



Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: manual de capacitación

[Indice](#)

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA

Y LA ALIMENTACION

Roma, 1985

Agradecimientos

Se agradece a los Sres. D. J. Greig y M. Reeves, asesores de la FAO; el Sr. Greig redactó el documento y el Sr. Reeves hizo la revisión final y preparó el texto para su edición. Se

agradece también a los funcionarios técnicos de la FAO que contribuyeron a la preparación del manual.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. Las opiniones contenidas son las de los autores.

P-00 ISBN 92-5-302209-4

Derechos de autor

Por este medio se autoriza la reproducción digital o impresa parcial o total de este trabajo, para su utilización personal o en las aulas, sin costo y sin solicitud formal de reproducción, siempre que no se elaboren copias con fines de lucro ni comerciales, y que todas las copias lleven este aviso completo en la primera página. Los derechos de autor de los trabajos que no sean propiedad de la FAO deben respetarse. Para hacer reproducciones con otros fines, publicar, enviar a través de los servidores o redistribuir en las listas, se requiere autorización específica previa y el pago de una cuota cuando

sea pertinente.

Los permisos de publicación se solicitan a:

Editor en Jefe

FAO, Viale delle Terme di Caracalla

00100 Roma, Italia

correo electrónico: copyright@fao.org

(c) FAO, 1985

Impreso en Italia

Indice

[Prólogo](#)

[Prefacio](#)

[1. Introducción](#)

[1.1 Definiciones](#)

1.2 Almacenamiento

1.3 Requisitos de almacenamiento

1.4 Agentes que causan el deterioro de los productos almacenados

1.5 Control de los agentes que causan deterioro

2. Evaluación

2.1 Introducción

2.2 Unidades de medición

2.3 Repetibilidad y precisión

2.4 Medición del contenido de humedad

2.5 Muestreo para la evaluación de pérdidas

2.6 Modelo de flujo del grano a nivel de granja y de aldea

3. Plagas en almacenamiento

3.1 Microbiología de los productos poscosecha

3.2 Biología e identificación de plagas

3.3 Notas descriptivas

4. Evaluación de las pérdidas

[4.1 Introducción](#)

[4.2 Definiciones](#)

[4.3 Encuestas](#)

[4.4 Ensayos de campo](#)

[4.5 Validez de la encuesta y los trabajos de ensayos](#)

[4.6 Evaluación de pérdidas de cereales y legumbres](#)

[5. Control de plagas](#)

[5.1 Observaciones generales](#)

[5.2 Pérdidas causadas por insectos](#)

[5.3 Fuentes de infestación](#)

[5.4 Desarrollo de plagas en los almacenes](#)

[5.5 Factores que afectan a la selección del método de almacenamiento y de las medidas de control de plagas](#)

[5.6 Tipos de almacenamiento y consecuencias para el control de plagas](#)

[5.7 Pérdidas producidas por roedores](#)

[6. Secado](#)

[6.1 Introducción](#)

6.2 Aire y vapor de agua: psicrometría

6.3 Contenido de humedad y humedad relativa

6.4 Secado

6.5 Tipos de secadores

7. Almacenes

7.1 Construcción del almacén

7.2 Costo de la construcción

7.3 Volumen utilizable

7.4 Cuidado de los productos en el almacén

7.5 Aislantes

7.6 Apilamiento de sacos

7.7 Control de insectos en los sacos apilados en almacenes

8. Centros de almacenamiento

9. Control de plagas en productos almacenados

9.1 Introducción

9.2 Técnicas de control de plagas

9.3 Control químico: métodos específicos

[9.4 Toxicidad](#)

[9.5 Preparados y dosis](#)

[9.6 Algunos insecticidas para productos almacenados: resumen de las propiedades](#)

[10. Almacenamiento en hórreos](#)

[10.1 Introducción](#)

[10.2 Diseño ideal del hórreo](#)

[10.3 Diseños de hórreos mejorados](#)

[10.4 Costo de la construcción del hórreo](#)

[11. Almacenamiento de raíces y tubérculos](#)

[11.1 Ñame](#)

[12. Elaboración de los cereales \(distintos del arroz\)](#)

[12.1 Trilla](#)

[12.2 Clasificación](#)

[12.3 Molienda](#)

[13. Elaboración del arroz en pequeña escala](#)

[13.1 Introducción](#)

[13.2 Fases de la elaboración del arroz](#)

[14. Consecuencias sociológicas, económicas e institucionales de la prevención de pérdidas de alimentos poscosecha](#)

[14.1 Justificación económica](#)

[14.2 Factores institucionales](#)

[14.3 Consecuencias para la mano de obra](#)

[Referencias](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "<http://www24.brinkster.com/alexweir/>">

Prlogo

[Indice](#) - [Siguiete](#)

Desde 1977, la FAO ha dado prioridad a la prevención de las pérdidas poscosecha, adoptando en particular medidas para reducir pérdidas a nivel de granja y de aldea. Una grave limitación con que tropiezan los países en desarrollo para organizar y ejecutar programas de prevención de pérdidas poscosecha es la escasez de personal local capacitado.

En el ámbito del Programa de acción de la FAO para la prevención de las pérdidas de alimentos se ha emprendido un programa de capacitación, en virtud del cual se han organizado varios cursos prácticos para capacitar a oficiales técnicos de África en tecnologías para reducir las pérdidas de cereales poscosecha. En los cursos se estudiaron diversos aspectos del almacenamiento y la elaboración de los cultivos, en especial los relativos a las plagas de almacenamiento y a su control, la evaluación de pérdidas, el secado, el almacenamiento, la elaboración de los granos y las consecuencias socioeconómicas.

Se han puesto a prueba los temas que contiene el presente manual en dichos cursos, temas que se han revisado luego teniendo en cuenta la experiencia adquirida. El manual se publica ahora como parte de la colección de manuales de capacitación de la FAO.

Confío en que este manual contribuirá a la capacitación práctica del personal

encargado de la prevención de las pérdidas de alimentos poscosecha en los países en desarrollo.

D. F. R. Bommer,
Subdirector General del Departamento de Agricultura

Prefacio

El presente manual contiene material sobre una gran variedad de disciplinas relacionadas con la prevención de pérdidas de alimentos, en particular de cereales, legumbres, raíces y tubérculos. Se destina al personal de campo, a los supervisores de proyectos y al personal de extensión que participan en programas de prevención de pérdidas de alimentos.

El manual tiene por objeto reunir en un solo volumen material de referencia sobre cuestiones de prevención de pérdidas de alimentos durante el almacenamiento. Aunque en las secciones sobre secado, elaboración y evaluación de las pérdidas de alimentos se ha adoptado un enfoque técnico, se consideran también los aspectos

económicos y sociales de dichas pérdidas.

Se espera que el manual satisfaga las necesidades básicas de los que participan en los cursos de capacitación, y que éstos lo completen con apuntes detallados sobre temas especiales, particularmente los que se refieren a las tareas prácticas, así como con folletos sobre cuestiones de particular importancia local.

1. Introducción

1.1 Definiciones

Es importante entender los principios de la toma de muestras y la evaluación, ya que sólo entonces podrán adaptarse los procedimientos definidos a las condiciones locales, con una razonable confianza en que las evaluaciones serán válidas. Se dan a continuación las definiciones de los términos comúnmente utilizados en relación con las pérdidas de alimentos poscosecha.

Periodo poscosecha. El intervalo entre la madurez del cultivo y su consumo. Pérdida de alimentos. Toda variación de disponibilidad, comestibilidad, salubridad o calidad del alimento que hace reducir su valor para el hombre.

Perdida directa. Pérdida por derramamiento o consumo por insectos, roedores y pájaros.

Pérdida indirecta. Pérdida por exclusión para uso alimentario debida a la disminución de la calidad. La pérdida puede considerarse como tal simplemente con referencia a una definición local y estar relacionada con las costumbres.

Pérdidas de productos de cultivos. Los productos de cultivos pueden perderse en cualquiera o todas las fases de la cadena alimentaria, desde la plantación hasta la preparación para el consumo inmediato. En general se han identificado tres periodos:

- a. Pérdidas anteriores a la cosecha: son las que suceden antes de que comience el proceso de recolección y pueden deberse a factores tales como insectos, malas hierbas y enfermedades que afectan a los cultivos.
- b. Pérdidas durante la cosecha: son las que se registran durante el proceso de recolección y pueden deberse, por ejemplo, a la rotura de la planta y la consiguiente separación del grano de la espiga y su derramamiento.

c. **Pérdidas poscosecha:** son las que se registran en el periodo posterior a la cosecha.

Pérdidas posproducción. Se definen como la suma de las pérdidas antes y después de la cosecha.

Resulta siempre difícil separar netamente las diferentes fases desde la producción al consumo, que se han definido arbitrariamente. Los periodos de maduración-secadoelaboración se superponen a menudo durante el periodo poscosecha, como, por ejemplo, en el secado del maíz en el campo después que ha alcanzado la madurez. No se gana nada con establecer límites rígidos y hacer distinciones artificiales entre las fases superpuestas. Es preferible tal vez relacionar las pérdidas con la elaboración o la manipulación que con un periodo determinado.

Alimento. Son los productos que normalmente comen las personas: el peso de los productos comestibles en buen estado que normalmente consumen las personas, determinado sobre la base del producto exento de humedad. Las partes no comestibles de una planta, tales como tallos, cáscaras y hojas no son alimento. Tampoco se consideran alimento los cultivos destinados a la alimentación del ganado. Las evaluaciones de las pérdidas poscosecha generalmente se realizan sobre la base de las variaciones de la materia seca. Normalmente no se presta atención a

las pérdidas nutricionales o económicas.

Pérdida de grano. Es la pérdida de peso que se registra durante un periodo determinado, expresada sobre la base del producto exento de humedad, que de lo contrario se podría utilizar como alimento para consumo humano.

Contenido de humedad (c.h.). Es la cantidad de agua libre presente en una determinada materia. Los productos de origen orgánico se definen para fines científicos como materiales que constan de materia seca y agua. La pérdida de humedad durante el secado no constituye una pérdida de alimento. El contenido de humedad se expresa bien en fracción decimal o bien en porcentaje, en una de las dos formas siguientes:

- a. Referido al producto húmedo (p.h.). El contenido de humedad se define como la proporción del peso del agua con respecto al peso total de la materia seca y el agua. Es el método más comúnmente usado en agricultura.
- b. Referido al producto seco (p.s.). El contenido de humedad se define como la proporción del peso del agua con respecto al peso de la materia seca. Este método se utiliza normalmente en los trabajos de laboratorios científicos.

En agricultura, tradicionalmente, los contenidos de humedad se determinan sobre la base del producto húmedo. Cuando los contenidos de humedad se expresan sin la

indicación de p.h. o p.s., se da por supuesto que los contenidos de humedad se han determinado sobre la base del producto húmedo.

Los valores decimales pueden trasladarse de una base a otra mediante las relaciones siguientes:

$$c.h.p.h. = c.h.p.h. / (1 + c.h.p.s.)$$

$$c.h.p.s. = c.h.p.h. / (1 - c.h.p.h.)$$

Se ha de señalar que los valores obtenidos mediante estas fórmulas difieren para la misma muestra.

1.2 Almacenamiento

Los agricultores obtienen productos de cultivos. Algunos de ellos requieren una cierta elaboración antes de ser consumidos por las personas. Los productos de cultivos se tienen a disposición durante diversos periodos breves del año, pero las personas necesitan consumir alimentos durante todo el año. Es necesario por tanto recurrir a

alguna forma de almacenamiento.

[Figura1.1: Estructuras tradicionales de almacenamiento](#)

Los requisitos de almacenamiento difieren según los cultivos. Para los productos duraderos, tales como los cereales, los requisitos son relativamente sencillos, mientras que para los productos perecederos, tales como las frutas u hortalizas, los costos de almacenamiento a largo plazo son muy elevados. Estas dificultades pueden superarse bien prolongando la época de producción de los productos perecederos, o bien elaborándolos parcial o totalmente en forma más concentrada.

