inmediatamente después del secado, hasta después de 12 meses de almacenamiento. Al respecto, se puede inferir que la temperatura del aire óptima de secado en el secado artificial es fundamental, para no causar daño en la calidad fisiológica, como lo menciona Harrinson y Wright (1929) que a temperaturas de 40 a 45°C, la semilla de maíz no sufrió daño en su calidad fisiológica, a 50°C, esta fue considerablemente dañada, a 60°C casi fue muerta en su totalidad y a los 70°C murió completamente.

Así mismo, en otro estudio similar, se determinó que la temperatura óptima de secado fue de 50°C para semillas con contenido de humedad de 25 a 35 por ciento, ya que a 66°C se tuvo una pérdida total de la viabilidad de la semilla (Vallador *et al.*, 1991).

(Aguirre y Peske, 1992) mencionan que para el caso del maíz, a medida que se aumenta el contenido de humedad en la semilla disminuye el peso volumétrico. Así mismo, se puede considerar que el peso volumétrico está determinado por el contenido de humedad de la semilla, pues las semillas cosechadas muy húmedas tienen un peso volumétrico más reducido, que los maíces secados correctamente (De Dios, 1996).

Las condiciones que se presentaron para la alta infección de *Fusarium spp* en el secado artificial (SA) fue la permanencia de la semilla en la bodega por un tiempo y el contenido de humedad arriba de la semilla del 22 por ciento que es la humedad óptima para el crecimiento de este hongo (Moreno, 1988). Esto ocasionó que la semilla sufriera una invasión fungosa antes de su secado.

(Santacruz, 1994) encontró que la disminución de esta variable fue casi lineal a través del tiempo en diferentes cultivos, considerando esta variable confiable para la evaluación del vigor.

(Molina *et al.*, 1992) concluyó que el primer conteo y la longitud de plúmula no fueron eficientes para determinar los diferentes niveles de calidad para semillas de maíz.

(Soepriaman, 1990) encontró que la semilla de maíz podría mantener su calidad de un 80 por ciento de germinación en un periodo de seis meses bajo condiciones de alta humedad relativa (86 a 89 por ciento) y temperaturas de 20°C si esta es almacenada en envase de polietileno y/o en contenedores de kerosene.

(Santipracha *et al.*, 1997) indican que las pruebas consisten en 100 por ciento de humedad relativa y temperatura entre 43-44°C por 96 horas para realizar la prueba de envejecimiento acelerado en maíz.

CAPITULO I ALMACÉN

1.1 Definición de almacén

Que es un almacén Un almacén es un lugar o espacio físico para el almacenaje de bienes dentro de la cadena de suministro.

Proceso de la función logística que trata la recepción, almacenamiento y movimiento dentro de un mismo almacén hasta el punto de consumo de cualquier material, materias primas, semielaborados, terminados como el tratamiento e información de los datos generados.

Es un lugar especialmente estructurado y planificado para custodiar, proteger y controlar los bienes de activo fijo o variable de la empresa, antes de ser requeridos para la administración, la producción o la venta de artículos o mercancías.

Finalmente el almacén es un recinto (tanto abierto como cerrado) cumple las funciones de almacenamiento y acondicionamiento que se hayan definido previamente.

La palabra almacén es un término muy popular en nuestro idioma, que ostenta un uso frecuente y que además es aplicado en varios contextos. Al local, espacio o lugar físico que está destinado para alojar mercancías o en el cual se venden productos al por mayor se le designa almacén.

Para algunas industrias y agentes de la economía, el almacén, resulta ser un espacio elemental para su satisfactorio funcionamiento dado que sin él difícilmente se podría garantizar la rueda de venta.

En el almacén se pueden guardar las materias primas que se emplean en el proceso de producción en cuestión así como también pueden resguardarse los productos semi terminados o terminados totalmente para ser luego destinados al canal de venta o de distribución que corresponda.

También, a estos almacenes se pueden acercar los compradores, clientes, a adquirir las mercancías. En la mayoría de los casos se trata de espacios realmente grandes que disponen de amplias estanterías en las cuales se organizan los productos o materias primas y de maquinarias especiales que hacen más sencilla la manipulación y el movimiento de la mercadería.

Por otra parte, la palabra almacén también se usa en algunos lugares de habla hispana para designar al lugar en el cual se pueden adquirir productos comestibles. En las más pequeñas y sencillas se puede comprar únicamente comestibles y bebidas, aunque, existen almacenes más grandes que disponen de más productos a la venta y no se circunscriben únicamente a los comestibles, pudiendo el consumidor adquirir artículos de perfumería, electrónicos, electrodomésticos, de librería, juguetes, entre otros.

El concepto de grandes almacenes se aplica para designar a aquellos establecimientos comerciales de importante tamaño, que se hallan divididos en departamentos o secciones y que venden al consumidor minorista una gran variedad de productos: alimentos, bebidas, muebles, artículos de perfumería, indumentaria, electrónica, accesorios de moda, entre otros.

El corte inglés en España, Sears y Macy's en Estados Unidos, son algunos de los grandes almacenes más destacados del mundo. El origen etimológico del vocablo almacén es árabe "Al" (el) y "Majzan" (tienda o depósito). Es por ello que cuando hablamos de almacén aludimos al acopio de materias primas o productos en algún sitio, ya sea para guardarlos o venderlos al por mayor, siendo común en América Latina, la denominación de almacén para aquel comercio destinado a la venta minorista, en pequeña escala de productos alimenticios. Existen también almacenes de ramos generales que venden variadas mercaderías, siendo común en los pequeños pueblos, donde a veces es el único local de ventas, pues en las ciudades fueron reemplazados por los hipermercados.

El almacén en sentido amplio, como lugar donde se colocan las materias primas o productos elaborados, es en general un lugar transitorio, para desarrollar

otros fines: de reposición, de elaboración, de venta, o de transporte hacia el destino en que serán usados, etcétera.

El almacenaje es una fase en la cadena productiva donde se guardan y controlan los stocks, iniciándose las tareas con el ingreso de los artículos a los que se les da el alta, luego se los identifica y se les asigna un lugar protegido de acuerdo a las necesidades del producto, para que se conserven en buen estado y sean fácilmente reconocibles. Más tarde se preparan allí los pedidos y se los despacha, realizando un control del stock que queda en existencia, para evaluar si corresponde su reposición, informando en este caso, al sector de compras.

Para poder hablar de un almacén, en primer lugar deberíamos definir su concepto: un almacén básicamente es un espacio, recinto, edificio, o instalación donde se suele guardar la mercancía, pero al mismo tiempo puede hacer otras funciones, como por ejemplo el acondicionamiento de productos determinados, hacer recambios (tanto para el mantenimiento como para la existencia técnica), etc., más profundamente diríamos que el término almacén viene derivado del árabe (almaizan) y es una casa o edificio donde se guardan géneros de cualquier clase.

Por tanto, un almacén fundamentalmente se encarga de guardar el stock, pero no debemos de confundir los términos. La gestión del stock no será la misma que la gestión del almacén. La primera se encarga de aprovisionar para un buen nivel de servicio mientras que la segunda intenta realizar las operaciones de almacenamiento (algunas veces también de preparación y producción) con los mínimos recursos propios del almacén (como son el espacio, la maquinaria y el personal (Escudero, *et al.*, 1999).

De esta forma, para la gestión del almacén, la gestión del stock se convertirá en proveedora de servicios logísticos de almacenaje y preparación.

Tras el análisis podemos llegar a las siguientes conclusiones:

El almacén no solo servirá para almacenar sino también para preparar la entrega al cliente y algunas veces operaciones de producción.

1.2 Importancia del almacén

Los almacenes son una infraestructura imprescindible para la actividad de todo tipo de agentes económicos (agricultores, ganaderos, mineros, industriales, transportistas, importadores, exportadores, comerciantes, intermediarios, consumidores finales, etc.)

Constituyen una parte habitual de las explotaciones agrarias y ganaderas (en muchos casos formando parte de la vivienda rural tradicional o de construcciones peculiares), así como de fábricas, polígonos industriales e instalaciones industriales de todo tipo, y de los espacios dedicados al transporte (puertos, aeropuertos, instalaciones ferroviarias) y el comercio (centros comerciales, grandes superficies). También se denomina «almacén», especialmente en Hispanoamérica, a la propia tienda o establecimiento de comercio minorista.

Todo almacén puede considerarse redituable para un negocio según el apoyo que preste a las funciones productoras de utilidades: producción y ventas.

Es importante hacer hincapié en que lo almacenado debe tener un movimiento rápido de entrada y salida, o sea una rápida rotación.

Todo manejo y almacenamiento de materiales y productos es algo que eleva el costo del producto final sin agregarle valor, razón por la cual se debe conservar el mínimo de existencias con el mínimo de riesgo de faltantes y al menor costo posible de operación.

1.3. Funciones del Almacén

La manera de organizar y administrar los almacenes depende de varios factores tales como el tamaño, el grado de descentralización deseado, la variedad de productos fabricados, la flexibilidad relativa de los equipos y facilidades de manufactura. La programación de la producción establece los parámetros que serán claves para los diseños futuros de los almacenes. Para proporcionar un servicio eficiente, las siguientes funciones son comunes a todo tipo de almacenes:

- a) Recepción de materiales
- b) Registro de entradas y salidas del almacén.
- c) Almacenamiento de materiales.
- d) Mantenimiento de materiales y de almacén.
- e) Despacho de materiales.
- f) Coordinación del almacén con los departamentos de control de inventarios y contabilidad

Es importante señalar que la función del almacén es la de guardar o conservar, manejar, controlar y distribuir o comercializar los bienes y mercancías que se encuentran bajo su custodia o que se encuentren en tránsito, amparados por certificados de depósito, así como certificar la calidad y valor los bienes y mercancías.

Asimismo, pueden realizar:

- ❖ Procesos de incorporación de valor agregado o la transformación, reparación y ensambles de las mercancías a fin de aumentar su valor.
- ❖ Prestar el servicio de Apoderado Aduanal y algunos almacenes pueden operar como depósito fiscal para el diferimiento de los impuestos derivados de la importación.
- ❖ Prestar servicios técnicos para la conservación y salubridad de mercancías.
- ❖ Otorgar financiamiento con garantía de las mercancías depositadas.
- ❖ Expedir Certificados de Depósito y Bonos de Prenda sobre las mercancías depositadas o en tránsito, como garantía a terceros; así como para la obtención de financiamiento con garantía prendaria.
- ❖ Obtener préstamos y créditos de instituciones de crédito, de seguros y fianzas del país o de entidades financieras del exterior, destinados al cumplimiento de su objetivo social.

1.4 Tipos de almacén

1.4.1 Almacén central

Este almacén es creado para disminuir los costos ya que se sitúan lo más cerca posible a las plantas de producción con lo que la distancia y la velocidad son factores críticos para su diseño.

Una de las funciones que tiene este tipo de almacén es suministrar productos a los almacenes regionales. Por lo general en estos almacenes se busca consolidar volúmenes importantes de material para disminuir lo más posible el manejo de pequeñas cantidades de material que incrementan el costo en recursos y tiempo para manipular cargas pequeñas.

1.4.2 Almacén regional

Este almacén se localiza cerca de los lugares donde se van a consumir los productos.

El diseño está más enfocado a la especialización de paquetes ideales para su consumo inmediato, adecuado para recibir grandes cantidades de material y con una zona de separación para distribuir los productos en grupos pequeños como kits de materiales utilizados en las líneas de manufactura o consumo final.

La ruta de distribución de los productos del almacén a los centros de consumo no debe ser superior a un día.

Se trata de un recinto especialmente acondicionado para la recepción y expedición rápida de productos.

Se suele localizar en algún punto intermedio entre el almacén regional y el lugar de consumo, cuando entre ambos hay una distancia que se tarda en cubrir un tiempo superior a un día. Suele aplicar equipos y sistemas de almacenaje sencillos.

1.4.3 Almacén en punto de uso

Estos almacenes son ubicados en los centros de producción colocados a una distancia accesible para los operadores que fabrican algún producto o ensamblan componentes.

Se suele localizar en el lugar de consumo, por lo general se almacenan componentes que por su volumen y peso resulta más económico tenerlos en cantidades suficientes para un día de producción que enviarlos varias veces en el día.

CAPITULO II

2.1. Definición de semilla

Parte del fruto de la planta, que la reproduce cuando germina en condiciones adecuadas. Específicamente producida para la reproducción, siguiendo la técnica adecuada de acuerdo a normas legales, y que ha sido cosechada, beneficiada y tratada para asegurar su viabilidad (Ramírez, 1979).