1.3 Requisitos de almacenamiento

El producto de cultivo deberá almacenarse de forma que:

- a. no se deteriore la calidad durante el periodo de almacenamiento;
- b. no se reduzca involuntariamente la cantidad durante el almacenamiento;
- c. esté protegido contra las plagas, las enfermedades y las pérdidas materiales; y
- d. se disponga de él en el momento y la cantidad necesarios.

Los principales productos de cultivo que tal vez requieren instalaciones de almacenamiento son:

- duraderos (cereales)
- perecederos (frutas y hortalizas)
- semiduraderos (raíces y tubérculos)

Los productos perecederos requieren quizás una cierta elaboración. Pueden necesitarse cuidados especiales y estructuras especializadas para los productos semiduraderos, tales como el ñame y la batata antes de que puedan ser almacenados convenientemente. Los costos de elaboración y almacenamiento son aspectos importantes que hay que tener en cuenta al planificar la estrategia de almacenamiento.

Los productos de cultivos duraderos son relativamente fáciles de almacenar en comparación con las otras dos categorías.

1.4 Agentes que causan el deterioro de los productos almacenados

Los principales agentes que causan el deterioro de los productos almacenados son:

- microorganismos (hongos, bacterias y levaduras)
- insectos y ácaros
- roedores
- pájaros
- actividad metabólica

Hongos: es el tipo más importante de microorganismos que causan o favorecen el deterioro del cultivo. Aunque pertenecen al reino vegetal, los hongos no tienen clorofila y son por tanto incapaces de fabricar su propio alimento mediante fotosíntesis. En consecuencia, viven como parásitos de otros organismos vivos, o como saprofitas organismos vivos inactivos o de cuerpos muertos. Los hongos parásitos pueden causar enfermedades en el organismo humano, mientras que los saprofitas degeneran o destruyen el cuerpo del que se alimentan. Los hongos saprofitas son los que entrañan mayor importancia en relación con los cultivos duraderos almacenados.

[Figura 1.2 Plagas de insectos](#)

[Figura 1.3 Daños causados por roedores](#)

Bacterias: no constituyen generalmente un problema por lo que respecta a los productos duraderos almacenados en seco. Pueden, sin embargo, invadir y multiplicarse en partes ya deterioradas del producto de cultivo durante el almacenamiento.

Insectos: en los productos de cultivos se encuentran muchas especies de insectos, pero son solo unas cuantas las que producen deterioros y pérdidas. Algunas pueden ser incluso beneficiosas porque atacan a otras plagas de insectos. Es importante poder identificar exactamente las principales especies de insectos para evaluar sus efectos en el producto almacenado y establecer las medidas de control necesarias.

Roedores: no suelen vivir en almacenes de granos porque necesitan agua para beber. Aunque pueden subsistir sin mucha agua, el clima en el almacén es demasiado seco para poder multiplicarse rápidamente, a menos que puedan abandonar el almacén para abastecerse de agua y volver luego fácilmente. Los roedores consumen granos y estropean los sacos y las estructuras del edificio, y contaminan con orina y excrementos cantidades mucho mayores que las que consumen. Pueden ser controlados mediante venenos e impidiendo su acceso a los productos almacenados.

Pajaros: como los roedores, los pajaros consumen parte del grano, pero también contaminan una mayor cantidad con sus excrementos. Las pérdidas debidas a los

pequeños se evitan impidiendo su acceso a los productos.

[Figura 1.4: Actividad metabólica](#)

[Figura 1.5: Reducción del contenido de humedad del grano](#)

Actividad metabólica: los productos de cultivos son materias vivas, por lo que las reacciones químicas normales producen calor y productos químicos secundarios. También los insectos, ácaros y microorganismos, si se hallan presentes en grandes cantidades, pueden provocar un considerable aumento de la temperatura del producto almacenado.

1.5 Control de los agentes que causan deterioro

Los agentes que causan deterioro (con excepción de unas cuantas especies anaerobias) requieren humedad, oxígeno y una temperatura regular para poder multiplicarse y deteriorar en consecuencia el producto.

Los agentes de deterioro se controlan manteniendo uno o más de estos factores a

niveles que impidan (o al menos obstaculicen) su crecimiento o con medidas como la aplicación de insecticidas, o fungicidas (por ejemplo, ácido propiónico).

1.5.1 Reducción del contenido de humedad. El índice de actividad metabólica disminuye notablemente en la mayoría de los cereales, si el contenido de humedad del grano se reduce al 14 por ciento, y cesa prácticamente con una humedad inferior al 8 por ciento. El secado es, por tanto, un tratamiento normal de los cereales húmedos antes del almacenamiento. El secado requiere energía para evaporar la humedad, y corriente de aire para eliminar el vapor de agua resultante. La energía puede proceder de la combustión de material fósil o leña, o de energía solar, como el secado al sol. Puede utilizarse también el aire ambiental siempre que no esté plenamente saturado de vapor de agua, como en el secado del maíz en hornos. La corriente de aire puede producirse mediante corrientes de convección provocadas por pequeñas diferencias de temperatura, por el movimiento general del aire, como en el caso del viento o la brisa, o por medios artificiales mediante ventiladores. Como los procedimientos de secado se hallan bien documentados pueden preverse resultados fiables.

1.5.2 Reducción del oxígeno. El grano a granel puede almacenarse en contenedores de cierre hermético para eliminar el oxígeno. Si el grano está húmedo (17-20% c.h.) la actividad metabólica agota en seguida el oxígeno presente y no se deteriora por

lo que respecta a la calidad alimenticia. No obstante, se destruye el germen y la fermentación anaeróbica puede dar lugar a manchas inaceptables. Este grano se utiliza solamente para la alimentación del ganado. Si el grano está seco (12-13% c.h.) podrá almacenarse durante varios años, si se tienen las debidas precauciones. En los sistemas de almacenamiento con ambiente controlado (modificado), se utiliza a menudo N₂ o CO₂ para sustituir el aire inicial presente, cuando se llena el contenedor.

1.5.3 Control de la temperatura. La actividad de los insectos y, en general, la actividad metabólica crecen al aumentar la temperatura hasta 42 °C. En el almacenamiento de grandes cantidades de granos a granel se han utilizado con éxito modernas técnicas de refrigeración para mantener bajas las temperaturas y controlar el deterioro y conservar la integridad de los granos almacenados. Este método se utiliza en sectores especializados, tales como almacenamiento de semillas y de cereales para la fabricación de cerveza. Los costos de equipo y funcionamiento son elevados.

1.5.4 Control químico. Los granos almacenados a granel se tratan con un ácido orgánico o con gas amoníaco. De este modo se esteriliza el grano y se mata el germen, pero deja generalmente un olor desagradable (para las personas) en el grano, que se utiliza luego para la alimentación del ganado. Los tratamientos con insecticidas y fumigantes pueden considerarse también como métodos de control químico.

2. Evaluación

2.1 Introducción

La observación por una persona experta sirve a menudo para identificar problemas y hacer sugerencias sobre posibles soluciones. No obstante, resulta extremadamente difícil, incluso para un observador experto, predecir exactamente el valor de una solución propuesta en términos de costos y posibles beneficios. La evaluación, si se hace correctamente, permite cuantificar el problema y la posible solución. Permite además beneficiarse de los resultados a quienes trabajan en el sector.

2.2 Unidades de medición

Las magnitudes principales son masa, longitud, temperatura y tiempo: todas las demás unidades derivan de ellas.

Las unidades derivadas son las que se utilizan en las evaluaciones y cálculos cotidianos. Las más importantes a las que se hace referencia en este manual son:

Parámetro	Unidad	Símbolo	Otras unidades
Peso	kilogramo	kg	tonelada (1000 kg) quintal (100 kg)
Tiempo	segundo	s	minuto (m), hora (h)
Distancia	metro	m	kilómetro (km)
Temperatura	grado Celsius	°C	grado Fahrenheit (°F)
Superficie	metro cuadrado	m ²	hectárea (ha)
Volumen	metro cúbico	m ³	litro (l)
Densidad	kilogramos/metro cúbico	kg/m ³	gramos/mililitro (g/ml)
Fuerza	newton	N	

Presión	pascal	Pa	newton/metro cuadrado (N/m ²)
---------	--------	----	---

2.3 Repetibilidad y precisión

El grado de precisión necesario para la evaluación depende de la magnitud general del producto que ha de medirse y su finalidad. No tendría sentido, refiriéndose a un viaje en automóvil en un recorrido de 100 km. expresar la distancia en términos de precisión al metro más próximo; análogamente, las unidades de una décima de milímetro serían demasiado pequeñas para describir el tamaño de un grano de los cereales. Los errores de medición derivan de la imprecisión de los instrumentos y de la repetibilidad con que puedan obtenerse las mismas medidas.

Al hacer mediciones o cálculos generales, basta normalmente utilizar cuatro cifras significativas y redondear el resultado a tres cifras significativas. (Hay que tener en cuenta esta observación cuando se utilizan calculadoras electrónicas que disponen de 10 dígitos.)

2.4 Medición del contenido de humedad

El contenido de humedad de los productos de cultivos almacenados es probablemente el factor más importante para el almacenamiento sin riesgos. El contenido de humedad del grano es de vital importancia. No se pueden especificar dosis de humedad inocuas para diferentes tipos de almacenamiento, debido al gran número de otros factores que intervienen, tales como tipo y variedad del grano, grado de contaminación con materias extrañas, grado de deterioro, cantidad almacenada, y aireación. No obstante, cuanto más húmedo es el grano mayores son los riesgos de pérdidas.

Es, pues, importante conocer el contenido de humedad del grano en el momento de almacenarlo y sus variaciones durante el almacenamiento. En los almacenes operativos (en oposición a los almacenes experimentales) normalmente no es necesario conocer el contenido de humedad con gran precisión, y en cualquier caso es muy difícil, debido a los problemas de muestreo, pero el administrador del almacén debe tener una idea aproximada del contenido de humedad durante el almacenamiento; generalmente basta conocerlo con un margen del 1 por ciento.

Los métodos de medición del contenido de humedad se dividen en dos categorías: mediciones directas y mediciones indirectas.

Mediciones directas del contenido de humedad: para las mediciones directas, la muestra se divide en submuestras, y cada una de ellas se trata en sucesión. El contenido de humedad se determina bien pesando una submuestra y eliminando luego el agua y volviendo a pesar la muestra seca (la diferencia de peso equivale al agua contenida inicialmente), o bien recogiendo y pesando el agua eliminada. El método más común es el primero; el agua de la muestra se elimina calentándola en un horno en condiciones controladas. Se obtiene luego el promedio del contenido de humedad de las submuestras, que da el contenido de humedad de la muestra original.

Método de secado al horno: se pesa el material, se seca luego en un horno a una temperatura determinada y durante un tiempo determinado, y se vuelve a pesar. Se supone que el peso perdido corresponde al agua contenida en el producto original. Para evitar errores, se utiliza un formulario normalizado para registrar los pesos medidos.

Exactitud de la pesada: la pesada debería hacerse con una exactitud de uno por mil, expresando el contenido de humedad de las submuestras mediante tres cifras significativas. El tamaño de la submuestra que se necesita depende del tipo de instrumento utilizado para el pesaje, el espacio del horno y los recipientes de muestra disponibles. Un tamaño típico de muestra sería, por ejemplo, 50 g de grano en un

recipiente de 75 mm de diámetro x 20 mm de profundidad, pesado al 0,01 g más próximo.

El horno de secado: el horno de secado debe estar ventilado con ventilador y su temperatura debe ser ajustable y controlable a ± 1 °C en la gama de los 95 °C a 135 °C.