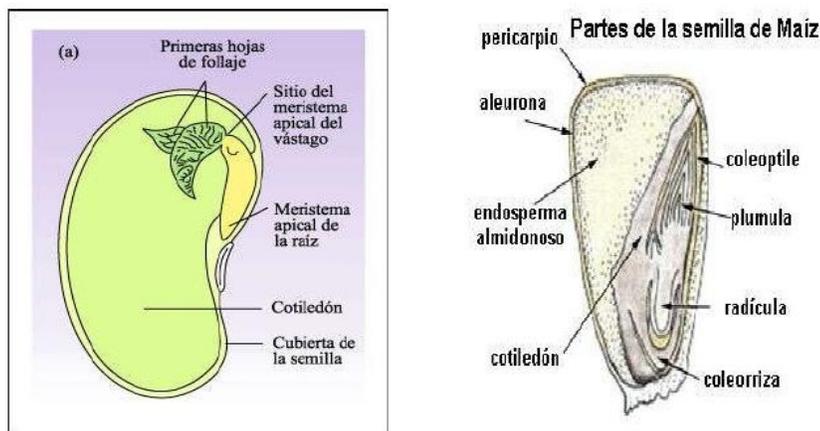
La semilla es, de acuerdo a la botánica, el componente de una fruta que alberga el embrión que puede derivar en una nueva planta, (Figura 1), que describe las estructuras de una semilla.

Una semilla es la parte del fruto de los vegetales que contiene el germen de una nueva planta. La mencionada parte se encuentra protegida por una testa y deriva de los tegumentos del primordio seminal.

Se le conoce con el término de semilla a lo siguiente: al grano que producen las plantas y que al caer o ser sembrado produce nuevas plantas de la misma especie, a la porción de vegetal provista de yemas y a los granos que se siembran en general.

Figura 1. Partes de la semilla de maíz

PARTES DE UNA SEMILLA



La semilla es producida a través de la maduración de un óvulo de una gimnosperma o bien de una angiosperma. La misma, contiene un embrión del cual puede desarrollarse una nueva planta siempre y cuando estén dadas las condiciones para que se produzca tal situación.

Además de lo mencionado, la semilla ostenta una fuente de alimento almacenado el cual se encuentra envuelto en una cubierta protectora. El mencionado alimento presenta un tejido delgado que se conoce como endospermo, que generalmente presenta aceite, almidón y otras proteínas, de todas maneras, esto no ocurre en el caso de todas las semillas, ya que las semillas de algunas plantas no cuentan con este componente, tal es el caso de los girasoles, las habas y los rábanos.

Por otro lado, las plantas que presentan semillas se conocen como espermatofitas.

Por su lado, las semillas de las angiospermas son albergadas por estructuras, ya sean secas o carnosas, que son conocidas como frutos.

En otro orden de cosas, las semillas y las funciones que estas desempeñan presentan una notable importancia para la alimentación humana, entonces, como consecuencia de esta cuestión es que el hombre se ha encargado de desarrollar un proceso productivo que incluye la siembra, la cosecha, el secado, la clasificación, el lavado, la selección, el tratamiento, el almacenaje y el embalaje de las semilla

El término de semilla se utiliza para indicar su uso en la siembra, reproducción y multiplicación de la especie o variedad. Las semillas deben conservar su viabilidad, germinación y vigor hasta el momento en que serán utilizadas, a fin de asegurar el desarrollo de una nueva planta y con ello la producción de más cosechas.

Si una semilla pierde o reduce su capacidad para generar una nueva planta, debe ser utilizada sólo como grano; siempre y cuando no esté tratada con productos que puedan afectar la salud humana o animal y que no se le hayan desarrollado compuestos tóxicos o alterado sus cualidades alimenticias.

Para garantizar la disponibilidad de granos y semillas en la cantidad, así como con la oportunidad y calidad requeridas, es necesario recurrir a su almacenamiento y conservación.

CAPITULO III

GENERALIDADES DE LOS GRANOS

3.1 DEFINICIÓN DE GRANO

Grano. Fruto de plantas alimenticias destinado a la alimentación humana o a la industrialización (Ramírez, 1979).

Los granos de maíz se desarrollan mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción a través de las raíces y el metabolismo de la planta de maíz en la inflorescencia femenina denominada espiga.

Esta estructura puede contener de 300 a 1000 granos según el número de hileras y el diámetro y longitud de la mazorca. El peso del grano puede variar mucho, de aproximadamente 19 a 30 g por cada 100 granos. Durante la recolección, las panojas de maíz son arrancadas manual o mecánicamente de la planta. Se pelan las brácteas que envuelven la mazorca y luego se separan los granos a mano o, más a menudo, mecánicamente.

3.2. Composición química del grano

Las reservas alimenticias presentes en estos cereales son de gran importancia económica ya que proporcionan una gran parte del suministro de alimento para el hombre (Kent. 1997). En la siguiente (Tabla 1), muestran los principales cereales y su composición nutricional.

Como alimento que son, contienen algunas de las siguientes materias esenciales en diferentes proporciones:

Hidratos de carbono.

- A. Grasas.
- B. Proteínas.
- C. Minerales.
- D. Vitaminas.

Tabla 1. Presenta los resultados del análisis bromatológico en cereales, (Kent, 1997).

Cultivos		Parte o partes aprovechables	proteínas (g)	grasas (g)	carbohidratos (g)
Común	Científico				
Arroz	<i>Ariza sativa</i>	Grano	7.4	1.0	78.8
Avena	<i>Avena sativa</i>	Grano	10.8	3.1	73.8
Maíz	<i>Zea mays</i>	Grano	8.3	4.8	69.6
Trigo	<i>Triticum aestivum.</i>	Grano	10.6	2.6	73.4

Los hidratos de carbono son cuantitativamente los componentes más importantes, forma aproximadamente el 83% de la materia seca total. Las más importantes son el almidón, que es el que predomina, celulosa, hemicelulosa, pentosas, dextrinas y azucares (Kent, 1997).

3.3. Estructura de los granos

Aunque parezcan diferentes, todos los granos comparten tres partes básicas que son:

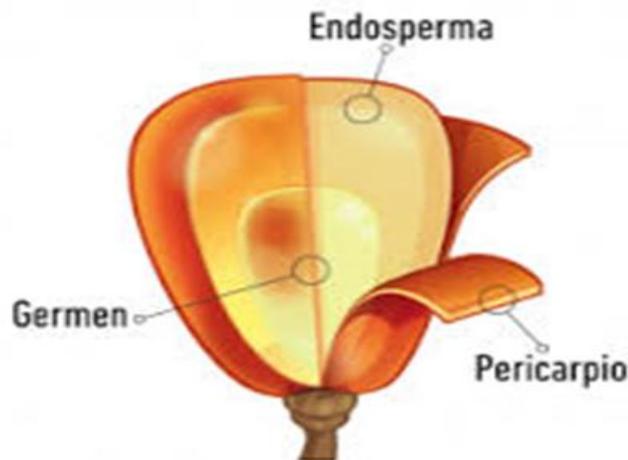
Cobertura protectora

Es la estructura externa que envuelve la semilla y puede estar constituida apenas por el tegumento y, en algunos casos, también por el pericarpio. El tegumento es una cobertura formada por una capa de células; el pericarpio se origina de la pared del ovario, (Figura 2 y 3).

En resumen, la cobertura protectora tiene funciones protectoras, reguladoras y delimitadoras.

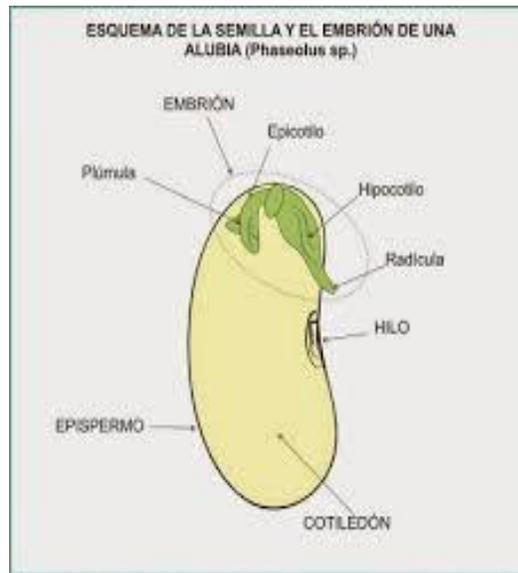
Los elementos básicos de la estructura de una semilla son: tegumentos, embrión y tejido de reserva, los cuales constituyen el esporofito joven parcialmente desarrollado. En las semillas de algunas plantas el tejido nuclear persiste y puede originar el perispermo. Luego de la fertilización del óvulo, crecen los llamados arilos que se desarrollan sobre la superficie de las semillas de ciertas plantas. Cuando el crecimiento ocurre sobre el funículo (Acacia) origina los llamados estrofiolos y cuando ocurre alrededor del micrópilo se llaman carúnculas (Ricinus). Los arilos son formas de adaptación que facilitan la dispersión de las semillas.

Figura 2. Partes del grano de maíz



La distribución ponderal de las partes del grano se indican enseguida de la siguiente forma. Al endospermo, la parte de mayor tamaño, corresponde cerca del 83 por ciento del peso del grano, en tanto que el germen equivale por término medio al 11 por ciento y el pericarpio al 5 por ciento. El resto está constituido por la pilorriza, estructura cónica que junto con el pedicelo une el grano a la espiga (Bressani *et al.*, 1958).

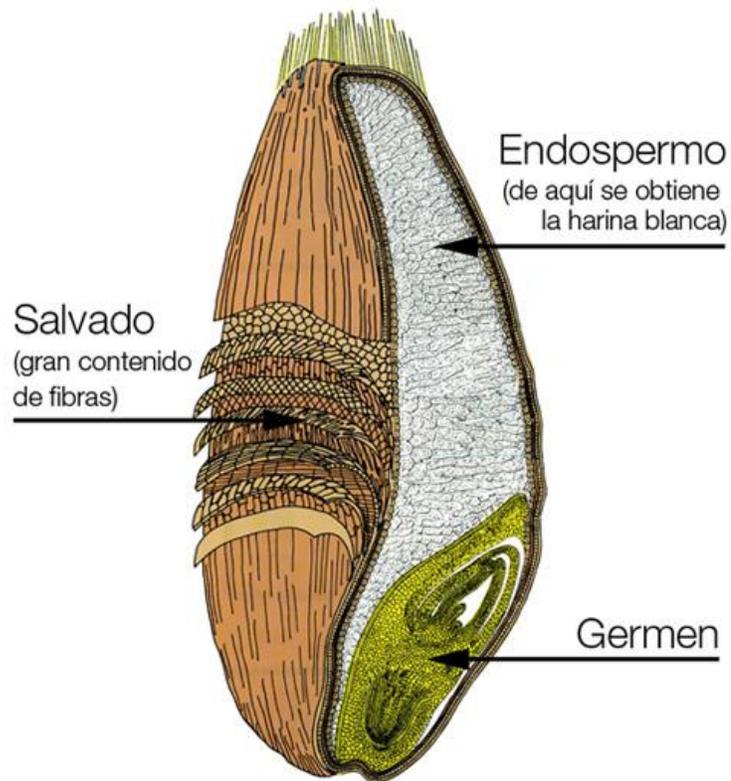
Figura 3. Partes del grano de frijol



Las semillas de frijol se encuentran en las vainas de sus plantas. Su semilla sola tiene partes con funciones específicas. El cotiledón alimenta el brote de la planta, la plúmula se desarrolla en la planta de frijol maduro y la radícula se convierte en la raíz principal de la planta. Una raíz secundaria se desarrolla a partir de la radícula conforme crece hacia abajo. La cáscara exterior de la planta o la semilla escuda, almacena y protege su interior.

El germen de trigo es el componente más pequeño del grano y representa solo el dos o tres por ciento de su tamaño. Contiene toda la información genética necesaria para la formación de una nueva planta y, cuando empieza a brotar, libera vitaminas y minerales, (Figura 4).

(Figura 4). Partes del grano del trigo



Un grano de trigo está conformado por tres partes: el germen, el salvado y el endospermo.

Los molineros remueven el germen para garantizar las propiedades de una harina blanca y para optimizar la vida útil de la harina. Su riqueza en vitaminas y minerales hace al germen ideal para el uso en industrias distintas a la panadería y en la fabricación de distintos productos: cosméticos, alimentos naturales y farmacéuticos.

El salvado representa cerca del trece al quince por ciento del grano. Protege al grano contra los insectos, el clima, enfermedades, entre otros. Para obtener una harina blanca regular, la mayoría de las capas del salvado son removidas durante el proceso de molienda. El salvado contiene algunas vitaminas, trazas de minerales y ciertas fibras dietarias, insolubles en su mayoría. Se utiliza principalmente como alimento para animales.

El endospermo representa cerca del ochenta y tres por ciento del grano y es la única fuente de harina blanca. Sus principales componentes son los carbohidratos y las proteínas, pero también contiene vitaminas, minerales y fibra soluble.

A. Eje embrionario

El eje embrionario, según (Ramírez, 1996) tiene función reproductiva con capacidad para iniciar divisiones celulares y crecer. Es la parte vital de la semilla. Se trata de un eje porque inicia el crecimiento en dos direcciones: hacia las raíces y hacia el tallo. Generalmente, el eje embrionario es pequeño con respecto a las demás partes de la semilla.