Tiempo y temperatura de secado: se utilizan numerosas combinaciones, según el ambiente y según se trate de grano entero o triturado. Las cuatro combinaciones utilizadas más comúnmente son las siguientes:

- a. 2 horas a 130 °C (grano triturado)
- b. 16 horas a 105 °C (grano triturado)
- c. 72 horas a 100 °C (grano entero)
- d. 16 horas a 130 °C (grano entero)

Para el grano entero generalmente se utilizan los métodos c) y d), porque durante la molienda de la muestra de grano puede liberarse humedad, antes de que se pose la muestra, lo cual da lugar a inexactitudes.

Si el grano tiene más del 25 por ciento de c.h.p.h. se recomienda efectuar el secado

en dos etapas, la primera a 95 °C durante el tiempo necesario para reducir el contenido de humedad a un 18 por ciento de c.h.p.h., y la segunda a 130 °C durante 16 horas.

Mediciones indirectas del contenido de humedad: los métodos indirectos para determinar el contenido de humedad consisten en medir una propiedad del grano que tenga relación con el contenido de humedad. Las dos propiedades más comunes son la resistencia eléctrica y la constante dieléctrica de una muestra de grano que se ha pesado en una cámara de medición conforme a un procedimiento normalizado. De este modo se asegura la utilización de cantidades uniformes de grano y la aplicación de presiones uniformes sobre la muestra.

Los instrumentos utilizados para estos métodos muestran el contenido de humedad sobre una escala (o se lo puede determinar mediante una escala de conversión). En algunos instrumentos es necesario hacer una corrección de compensación para temperaturas fuera de la gama de graduación.

Muchos de los medidores comercializados se basan en estas propiedades. Es esencial seguir al pie de la letra las instrucciones del fabricante y regular los instrumentos por lo menos una vez al año con referencia a muestras secadas al horno.

Otra propiedad utilizada para medir el contenido de humedad del grano es la humedad de equilibrio del aire que rodea los granos. El higrómetro de aire responde a dichas variaciones de humedad y puede regularse para determinar el contenido de humedad del grano. Este método es menos exacto que los otros, y se necesitan a veces varias horas para que el instrumento alcance el punto de equilibrio.

El ensayo de la sal es un método muy sencillo para comprobar si el grano se halla en condiciones idóneas para almacenarlo. Se mezcla sal común seca (no yodada) con la muestra de grano en una jarra de vidrio y se agita. El equilibrio de humedad relativa de la sal seca es del 75 por ciento a temperatura ambiente. El equilibrio de contenido de humedad del grano con una humedad relativa del 75 por ciento es del 15 por ciento. En consecuencia, si la sal introducida en la muestra de grano se adhiere a las paredes de la jarra, quiere decir que ha absorbido humedad del aire, y que habrá estado, por tanto, a una humedad relativa superior al 75 por ciento. Ello indica, a su vez, que el grano tiene un contenido de humedad superior al 15 por ciento c.h.p.h. y sus condiciones no son idóneas para el almacenamiento a granel. El método no es exacto pero cuesta poco y es fácil de realizar.

[Figura 2.1: Ensayo de la sal](#)

[Figura 2.2: Morder un grano para determinar la aptitud de los cereales al](#)

[almacenamiento](#)

Otros métodos para determinar la idoneidad del grano para su almacenamiento. Un experto, sin recurrir a medidores de humedad, deduce si el grano es o no apto para el almacenamiento por el aspecto, el tacto y la dureza de los granos. Aunque este método no es fiable para determinar exactamente el contenido de humedad del grano, puede resultar útil para decidir con relativa seguridad si puede almacenarse o no.

[Go to next page](#)

[Indice](#) - [Siguiete](#)➤

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

2.5 Muestreo para la evaluación de pérdidas

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiete▶](#)

2.5.1 Consideraciones preliminares. Es difícil conocer las condiciones de la totalidad de un producto mediante la medición directa, debido sobre todo a la magnitud de la tarea que comporta y a que el proceso mismo de tomar una medida cambia probablemente el objeto estudiado y medido, de forma que no corresponde ya a la situación real. La práctica más común es la de realizar ensayos sobre muestras. No obstante, para que los resultados de estos ensayos de muestras sean aplicables a la situación global, la muestra misma debe ser perfectamente representativa.

Por ejemplo, si se analiza el contenido de humedad de una consignación de 100 toneladas de maíz (totalidad del producto) de calidad uniforme y contenido de humedad también uniforme (una condición no posible en la práctica), el contenido de humedad de cualquier muestra de un gramo de cualquier porción de los 100 000 000 g que hay en las 100 toneladas será el mismo. Los únicos errores que puedan surgir dependerán de factores humanos o de defectos en los instrumentos de medición. La toma de muestras no presenta ningún problema, porque todas las muestras seleccionadas contendrán maíz de la misma calidad y del mismo contenido de humedad.

En la práctica, sin embargo, cualquier remesa de 100 toneladas de maíz presentará, en principio, variaciones de calidad y de contenido de humedad en diversos puntos de la remesa, e incluso entre los distintos granos. Las variaciones

mismas cambiar con el tiempo; los insectos y mohos atacan diferentes partes del maíz. Además, en algunas zonas se registran calentamientos que producen <<manchas calientes y aceleran el deterioro de la calidad; también se registran variaciones en el contenido de humedad.

La evaluación de las pérdidas de grano depende de la posibilidad de efectuar mediciones exactas en una muestra representativa. Por muy exactamente que puedan determinarse las características de una muestra en el laboratorio, los resultados tendrán poco valor si la muestra no era representativa del producto original. También es verdad, por supuesto, que por muy representativa del producto original que sea una muestra, el valor del resultado final solo dependerá de la exactitud de los instrumentos utilizados y la competencia de los analistas. En la práctica, se ha de tender a lograr un grado aceptable de exactitud a un costo razonable.

2.5.2 Muestreo. No es fácil tomar muestras verdaderamente representativas del material original. Las muestras pueden contener errores o deformaciones. Por ejemplo, si se toma la pila de grano de mejor aspecto del campo, o la más cercana a la casa, o se elige la que selecciona el agricultor, o bien si las muestras se toman siempre cerca de la entrada al granero, o donde el grano presenta buen (o mal) aspecto, se tendrán deformaciones. Por otra parte, los cuidados para evitar dichas deformaciones pueden dar lugar a correcciones excesivas. Tal vez por evitar los sacos

de fácil acceso, se seleccionen siempre los que son más difíciles de alcanzar. La solución es eliminar la selección subjetiva y proceder aplicando una tabla de números aleatorios. Esta es la base del muestreo de probabilidad, y las muestras que se obtengan de este modo se denominan muestras de probabilidad. Las ventajas del plan de muestro de probabilidad son las siguientes:

- a. puede preverse el grado de error debido al muestreo;
- b. puede preverse también el número de muestras necesarias para obtener la precisión deseada;
- c. se tiene la certeza de que la muestra obtenida es representativa del producto original.

2.5.3 Unidad de observación. La unidad de observación es el contenedor, el lugar, o el proceso del que se toma una muestra para determinar la pérdida. Es la división o unidad más pequeña en que se tiene el grano. Puede consistir en pilas amontonadas en el campo, pequeños silos o graneros que se tienen en la granja, o cestos. La unidad consistir en un solo cesto en vez de todos los cestos almacenados por el agricultor, y en un saco en vez de todos los sacos. El valor de toda la inspección depender de la exactitud con que se determinen las pérdidas por unidad de muestra.

Figura 2.3: Divisor de muestras

Para facilitar el muestreo, la unidad de observación debería lo más pequeña posible, para que se pueda mezclar completamente todo el grano y obtener una muestra representativa mediante codificación y fraccionamiento o utilizando un divisor de muestras. Este procedimiento puede aplicarse cuando el grano está en cestos o en pilas en el campo. En cambio, tal vez no es posible hacerlo cuando está almacenado en silos o graneros y, a no ser que la operación se realice con destreza, la muestra puede contener un error sistemático que no se pueda eliminar mediante cálculos o análisis posteriores.

Cuando como unidad de muestra se toma un contenedor, la suposición implícita es que el defecto, contaminación, u otra característica que ha de determinarse se halla uniformemente (o al menos aleatoriamente) distribuido en la unidad, pero en la práctica no suele ser así. Por ejemplo, los insectos o ácaros, los granos enmohecidos, la depredación por roedores y los granos deteriorados por insectos se encuentran generalmente en bolsas o estratos dentro de la masa de grano.

Lo mejor que puede hacerse, habida cuenta de las limitaciones de tiempo y dinero y de las consideraciones culturales tradicionales que a menudo las acompañan, es elaborar un método de muestreo que permita obtener una muestra lo más

representativa posible del material no deteriorado y de los defectos que presentan los estratos o las bolsas.

En todo estudio, el investigador debe indicar lo que se ha hecho y por qué se ha hecho, de forma que quien utilice los datos comprenda la importancia de los mismos.

Figura 2.4: Lancetas de muestro en sacos

Figura 2.5: Inconvenientes del muestro con lancetas (los puntos negros representa insectos) A: una gran colonia puede ser subestimada; B: pequeñas colonias pueden ser sobreestimadas

2.5.4 Toma de muestras. La mayoría de las evaluaciones de pérdidas se basan en un sistema de pesaje antes y después. Por ejemplo, en un proceso de elaboración por lotes se pesan todas las unidades de observación después que se han tomado las muestras iniciales, y se las vuelve a pesar una vez terminado el proceso de elaboración del lote y antes de que se hayan tomado las muestras finales.

No obstante, muchas veces las unidades de observación deben seleccionarse

utilizando números aleatorios. En tal caso se aplican los procedimientos generales expuestos en la sección anterior sobre evaluación de pérdidas.

2.6 Modelo de flujo del grano a nivel de granja y de aldea

El circuito por el que pasa el grano desde el campo hasta el consumidor final es a menudo complejo; puede compararse a un sistema de conducción de agua por tuberías. Pueden registrarse pérdidas de agua en cualquier punto de dicho sistema. Es importante, pues, establecer la magnitud de las distintas fugas para que puedan reducirse las más grandes.

En todo programa de evaluación de pérdidas es necesario obtener la mayor información local posible sobre las etapas por las que pasa el grano: cómo y cuándo el grano pasa desde la cosecha al consumidor, las trayectorias que sigue, las formas de almacenarlo, y dónde y cómo se realiza su elaboración. Cada distrito o comunidad dispone de un sistema de mercadeo de granos de consumo humano. Es esencial establecer las líneas de flujo y su caudal, de forma que puedan establecerse puntos prioritarios para la observación y la evaluación de las pérdidas.

3. Plagas de almacenamiento

3.1 Microbiología de los productos poscosecha

3.1.1 Hongos. La estructura más simple de un hongo consiste en un hilo (o hita) que se desarrolla dentro del material húmedo. Varias hitas forman un ovillo conocido como micelio. Las estructuras reproductivas asexuales conocidas como esporangioforos nacen de este micelio y se extienden más allá de la superficie sustrato o material húmedo. En el extremo de estos esporangioforos se encuentra el saco (o esporangio) que contiene las distintas esporas. Se observa menos frecuentemente la presencia de estructuras reproductivas sexuales. Las clases de hongos de mayor importancia en el almacenamiento de cultivos son los mohos u hongos microscópicos, cuya temperatura óptima de desarrollo son unos 20 °C.

Los hongos, para multiplicarse, necesitan agua, oxígeno y una temperatura idónea.

Necesitan tomar también sustancias nutritivas de un sustrato; dichas sustancias son disueltas antes de su absorción en el micelio. Si no se toman precauciones, los productos de cultivos almacenados constituyen un sustrato ideal para el desarrollo de hongos.

Desde el punto de vista ecológico, los hongos pueden dividirse en hongos de campo y de almacenamiento.

Los hongos de campo, tales como *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium* y *Helminthosporium* invaden las semillas antes de la cosecha. Estos hongos solo se desarrollan en semillas que tienen elevado contenido de humedad (22-25 por ciento) y mueren cuando las condiciones de almacenamiento son correctas.

Los hongos de almacenamiento, principalmente *Aspergillus* y *Penicillium* spp. se desarrollan en semillas que tienen un contenido de humedad del 12-18 por ciento.

3.1.2 Algunos hongos importantes que se desarrollan después de la cosecha.

***Aspergillus flavus*: se desarrolla en las proteínas, los almidones y las grasas, causando su deterioro; en particular, hace reducir la calidad del aceite. Algunas cepas producen la toxina venenosa llamada anatoxina, sobre todo en semillas oleaginosas y**

cereales que no se han secado suficientemente.

***Aspergillus niger*: análogo a *A.flavus*, pero la toxina que produce no es tan peligrosa. Las cabezas de las esporas son negras.**

***Grupo de Aspergillus glaucus*: un grupo muy común de mohos capaces de desarrollarse en sustratos con muy bajo contenido de humedad y elevado contenido de azúcar (son generalmente los invasores primarios de productos de cultivos almacenados).**

***Penicillium spp.*: comúnmente relacionado con la podredumbre de las frutas. El micelio es de color azul verdoso y puede desarrollarse en la superficie dentro del sustrato; muy disperso.**

***Botryodipladia spp.*: ataca a las frutas de semillas en el campo y el deterioro continúa durante el almacenamiento. El micelio es negro en *B. theobromae*; las esporas se producen en picnidios cerrados en la superficie del sustrato.**

***Fusarium spp.*: una especie muy difusa, que se encuentra como hongo relacionado con la podredumbre de productos almacenados, y como patógeno que produce la roya y el antraxo de los cereales y de la caña de azúcar. Puede sobrevivir en la semilla y**

continuar creciendo durante el almacenamiento. Algunas especies producen toxinas en el maíz que se ha almacenado sin haberlo secado hasta un nivel de contenido de humedad que no presente riesgos. Son también comunes en los productos almacenados dos especies que pertenecen a la familia de *Phycomycetes*.

Rhizopus otrhijus: especie muy difusa que se reproduce sexualmente en esporangios característicos en muchos cultivos, pero no es un invasor primario.

Mucor pusillus: un hongo que produce deterioro. Altamente termófilo (por ejemplo, puede sobrevivir en las elevadas temperaturas de fermentación del cacao).

3.1.3 Control del desarrollo de hongos en los productos almacenados. La primera causa del deterioro de los productos almacenados por los hongos es el excesivo contenido de humedad, cuando la humedad relativa del aire presente en la masa del producto almacenado supera el 70 por ciento. Con esta humedad relativa se desarrollan numerosos micelios fúngicos, con lo cual se intensifica la actividad biológica y aumenta el deterioro.

El nivel del 70 por ciento de humedad relativa (h.r.) (véase Sección 6.3) se ha considerado como el nivel de seguridad, y el contenido de humedad de los productos que se mantienen en equilibrio con esta h.r. dan una indicación del límite

superior del contenido de humedad necesario para un almacenamiento sin riesgos (ver Cuadro 1).

CUADRO 1. Valores de equilibrio del contenido de humedad con una h.r. del 70 por ciento y una temperatura de 27 °C¹

Producto	c.h.p.h.	Producto	c.h.p.h.
Maíz	13,5	Maíz (sin cascara)	7,0
Trigo	13,5	Semilla de algodón	10,0
Sorgo	16,0	Cacao en grano	7,0
Mijo	16,0	Copra	5,8
Arroz cascara	14,0	Almendras de palma	5,7
Cauples	13,5	Gari (amarillo)	13,6
Frijoles	15,0	Gari (blanco)	12,7

¹Determinados tras prolongada exposición a una atmósfera controlada, condiciones

que no siempre se aplican a los productos almacenados.

3.2 Biología e identificación de plagas

3.2.1 Ecología. Son numerosas las especies de insectos relacionadas con los productos almacenados. Solo una parte de ellos deteriora directamente los productos. El producto constituye el sustrato de una comunidad de insectos, que incluye a los que se alimentan de desechos, a los depredadores y los parásitos, así como a las plagas primarias. Cada especie muestra diferentes comportamientos, tolerancias y preferencias con respecto a:

- producto
- humedad y temperatura
- estado del producto (intacto, deteriorado, molido, etc.)

Para una determinada localidad, producto y método de almacenamiento, generalmente solo hay pocas especies que constituyen plagas importantes.

3.2.2 Identificación. Es importante identificar las principales especies de plagas para:

- evaluar la probabilidad de que los insectos produzcan graves daños y aplicar si es necesario medidas de control;
- seleccionar una técnica apropiada de control; muchos tratamientos son selectivos en su acción.

3.2.3 Biología. La eficacia de las medidas de control puede mejorarse considerablemente si se conoce la biología elemental de las especies de plagas. Por ejemplo, ¿cuál es la fuente probable de infestación? ¿Tiene la plaga una fase de resistencia? ¿Es suficientemente móvil para reinfestar? ¿Cuáles son sus tolerancias?

3.2.4 Colecciones de referencia. La mayoría de las plagas de almacenamiento son pequeñas y resultan difíciles de identificar a los no especialistas. Las notas que se adjuntan son solamente una introducción.

Los trabajadores de campo podrán identificar más fácilmente los insectos comparándolos con una colección de referencia de las principales plagas que se encuentran en su propia zona.

Deben recogerse las plagas más comunes y enviarlas a los especialistas, para que las identifiquen. Las larvas, orugas y crisálidas deben conservarse en alcohol

et **al** al 70 por ciento. Los adultos **deber** entregarse tal como se encuentran. Los **esp** **cimenes** **deber** etiquetarse indicando la localidad donde se han recogido, la fecha y el producto atacado.

3.3 Notas descriptivas

En la descripci**ón** que sigue al nombre de cada plaga en las Secciones 3.3.1-3, las notas se**ñ**aladas con letras corresponden al siguiente sistema: a) datos de reconocimiento; b) productos atacados; c) zona y da**ño**s de la plaga.

3.3.1 Principales plagas primarias

Cereales

1. Gorgorjo del ma**íz**/gorgojo del arroz: *Sirophilus* spp. (Col., Curculionidae).

- a. *se distingue de todas las dem**ás** plagas comunes de productos almacenados por su largo pico o **ro**stro **o** (caracter**ística** de todos los gorgojos); 2,54 mm de longitud, pardo oscuro, a veces con cuatro manchas m**ás** claras en los **o**litros;*

- b. *maíz, arroz, sorgo, trigo;*
- c. *la plaga primaria más importante de los cereales en zonas tropicales húmedas, ataca al grano no deteriorado; a veces lo infesta antes de la cosecha; las larvas se desarrollan dentro del grano, dejando un orificio redondo característico al salir.*

Figura 3.1: Sitophilus spp.

2. Polilla de los cereales: *Sitotroga cerealella* (Lep., Gelechiidae).

- a. *una pequeña mariposa de color crema o gamuza, a veces con una mancha negra en las alas delanteras; las alas son muy estrechas y están bordeadas de largos pelos, es característica la terminación puntiaguda de las alas traseras;*
- b. *sorgo, maíz, trigo, arroz;*
- c. *Sitotroga sustituye a Sitophilus como plaga principal en zonas más áridas. Puede causar daños muy graves en el maíz almacenado en la mazorca, es más limitado en el maíz desgranado, ya que las polillas no penetran más que a unas cuantas pulgadas de la superficie. Los daños son producidos únicamente por las larvas en crecimiento, ya que los adultos no se alimentan.*

Figura 3.2: Sitotroga cerealella

3. Gorgojo de los cereales *Rhizopertha dominica* (Col., Bostrychidae)

- a. **un escarabajo pequeño, casi cilíndrico. con la cabeza escondida bajo el tórax, deforma que no se puede ver desde arriba. El tórax tiene una conformación prominente enferma de tubérculo como se muestra en la figura. *Dinoderus* spp. (también *Bostrychidae*) se encuentran también a veces en el maíz; tienen una forma cilíndrica análoga, pero son mucho más cortos y robustos**
- b. **sorgo, maíz y otros cereales, también la yuca;**
- c. **una importante plaga primaria en las regiones tropicales más áridas. Los *Bostrychidae* son capaces de taladrar materiales duros, como la madera, por lo que pueden atacar al grano todavía no deteriorado, causando graves daños. Los *Bostrychidae* pueden atacar incluso a veces la madera de las estructuras del almacén.**

Figura 3.3: *Rhizopertha dominica*

4. Gorgojo mayor de los cereales: *Prostephanus truncatus* (Col., Bostrychidae).

- a. *este insecto es muy parecido pero ligeramente más grande que el gorgojo de los cereales. Las larvas y los adultos provocan daños en diversos productos:*
- b. *maíz y otros cereales, yuca y maní;*
- c. *esta plaga se introdujo accidentalmente de América del Sur o Central en África, donde causa graves daños, especialmente en el maíz almacenado en la mazorca y en la yuca seca. Las pérdidas de peso producidas por esta plaga son de 3 a 5 veces mayores que las causadas por las plagas normales. Los países en los que actualmente se encuentra la plaga son Tanzania, Kenya y Togo. Probablemente esta plaga irá difundiéndose a otros países.*

[Figura 3.4: *Prostephanus truncatus*](#)

Legumbres de grano: Bruchidos (incluido el gorgojo de las judías): *Callosobruchus maculatus* (Col., Bru chidae).

- a. *gorgojos bastante robustos, activos, con patas y antenas largas; antenas no asociadas; zonas alares a menudo moteadas, manchadas o marcadas de*

- algún otro modo; el último segmento del abdomen apenas visible fuera de los elitros. Resulta difícil a los no especialistas identificar los distintos géneros y especies de este grupo;**
- b. el producto preferido varía según la especie: *Callosobruchus* spp. en el caupi, gandul, frijol ungo, *Acanthoscelides* en judías faseolos, *Caryedon serratus* en el maní;**
 - c. son varias las especies que constituyen las plagas principales en sus cultivos característicos, especialmente *Callosobruchus maculatus* en el caupi. La infestación comienza a menudo en el campo antes de la cosecha; las larvas se desarrollan escondidas dentro de la judía.**

[Figura 3.5: *Callosobruchus maculatus*](#)

3.3.2 Plagas de importancia local

Pirófilos: *Ephestia* spp., *Plodia interpunctella*, *Corcyra cephalonica* (Leo., Pyralidae).

- a. todas las especies tienen la forma diseñada, con alas más anchas que /a *Sitotroga* y un fleco más estrecho. Las especies *Ephestia* tienen sus alas**

delanteras oscuras, bordeadas a veces con una cinta imperceptible y alas traseras más pálidas; /a especie *Corcyra* es de color gris oscuro-pardo uniforme, la especie *Plodia* tiene sus alas delanteras de color crema en la base y rojo-pardo en la mitad exterior;

- b. diversas especies en cereales, productos de cereales molidos, maní, fruta seca;***
- c. pueden constituir plagas primarias importantes, sobre todo en la harina y otros productos; las larvas, que son gusanos que se mueven libremente, tejen un hilo de seda según se desplazan (lo cual constituye ya un problema y es a menudo la primera señal visible de infestación).***

Figura 3.6 Pirólida

Gorgojos de la harina: *Tribolium*, *Gnathocerus*, *Palorus*, etc. (Col., Tenebrionidae).

- a. gorgojos alargados de color rojo-pardo, activos; *Gnathocerus* spp. se reconoce por los pequeños cuernos orientados hacia arriba que el macho tiene en la cabeza;***
- b. cereales (especialmente después que han sido deteriorados por las plagas primarias), maní, productos de cereales molidos;***
- c. puede atacar al grano intacto a través del embrión, pero la infestación suele***

ser más grave en los productos ya deteriorados o molidos, de los que puedan constituir plagas importantes.