B. Tejido de reserva

Es una fuente de energía y de sustancias orgánicas que son utilizadas por el eje embrionario en el proceso de germinación; eso es, desde el comienzo de la germinación hasta que se vuelve autotrófico, capaz de sintetizar materias orgánicas por el proceso de fotosíntesis. Las reservas de la semilla se pueden ubicar en los cotiledones, en el endospermo o en el perispermo (Ramírez, 1996).

Existen entre otras, tres propiedades de los granos que determinan en gran parte, su comportamiento o reacción ante los factores económicos e influye en la predisposición al deterioro de los mismos. Estas propiedades son:

C. La baja conductividad térmica

Implica la capacidad para transferir o propagar calor. El grano tiene una conductividad térmica sumamente baja, del orden del 0.0004 calorías por cm. por segundo. Es decir que tiene una capacidad aislante. Como consecuencia de ello puede provocar importantes alzas de temperatura en focos bien localizados.

D. capacidad de absorción del agua

Incluyen 2 fenómenos físicos que son el de absorción y el de adsorción.

Absorción: Es la toma de humedad del aire que penetra en la estructura porosa del grano a través de sus capilares, (De Dios, 1996).

Adsorción: Corresponde al vapor de agua que es retenido sobre la superficie del grano.

E. La naturaleza porosa del grano

Los granos son partículas granulares independientes y en una masa definen un volumen de aire intersticial, el porcentaje de aire intergranario se le llama porosidad y es del orden del 35 al 40 % ,(De Dios, 1996).

3.4. Clasificación de Los granos

La clasificación científica a la que pertenecen los granos son:

Leguminosas

Las leguminosas se subdividen en dos subgrupos de acuerdo a (Ramírez, 1996) que son:

Legumbres (del latín legumen): conjunto de semillas comestibles que crecen y maduran dentro de una vaina que las protege y les sirve de envoltura.

Oleaginosas: es llamado oleaginoso cuando los lípidos son las sustancias de reserva predominantes.

Gramíneas

Familia de las plantas monocotiledóneas que tienen tallos huecos divididos por nudos y flores en espigas o en panojas, (Kent, 1997).

Cereales: Este fruto, que parece una semilla, es la principal fuente de hidratos de carbono de la dieta humana en todo el mundo, (Ramayo, 1983).

3.5. Importancia de los granos

Los cereales o granos constituyen el elemento esencial del régimen alimentario de las poblaciones, sobre todo de las de ingresos más bajos, generalmente rurales. La amplitud de las pérdidas después de la cosecha limita a veces gravemente el alcance de los esfuerzos realizados para aumentar la producción de alimentos; al reducirse la disponibilidad local de alimentos, las políticas nacionales tienen que recurrir a importaciones masivas de artículos, aumentando así su dependencia alimentaria. Los cereales constituyen la fuente de nutrientes más importante de la humanidad. Históricamente están asociados al origen de la civilización y cultura de todos los pueblos. El hombre pudo pasar de nómada a sedentario cuando aprendió a cultivar los cereales y obtener de ellos una parte importante de su sustento (Ramayo, 1983).

Los cereales constituyen un producto básico en la alimentación de los diferentes pueblos, por sus características nutritivas, su costo moderado y su capacidad para provocar saciedad inmediata (Ramayo, 1983).

Los más utilizados en la alimentación humana son el trigo (*Triticum ssp*), el arroz (*Oriza sativa L.*) y el maíz (*Zea maíz L.*) aunque también son importantes la cebada (*Hordeum vulgare L.*), el centeno (*Secale cereale L.*), la avena (*Avena sativa L.*) y el sorgo (*Sorghum vulgare L.*).

Su preparación agroindustrial y tratamiento culinario son sencillos y de gran versatilidad, desde el pan o una pizza, así como sus diferentes subproductos. Su consumo es adecuado, para cualquier edad y condición. En nuestro ambiente la forma de consumo de los cereales es muy variada; pan, bollería, pasteles, pastas, copos o cereales expandidos; también sirven como materia prima para industrias de bebidas alcohólicas como la cerveza y el whisky, (Ramayo, 1983).

3.6. Aplicaciones del grano

Como ya se ha señalado anteriormente, el maíz tiene tres aplicaciones posibles: alimento, forraje y materia prima para la industria. Como alimento, se puede utilizar todo el grano, maduro o no, o bien se puede elaborar con técnicas de molienda en seco para obtener un número relativamente amplio de productos intermedios, como por ejemplo sémola de partículas de diferentes tamaños, sémola en escamas, harina y harina fina, que a su vez tienen un gran número de aplicaciones en una amplia variedad de alimentos; se debe notar que el maíz cultivado en la agricultura de subsistencia continúa siendo utilizado como cultivo alimentario básico.

En lo que respecta a su aplicación como forraje, en los países desarrollados más del (60 %) de la producción se emplea para elaborar piensos compuestos para aves de corral, cerdos y rumiantes; en los últimos años, aun en los países en desarrollo en los que el maíz es un alimento fundamental, se utiliza un porcentaje más elevado de la producción como ingrediente para la fabricación de piensos.

Desde hace relativamente poco, el maíz «de elevada humedad» ha despertado gran interés como alimento para animales, debido a su menor costo y a su capacidad de mejorar la eficiencia de la transformación de los alimentos.

Los subproductos de la molienda en seco son el germen y la cubierta seminal el primero se utiliza para obtener aceite comestible de elevada calidad mientras que la cubierta seminal, o pericarpio, se emplea fundamentalmente como alimento, aunque en los últimos años ha despertado interés como fuente de fibra dietética.

La molienda húmeda es un procedimiento que se utiliza fundamentalmente en la aplicación industrial del maíz, aunque el procedimiento de cocción en solución alcalina empleado para elaborar las tortillas (el pan fino y plano de

México y otros países de América Central) también es una operación de molienda húmeda que sólo elimina el pericarpio, (Bressani, 1958).

La molienda húmeda produce almidón de maíz y subproductos entre los que figura el gluten que se utiliza como ingrediente alimenticio, mientras que el germen de maíz elaborado para producir aceite da como subproducto harina de germen que se utiliza como pienso; ha habido algunos intentos de emplear dichos subproductos para el consumo humano en distintas mezclas y formulaciones alimenticias.

El aumento de los precios del petróleo ha impulsado la intensificación de las investigaciones sobre la fermentación del maíz para producir alcohol combustible, el cual tiene un uso muy difundido en algunas partes de los Estados Unidos. Con maíz fermentado se elaboran también algunas bebidas alcohólicas.

3.7. Producción de maíz en el mundo

Con el último informe del CIC (Consejo Internacional de Cereales), la campaña 2014/15 llegaría alcanzar los máximos históricos de 994 millones de t, superando en 2 millones de t el record ya alcanzado la campaña anterior. La superficie mundial de 175 millones de ha, ha descendido en 2 millones de ha, lo que resulta unos rendimientos muy positivos a pesar de los niveles bajos de algunos países de Sudamérica y del CEI (Comunidad de Estados Independientes), Tabla 2.

Tabla 2. Principales países productores de maíz.

Países productores	Producción (mill.ton)	% Total Mundial
EEUU	345.49	35.54 %
CHINA	224.58	23.10 %
OTROS	94.90	9.76 %
BRASIL	84	8.64 %
UNION EUROPEA	57.46	5.9 %
ARGENTINA	28	2.88 %
MEXICO	24	2.46 %
UCRANIA	23.33	2.4 %

A nivel nacional la producción total de maíz en el año 2015 alcanzó la cifra récord de 24 millones de toneladas, la producción fluctuó en un rango de 10 a 20 millones de toneladas. Siendo los Estados de mayor importancia: Sinaloa, Jalisco, Chiapas, Chihuahua, Puebla, Veracruz y Guerrero.

CAPITULO IV

ALMACENAMIENTO TRADICIONAL DE LOS GRANOS

4.1. Características y efectos sobre el almacenamiento de los granos

En las mismas condiciones de almacenamiento, los granos y las semillas pueden tener calidades diferentes, que dependen de variables ocurridas en etapas anteriores. De este modo, no se puede esperar que un lote de semillas de calidad mediana se comporte igual que un lote de semillas de alta calidad. La calidad inicial de los granos y de las semillas depende de los siguientes factores que a continuación se describen: (Lindblad 1979)

- a) Condiciones climáticas durante el período de maduración de la Semilla.
- b) Grado de maduración en el momento de la cosecha
- c) Daños mecánicos.
- d) Impurezas.
- e) Humedad.
- f) Temperatura.
- g) Microorganismos.
- h) Insectos.
- i) Roedores.

4.2 Condiciones climáticas durante el período de maduración de la semilla

Las condiciones del clima pueden ejercer gran influencia en dos etapas de la maduración de las semillas. La primera corresponde a la etapa en que la semilla está acumulando rápidamente materia seca en el campo, antes de ser cosechada; en esta etapa es indispensable la presencia de humedad en el suelo en cantidades adecuadas. Un período de sequía traería como consecuencia una semilla más liviana, es decir, con menor contenido de

materia seca y, por lo tanto, serían menos vigorosas y tendrían menor potencial para el almacenamiento. La segunda etapa, en que la semilla se muestra particularmente sensible, se presenta cuando alcanza su máximo contenido de materia seca; en este caso la semilla se deshidrata rápidamente para entrar en equilibrio con la humedad relativa del aire. Si durante esta etapa llueve mucho, la deshidratación será lenta y el contenido de humedad permanecerá elevado por un período mayor, lo que propicia que las semillas se deterioren con rapidez. (Facio y Dávila 1994)

4.3 Grado de maduración en el momento de la cosecha

Las semillas recolectadas antes o después del punto de madurez fisiológica son semillas con menor potencial de almacenamiento, ya sea porque no han alcanzado su máximo vigor o porque ya se inició el proceso de deterioración.

4.4 Daños mecánicos

Desde la cosecha hasta el momento del almacenamiento, los granos pueden sufrir impactos que les ocasionan grietas o fragmentaciones. Estos granos se deterioran con gran facilidad y se convierten en focos que afectan a los granos (Lindblad, 1979).

Una semilla se puede dañar mecánicamente bajo las siguientes circunstancias.

- ❖ En la cosechadora. Se trata de una de las más importantes fuentes de daño y ocurre en el momento del desgranado, es decir, cuando se separan los granos de la estructura que los contiene (vaina, mazorca, etc.).
- ❖ Durante el beneficio. El daño ocurre durante las sucesivas caídas de los granos desde diversas alturas. Los granos y las semillas pasan por una serie de equipos desde que llegan del campo hasta que se almacenan, presentándose rozamientos y caídas.

- ❖ Durante el almacenamiento. El daño ocurre tanto en el almacenamiento a granel como en sacos. Los granos que quedan debajo de una pila de sacos o de un montón a granel tienden a quebrarse por el peso de los que están arriba.
- ❖ Durante el transporte. Este daño se produce como consecuencia de la falta de una buena supervisión durante la carga y descarga, sobre todo de camiones o vagones. Los obreros que realizan esta labor debieran estar conscientes de la importancia que tiene el no dañar las semillas y tratar los granos envasados o a granel con el debido cuidado, (Lindblad 1979),

4.5 Impurezas

Los granos que contienen impurezas (fragmentos del mismo producto) y materias extrañas (residuos vegetales y cuerpos extraños, como tierra, etc.) son portadores de una mayor cantidad de microorganismos y presentan condiciones que facilitan su deterioro. Las materias extrañas impurezas, bajo las mismas condiciones de humedad relativa y temperatura del aire, presentan contenidos de humedad más altos que el producto.

La acumulación de impurezas y materias extrañas en determinadas zonas de un silo vertical o de un granero forma una masa compacta y húmeda que dificulta las operaciones de secado, aireación y fumigación. En general, los granos almacenados presentan un espacio vacío del 40 al 50 por ciento del volumen que ocupan. Si la masa de los granos contiene un alto porcentaje de polvo, fragmentos del producto y cuerpos extraños, éstos ocuparán los espacios vacíos, lo que dificultará las diversas operaciones. El espacio ínter granular deberá estar exento de impurezas y materias extrañas, con la finalidad de que presente condiciones óptimas para el paso del aire caliente (secado), del aire frío (aireación) y de los fumigantes.

El contenido de impurezas y materia extrañas también es de gran importancia desde el punto de vista comercial. Cuando el producto está sucio es clasificado como de menor calidad y sufre una considerable reducción de precio. (Lindblad 1979)

4.6 Humedad

La humedad de los granos es la cantidad de agua que contiene en su interior. La cantidad de humedad en el grano depende principalmente de las condiciones ambientales en que se recibe.

Si bien hay otros factores que pueden ejercer influencia sobre la conservación de los granos, el contenido de humedad es el principal factor que influye en la calidad del producto almacenado. Para obtener un almacenamiento eficiente, los granos deben tener un bajo contenido de humedad, ya que los granos húmedos constituyen un medio ideal para el desarrollo de microorganismos, insectos y ácaros (Lindblad 1979).