[Figura 3.7: Tribolium](#)

[Figura 3.8: Gnatocerus](#)

[Figura 3.9: Trogoderma granarium](#)

Escarabajo Khapra: *Trogoderma granarium* (Col., Dermestidae).

- a. de color pardo oscuro, jaspeado con líneas más claras; provisto de una pelusa muy fina; 3 mm de longitud; las larvas tienen largos pelos visibles. Se les confunde fácilmente con otros dermestidos: si se sospecha una infestación, deberá confiarse la identificación a un experto;***
- b. mancha, cereales, leguminosas de grano;***
- c. plagas importantes en zonas secas, en parte porque las larvas pueden alcanzar una fase de letargo resistente (que puede durar hasta varios años); difícil de erradicar.***

Escarabajo dentado: *Oryzaephilus* spp. (Col., Silvanidae).

- a. ***gorgojo activo, de color pardo oscuro y unos 4 mm de longitud, deforma muy alargada y aplastada; se le puede reconocer por los seis dientes que sobresalen a cada lado del tórax***
- b. ***cereales, especialmente el arroz, productos de cereales, semillas oleaginosas;***
- c. ***plagas secundarias; pueden ser particularmente importantes en los productos molidos.***

[Figura 3.10: *Oryzaephilus* spp.](#)**Gorgojo del tabaco: *Lasioderma serricorne* (Col., Anobidae).**

- a. ***de color pardo rojizo, de fina pelusa y 2-4 mm de longitud cabeza curvada bajo el tórax;***
- b. ***tabaco y cacao, secundario en cereales y leguminosas de grano;***
- c. ***puede ser importante en cualquiera de los productos citados.***

Figura 3.11: Lasioderma serricone

Gorgojo de los granos de café: *Araeocerus fosciculatus* (Col., Anthribidae).

- a. **de color gris pardo, por lo general ligeramente mateado; deforma análoga a los bráquidos con el extremo del abdomen expuesto; se distingue de los bráquidos por la extremidad trisegmentada de las antenas;**
- b. **café, cacao, secundario en los cereales;**
- c. **no causa grandes daños, pero su presencia en las consignaciones de exportación puede determinar su rechazo**

Figura 3.12: Araeocerus fasciculatus

Dermestidos: *Dermestes* spp. (Col., Dermestidae).

- a. **gorgojos más grandes (5-10 mm); generalmente de color negro o negro y blanco; larvas con flecos como en /a especie *Trogoderma***
- b. **productos animales;**

c. plagas principales del pescado seco, la carne deshidratada, los cueros.

Figura 3.13: Dermestes spp.

Gorgojo de la copra: *Necrobia rufipes* (Col., Cleridae)

- a. 4-7mm, cuerpo de color verde metálico, patas rojizas;
- b. copra, almendras de palma, productos animales;
- c. plaga grave solo en productos enmohecidos, puede ser frecuente en e/ pescado seco, etc.

Figura 3.14: *Necrobia rufipes*

3.3.3 Plagas comunes menores

Gorgojo plano de los granos: *Cryptolestes* spp (Col., Cucujidae).

- a. de tamaño muy pequeño (1-2 mm), aplastado y de color rojo pardo;

- b. cereales, productos de cereales, caupi, cacao**
- c. pueden ser muy numerosos, especialmente en la harina o en e/ grano deteriorado.**

Figura 3.15: Cryptolestes spp.

Gorgojo de la savia: *Carpophilus* spp. (Col., Nitidulidae).

- a. gorgojos pequeños y activos que pueden ser de color pardo u oscuro a veces con manchas de color naranja pardo en los élitros; se distinguen de las demás plagas de almacenamiento en que los dos últimos segmentos del abdomen no están cubiertos por los élitros y quedan claramente visibles desde arriba. En las especies *Brachypeplus* afines, quedan visibles tres segmentos abdominales;**
- b. grano hmedo, almendras de palma, copra, cacao**
- c. muy difundidas y a veces abundantes, comunes en los cereales al momento de la cosecha; causan daños en el grano almacenado solo cuando el producto se halla ya deteriorado o enmohecido.**

[Figura 3.16: Carpophilus spp.](#)

3.3.4 Otros artrópodos

Hormigas (Hymenoptera, Formicoidea) y termitas (Isoptera).

Pueden ser abundantes en los almacenes de granjas; generalmente se alimentan solo de desechos, por lo que muy rara vez necesitan ser controladas; las termitas pueden causar graves daños a las estructuras de madera.

Las hormigas pueden controlarse aplicando insecticidas en polvo en los senderos (generalmente visibles) que llevan a los nidos comunales; la madera puede protegerse contra las termitas (y las podredumbres fúngicas) mediante la aplicación periódica de aceite de motor usado.

[Figura 3.17: Hormigas](#)

[Figura 3.18: Termita](#)

Avispas parásitas (Hymenoptera).

Insectos minúsculos (en su mayor parte menores de 2 mm de longitud), generalmente con cuatro alas transparentes. Insectos benéficos que se nutren de los huevos y larvas de diversas plagas de mariposas y gorgojos. Pueden contribuir a frenar el aumento de la plaga en determinadas situaciones.

[Figura 3.19: Avispa parásita](#)

Acaros.

Los ácaros pertenecen a la clase de los arácnidos (subclase Acarina) y se distinguen de los insectos porque tienen ocho patas y un cuerpo aparentemente no segmentado. Los que se encuentran en los productos almacenados son muy pequeños, 0,2 a 1 mm de longitud, y pasan fácilmente desapercibidos.

Algunas especies son depredadoras de los huevos de mariposas o de otros ácaros, pero muchas constituyen plagas graves de la harina u otros alimentos elaborados. Es difícil distinguir los diferentes tipos, pero las especies infestantes son menores que

las depredadoras (por lo general se necesita una lupa para verlas), de color blanquecino, y de movimientos lentos. Aunque todavía no se ha investigado suficientemente su importancia como plagas de productos almacenados en las zonas tropicales, si se encuentran en grandes cantidades deben considerarse como plagas.

La fumigación con fosfina mata los ácaros, pero otros insecticidas pueden resultar menos eficaces; cuando hay problemas con ácaros es importante elegir una sustancia química (por ejemplo, un acaricida) en cuya etiqueta se declare específicamente que es eficaz contra la plaga en cuestión y que esté aprobada/recomendada para su uso en productos almacenados.

[Figura 3.20 Acaro](#)

[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiente ▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

4. Evaluación de las pérdidas

[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiete ▶](#)

4.1 Introducci

La evaluaci

La evaluaci

reducir las p

La evaluaci

puede efectuarse aplicando tanto

m

metodos tradicionales como m

metodos mejorados, que se complementar

con

comparaciones cuantitativas, t

ecnicas y financieras. Pueden realizarse ensayos para

determinar la aceptabilidad de las estructuras de almacenamiento o los m

metodos de

manipulaci

mejorados. Deber

a hacerse una distincion

entre encuestas de

p

perdidas y estudios o ensayos de campo, puede que en ambos casos haya que

comparar los m

metodos tradicionales y los mejorados por lo que respecta a la

reducci

de p

perdidas.

4.2 Definiciones

En la Secci

on 1.1 figuran muchos de los t

erminos utilizados en las mediciones para la

evaluaci

on de p

perdidas.

4.3 Encuestas

Pueden identificarse tres tipos de encuestas de pérdidas.

4.3.1 Encuesta general. Es el examen preliminar de puntos problemáticos específicos y la evaluación in situ de las medidas que probablemente reducirían las pérdidas. Este tipo de encuesta debería realizarse antes de iniciar un proyecto de reducción de pérdidas, para comprender plenamente el sistema de posproducción, identificar los puntos en que pueden producirse pérdidas considerables, y sugerir las causas de dichas pérdidas. (Además, deberían recogerse y compararse todos los datos pertinentes disponibles de otras fuentes sobre pérdidas. De ser posible, debería hacerse una estimación aproximada de las pérdidas previstas.)

4.3.2 Encuesta piloto (encuesta no aleatoria). En este tipo de encuesta se aplica un método cuantitativo basado en técnicas de muestreo ya establecidas, pero no se sigue un plan de muestreo absolutamente científico.

Las técnicas de muestreo adoptadas son las que determinan la fiabilidad de los resultados de la encuesta (véase Sección 2.5). La ejecución de una encuesta com

pletamente aleatoria resulta muy costosa. De hecho, las dificultades que plantea la falta de cooperación por parte de los agricultores y la inaccesibilidad a los lugares constituyen generalmente los factores decisivos a la hora de seleccionar las aldeas y granjas para la muestra. Rara vez resulta posible efectuar un muestreo de productos no descascarados almacenados que sea estadísticamente válido, sin vaciar el contenedor del producto almacenado, cosa a menudo inaceptable para el agricultor. Por otra parte, tal muestreo trastorna las poblaciones y estratificaciones de plagas presentes en el contenedor. El mismo contenedor y su contenido no pueden utilizarse luego para las mediciones de la evaluación de pérdidas. Así, en las encuestas piloto sobre pérdidas de almacenamiento, generalmente se toman muestras aleatorias de productos que estén al alcance.

A pesar de estas limitaciones, las encuestas piloto sobre almacenamiento, aunque tal vez no sean estadísticamente sólidas, pueden proporcionar datos valiosos sobre las pérdidas que se están produciendo y permitir que se pueda seguir su evolución a lo largo del tiempo.

La finalidad de una encuesta piloto es establecer una estimación de las pérdidas y obtener datos sobre sus causas. Podrán introducirse entonces mejoramientos, que habrá que seguir de cerca y perfeccionar a medida que se vaya obteniendo más información.

4.3.3 Encuesta fiable (encuesta aleatoria). En este tipo de encuesta la finalidad es obtener datos cuantitativos estadísticamente fiables sobre pérdidas a nivel nacional, regional o de aldea. Es esencial adoptar un programa de muestreo aleatorio estratificado y un método de análisis de muestras estadísticamente aceptable. Estos procedimientos son costosos y requieren un gran número de personal especialmente capacitado para dicha tarea.

Tales encuestas se adaptan mejor a los procedimientos de recolección, trilla, secado y elaboración. Son menos idóneas para evaluar pérdidas durante el almacenamiento, a causa de los problemas que comporta el proceso de deterioro biológico.

4.4 Ensayos de campo

Los ensayos de campo se utilizan frecuentemente para comparar las pérdidas que derivan de las prácticas tradicionales y de las mejoradas.

Pueden realizarse tres tipos de ensayos.

4.4.1 Ensayo de la eficiencia del equipo. Es necesario someter a ensayo el equipo recién construido o comprado para comprobar su idoneidad para la cosecha, la trilla, el secado o la elaboración de cultivos de producción local. Una vez que se ha comprobado la eficiencia de determinado tipo de equipo, es esencial determinar su rendimiento cuando lo utilizan los agricultores.

4.4.2 Ensayos de simulación de almacenamiento en estaciones de investigación. Hay que proceder con gran cuidado al interpretar los resultados de este tipo de ensayos, porque las condiciones que se dan en las estaciones de ensayo son muy diferentes de las que se encuentran en las granjas.

4.4.3 Ensayos en las granjas. Estos ensayos se realizan para satisfacer dos objetivos.

Pueden evaluarse diversas prácticas de posproducción para determinar sus efectos y la cuantía de las pérdidas. Los ensayos se realizan con la cooperación de los agricultores en sus propios campos y aldeas o, si ello no es posible, en las estaciones de investigación o granjas experimentales locales (pero utilizando con el debido cuidado

los resultados).

Se introducen y evalúan posibles mejoras cuando éstas son utilizadas por grupos de agricultores, sin haber sido sometidas a un ensayo completo en las estaciones de investigación. Este tipo de ensayos es de gran utilidad al evaluar métodos que se han demostrado ya satisfactorios en otras regiones o países. Durante el ensayo podrán hacerse reajustes para mejorar el rendimiento del equipo. Se organizan los programas de capacitación práctica necesarios para la comunidad agrícola.

4.5 Validez de la encuesta y los trabajos de ensayos

Los resultados de las encuestas y evaluaciones valen sólo para las condiciones en las que se han realizado. Casi ciertamente hay un efecto estacional en la cuantía de las pérdidas, que sólo puede determinarse después de varios años.

Una solución más práctica de este problema es la de realizar una encuesta para identificar los puntos del sistema en que las pérdidas son elevadas, y su magnitud. Se introducen mejoras, que se seguirán muy de cerca y se evaluarán. Se compara la eficacia de los métodos mejorados y no mejorados, por lo que respecta a reducir las

pérdidas, en la misma estación y la misma localidad.

Estas encuestas a largo plazo, aunque proporcionan información fiable, resultan muy costosas y no determinan desde luego, por sí solas, una reducción de las pérdidas.

4.6 Evaluación de pérdidas de cereales y legumbres

4.6. 1 Pérdidas durante la recolección, el secado en el campo, el hacinamiento, el transporte, la trilla, el secado y la limpieza. Todas las pérdidas que se deban a agentes biológicos deben expresarse con referencia al peso en seco. Las demás pérdidas generalmente se expresan en términos de peso del producto con un 14 por ciento de contenido de humedad.

Ambas modalidades de expresión requieren algún cálculo, que puede dar lugar a confusiones a la hora de interpretar los resultados, pero si las pérdidas se expresan en porcentajes (y no según los pesos ajustados), y se declara la base de referencia, podrán compararse en este caso los resultados con otras cifras de evaluación de

pérdidas.

Las pérdidas producidas en las operaciones de recolección, secado en el campo y hacinamiento se expresan en porcentaje de la producción total. Por producción total se entiende la *producción obtenida*, que es la cantidad máxima de grano limpio menos las pérdidas que se están evaluando. Durante la trilla y la limpieza las pérdidas se expresan en porcentaje del insumo de grano para la operación.

Las prácticas de los agricultores con relación a la época de recolección, a la duración del secado sobre el terreno y el hacinamiento, repercuten considerablemente en la cuantía de las pérdidas. Generalmente las pérdidas durante la recolección aumentan, cuando ésta se retrasa más allá de la época considerada mejor por el agricultor.

Las pérdidas durante el secado sobre el terreno, el transporte, el secado al sol y la limpieza tienden a ser bajas, mientras que las pérdidas durante la trilla dependen mucho de los métodos utilizados y de la época de recolección.

4.6.2 Pérdidas durante el almacenamiento a nivel de granja y de aldea debidas a

insectos y mohos. Las pérdidas de peso durante el almacenamiento deben referirse siempre al volumen de producto almacenado en el momento de realizar la evaluación. Hay tres métodos para evaluar las pérdidas durante el almacenamiento y se están elaborando otros.

En el método estándar de volumen/peso, el peso en seco de un volumen determinado de grano que se ha medido utilizando un método estándar al comienzo del periodo de almacenamiento, se compara con el peso seco del mismo volumen de grano después de un periodo determinado de almacenamiento. El principio en que se basa este método es que, en el periodo de almacenamiento, las plagas se desarrollan fundamentalmente dentro de los granos. La forma de éstos no varía y los granos dañados ocupan el mismo volumen, pero pesan menos. Sin embargo, hay también insectos que devoran la superficie de los cereales, lo cual puede hacer variar el volumen de los granos, de forma que se ocupe el mismo volumen con un mayor número de granos y se obtengan, en consecuencia, resultados poco fidedignos.

El peso en seco de un volumen determinado de granos depende del contenido de humedad y de la variedad. Al comienzo del periodo de almacenamiento hay que preparar para cada una de las variedades cuyas pérdidas se han de evaluar una curva de base estándar del peso en seco de un volumen determinado de granos en función de las variaciones del contenido de humedad. La preparación de esta base constituye

un importante factor en la aplicación de este método. El método se ha utilizado con éxito, sin preparar datos de base, en climas muy secos, donde las variaciones del contenido de humedad durante el almacenamiento son muy pequeñas.

En el *método de recuento y pesaje* se cuentan y pesan los granos deteriorados y no deteriorados de una muestra de 100 a 1000 granos. El peso de la muestra se compara con el que esta habría tenido si no se hubieran producido daños. La ecuación básica es la siguiente:

$$\text{pérdida porcentual de peso} = \{[UaN - (U+D) \times 100] / UaN\}$$

donde

U = peso de la parte no deteriorada de la muestra

N = número total de granos de la muestra

Ua = peso medio de un grano no deteriorado

D = peso de la parte deteriorada de la muestra

La pérdida porcentual de peso hay que ajustarla a un 14 por ciento de c.h.p.h. O bien hay que indicar el contenido de humedad.

La pérdida porcentual de peso también puede calcularse como sigue:

porcentaje de granos dañados $\left(\frac{\text{pérdida media de peso por grano}}{\text{peso medio del grano no dañado}} \right)$

$$= p \left(\frac{\text{PMP}}{\text{PM}} \right)$$

Si N_u = número de granos no dañados

N_d = número de granos dañados

$U + D$ = como arriba, tenemos que

$$P = \left[\frac{N_d}{N_u + N_d} \right] \times 100$$

$$\frac{\text{PMP}}{\text{PM}} = \frac{\frac{U}{N_u} - \frac{D}{N_d}}{\frac{U}{N_u}} = 1 - \frac{DN_u}{UN_d} = \frac{UN_d - DN_u}{UN_d}$$

$$\text{Pérdida porcentual de peso} = P \left(\frac{\text{PMP}}{\text{PM}} \right) = \left[\frac{N_d \times 100}{N_u + N_d} \right] \times \left[\frac{(UN_d - DN_u)}{UN_d} \right] = \left[\frac{(UN_d - DN_u) \times 100}{U(N_d + N_u)} \right]$$

Para esta fórmula no se necesita el valor del peso medio del grano no dañado. Las principales desventajas de este método son las siguientes:

- a. los insectos pueden preferir los granos de ciertas dimensiones, composición o contenido de humedad, por lo que el peso medio de los granos antes de ser dañados por los insectos puede ser diferente del de los granos de la muestra no dañada;**
- b. un grano aparentemente no dañado puede esconder infestaciones dando lugar a una subestimación de las pérdidas.**

Habida cuenta de las posibles fuentes de error mencionadas, pueden obtenerse cifras negativas de pérdida de peso con bajos niveles de infestación.

El método de conversión del daño porcentual consiste en convertir el daño porcentual en pérdida de peso, utilizando un factor que es constante para cada producto. Su fiabilidad es limitada y solo se recomienda cuando no pueden aplicarse los métodos anteriormente mencionados.

5. Control de plagas

5.1 Observaciones generales

Antes de tratar de aplicar las medidas de control es esencial identificar la plaga de que se trate, y entender por qué constituye una amenaza para el almacenamiento sin riesgos del producto.

Es preferible siempre evitar una infestación antes que controlarla cuando haya asumido graves proporciones. Es necesario conocer la fuente potencial de infestación, a fin de poder controlar más fácilmente, y a un costo razonable, el desarrollo de la plaga durante el almacenamiento.

El tipo de estructura de almacenamiento influye en la susceptibilidad del producto a ser terreno para que se desarrolle una plaga. De ello depende también la selección del método de control más económico. En la Sección 5.6 se hace una breve descripción de las estructuras de almacenamiento.

[Figura 5.1: Posibles fuentes de infestación](#)

Figura 5.2: Pérdidas causadas por insectos

5.2 Pérdidas causadas por insectos

5.2.1 Pérdida de peso. Las plagas de insectos que se desarrollan en un producto van alimentándose continuamente. Las estimaciones de las pérdidas consiguientes varían mucho según el producto, la localidad y las prácticas de almacenamiento. Para los cereales o las leguminosas de grano de zonas tropicales, almacenados en condiciones tradicionales, puede esperarse una pérdida del 10-30 por ciento durante toda una temporada de almacenamiento.

5.2.2 Pérdidas de calidad/valor comercial. Como el producto infestado se contamina con detritos de insectos, tendrá por supuesto un mayor contenido de polvo. Los granos estarán perforados y a menudo descoloridos. Los alimentos preparados con productos infestados pueden tener un olor o sabor desagradables.

Los precios en los mercados tradicionales son relativamente insensibles a los daños de plagas. No obstante, el mercadeo y la distribución centralizada de productos generalmente depende de un sistema de clasificación que penaliza los productos infestados.

Respecto a los cultivos de exportación, tales como el café, el cacao y el maní se exigen normas de calidad particularmente elevadas.

5.2.3 Favorecimiento de la formación de moho. Los insectos, mohos, así como los granos mismos producen agua en la respiración, es decir, la escisión del sustrato de carbohidratos. En condiciones húmedas, sin suficiente ventilación, la formación del moho y el apelmazamiento pueden difundirse rápidamente, causando graves daños.

5.2.4 Reducida germinación de las semillas. Los daños al embrión de las semillas generalmente impiden su germinación; algunas plagas de almacenamiento tienen preferencia por el embrión.

5.2.5 Reducido valor nutricional. La eliminación del embrión por las plagas de almacenamiento tender a reducir el contenido de proteínas del grano.

5.3 Fuentes de infestación

5.3.1 Las plagas de insectos pueden sobrevivir de una estación a otra en una variedad de situaciones:

- a. residuos infestados del año anterior (almacenados en el hogar o en la granja);**
- b. la estructura del almacén mismo:**
 - en el tejado de paja, en el bambú o la madera de un herrero tradicional,
 - en las grietas de las paredes de un silo, rumbu o almacén,
 - en sacos y tablas viejas,
- c. hábitat naturales como:**

- bajo la corteza de los árboles,
- en la madera descompuesta,
- en las vainas de semillas.

Figura 5.2: Supervivencia de las plagas de insectos

5.3.2 Infestación del producto fresco. Dicho producto puede ser infestado por:

- migración activa al cultivo en fase de maduración en el campo, desde el hogar, la despensa de la casa, el almacén o los matorrales;
- contaminación, cuando el producto se deposita en un almacén ya infestado.

Cuando los cultivos maduran en el campo pueden ser infestados por plagas de almacenamiento:

- el maíz, el sorgo y otros cereales por los gorgojos del maíz y del arroz (*Sitophilus spP*);
- el caupí y otras legumbres de grano, por los gorgojos de los frijoles (*Bruchidae*); las larvas de estas plagas, que se desarrollan dentro de las semillas, entran en

el almacenamiento junto con el producto y continuar allí su desarrollo.

La gravedad de los daños producidos en el campo puede variar considerablemente según el tipo de cultivo y las prácticas agrícolas.

5.4 Desarrollo de plagas en los almacenes

En climas tropicales húmedos, las condiciones pueden ser muy favorables al desarrollo de muchas especies de plagas de almacenamiento. A 27-30 °C y 70-90 por ciento de humedad relativa, en sustratos apropiados, los índices potenciales de incremento son muy elevados, por ejemplo, un incremento de 25 veces por mes para el gorgojo del arroz (*Sitophilus oryzae*) 50 veces por mes para el gorgojo de los frijoles (*Callosobruchus maculatus*) 70 veces por mes para el gorgojo de la harina (*Tribolium castaneum*).

La competencia, la depredación y el parasitismo pueden reducir el número de plagas de insectos.

Las condiciones de sequedad pueden disminuir considerablemente los índices de

desarrollo.

En general, se presume que habrá problemas de plagas a lo largo de la temporada en las zonas más húmedas, pero en las zonas de sabana semiárida la actividad de las plagas suele detenerse durante la estación seca.