La humedad más favorable para insectos de los granos almacenados está en el rango de 12 a 18 por ciento. En muchos casos, las infestaciones por insectos amplifican los problemas con mohos en granos al exponer las superficies del endospermo que de otra manera estaría protegido de los mohos, transportando esporas de los mohos a nuevas áreas del grano, y estimulando la germinación del moho en micro hábitats que son humedecidos por las actividades metabólicas de los insectos. Ciertamente, la actividad metabólica de los insectos y los mohos pueden subir la temperatura del grano a temperaturas de 43°C (110°F).

El grano es higroscópico porque pierde o gana humedad del aire que lo rodea como todo lo que contiene humedad tiene presión, el aire y el grano también tienen. Tanto el grano como el aire dan y reciben agua hasta llegar a un equilibrio. Al haber mayor humedad, se cederá más agua, esto es, si hay mayor cantidad de humedad en el grano que en el aire que lo rodea, la humedad del grano pasara al aire.

El grano fresco y seco dura mucho tiempo si se almacena correctamente, sin embargo, le pueden suceder muchas cosas mientras están en el almacén, siendo la humedad un factor importante en la mayoría de los procesos de deterioro que ocurre en el grano almacenado, según (Lindblad, 1979).

4.7 Temperatura

La acción de la temperatura sobre la conservación de los alimentos es conocida universalmente. Los alimentos y otros materiales biológicos se conservan mejor en ambientes refrigerados que en altas temperaturas, sobre todo si su contenido de humedad es alto; este hecho se basa en el principio de que la mayoría de las reacciones químicas se aceleran con el aumento de la temperatura. Los granos con alto contenido de humedad, que son inadecuados para el almacenamiento convencional, pueden conservarse en refrigeración. Los granos almacenados tienen menor posibilidad de deterioro cuando están fríos. Las bajas temperaturas pueden compensar los efectos de un alto contenido de humedad y evitar el desarrollo de microorganismos, insectos y ácaros que atacan los granos almacenados (Arias, 1993).

4.8 Microorganismos

Los hongos son los principales microorganismos de la microflora presentes en los granos almacenados y constituyen la más importante causa de pérdidas y deterioro durante el almacenamiento. Prefieren ambientes o sustratos con alto contenido de humedad y son los agentes responsables por el gran aumento de la respiración de los granos húmedos. Por lo general, los hongos que atacan los granos se dividen en dos grupos: hongos de campo y hongos de almacén.

4.9 Hongos de campo

Así son llamadas las especies que contaminan los granos antes de la cosecha, durante su desarrollo en la planta. Estos hongos necesitan para su desarrollo un alto contenido de humedad, es decir, granos en equilibrio con una humedad relativa de entre el 90 y el 100 por ciento. Las esporas de estos hongos pueden sobrevivir durante mucho tiempo en los granos húmedos; sin embargo, no germinan cuando el contenido de humedad está en equilibrio con humedades relativas inferiores al (75 %)

Los hongos de campo pueden provocar pérdida de la coloración natural y del brillo de los granos, con lo que se reduce el valor comercial del producto. En las

semillas, además de reducir el poder germinativo y el vigor, pueden ocasionar putrefacción de las raíces y otras enfermedades de las plantas, (Arias 1993).

4.9.1 Hongos del almacenamiento.

Estos hongos se desarrollan después de la cosecha, cuando el contenido de humedad de los granos está en equilibrio con una humedad relativa superior al 65 o 70 por ciento. Los hongos que proliferan con mayor frecuencia en los granos almacenados son algunas especies de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Las principales pérdidas ocasionadas por hongos en granos y cereales se deben a:

- ❖ Disminución del poder germinativo.
- ❖ Decoloración de la semilla.
- ❖ Calentamientos.
- ❖ Cambios bioquímicos.
- ❖ Posible producción de toxinas.
- ❖ Pérdida de la materia seca.

En silos y bodegas, los daños causados por los hongos del almacenamiento son mayores que los producidos por los hongos de campo. Los hongos crecen y se reproducen cuando los factores ambientales le son favorables. Entre los factores que tienen mayor influencia sobre la actividad de los hongos, se encuentra la temperatura y la humedad (Arias, 1993).

4.9.2 Plagas

Los insectos son importantes agentes que pueden causar daños a las semillas tanto en el campo como durante el almacenamiento, reduciendo drásticamente su calidad. Si la población de insectos crece en forma desmesurada, además de reducir la calidad del grano, se produce un incremento de la temperatura y

humedad de los granos, un aumento del contenido de bióxido de carbono y una reducción del contenido de oxígeno del medio ambiente.

El embrión puede sufrir diferentes grados de daño o hasta morir durante la alimentación de los insectos en su estado de adulto o larva, o durante la ovoposición. Si el embrión sobrevive, las reservas del endospermo pueden ser insuficientes para el desarrollo normal de la plántula.

Los insectos son portadores de hongos que pueden debilitar o consumir las semillas o atacar la plántula que de ella se origina. Algunos insectos forman capullos y telas, que unen los granos formando conglomerados que hacen más difíciles las operaciones de aireación y control fitosanitario. Los insectos de granos almacenados más perjudiciales son aquellos que se alimentan del embrión y que destruyen el poder germinativo de la semilla. Los insectos que viven en el interior de la semilla se alimentan principalmente del endospermo, en cuyo caso el embrión no es afectado directamente, pero la reducción parcial o total de las reservas alimenticias hace que la semilla pierda su vigor y produzca una plántula débil o incapaz de sobrevivir.

La infestación se origina tanto en el campo como en el almacén. Los insectos del almacenamiento comúnmente se encuentran presentes en almacenes, silos, trojes, depósitos en general e inclusive en casas habitación, por lo que la semilla puede infestarse fácilmente al ser almacenada cerca de productos ya infestados. Los daños causados por la infestación de campo pueden evitarse si se cosecha la semilla tan pronto esté madura y se someta a un secado y fumigación oportuna. La temperatura y la humedad son los principales factores que influyen en el desarrollo de los insectos. Más adelante se mencionaran los insectos más comunes en el almacenamiento de cereales.

4.9.3 Principales plagas de los granos almacenados

Unos de los principales problemas de los granos almacenados son los insectos y las formas que tienen de llegar a él son muchas dependiendo del tipo de insecto. Algunos insectos infestan el grano mientras esta aun en el campo,

antes de la cosecha, principalmente en el periodo que se deja secar, antes de su recolección.

Otros pueden volar desde el campo hasta el grano almacenado y viceversa. Estos insectos son muy peligrosos porque atacan con facilidad al grano.

En general las infestaciones se presentan: Almacenando el grano año tras año en los mismos sacos, recipientes y lugares de almacenamiento sin limpieza adecuada.

Cuando el grano nuevo es colocado en sitios de almacenamiento que contienen grano de la cosecha anterior que había sido infestado.

Cuando el grano es transportado del campo a los sitios de almacenamiento en carretas u otros vehículos que no se limpiaron después de su último uso.

Los insectos infestan al grano porque les proporciona el alimento, aunque también viven y se alimentan de otros materiales. El grano Almacenado les proporciona el lugar apropiado para que viva y se multipliquen porque contiene el alimento, el aire, la humedad y el calor que necesitan, (Lindblad y Druben, 1979).

4.9.4 Plagas más comunes de los granos almacenados

Las plagas de los granos almacenados presentan características apropiadas para el ambiente en donde se desarrollan y viven. Son pequeños, se movilizan en los espacios intersticiales de la masa de granos y están adaptados para vivir en un ambiente oscuro.

Los escarabajos o "gorgojos" son resistentes y de tamaño pequeño, lo que les permite movilizarse en los reducidos espacios que existen entre los granos, así como en las grandes profundidades de los silos, donde los granos se encuentran sometidos a grandes presiones. Las palomillas o polillas son frágiles y, por lo general, permanecen sobre la superficie de la masa de granos debido a su incapacidad de penetrar en ella, por lo que causan menores daños que los gorgojos o escarabajos. Todos los insectos que atacan los granos almacenados se caracterizan por su alta capacidad de proliferación. Figura 5.

(Figura 5). Gorgojo de los graneros (*Sithophilos granarius. L*)



Lindblad (1979) cita que Gorgojo de los graneros (*Sithophilos granarius. L*) Es una plaga primaria muy semejante al gorgojo del arroz, ya que ambos presentan la parte anterior de la cabeza delgada y alargada, por lo que son fácil de distinguir de otros insectos.

Sitophylus oryzae es una de las principales plagas del arroz tanto en campo como en almacén, pudiendo atacar a cualquier cereal. En primavera aparecen los adultos, los cuales se alimentan del grano, y tras reproducirse, la hembra deposita el huevo en su interior. La larva completa su ciclo dentro del grano, donde a continuación pupa, saliendo al exterior ya como adulto tras practicar un orificio de salida Figura 6. En campo, con la bajada de las temperaturas el adulto entra en estado de hibernación para recobrar su actividad a la primavera siguiente. *Shitophylus oryzae* se desarrolla a una temperatura comprendida entre los 15-34°C, siendo el rango óptimo de 27 a 31°C y con una humedad relativa superior al 40%.

(Figura 6). Gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae* L)



Según (Lindblad 1979) es una plaga primaria y puede volar de los lugares de almacenamiento del grano a los campos y viceversa, transmitiendo la infestación de un ciclo agrícola a otro, lo que dificulta su control.

Pequeño barrenador o taladrilla de los granos (*Rhyzopertha dominica* F.)

En general ataca a la mayoría de los granos. El adulto mide alrededor de 3 mm de largo y su tamaño puede variar según el ambiente en el que se desarrolla. Cada hembra puede poner de 400 a 500 huevos en la parte posterior del grano. Desde el momento en que ponen los huevos hasta la salida del adulto son necesarios 30 días para su desarrollo bajo condiciones climáticas favorables. Figura 7.

(Figura 7). Barrenillo de los granos (*Rhyzopherta dominica* F.)



Lindblad (1979), cita a Barrenillo de los granos (*Rhyzopherta dominica F.*), es una plaga primaria muy peligrosa tanto en estado larvario como en adulto. Ambos perforan el grano dejando como residuo un polvillo.

Gorgojos dientes de sierra, (*Oryzaephilus surinamensis L.*)

Los adultos miden alrededor de 3mm. Cuerpo aplanado, color marrón oscuro, seis dientes como sierra a cada lado del protórax. El largo de la sien (región directa detrás de los ojos) es de menos de la mitad del diámetro vertical del ojo. Alas bien desarrolladas, pero no ha sido observado en vuelo.

La larva madura es blanca amarillenta y mide menos de 3mm de largo. Alargada, sin urogompi (par de procesos proyectándose desde el último segmento abdominal), relativamente lisa. Antenas de 3 segmentos, de los cuales el segundo es más largo y el tercero muy pequeño. Figura 8.

(Figura 8). Gorgojos dientes de sierra, (*Oryzaephilus surinamensis L.*)



Las hembras ponen 200-300 huevos en grupos de 4-5. Eclosionan a los 4-5 días de la puesta. Los adultos viven de 3 a 6 meses, aunque se han encontrado casos en los que han vivido hasta 3 años.

Alimento: Granos y productos como trigo, maíz, sorgo, cebada malteada, fruta seca, especias, etc.

Polilla o palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella*)

Es una pequeña mariposa de coloración amarilla pajiza, que se reconoce fácilmente por estar siempre volando en el almacén o andando rápidamente por sobre los granos o los sacos. Bajo condiciones ideales necesita 35 días para complementar su ciclo evolutivo. El promedio de huevos que pone la hembra, a los dos o tres días luego de que sale del grano, es cercano a 80. Los adultos no se alimentan y no viven más que unos cuatro días. Figura 9.

(Figura 9). Palomilla dorada, Palomilla de los graneros o Palomilla Angoumois (*Sitotroga cerealella*)



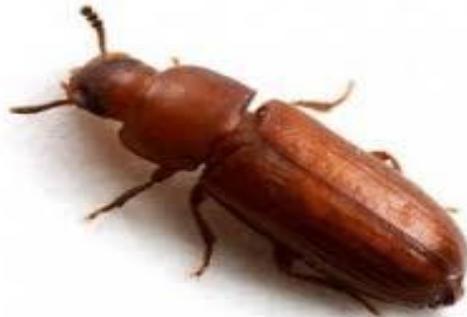
Lindblad (1979) Cita que es una plaga primaria, la hembra deposita sus huevecillos tanto en el grano almacenado como en el que todavía está en el campo.

Gorgojo de la harina (*Tribolium confusum*)

Como estos insectos adultos o sus larvas no tienen mandíbulas muy resistentes, no son capaces de atacar granos enteros y sanos; atacan harinas y granos quebrados o dañados por otros insectos. Son pues, insectos secundarios. El adulto mide de 3 a 4 mm de ancho y posee el cuerpo muy ancho y ligeramente plano. El *Tribolium castaneum* es un poco menor que el

gorgojo de la harina. La hembra pone de 300 a 500 huevos en el exterior de los granos. El desarrollo, desde el huevo hasta el adulto, necesita 30 a 35 días en condiciones favorables. Figura 10.