5.5 Factores que afectan a la selección del método de almacenamiento y de las medidas de control de plagas

Las opciones de diferentes métodos de almacenamiento varían según el tipo de gestión del almacenamiento:

- **doméstico (de subsistencia)**
- **de granja (cultivos comerciales)**
- **comunitario (comercial)**
- **centralizado (nacional)**

La idoneidad de un determinado método dependerá de varios factores, por ejemplo:

- **tipo de gestión**
- **valor del producto**
- **costos de capital y de funcionamiento**
- **disponibilidad de materiales y de expertos**
- **condiciones climáticas**
- **problemas de plagas**

A continuación se describe en forma resumida cada tipo de estructura indicando las posibles técnicas de control de plagas para cada sistema.

Los métodos que se describen no deben tomarse como recomendaciones; tratan más bien de sugerir una forma de evaluar las diversas opciones disponibles en una determinada situación.

5.6 Tipos de almacenamiento y consecuencias para el control de plagas

5.6.1 Hórreos tradicionales. Se caracterizan por su menor ventilación en

comparación con los modelos mejorados; el maíz se almacena a menudo con las espigas; el sorgo y el mijo en la espiga.

El cultivo debe permanecer más tiempo en el campo, para que se seque suficientemente y se evite la formación de moho. Las pérdidas en el campo debidas a los pájaros, roedores y el hacinamiento serán graves, especialmente en zonas húmedas.

Puede que los hórreos mismos no sean a prueba de roedores.

Las espigas del maíz pueden ofrecer considerable protección contra los insectos, cuando se trata de las variedades tradicionales. Si se emplea un insecticida, su eficacia puede ser menor por la presencia de las espigas, aunque las pruebas son contradictorias; generalmente se utilizan insecticidas en polvo.

[Figura 5.3: Hórreos tradicionales](#)

En un tipo de hórreo cerrado (por ejemplo, de mimbre trenzado), los insecticidas pueden permanecer de forma relativamente persistente, pero no vale la pena repetir la aplicación, por su poca penetración.

Los costos de capital de la estructura son bajos, pero no suelen durar mucho.

5.6.2 Hórreos mejorados. Bien ventilados, que permiten almacenar cosechas con elevado contenido de humedad. La recolección temprana reduce las pérdidas en el campo. Están protegidos contra los roedores.

La ventilación resuelve prácticamente el problema del moho, pero puede producirse la germinación superficial en condiciones muy húmedas.

Es necesario eliminar la cascara, debido al elevado contenido de humedad, con lo cual se expone el grano al ataque de los insectos; en la mayoría de las localidades es necesario aplicar insecticidas en forma de polvos o de rociado.

Los insecticidas mezclados inicialmente irán perdiendo eficacia, pero pueden volver a aplicarse al menos en la parte exterior; se mejora así la penetración hacia el interior.

Los costos de capital son bajos o moderados, según los materiales seleccionados. La durabilidad dependerá de los materiales utilizados. El costo recurrente es el de los plaguicidas.

Figura 5.4: Hórreros mejorados

5.6.3 Silos. Estructuras sin ventilación (tradicionales o mejoradas), para almacenar granos a granel.

El producto debe estar muy seco inicialmente; en zonas muy húmedas es imprescindible el secado artificial.

Pueden eliminarse los daños por roedores.

Es muy probable la formación de moho si se produce condensación; el calentamiento y enfriamiento de cada día contribuyen a la migración de la humedad y al apelmazamiento local que puede difundirse rápidamente.

Es necesario inspeccionar frecuentemente los silos para evitar el apelmazamiento y puede que sea necesaria también la ventilación artificial (no factible a nivel rural) o el vaciado para volver a secar.

El control de insectos en los silos es teóricamente bueno; cuando la estructura es idónea puede fumigarse inicialmente y cerrar luego herméticamente para evitar la

reinfestación. La mezcla de insecticidas (en polvo) se mantiene con cierta persistencia.

Con bajo contenido de humedad el desarrollo de los insectos es menor.

Cuando la gestión de los silos es adecuada éstos resultan eficaces, pero si no se corre el riesgo de una rápida y total pérdida de la cosecha.

Para los tipos más grandes se requiere equipo de manipulación a granel.

Los costos de capital son elevados y a veces incluso muy elevados, según los materiales empleados. Los costos recurrentes de secado pueden ser también elevados, y se necesita considerable mano de obra para recoger combustible en el periodo de cosecha.

Figura 5.5: Silos

5.6.4 Almacenes (almacenes de productos ensacados en general). Hay que secar inicialmente algo los productos, pero los productos ensacados ofrecen mayor tolerancia que los productos almacenados a granel.

Permiten controlar los roedores y proteger el producto ensacado contra las plagas con moderada eficacia.

Cuando se trata de productos valiosos, se puede justificar su fumigación para prevenir la reinfestación. El rociado resulta más eficaz que en las estructuras ventiladas; los insecticidas se mantienen con relativa persistencia.

No se necesita equipo especializado para la manipulación en los almacenes.

5.7 Pérdidas producidas por roedores

Los roedores causan pérdidas de alimentos consumiendo granos y contaminando todavía más de lo que consumen. Difunden también enfermedades que pueden transmitirse a las personas.

Son tres las especies de roedores que constituyen las plagas principales de los productos almacenados:

- ***Rattus rattus* (rata negra) y *Rattus norvegicus* (rata parda)**

- ***Mus musculus*** (ratón doméstico)
- ***Praomys natalensis*** (rata de muchos pezones)

Las ratas entran en acción después que ha oscurecido o cuando quedan en calma los locales. Las ratas negras y pardas tienen la costumbre de seguir rutas ya establecidas cuando se mueven entre los productos almacenados, la fuente de agua y su escondrijo normal. Después de algún tiempo estas rutas quedan marcadas con huellas grasientas que pueden identificarse fácilmente. También de conformidad con estos hábitos las ratas evitan las trampas o alimentos venenosos desconocidos, particularmente la primera vez que se ponen.

Las señales que denuncian la presencia de ratas son:

- presencia de deyecciones
- tierra excavada de la madriguera
- huellas de patas en suelos empolvados
- huellas grasientas en rutas de desplazamiento establecidas, por ejemplo, sobre vigas o conducciones eléctricas
- sacos agujereados con fugas de grano
- estructuras del edificio rotas

5.7.1 Métodos de control. Es muy diferente eliminar una sola rata en un hogar que tener que controlar un gran número en un grupo de almacenes. Es importante conocer los hábitos de las ratas para establecer medidas de control eficaces y económicas.

El método de control más eficaz es el de impedir el acceso de los roedores al almacén, lo cual podrá lograrse sobre todo construyendo almacenes a prueba de ratas, pero también con medidas complementarias.

Los métodos principales para controlar una población de roedores ya establecida se agrupan en *mecánicos* y *químicos*.

El principal método de control *mecánico* es el de las trampas. Para los almacenes son preferibles las trampas en forma de jaula, que deberán colocarse en la trayectoria habitual de la rata. Se deja en posición y abierta durante varios días, sin cebo y sin prepararla, para superar la timidez de las ratas ante la novedad, se coloca luego un cebo atractivo para la rata. Este es el método que asegura los mejores resultados.

[Figura 5.6: Precauciones contra la invasión de ratas](#)

Figura 5.6: Precauciones contra la invasión de ratas (concl.)

El método principal de control *químico* es el del veneno, bien como dosis única (veneno fuerte) o como dosis múltiple (envenenamiento crónico).

Dosis única. El fosforo de zinc es el que se utiliza más comúnmente. Para un control eficaz hay que tener en cuenta dos fases esenciales.

Figura 5.7 Lucha mecánica contra las ratas

- a. cebo previo. Los lugares, los cebos y los contenedores deben ser los mismos que los que hayan de utilizarse para el veneno en la fase siguiente. Cuanto más atractivo sea el cebo, mejores serán los resultados de control. El arroz cocido, el trigo o el maíz remojado, y la harina mezclada con jarabe son cebos atractivos. La fase de cebo previo deberá durar tres o cuatro días, colocando cada día cebo recién preparado.
- b. cebo con veneno. Se mezcla homogéneamente una parte de fosforo de zinc con 20-40 partes de cebo análogo al utilizado en la fase de cebo previo. Los recipientes especiales utilizados en la fase anterior se llenarán de cebo envenenado, colocándolos en las mismas posiciones que los contenedores del cebo previo. La mañana siguiente se retirará el cebo envenenado que quede en los

recipientes, destruyéndolo. Se sustituirán luego los recipientes, provistos de material de cebo previo (no venenoso). Si comen este material, quiere decir que es necesario continuar con las medidas de control, por lo que deberá repetirse toda la operación. Se eliminarán cada día los roedores muertos.

Envenenamiento crónico con dosis múltiples. Se trata en general de anticoagulantes de la sangre que causan la muerte por hemorragia interna. Las ventajas principales con respecto al envenenamiento con dosis únicas son:

- a. no se alarma a las colonias de ratas, porque las muertes parecen deberse a causas naturales y continuarán ingiriendo el cebo envenenado, dando lugar a un control final mejor que con el envenenamiento mediante dosis única;**
- b. no suscitan la timidez ante el cebo ni es necesario el cebo previo;**
- c. los anticoagulantes se utilizan en cantidades muy pequeñas: su acción es lenta y por lo tanto presenta menos riesgos de ingestión por los hombres y los animales domésticos.**

Deberán observarse atentamente las instrucciones del fabricante para los anticoagulantes, colocando los recipientes de cebo en lugares a los que sólo los roedores tienen acceso. Las ratas mueren en el plazo de unos diez días, pero tal vez se necesiten veinte días para los ratones. Los roedores intoxicados buscan aire fresco y

agua, por lo que generalmente salen del almacén para morir. Deben eliminarse cuidadosamente los cadáveres, porque los residuos de anticoagulantes que hayan quedado en ellos perjudicarán a los animales que se alimentan de desechos.

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

6. Secado

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

6.1 Introducción

Los cereales son cultivos anuales que se consumen por sus semillas amiláceas comestibles. Es la fuente principal de carbohidratos de los seres humanos. La secuencia natural del ciclo vital es que los granos maduran, se recogen, quedan en reposo

vegetativo, se echan luego en tierra donde en último término germinan y producen una nueva planta.

Esta secuencia se interrumpe cuando las semillas se recogen, secan y almacenan. De este modo se reduce su actividad metabólica a un nivel tan bajo que no se deterioran de forma significativa; hay que proteger los granos contra las pérdidas que puedan derivar de otras causas.

***La temperatura y el contenido de humedad* son los dos factores que se ha aprendido a controlar para evitar el deterioro durante el almacenamiento. En la Figura 6.1 se representan combinaciones de estos factores, que se han demostrado eficaces para un almacenamiento sin riesgos contra agentes concretos. En la Figura 6.2 se muestra el efecto combinado.**

En el trópico, el control de la temperatura resulta demasiado costoso, de forma que el secado sigue siendo el método más eficaz con relación a los costos. No obstante, incluso a niveles de reducida humedad, el grano almacenado no está libre de deterioro por insectos, cuando la temperatura es superior a los 15 °C.

Se utilizan muchos métodos y sistemas diferentes para secar y almacenar el grano. Para evaluarlos con miras a que los usen los agricultores, la aldea o la cooperativa, es

necesario comprender los principios básicos que regulan el intercambio de humedad entre el aire y los granos.

6.2 Aire y vapor de agua: psicrometría

El aire atmosférico consta de *aire seco* y *vapor de agua*. Pongase, por ejemplo, que en Ibadán, Nigeria, al mediodía de un día de mediados de octubre, 1 m³ de atmósfera contenía 1 131,2 g de aire seco y 20,36 g de vapor de agua. El aire seco y el vapor de agua se hallaban homogéneamente distribuidos en el espacio de 1 m³. La temperatura era de 30 °C y la humedad relativa de 66 por ciento.