(Figura 10). Gorgojo confuso de la harina (*Tribolium confusum*)



Lindblad (1979) cita que generalmente el insecto no es capaz de perforar y dañar a los granos sanos, pero se multiplica con rapidez una vez que los insectos primarios han perforado los granos. En harinas y productos molidos puede constituir una plaga primaria.

Gorgojo castaño de la harina (*Tribolium castaneum*)

Las poblaciones de este insecto se desarrollan en el mismo entorno que *T. confusum*, pudiendo coexistir, aunque la primera especie es más frecuente. Realiza la puesta sobre grano o sus subproductos. Las larvas prefieren alimentarse de la harina o del salvado. Además, pueden depredar a otras plagas de almacén, e incluso a las de su misma especie. Figura 11.

Confieren a las harinas un olor desagradable y un aspecto grisáceo y desprecian el producto por la presencia de excrementos, exuvios y restos de cadáveres.

Los daños son más relevantes en harinas o productos procesados, ya que no se puede multiplicar si el grano tiene cáscara, pudiendo hacerlo únicamente sobre granos partidos o afectados previamente por otras plagas como *Rhizopertha dominica* o *Sitophilus*.

(Figura 11). Gorgojo castaño de la harina (*Tribolium castaneum*)



Lindblad (1979) Cita que este insecto no es capaz de perforar y dañar a los granos sanos, pero se multiplica con rapidez una vez que los insectos primarios han perforado los granos.

El gorgojo del pan (*Stegobium paniceum*)

también conocido como gorgojo de las drogas y carcoma del pan es un diminuto insecto color café que puede ser hallado infestando una amplia variedad de productos, y es uno de los insectos de este tipo más comunes que no pertenece a la superfamilia de los curculionoideos; y es el único miembro del género monotípico *Stegobium*.

Tiene distribución mundial, y es más comúnmente hallado en climas cálidos. Tienen apariencia similar al gorgojo del tabaco (*Lasioderma serricorne*), pero es un poco más grande (los adultos llegan a medir 3,5 mm de largo). Adicionalmente, el gorgojo del pan tiene antenas lisas que terminan en tres segmentos, mientras que el gorgojo del tabaco tiene antenas serradas (con dientes como los de una sierra). El gorgojo del pan también tiene surcos a lo largo de los élitros mientras que el gorgojo del tabaco es completamente liso. Figura 12.

(Figura 12). Gorgojo del pan (*Stegobium paniceum*)



Según Lindblad (1979) menciona que el insecto ataca a los granos almacenados que no son inspeccionados durante largos periodos de tiempo.

Gorgojo Khapra (*Trogoderma granarium*)

El insecto es un pequeño escarabajo que mide 1.8 a 3.8 mm de largo, de color que va del café rojizo al café oscuro o negro. Las hembras son a menudo más grandes y más claras que el macho. La larva madura mide 3.0 a 4.0 mm de largo, son de color café amarillento, con largos pelos café rojizos y tiene un manojito de pelos largos en el último segmento abdominal. La pupa se encuentra en la última exuvia larval y mide aproximadamente 5.0 mm de largo. La presencia de pelos y exuvias larvales en los lugares de inspección, indican la existencia de adultos.

El gorgojo Khapra es considerado una de las plagas más destructivas de granos y semillas en el mundo (USDA, 1983). Berg (1999) y Landaverde (1982) mencionan que de preferencia es un vegetariano, pero ataca cualquier material seco.

Se alimenta de trigo, cebada, avena, centeno, maíz, arroz, maní, harinas, pastas, frutas deshidratadas, piensos, leche en polvo, legumbres y muchos otros alimentos almacenados. Figura 13.

(Figura 13). Gorgojo Khapra (*Trogoderma granarium*)



Lindblad (1979) cita que el daño causado por el gorgojo Khapra es parecido al daño ocasionado por el barrenador de los granos.

Acaro de la harina (*Acarus siro*)

Pertenecen a la clase de los arácnidos, pero a diferencia de otros los caros no muestran separación entre cefalotórax y abdomen. Los estados ninfales y el adulto poseen cuatro pares de patas, mientras que el estado larval posee sólo tres pares. La consistencia corporales blanda. Son de forma oval redondeada y de muy pequeña talla (0,4 - 0,7 mm). Dentro de todas las plagas que atacan granos son las más pequeñas. Son resistentes a las bajas temperaturas y más exigentes en humedad que los insectos.

Los ácaros, diminutos arácnidos de unos 0,5 mm. De longitud, a simple vista se detectan como “polvo que se mueve”. Pueden infestar gran cantidad de materiales tipo cereales, queso, jamón, frutos secos, etc., si tienen suficiente contenido de humedad.

Pueden producir olores en los alimentos y dermatitis a las personas que los manipulan, así como trastornos digestivos a los animales que consumen los productos contaminados. Figura 14.

(Figura 14). Acaro de la harina o de los granos (*Acarus siro*)



Lindblad (1979) cita que este insecto habita en lugares cálidos y húmedos, en granos quebrados y en harinas con alto contenido de humedad

Palomilla de la harina o palomilla india (*Plodia interpunctella*)

La palomilla bandeada, también conocida como palomilla o polilla India de la harina y polilla de la fruta seca es una especie de lepidóptero ditrisio de la familia Pyralidae originaria de Europa y que ahora está extendido por todo el mundo. Atacan a los alimentos almacenados y podemos encontrarla sobre todo en frutos secos como nueces o almendras, aunque también se alimentan de chocolate y a veces de cereales.

El adulto tiene las 2/3 partes inferiores de las alas de color bronce o cobre con bandas oscuras, mientras que el tercio anterior es de color gris amarillento. Su envergadura es de 16-20 mm.

La larva es blanquecina con la cabeza café. Alcanza los 12 mm en la madurez. Figura 15.

(Figura 15). Palomilla de la harina o palomilla india (*Plodia interpunctella*)



Según Lindblad (1979) una buena forma de protección contra este insecto es inspeccionar y remover el grano frecuentemente.

Gorgojo plano de los granos (*Cryptolestes pusillus*)

El gorgojo plano de los granos *Cryptolestes pusillus* es un insecto que puede tener las siguientes características: Longitud de los adultos: 1,2 a 1,8 mm, aspecto aplanado. Color: castaño rojizo. Cabeza con mandíbulas robustas y antenas largas, de longitud igual a la del cuerpo en el macho. Protórax estrechado hacia atrás y élitros con los bordes externos paralelos.

Los gorgojos se desarrollan en los almacenes de cereales en los que ataca el germen, pero cuando el contenido de agua del grano sube por encima del 16%, los cucujidae atacan el albumen; deteriora también los derivados de los cereales: harina, salvado, remolacha e incluso los frutos secos, el café, etc. Uno de los principales factores que fomentan la proliferación de estos insectos es la humedad demasiado elevada de los cereales almacenados. Figura 16.

(Figura 16). Gorgojo plano de los granos (*Cryptolestes pusillus*)



Lindblad (1979) cita que el gorgojo plano puede ser una plaga primaria en harinas y otros materiales finamente molidos. La presencia de este insecto en granos enteros significa que existen otros mucho más peligrosos capaces de perforar el grano.

Barrenador de los granos (*Prostephanus truncatus*)

Es un insecto plaga del maíz almacenado en México, América Central y parte de América del Sur. En el continente africano ha causado grandes pérdidas desde que fue introducido. (Figura 17). México y América Central parecen ser los países que dieron origen a esta plaga en África. Por diferencias encontradas, en el patrón electroforético de proteasas, en 3 colonias de *P. truncatus* procedentes de México, Tanzania y Togo, se sugiere que tienen diferente origen. Con el objeto de instaurar la estabilidad genética de este insecto en México, se colectaron insectos adultos en 4 estados de la República Mexicana a los que se les determinó su patrón de isoenzimas proteolíticas. Los resultados obtenidos demuestran que este insecto en México presentan el mismo patrón electroforético, a pesar de pertenecer a diferentes localidades con diversas condiciones ambientales. Esta similitud apoya la teoría de que México

no puede ser el origen de *P. truncatus* en África. Además, confirma que la información obtenida a través de zimogramas, utilizando larvas completas, es útil para diferenciar insectos de la misma especie de diferentes zonas geográficas. La técnica es de fácil manejo y relativamente económica (Vazquez, 1997)

(Figura 17). Barrenador de los granos (*Prostephanus truncatus*)



Lindblad (1979) cita que es una plaga primaria tanto en estado larvario como adulto; invade al grano desde el campo. En el almacén presenta una fragilidad que a veces dificulta su multiplicación.

Gorgojo pinto del frijol (*Zabrotes subfasciatus*)

Es una de las plagas más importantes del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) almacenado, y existen dificultades para identificar sus estados inmaduros y para diferenciar sus fases de desarrollo. (Figura 18). Esta especie de gorgojo pasa por cuatro instares larvales. La identificación precisa de los instares se requiere en estudios básicos de morfología, biología, fisiología o demografía; además, es una valiosa herramienta para saber en qué momento emergerán los

adultos de los granos con el fin de recomendar medidas oportunas de control (Steffan, 1946).

(Figura 18). Gorgojo pinto del frijol (*Zabrotes subfasciatus*)



Según Lindblad (1979), es una plaga primaria debido a que las larvas son muy voraces, pudiendo existir varias de ellas en un solo grano.

4.9.5 Daños causados por insectos

Los daños y perjuicios provocados por los insectos de los granos almacenados pueden ser similares a los causados a los cultivos. Se estima que del cinco al 10 por ciento de la producción mundial se pierde a causa de los insectos, lo que equivale a la cantidad de granos necesaria para alimentar a 130 millones de personas anualmente. Estos valores no consideran otros daños, como son el calentamiento de la masa de granos, la diseminación de hongos, los costos de las medidas de control, etc. Se pueden mencionar algunos tipos de daños, tales como: el daño directo, el daño indirecto y daño ocasionado por los tratamientos químicos.

El daño directo sucede cuando los insectos consumen el grano, alimentándose del embrión o endospermo, lo que causa pérdida de peso, reducción de la germinación y menos cantidad de nutrientes. Por consiguiente, su cotización en

el mercado disminuye. Otro daño directo es la contaminación por las deposiciones, las telas formadas por las polillas y los cuerpos de los insectos o parte de los mismos. Existe también el daño que ocasionan en las estructuras de madera, en instalaciones y en los equipos, los que ofrecen escondrijo para otros insectos y establecen así focos de infestaciones.

Los daños indirectos son el calentamiento y la migración de la humedad, la distribución de parásitos a los seres humanos y a los animales, y el rechazo del producto por parte de los compradores. Los granos pueden calentarse como resultado directo de un ataque de insectos. A este fenómeno se le denomina bolsa de calor, debido a que los granos poseen una baja conductividad térmica y las pequeñas cantidades de calor generadas por los insectos no se disipan. La alta temperatura estimula a los insectos a una mayor actividad, lo que resulta la formación de nuevos focos, hasta que toda la masa de granos se encuentra infestada y caliente.

Entre los daños causados por el tratamiento químico contra los insectos, los más importantes son los costos de los insecticidas, los equipos utilizados en el tratamiento fitosanitario y los residuos tóxicos, que afectan al trabajador y al consumidor (Arias 1993).

CAPITULO V

CONTROL QUIMICO

5.1 Control químico de plagas en almacén de granos

Es fundamental conocer el tipo de unidad de almacenaje cuando se pretende realizar una fumigación de granos almacenados a granel. Así, cada tipo de almacenamiento presenta características propias, ya sea un silo vertical u horizontal, el tipo de granero, la capacidad de almacenar las condiciones de hermeticidad, los sistemas de movilización del producto y la construcción de la unidad van a influir en la manera de aplicar los fumigantes y en las dosificaciones. Cuando se usa un producto sólido, generalmente la distribución se realiza cuando el producto está siendo almacenado. Las pastillas o tabletas son colocadas a intervalos regulares sobre la cinta transportadora durante la carga. En silos de gran capacidad se utilizan habitualmente equipos que efectúan dosificación automática de las pastillas o tabletas. En el caso de que la unidad almacenadora ya esté con el grano almacenado, las pastillas o tabletas pueden aplicarse a través de sondas, (Tabla 3)

Tabla 3. Fumigación de granos a granel

Fumigante	i.a. de la fórmula (%)	Característica del silo	Duración de la fumigación (horas)	Dosificación
Bromuro de metilo	98	Con recirculación del aire	24	18 cm/m ³
Fosfuro de aluminio	57	Cualquier tipo de silo	72	1-3 tabletas/t
Fosfuro de aluminio	57	Cualquier tipo de silo	72	3-6 comprim/t(de 0,6 g)

5.2 Fumigación de granos a granel con el uso de sondas

Tapar con papel kraft bituminoso, cinta adhesiva o plástico todas las aberturas más comunes del silo, tales como: ventanas de inspección (lateral y superior), ventiladores de aireación, puntos de carga y descarga, respiradores, etc. A continuación se especifican las etapas a seguir:

- ❖ nivelar la superficie de los granos para facilitar la operación.
- ❖ determinar la cantidad de productos existentes en el silo y calcular el número de pastillas o tabletas.
- ❖ empezar la operación de fumigación, introduciendo la sonda hasta la profundidad máxima permitida.
- ❖ colocar una cubierta plástica sobre la superficie de la masa de granos, fijándola en las paredes del silo por medio de "culebras de arena.
- ❖ mantener la unidad cerrada y tapada por un período mínimo de tres días.
- ❖ tras retirar el plástico, aplicar un insecticida residual en la superficie de la masa de granos.

CAPITULO VI

6.1 Roedores

Otro enemigo del grano almacenado, son los roedores, estos pueden comer una gran cantidad de grano y ensuciarlo mientras se lo están comiendo. También dañan los sitios de almacenamiento y transmiten enfermedades que la gente puede adquirir al comer o manejar el grano que los roedores han contaminado, (Druben 1979).

El tipo de rata y ratón puede diferir dependiendo del país o región. Sin embargo, en muchas partes del mundo, hay tres roedores importantes los cuales son:

6.1.1 *Rattus norvegicus*

La rata parda, rata gris o rata marrón (*Rattus norvegicus*), también denominada rata china, rata noruega o guarén, es una especie de roedor miomorfo de la familia *Muridae*. Es una de las ratas más conocidas y comunes; está ligada a las actividades humanas y gracias a ello ha colonizado todo el mundo desde sus orígenes en China, siendo una verdadera plaga. Ha dado origen a las ratas albinas y otras variedades utilizadas por el hombre como animal de laboratorio. No se reconocen subespecies.

Mide de 21 a 27 cm de longitud, la cola tiene de 17 a 22 cm y pesa de 280 a 520 g. El cuerpo es tosco y la cola cubierta de escamas en anillo; el manto es gris oscuro en el lomo. (Figura 19). El hocico es más romo y las orejas más cortas que las de la rata negra (*Rattus rattus*).

(Figura 19). *Rattus norvegicus*



(Druben 1979), cita también llamado rata de alcantarilla. Busca el grano de los campos de cultivo en forma muy activa y hace agujeros cerca de las edificaciones de la granja.

6.1.2 *Rattus rattus*

También conocida como rata de barco, rata del tejado, rata común, o pericote, es una especie de roedor miomorfo de la familia *Muridae*.

Esta especie es originaria de Asia tropical, pero colonizó Europa en el siglo VIII, y desde allí se dispersó por el resto del mundo, adaptándose a casi todos los hábitats, aunque predomina en los ambientes cálidos.

Está incluida en la lista de las 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo, confeccionada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (Figura 20).

Su cuerpo mide de 16 a 22 cm de longitud, y la cola, sin pelos y cubierta de escamas en anillo, de 17 a 24 cm. Su peso es de entre 150 y 230 gr. El hocico tiene forma de punta. El manto es negro o gris. Viven de 2 a 3 años.

(Figura 20). *Rattus rattus*



Druben (1979), también la menciona rata de techo. Estas ratas prefieren más bien trepar que cavar. Pueden trepar paredes de concreto, tubos perpendiculares, cables y árboles. En muchas áreas, esta rata es la más dañina para el grano almacenado.

6.1.3 *Mus musculus*

El ratón casero, ratón doméstico o ratón común (*Mus musculus*) es una especie de roedor miomorfo de la familia Muridae. Es la especie más frecuente de ratón. Se cree que es la segunda especie de mamíferos con mayor número de individuos, después de *Homo sapiens*. Habita siempre cerca del hombre, con los que mantiene una relación de comensalismo. Es también el mamífero más utilizado en experimentos de laboratorio y existen multitud de variantes transgénicas que simulan enfermedades genéticas humanas. Este al igual que la rata negra (*Rattus rattus*) Está incluido en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Los ratones comunes adultos pesan entre 12 y 40 gramos, y miden entre 15 y 19 centímetros, incluyendo la cola, que supone algo más de la mitad de su

longitud. Su pelaje es corto y de tonos grises, que se aclaran en el vientre. Figura 21.

Posee unos largos bigotes (vibrisas) que son sensibles al tacto y le proporcionan información sobre el medio. Como su vista es muy débil el ratón sólo identifica los objetos desde muy cerca. Su olfato en cambio está muy desarrollado, lo ayuda en encontrar los alimentos y a los demás ratones. Su oído está también desarrollado, el ratón oye hasta los sonidos de 100 kHz (80 kHz más que las personas).

(Figura 21). *Mus musculus*



Es por lo general de color café grisáceo. La mayoría de los agricultores están acostumbrados a ver a los ratones con tanta frecuencia que no se imaginan el daño que causan sino hasta que se multiplican en grandes cantidades. Los ratones se alimentan de todo tipo de grano y a veces comen solo una parte de la semilla, arruinando aún más grano del que se comen según Druben (1979).

CAPITULO VII

7.1 Porcentajes de las pérdidas en granos almacenados

Los principales factores que determinan y acentúan las pérdidas de granos y semillas en el almacén, son:

- ❖ Altos contenidos de humedad del producto almacenado.
- ❖ Elevada temperatura y/o humedad en el ambiente.
- ❖ Elevado porcentaje de impurezas mezcladas en granos y semillas como por ejemplo; granos o semillas quebradas, restos de plantas, insectos muertos y tierra.
- ❖ Carencia de almacenes adecuados.
- ❖ Presencia de insectos, hongos, bacterias y roedores.
- ❖ Manejo deficiente.
- ❖ Desconocimiento de los principios de la conservación.

La conservación apropiada de granos y semillas en el almacén, depende principalmente de las condiciones ecológicas de la región, del tipo de troje, bodega o almacén disponible, del tipo y condición del grano o semilla por almacenar y del tiempo del almacenamiento.

En México no existen cifras precisas que indiquen el volumen de pérdida de granos y semillas; sin embargo, se estima que anualmente se pierde entre el 5% y el 25% de la producción total de maíz, trigo y frijol, principales granos básicos del país.

Es recomendable se consideren los siguientes pasos para la preparación del grano que se va almacenar, siendo cada uno de estos pasos una parte importante del proceso de almacenamiento, buenas prácticas de cosecha, desgrane, limpieza y secado del grano son importantes para el éxito de cualquier método de almacenamiento (Ramírez, 1979).

7.2 Cosecha y trilla

El maíz debe estar más seco para ser cosechado. Pero aun cuando se deja secar el grano en el campo, con frecuencia hay demasiada humedad en el aire y, a veces lluvia, por lo que el grano no pierde mucha humedad. Por una razón u otra, el grano se cosecha aun con mucha humedad.

Por esto se debe secar hasta que tenga un contenido de humedad alrededor del 12 o 13 por ciento. No importa cual método utilices para cosechar y trillar, se debe tratar de obtener grano completo y limpio.

Para el agricultor que siembra pequeña áreas, la cosecha y trilla manual tiene sus ventajas: es más fácil separar las plantas cultivadas de las demás hierbas y hay menor pérdida de grano durante la cosecha (Lindbland, 1979).

7.3 Limpieza del grano

El grano limpio se puede almacenar mejor que el grano sucio. Después de la cosecha, frecuentemente el grano contiene pequeñas cantidades de paja, semillas de hierba y tierra que disminuyen el valor del grano y hacen que se deteriore durante el almacenamiento. Las partículas de tierra que quedan entre el grano retienen humedad, insectos y hongos y además detienen el movimiento del aire a través del grano.

Las maquinas modernas para cosechar limpian muy bien el grano, haciendo pasar corrientes de aire por todo el grano. Así se quitan las partículas ligeras tales como la paja, el polvo, etc. Las partículas de menor tamaño que los granos se eliminan al pasarlo sobre una criba de orificios pequeños. Para eliminar las partículas mayores se usa una criba de orificios más grandes que las semillas.

El grano también debe limpiarse cada vez que se cambie de almacén; de lo contrario, el grano sucio de un lugar puede mezclarse con el grano limpio de otro. Aun el grano que ha sido limpiado con anterioridad puede necesitar de nuevo una limpieza.

Los insectos no necesitan de mucho tiempo para introducirse al grano. Por eso, deben eliminarse tanto los insectos como el polvo antes de que el grano se mezcle con el grano de otro almacén.

Se debe tener en mente que siempre es importante una limpieza porque:

- ❖ El grano sucio se deteriora más rápido en el almacén
- ❖ El grano limpio no se calienta tan rápido como el grano sucio
- ❖ Los insectos se reproducen con mayor rapidez en el grano sucio.

El agricultor que experimenta el beneficio de la aplicación de técnicas mejoradas, siempre será más receptivo para ir cambiando paulatinamente sus técnicas tradicionales por otras más modernas, y más efectivas, pero que por lo general requieren de mayores inversiones. Como conclusión se puede decir que es necesario mejorar el sistema de manejo postcosecha de los agricultores, pequeños, medianos y grandes, cada cual con la tecnología más apropiada, para ayudar a proteger las cosechas que ya han sido producidas con tanto esfuerzo, todo ello en beneficio del propio agricultor y de todos los demás que depende de los alimentos producidos por la agricultura (Ramírez, 1996)

7.4 Necesidad de secar el grano

Si se almacena el grano húmedo sin que el aire pase a través de él, el grano se calentará, respirará más rápido y producirá más calor y humedad; por lo tanto el grano caliente se deteriora más rápido.

- ❖ El calor aumenta más rápidamente en el grano húmedo.
- ❖ Los hongos se desarrollan con rapidez.
- ❖ El grano puede germinar cuando aún está almacenado.

Es un hecho comprobado que el manejo y el almacenamiento de los granos, sin emplear procedimientos adecuados para ello, conducen a pérdidas causadas por agentes como la humedad excesiva, las impurezas, la temperatura, las plagas, etc., en tanto que otros factores, deben reducirse hasta alcanzar un límite económico, conveniente y práctico, para garantizar la conservación de los granos y de las semillas.

La conservación de un producto de esta naturaleza depende de la disponibilidad de grano o semilla en buena condición, es decir, sano, limpio y seco, y de la facilidad de tener un troje, bodega, almacén o silo, que mantenga la condición del grano almacenado y lo proteja de los factores adversos, durante un corto o largo periodo de almacenamiento.

El almacén debe proteger al grano de la excesiva humedad, de temperaturas desfavorables, de la presencia y desarrollo de microorganismos, así como de insectos y de roedores. Además, debe contar con facilidades mecánicas para la limpieza, el transporte y el almacenamiento.

En este proceso se subdividen en dos grupos los cuales son los siguientes:

Secado natural

El secado natural en el campo se realiza directamente en la planta y después de la cosecha, cuando se colocan las espigas y mazorcas en montones, pilas, manojos o hileras que se dejan secar al sol. Para reducir el tiempo de secado es común construir patios de secado o secadores simples que aprovechan la acción del viento y la energía solar. Este método de secado es muy utilizado por la mayoría de los agricultores de los países en vías de desarrollo.

Secado artificial.

El proceso de desecación se acelera calentando el aire a temperaturas superiores al del medio ambiente. La desecación a baja temperatura se suele realizar en sistemas de silos completo. El depósito de grano se deseca forzando aire a través de la masa de grano. Una consideración importante en este sistema de secado es la resistencia del grano a la corriente de aire. En esta resistencia intervienen muchos factores, algunos de los cuales son el tamaño, forma y características de la superficie del grano (que depende, en parte, del número de granos rotos) y la altura del grano depositado (Lindblad, 1981).

CAPITULO VIII

8.1 PRINCIPIOS BÁSICOS PARA UN BUEN ALMACENAMIENTO

El almacenamiento tiene como objetivo primordial preservar la integridad del grano y en segundo término estandarizar, clasificar y seleccionar las diferentes cereales para darle un valor comercial apropiado. El valor del grano recién cosechado depende principalmente de su contenido de humedad, cantidad de material extraño que incluye la presencia de otros granos, porcentaje de granos dañados o quebrados y evidencia de contaminación con microorganismos (Lindblad, 1979).

Según Druben, (1979) menciona que el tipo de método de almacenamiento que se use, hay ciertos principios en los que se está basando cada método.

Cualquier almacén, no importa el tamaño o de que este hecho, debe mantener la integridad biótica del grano como:

- ❖ Mantener el grano fresco y seco
- ❖ Proteger al grano de los roedores
- ❖ Proteger al grano de los hongos de almacén
- ❖ Proteger de las aves
- ❖ Mantener sus características nutritivas

8.2 REQUISITOS PARA UN BUEN ALMACENAMIENTO

El almacenamiento empieza desde el momento en que los granos alcanzan la madurez fisiológica en el campo. En todo este tiempo, el grano está sometido a muy diversas condiciones de almacenamiento (Aguirre 1992).

La clave de un buen almacenamiento es el control dentro de los límites adecuados del contenido de humedad en el grano. Lo cual es un proceso

complicado que requiere importantes prácticas de manejo como son la estricta protección del grano contra la lluvia y otros agentes ambientales. Movimiento, aireación y en ocasiones el secado artificial del mismo. Existe un sinnúmero de diseños de bodegas o almacenes para grano (Othón, 1996).

El tipo de bodega para grano depende del volumen por almacenar, condiciones climatológicas que imperan en la región, disponibilidad de recursos humanos y económicos además del mecanismo de control de microorganismos y en las condiciones en que este la cosecha del grano como es el % de contenido de humedad y temperatura.

En casos extremos, el control de plagas con agentes químicos o biológicos es necesario. Bajo un adecuado control de estas prácticas, un lote de granos puede ser almacenado varios años sin cambios importantes en su calidad original

8.3 FACTORES PARA UN BUEN ALMACENAMIENTO

- ❖ Guardar los granos sanos, limpios y secos, entiéndase por: Sano: Que no hayan granos con ataques de insectos, hongos, roedores u por otras causas.
- ❖ Seco: Que el contenido de humedad de los granos no exceda al 13-14% y no permita el desarrollo de hongos durante el almacenamiento. El grano debe ser duro a la presión de las uñas y al morder con los dientes.
- ❖ Contar con local apropiado para guardar los granos, y la construcción debe ser apropiada.

- 1) Al tipo de grano que se quiere guardar
- 2) A la forma que se desea guardar (desgranado o como es cosechado)
- 3) A la cantidad de granos que se desea guardar

Almacenar granos, no significa guardarlo en cualquier lugar antes de su utilización. Para poder almacenar los granos, es necesario contar con una serie de elementos que nos permitan garantizar una buena conservación, como materiales y equipos apropiados para su cosecha, transporte, limpieza, secado, locales adecuados para su almacenamiento (Castillo, 1980).

8.4 REGLAS DE ALMACENAMIENTO

En el almacenamiento de granos se deben tener presente lo siguiente:

- ❖ El almacenamiento no mejora la calidad del grano pues el proceso de deterioro es inexorable. En consecuencia, si hay necesidad de almacenar grano por un periodo largo se deben seleccionar aquellos lotes que tengan la mejor calidad.
- ❖ El contenido de humedad de los granos es función de la HR (humedad relativa) y en menor escala de la temperatura del aire.
- ❖ La humedad y la temperatura del grano son, en ese, los factores más importantes del almacenamiento.

1. Un ambiente seco, frío y limpio proporciona las mejores condiciones para almacenar la gran mayoría de las especies.
2. El potencial de almacenamiento depende de la especie o variedad.
3. Los lotes de grano de alta calidad tienen un mayor potencial de almacenamiento que los lotes de baja calidad. Los granos dañados, inmaduros y mal formados se dañan fácilmente durante el almacenamiento.
4. Se debe evitar el almacenamiento temporal de grano que tenga muchas impurezas.
5. Es muy importante llevar registros del inventario y de la calidad de lotes, de la temperatura y la humedad dentro del cuarto de almacenamiento y de las fechas de fumigación.
6. Las condiciones de limpieza y sanidad adecuadas son esenciales porque facilitan el control el control de insectos, aves y roedores (Facio y Dávila 1981).

8.5 ELEMENTOS ESENCIALES DE UNA BODEGA

Existe dentro de una empresa una comisión de técnicos especialistas para seleccionar el tipo de instalaciones que funcionen como centro de almacenaje. Esta agrupación tiene la comisión de coordinar una serie de actividades

necesarias para la captación del producto a almacenar que implica los siguientes puntos:

a) Primordialmente la bodega debe estar aseada totalmente, tanto en el interior como el exterior; una de las actividades a realizar es que los pisos estén barridos perfectamente así como los muros cepillados lo mejor posible, poniendo especial atención en muros de superficies sin pulir.

b) Es necesario supervisar la estructura metálica de los techos, que no retengan pequeñas capas de granos y polvo adheridas a ella, ya que representan una fuente de infestación por insectos. En caso de presentarse polvo o algún contaminante deberán ser removidos de la estructura con cepillo, escoba. Otras instalaciones que se deben supervisar son el transportador aéreo y subterráneo (bandas, canjilones, tornillo sinfín) todos los contaminantes y residuos encontrados deberán ser molidos y quemados lo más pronto posible.

c) En cuanto a las bodegas mecanizadas, la rampa tanto en la superficie como en la parte inferior, así como en la fosa de recepción del grano requieren estar aseadas correctamente eliminando y quemando inmediatamente cualquier residuo de grano, basura y polvo.

d) Los muros deben ser pintados en el interior y exterior en caso de no ser posible, solamente serán encalados en su totalidad. El color blanco nos ayuda a reflejar gran cantidad de radiación solar, lo que disminuye los incrementos de temperatura en el interior de la bodega.

e) Un aspecto de mucha importancia es la aplicación de insecticidas antes del almacenaje para establecimiento de cordones sanitarios. La finalidad es de tener una película residual de insecticidas que permanezca sobre la superficie tratada que toxique los insectos que caminen sobre ella. La efectividad residual de la película disminuye con el transcurso del tiempo y dependerá del tipo de insecticida, de las condiciones climáticas y del tipo de superficie rociada.

El insecticida se debe aplicar en el interior y exterior de la bodega cubriendo pisos y paredes. Si la bodega contara con instalaciones mecanizadas como es el sistema de transporte aéreo del grano también se deberá aplicar.

CAPITULO IX

9.1 Métodos de almacenamiento

El almacenamiento se refiere a concentrar la producción en lugares estratégicamente seleccionados; en tanto que la conservación implica proporcionar a los productos almacenados las condiciones necesarias para que no sufran daños por la acción de plagas, enfermedades o del medio ambiente, evitando así mermas en su peso, reducciones en su calidad o en casos extremos la pérdida total.

9.2 Estructuras para el almacenamiento

En algunas regiones cálidas y húmedas, la proliferación de insectos puede ser tan grave que aún los insecticidas son incapaces de controlar su multiplicación ya que se degradan con extraordinaria rapidez. En estos casos se recomienda utilizar la troje solamente para secar las mazorcas de maíz y una vez secas, desgranarlas y guardar el grano en silos metálicos u otros recipientes apropiados como los tambores metálicos de 200lt.

9.2.1 Grano almacenado en sacos

Este consiste en colocar el grano en sacos es un método antiguo de almacenamiento. Los sacos para almacenamiento de granos deben estar hechos de yute, henequén, sisal, fibras locales y sintéticas. Los sacos son costosos, pues no duran más de dos estaciones, y no proporcionan mucha protección natural contra insectos, roedores y humedad.

Si los sacos se colocan apropiadamente, El aire podrá pasar a través de los sacos, secando y enfriando el grano.

Coloque los sacos sobre plataformas elevadas. Esto permite que el grano no tome la humedad del suelo. Estas plataformas se pueden construir con material que se consigue fácilmente.

Coloque los sacos hábilmente, dejando un espacio entre sacos para que el aire fluya libremente entre ellos (Figura 22).

Figura 22. Almacenamiento de grano en sacos



Es una estructura propia para almacenamiento de productos envasados en sacos. El almacenamiento se realiza en estibas o lotes individualizados de un mismo producto agrícola. La operación del almacenamiento en sacos es más lenta, pues requiere mucha mano de obra; esta característica es una ventaja considerable en regiones con alto porcentaje de mano de obra inactiva y con deficiencias en el suministro de energía eléctrica, o cuando se manejan volúmenes de granos relativamente pequeños. Este tipo de almacenes sirve para almacenar toda clase de productos como maíz, frijol, arroz, trigo, soja, sorgo y café, así como otros productos no comestibles. (Arias, 1993).

9.2.2 Almacenamiento hermético

Este consiste simplemente en colocar el grano dentro del recipiente que no permita la entrada de aire al grano.

La respiración del grano y de algunos insectos dentro del recipiente utiliza todo el oxígeno, por lo que es imposible que los insectos continúen respirando y mueren.

El nivel de humedad del grano tiene que ser del 9% o menor para hacer más lento el desarrollo de los insectos. Temperaturas muy altas o muy bajas también hacen más lento el crecimiento de los mismos (Figura 23).

Figura 23. Almacenamiento hermético



Muchos agricultores utilizan insecticidas para controlar a los insectos del grano, pero algunos insecticidas son peligrosos; otros son muy caros y a veces no es posible conseguirlos. Cada día aumenta la preocupación por el uso de compuestos químicos de cualquier tipo sobre productos alimenticios por los efectos secundarios que se pueden presentar.

9.2.3 Almacenamiento del grano en sacos de plástico

Los sacos de plástico son buenos recipientes herméticos de almacenamiento

Solo se deben tomar las siguientes recomendaciones:

- ❖ Asegúrese que el saco no tenga agujeros, ya que hasta el orificio más pequeño causaría problemas.
- ❖ Algunos insectos pueden perforar el plástico al tratar de escapar del saco, pero esto puede evitarse colocando un saco de tela o una capa de algodón por dentro del saco de plástico.
- ❖ Utilice grano muy seco.
- ❖ Llene de granos los sacos y ciérrelos bien.
- ❖ Almacene los sacos de grano en un lugar elevado del suelo y en una superficie suave para que no se perfore con el suelo o con algún otro objeto.

Figura 24.

Figura 24. Almacenamiento de granos en sacos de plástico



9.2.4 Almacenamiento del grano en tambores metálicos

Entre los productos que pueden almacenarse exitosamente en estos tambores se encuentra el maíz. El grano debe secarse a un contenido de humedad del 12% o menor al colocarse en el tambor.

El tambor de aceite de 220 litros (55 galones) es muy fácil de encontrar y representa una buena alternativa para almacenar pequeñas cantidades de granos a granel. En este tipo de recipiente, los granos se conservan bien y por bastante tiempo si el manejo es correcto; además, tiene bajo costo y buena duración si se le da un adecuado mantenimiento. El tambor tiene capacidad para almacenar unos 220 litros de granos, es decir, de 130 a 180 kilogramos. Figura 25.

Figura 25. Almacenamiento de granos en tambores metálicos



El procedimiento a seguir para utilizar este tambor es:

- Asegurarse que el interior del tambor este limpio y seco.
- Revíselo bien por si hay algún agujero.
- Coloque grano seco y limpio en el interior del tambor por la abertura pequeña de la parte superior del tambor. Utilice un embudo para depositar el grano.
- Agite el tambor para dejar que se asiente el grano en el fondo, y luego llénelo nuevamente.
- Asegúrese que el tambor este lleno de granos.

- Cierre bien la abertura. Si falta el anillo de hule o empaque alrededor del tapón que cubre la abertura, coloque grasa a su alrededor.

9.2.5 Almacenamiento de grano en depósitos de metal

Los depósitos de metal han sido usados en pequeña escala en muchas partes del mundo. En algunas áreas se pueden comprar depósitos de metal de diferentes tamaños. Son generalmente costosos y se oxidan con facilidad en regiones húmedas. Afortunadamente, el depósito se paga por sí mismo, reduciendo la pérdida de grano almacenado debido al ataque de insectos y roedores.

Algunas de las ventajas de estos depósitos de metal son:

- ❖ Provee de un buen control de insectos, hongos y roedores si están bien hechos, bien cerrados, colocados arriba del suelo y alejados de los rayos del sol.
- ❖ Los depósitos pequeños de metal tienen poco peso y se pueden transportar con gran facilidad.
- ❖ Un depósito de metal se paga por sí mismo. Figura 26.

Figura 26. Depósitos de metal para almacenamiento de granos



Independientemente del uso que se le dará al producto cosechado, es importante no olvidar que el grano o la semilla son entes vivientes que respiran

oxígeno del ambiente y producen como resultado bióxido de carbono, agua y energía que se traduce en calor; consecuentemente, en la medida en que se acelere el proceso de la respiración, lo hará también el deterioro del grano o la semilla.

9.2.6 Almacenamiento en silos

El almacenamiento de grano en silos proporciona gran capacidad de manipulación. La carga de camiones desde los silos resulta realmente sencilla, bien se realice a través de la mecanización o mediante descargas laterales por gravedad que permiten el vaciado de gran parte del silo sin coste energético. El almacenamiento de grano en silos consigue un mayor aprovechamiento del terreno y la posibilidad de guardar distintos productos sin posibilidad de mezclas. Para el almacenamiento de arroz y productos delicados, se puede instalar un sistema de ventilación "total", por medio de un falso fondo transpirable, con barredores de extracción automáticos. La gama de silos cubre todas las necesidades de almacenamiento en silos, sean grandes o pequeños y con patas y tolva metálica si resulta necesario. El grano almacenado en silos es más fácil de controlar mediante sondas de temperatura y de ventilar de forma selectiva. Las figuras 27 y 28 muestra la vista externa de almacenamiento en silos.

Figura 27. Almacenamiento en silos



Figura 28. Vista externa de silos



Los silos metálicos son muy conocidos en el Brasil y en otros países para almacenar grandes y medianos volúmenes de granos. Su capacidad unitaria de almacenamiento puede variar desde 7 hasta 6.200 toneladas de granos de acuerdo con las necesidades. Además, permiten la ampliación gradual de la capacidad de almacenamiento a través de la instalación de nuevas unidades adicionales. Estos silos son construidos generalmente de láminas o chapas metálicas lisas o corrugados, de hierro galvanizado o de aluminio. Pueden tener fondo plano o cónico; en los silos de fondo plano, la descarga se realiza con equipo mecánico y en los silos de fondo cónico, se efectúa por gravedad. Los equipos para cargar y descargar los granos pueden ser portátiles o fijos, siendo común el uso de elevadores de cangilones y transportadores helicoidales o neumáticos. En las regiones tropicales y subtropicales, la radiación solar que incide en las paredes externas del silo puede causar condensación del vapor de agua en las paredes internas. Para evitar que esto ocurra, los silos metálicos deben contar con un sistema de termometría y aireación. El sistema de termometría deberá detectar rápida y eficientemente la existencia de focos de calentamiento en la masa de granos. El sistema de aireación debe ser capaz de enfriar la masa de granos para evitar su deterioro (Arias, 1993).

9.2.7 Almacenamiento de granos en naves graneros

Es más aconsejable para grandes partidas del mismo producto. Para la carga en camiones del cereal almacenado se utilizan las palas cargadoras, que en la actualidad son ágiles y de gran capacidad. También en las naves como en los silos se pueden colocar sondas de control de temperatura pendiente de sus tejados, obteniéndose un gran aprovechamiento del terreno con bajo costo de construcción. En las figuras, 29 y 30, se muestra una vista externa e interna de almacenamiento en naves granero Las naves granero pueden aprovecharse entre campañas de cereal para el almacenamiento de cualquier tipo de producto.

Figura 29. Almacenamiento de grano en nave granero



Figura 30. Almacenamiento de grano en nave granero



Los tipos de almacenes que existen en México son: rústicos, planos y modernos. Los dos primeros son estructuras que se utilizan para almacenar el grano o la semilla en cantidades y por periodo de tiempo relativamente corto, que puede ser desde unos cuantos meses hasta un año aproximadamente. Este tipo de almacenes son los que tradicionalmente se utilizan en el medio rural. Los almacenes modernos, es donde generalmente se depositan grandes volúmenes de granos, deben llenar los requisitos indispensables para garantizar su conservación, por lo que se consideran como sitios de almacenamiento permanente, es decir, sitios en los cuales los granos son depositados por uno o varios años.

Las actividades en las bodegas y almacenes de este tipo, pueden dividirse en tres grupos de operaciones necesarias: la recepción, el acondicionamiento y el almacenamiento del grano.

Las secciones de recepción y de acondicionamiento de grano son las que contienen la mayor parte del equipo y de la maquinaria existente en este tipo de almacenes, en proporción de su volumen de recepción y almacenamiento.

Estos métodos tienen la ventaja de ahorrar tiempo y ocupar menor número de operarios, sin exponerlos a riesgos innecesarios.

LITERATURA CITADA

Aguirre, R., y S.T. Peske. 1992. Manual para el beneficio de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

Arce, E.A.D and D.S. Chung. 1988. Evaluation of grain losses and grain drying performance at large grain storage and handling facilities in a developing country Agency for International Development United States Department of State. Kansas State University. U.S.A

Arias, C. 1993. Manual de manejo de poscosecha a nivel rural

Berg, G.H. 1999. Plagas de Productos Almacenados de Importancia Cuarentenaria y/o Económica para los Países Miembros del OIRSA. En: Hojas de Datos sobre Plagas y Enfermedades de Productos Almacenados de Importancia Cuarentenaria y/o Económica para los Países Miembros del OIRSA. OIRSA. El Salvador. Vol. 6

Borem, F.M. T. Hara e R.F. da Silva. 1996. Efeito da secagem e do armazenamento de milho (*Zea mays L*) Revista Brasileira de Armazenamento. Brazil.

Bressani, R., Scrimshaw, N.S., Béhar, M. y Viteri, F.1958. Supplementation of cereal proteins with amino acids. 11. Effect of amino acid supplementation of corn-masa at intermediate levels of protein intake on the nitrogen retention of young children.

Brooker, D.B.; Bakker-Arkema, F. B.; Hall, C. W. (1992). Drying and storage of grains and oilseeds. Nueva York

Carl lindblad, Laurel Druben 1979. Almacenamiento del Grano, primera edición en España: mayo 1979, editorial Concepto S.A.

Carl linbland, Laurel druben 1981. Almacenamiento del grano.

Castillo, N. A. 1984. Almacenamiento de Granos. Aspectos Técnicos y Económicos. Segunda Edición. Ediagro. Bogotá.

Centro internacional de agricultura tropical (CIAT, 1985). Acondicionamiento de semillas. Cali Colombia

Dalpasquale, V.A. 1983. Secagem de Graos. Cenjreinar, Viçosa, Minas Gerais, 1 (Mimeografiado).Secado Natural.

Dalpasquale V., A., D.M. de Quiroz., J.A.M. Pereira., y R. Sinicio 1991. Secado de granos, Natural, Solar y Bajas Temperaturas. Oficina Regional de la FAO para América latina y el Caribe. Santiago, Chile.

Dávila C., 1994. Secado y Almacenamiento de Cereales en México. International Symposium on Conservation, Porto Alegre, Brazil.

Dios, C.A de 1996. Secado de Granos y Secadoras. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago, Chile.

Dubois, M.E.D. 1987. Mermas de secado. Circular Técnica N° 1. Comisión Técnica de Postcosecha de Granos. Buenos Aires. 5 p.

Escudero, S.M.J. Escrivá, M.J.; Clar, B.F. (1999). «Capítulo 1. El almacén». Operaciones de almacenaje. Aravaca (Madrid, España): McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U.

Facio P.F y Dávila, C.S 1994 Acondicionamiento de semillas.

FAO 1969 Mejores cosechas mejor almacenadas.

FAO 1998. Almacenamiento de Granos a nivel rural. Serie: Tecnología Poscosecha 1 Roma, Italia.

FAO 1980 .Food and agricultura organization of the United Nations. On-Farm maize drying and storage in the humid tropics. Rome, Italy.

Fuentes. M. 1995. Desarrollo de germoplasma de maíz para el altiplano de Guatemala. Síntesis de resultados Experimentales del PRM. 1993-1995, Vol. 5 (1997) CIMMYT-PRM, Guatemala.

Giner A., S. 1994. Información sobre el secado y almacenamiento de granos en la república de Argentina. International Symposium on Grain Conservation, Porto Alegre, Brazil.

Gowda, S.J., N.G. Bhole and G.S.V. Raghavan.1996 Prediction of seed viability in storage. Mysore Journal of Agricultural Sciences.

Harrison, C.M., and A. Wright H. 1929. Seed corn drying experiments. J. Am. Soc. Agron. Madison, Wis. American Society of Agronomy. Oct 1929. V. 21(10). U.S.A.

Kent N. L. 1997. Tecnología de los Cereales, Editorial Acribia Zaragoza, Edición

Landaverde T.R.A. 1982. El Gorgojo Khapra *Trogoderma granarium* Everts, Una Plaga Potencial para la Región del OIRSA. OIRSA. El Salvador. Bol.Tec. N° 13.

Lucia, M. y Assennato. 1993. La Ingeniería Agraria en el Desarrollo, Manejo y Tratamiento de Granos Poscosecha. Organización y Técnicas. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO.

Marsans, G.J. 1984. Sistemas y métodos de secado no convencional. Propuestas para una mejor tecnología. Jornadas de secado y aireación de granos. Bolsa de cereales de buenos aires.

Molina M., J., D. Lisakowski I., y E. Paulo Z. 1992. Pruebas de vigor para semillas de maíz y su relación con la emergencia en campo. Revista fitotecnia mexicana (Ene-jun 1992.)

Moreno M., E. 1988. Manual para la identificación de hongos en granos y sus derivados. Universidad Nacional Autónoma de México. (UNAM). México.

Nonhebel, G. 2002 El Secado de Sólidos en la Industria Química. 1ª ed. España

Othon, S.S 1996. Química, almacenamiento e industrialización de los cereales.

Queme J., L., R. Ochoa., C. Acosta., K. Schneider y W. Queme. 1997 Evaluación de cinco estructuras de almacenamiento de maíz en Chimaltenango, Guatemala. 1990-1991. Síntesis de resultados experimentales del PRM 1993-1995, Vol. 5 (1997) CIMMYT-PRM, Guatemala.

Ramayo L., F.1983. Tecnología de Granos, Universidad de Chapingo, Industrias Agrícola México.

Ramirez G.M. 1979. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Primera edición.

Ramírez G.M. 1982. Almacenamiento y conservación de granos y semillas Editorial CECSA. México, D.F.

Ramírez G., M. 1984. Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas. Editorial Continental, S.A. de C.V. México

Ramírez G., M. 1996. Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas, primera edición 6, editorial continental S.A. México.

Santacruz A., V. 1994. Conservación de Germoplasma en diferentes ambientes de envase. Tesis. Maestría. Colegio Postgraduados. Montecillo, México.

Santipracha, V. Q. Santipracha and V. Wongvarodom. 1997. Seed Science and Technology. 25:2. Thailand.

Sodha, M.S., N. Bausal Kumar, P. Bausal K, and M.A.S. Malik. 1987. Solar Crop drying. Printed in the U.S.A

Soepriaman, J.S. 1990. Effect of different paskaging systems and locations on quality and shelf life of corn and soybean sedes. Proceedings of the seminar on food researsh.vol 1. Indonesia.

Steffan, J. R. 1946. Contribution a l'étude de *Zabrotes subfasciatus* Boheman. Mein. Mus. Hist. Nat., Paris. Tome XXI. Fascicule 2

USDA 1983. *Khapra* Beetle, *Trogoderma granarium*. PPQ. APHIS. USDA Pest not know to occur in the United States or of Limited Distribution. No 36.

Vallador, D.M. Jr., E.M. Baylin, N.S. Singcol, R.L. alcántara and D.P. Sagolili. 1991. Influence of moisture content and drying temperature on the seed quality of two corn cultivars. CMU-Journal of Science (Philippines). (Jan-jun 1991). V. 4 (1)

Vázquez B., M.E. 1992. Control de Calidad, Almacenamiento y Conservación de Semillas en un Sistema de Producción de Semillas para Pequeños Agricultores en: Zapata R., J., S.M. del campo V., y A. Peña. (Comp.) Métodos Artesanales de Producción de Semillas de Cultivos. Memoria. México.

Vázquez-Arista, M. (1997). Some studies on the digestive system of *Prostephanus truncatus* (Horn). PhD. Dissertation, University of Leicester, England.

Wilson y Richer 1960. Producción de Cosechas, editorial continental, S.A. de C. V.; México, Edición

<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/antrigo.html#prodmexico>

<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/00/agricultura/otros/granos/index.ph>
<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/folleto/consewacionDeGranos.pdf>
<http://portafolioeliamendozarecibo.blogspot.mx/2009/01/almacenes-y-su-definicion.html>
<http://spcgroup.com.mx/que-es-un-almacen/>
<http://edukavital.blogspot.mx/2013/01/definicion-de-almacen.html>
http://html.rincondelvago.com/logistica_el-almacen.html
<http://www.definicionabc.com/general/semilla.php>
<http://thermokil-iberia.com/tratamiento-termico/11-guia-de-insectos/59-gorgojo-dientes-de-sierra.html>
<http://www.fao.org/docrep/X5050S/x5050S00.htm#Contents>
<http://www.cesmec.cl/noticias/Articulos/ALIMENTOS.act> 27 de enero
<http://www.supremecorq.com/languaje/spanish/faq/certification.htm>
<http://www.Calimex.com.mx/Conceptos/ProgramaPrerrequisito.htm> Norma de Estandarización de Centros de Distribución de Alimentos:

<http://www.Aibonline.org/products/consolidatedstandards/PDF/CSDistributionCentersSpanish.pdf#search='las%20normas%20consolidadas%20de%20aib%20para%20los%20centros%20de%20distribucion%20alimentos'>

<http://www.agrologica.es/informacion-plaga/falso-gorgojo-harina-tribolium-castaneum/>
https://es.wikipedia.org/wiki/Stegobium_paniceum
[http://www.pestcontrolexpert.com/bayer/cropscience/bespestcontrol.nsf/id/16E25184A743BDEAC125798400560632/\\$file/FICHA%20CUCUJIDES.pdf](http://www.pestcontrolexpert.com/bayer/cropscience/bespestcontrol.nsf/id/16E25184A743BDEAC125798400560632/$file/FICHA%20CUCUJIDES.pdf)
<http://www.condusef.gob.mx/index.php/instituciones-financieras/otros-sectores/almacenes-generales>
http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/tercer_clase.pdf
http://www.ehowenespanol.com/estructura-semilla-frijol-comun-sobre_145250/
http://www.elclubdelpan.com/libro_maestro/descripci%C3%B3n-del-grano-del-trigo

<http://www.fao.org/docrep/t0395s/t0395s02.htm>

<http://thermokil-iberia.com/tratamiento-termico/11-guia-de-insectos/59-gorgojo-dientes-de-sierra.html>