[Figura 6.1: Combinaciones de contenido de humedad y temperatura que ofrecen condiciones de almacenamiento sin riesgos para los granos almacenados. Fuente: McLean Drying and storing combinable crops. Framing Press LTD. 1980](#)

[Figura 6.2: Combinaciones de temperatura y contenido de humedad que ofrecen condiciones de almacenamiento de grano sin riesgo contra los cuatro principales agentes. Nota: el sector de riesgo para los caros se muestra separadamente, porque no siempre constituyen un problema](#)

CUADRO 2. Aire y vapor de agua en un espacio de 1 m³

Mediciones	Condiciones 1		
	1	2	3
Vapor de agua (g)	20,36	20,36	20,36
Aire seco (g)	1 130	1 130	1 130
Temperatura en bulbo seco (°C)	30,0	35,0	24,0
Temperatura en bulbo húmedo (°C)	25,1	26,2	23,6
Humedad específica	0,018	0,018	0,018
Humedad relativa (%)	66	49	95
Punto de rocío (°C)	23,3	23,3	23

1 Ver Figura 6 4

La cantidad de vapor de agua generalmente se expresa como proporción del aire seco presente en el mismo volumen que el vapor de agua, y se conoce como humedad específica (s). En este caso, la humedad específica era:

Humedad específica (s) = 20,36 g de agua / 1 131,20 g de aire seco = 0,018 kg de agua/kg de aire

No llovió en absoluto ese día, y a las 15.00 horas la temperatura del aire había subido a 35 °C. La humedad específica era todavía de 0,018, porque no había variado el volumen de vapor de agua, pero la humedad relativa había descendido a 49 por ciento. (Se desconoce la pequeña variación de densidad de la mezcla de aire/vapor de agua debida a estos cambios.) ¿Es posible que el aire fuera entonces más seco?

En efecto, la *humedad relativa* (h.r.) representa la saturación porcentual del espacio por el vapor de agua, y como el aire caliente puede coexistir en el mismo con mucho más vapor de agua que el aire frío (Cuadro 3), la h.r. (o porcentaje de saturación) ha descendido, aunque no se haya extraído ni añadido vapor de agua en dicho espacio; sólo ha aumentado la temperatura. Es decir, el espacio puede contener mucho más vapor de agua a 35 °C (Cuadro 3).

Para las 22.00 horas la temperatura del aire había bajado a 24 °C y la *humedad relativa* había aumentado al 95 por ciento, aunque la humedad específica se mantuvo a 0,018 kg de agua/kg de aire seco.

Las relaciones entre temperatura y humedad son complejas, pero pueden representarse mediante ecuaciones matemáticas, lo que permite calcular los efectos de la variación de cualquiera de los factores, o también mediante una *tabla psicrométrica*

CUADRO 3. Capacidad de carga de vapor de agua del espacio atmosférico a diferentes temperaturas y a presión normal

Temperatura (°C)	Humedad específica (Kg/kg)	Porcentaje del valor (a 20 °C)
0	0,0038	26
10	0,0076	51
15	0,0107	72
20	0,0148	100

25	0,0202	136
30	0,0274	185
35	0,038	257
40	0,050	338
50	0,083	561
60	0,150	1014
70	0,330	2230

Dicha tabla tiene la forma de un gráfico, cuyos ejes son la temperatura (horizontal) y la humedad específica (vertical). Los valores de la humedad relativa se representan mediante una serie de líneas curvas. En la Figura 6.4 se presenta una forma simplificada de la tabla con tres puntos que representan las condiciones registradas al mediodía, a las 15.00 y a las 22.00 horas, que se han examinado anteriormente. Volviendo ahora a la Sección 6.2, compruébense, utilizando la tabla, los valores de la humedad relativa (h.r.), la humedad específica y la temperatura en cada punto.

[Figura 6.3: Aire y vapor de agua contenidos en 1m³ \(ver condición 1 en el Cuadro 2\)](#)

[Figura 6.4: Tabla psicrométrica. Fuente: Chartered Institute of Building Services](#)

(Londres, Reino Unido)**CUADRO 4. Peso del agua liberada por el grano h₂medo durante el secado (g/kg)**

Contenido inicial de humedad (%)	Contenido final de humedad 1%)									
	19	18	11	16	15	14	13	12	11	10
30	136	146	157	167	176	186	195	205	213	222
29	125	134	145	155	165	174	184	193	202	211
28	111	122	133	143	153	163	172	182	191	200
27	99	110	120	131	141	151	161	170	180	189
26	86	98	108	119	129	140	149	159	169	178
25	74	85	96	107	118	128	138	148	157	167
24	62	73	84	95	106	116	126	136	146	156
23	49	61	72	83	94	105	115	125	135	145

22	37	49	60	71	82	93	103	114	124	133
21	25	37	48	60	71	81	92	102	112	122
20	12	24	36	48	59	70	80	91	101	111
19		12	24	36	47	58	69	80	90	100
18			12	24	35	47	57	68	79	89
17				12	24	35	46	57	67	78
16					12	23	35	45	56	67
15						12	23	34	45	56

La cuarta escala de cifras que aparece en la tabla se refiere a la temperatura en un termómetro de bulbo húmedo, y se utiliza para determinar el punto de referencia sobre la tabla, porque es más fácil medir la temperatura que los otros factores que intervienen.

Si el espacio no está saturado puede recibir evidentemente más vapor de agua. Si se humedece un trozo de tela de algodón limpio con agua destilada y se hace pasar aire a presión por el paño húmedo, se evaporará algo de agua del paño. Dicha evaporación absorbe energía del paño húmedo, con la consiguiente reducción de su temperatura. Se llega enseguida a un punto de equilibrio en que la temperatura del

La depresión de bulbo húmedo permanece constante: esta es la temperatura de bulbo húmedo, un término derivado de la práctica de envolver un termómetro de bulbo con un trozo de tela húmedo. Las temperaturas de bulbo seco y las de bulbo húmedo se leen en termómetros colocados uno junto al otro en un higrómetro de honda. Basándose en estas dos lecturas de la temperatura de bulbo húmedo y de bulbo seco, pueden establecerse en la tabla todas las demás características de la relación aire/agua. La depresión de bulbo húmedo es la diferencia entre las temperaturas de bulbo húmedo y de bulbo seco, y puede emplearse para hallar la humedad relativa en las tablas.

Resumiendo, los puntos importantes son los siguientes:

- a. el aire ambiental se compone de aire seco y vapor de agua;
- b. la proporción de vapor de agua con respecto al aire seco es muy pequeña;
- c. con igual contenido efectivo de agua del espacio ocupado por el aire ambiental, la humedad relativa disminuye, si sube la temperatura, y aumenta si baja la temperatura;
- d. la relación puede representarse mediante un gráfico denominado tabla psicrométrica.

[Go to next page](#)

[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiete ▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

6.3 Contenido de humedad y humedad relativa

[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiete ▶](#)

El contenido de humedad de los granos de cereales expuestos al aire ambiental varía constantemente como consecuencia de la variación de la humedad relativa del aire. Cuanto mayor sea la h.r., mayor será el contenido de humedad del grano. El cambio se realiza con relativa lentitud, pero con suficiente tiempo se obtiene un nuevo valor de humedad relativa y se alcanza un contenido de humedad próximo al valor de equilibrio.

[Figura 6.5: Movimiento del agua](#)

Esta característica de equilibrio (equilibrio del contenido de humedad referido al grano y equilibrio de la humedad relativa referida al aire que rodea el grano) es muy

útil, porque puede utilizarse en la práctica para ajustar el contenido de humedad del grano durante el secado y el almacenamiento.

Se han medido los contenidos de humedad en equilibrio en una gran variedad de granos. Algunos de ellos se indican en el Cuadro 5. Estos valores se han determinado exponiendo los granos a atmósferas de diferentes humedades relativas y midiendo el contenido de humedad del grano después de varias semanas de exposición. Evidentemente, hay muchos otros factores que intervienen en la determinación del valor de equilibrio del grano, pero los valores tabulados constituyen una guía de extrema utilidad.

CUADRO 5. Contenidos de humedad de equilibrio de diversas semillas

Semilla	Humedad relativa del aire (%)						
	40	50	60	70	75	80	90
Trigo	10,7	12,0	13,7	15,6	16,6	17,6	23,0
Maíz	11,0	12,0	13,0	15,0	15,5	16,0	20,0
Centeno	10,0	11,6	13,2	14,8	16,1	17,3	24,6

Guisantes	9,4	11,1	13,1	15,5	17,2	19,5	27,7
Frijoles	9,1	11,1	13,1	15,8	18,0	20,4	28,0
Hierba	8,9	10,3	11,6	13,9	15,4	17,4	23,3
Cebollas	8,3	9,6	10,8	12,6	14,1	16,2	23,5

Fuente: K A. McLean. ASAE YEAR BOOK.

6.4 Secado

Durante el secado se transfiere agua del interior del grano a la superficie del mismo, transformándolo en vapor de agua y dispersando luego este vapor de agua en la atmósfera.

Para el secado es necesario disponer de tres elementos:

- **un contenido de humedad en el grano;**
- **una fuente de energía para transformar el agua líquida en vapor de agua;**

- **un tanque o recipiente para recibir el vapor de agua y extraerlo de la masa de grano.**

6.4.1 Contenido de humedad. Es el exceso de agua contenida en el grano que, si permanece en él, provocar su deterioro. El exceso de agua que hay que eliminar al secar el grano, haciéndolo pasar de un contenido de humedad a otro, puede deducirse del Cuadro 4. Dicha eliminación no constituye una pérdida de alimento.

6.4.2 Fuentes de energía. Para evaporar el agua, es decir, para transformar agua líquida en vapor de agua, se utiliza energía. Para evaporar el agua del grano se necesita el doble de energía que para evaporar agua hirviendo en un puchero. El agua se evapora a cualquier temperatura por debajo del punto de ebullición, pero la energía necesaria para convertir el agua líquida en vapor de agua es aproximadamente la misma que para hacerla hervir. Las principales fuentes de energía son la energía solar, utilizada bien directamente, como en el secado al sol, o bien indirectamente como en el secado en horno, y la energía derivada de material combustible, como la madera, el carbón, el gas o el petróleo. En todos los

casos, salvo en el secado directamente al sol, la energía se transfiere al aire (haciendo aumentar su temperatura) y a través de él al grano, donde evapora el agua y se enfría al mismo tiempo.

Figura 6.6: Variación típica de la temperatura y la humedad relativa (Ibadán, Nigeria)

Durante el día, la temperatura del aire ambiental aumenta como consecuencia directa del calentamiento del sol. El aire almacena la energía solar que puede utilizarse luego para secar el grano hacia la mitad del día. En la Sección 6.2 se ha mostrado el efecto del aumento de la temperatura del aire con la humedad relativa. Así, durante las horas del medio día, aumenta la temperatura del aire, pero se reduce también la humedad relativa. Este aire tiene por tanto una capacidad mayor de secado por el aumento de temperatura, y por tanto dispone de más energía para la evaporación. Además, al reducirse su humedad relativa, puede absorber más vapor de agua. En la Figura 6.6 se muestra el efecto combinado del aumento de la temperatura y la reducción de la humedad, y puede verse también su interacción.

6.4.3 Receptor de vapor. Hay que alejar el agua evaporada de las proximidades del grano; de lo contrario, aumenta la humedad relativa, como ya se ha indicado, y cesa la

evaporación, aunque el grano está húmedo y se disponga de energía. En la práctica, el aire que circunda al grano se sustituye con nuevo aire por difusión (como en los hornos), o artificialmente, es decir, extrayéndolo mediante un ventilador (como en un horno o en un secador con corriente constante de aire) o mediante secador de convección (como en los secadores del tipo Brook).

La difusión del aire en condiciones de quietud es un proceso muy lento. Es una de las razones por las que en ambientes en que el secado resulta difícil se recomienda un horno muy estrecho.

6.5 Tipos de secadores

Los diseños de secadores y sus métodos de construcción se prestan a una amplia variedad de posibles combinaciones para satisfacer los requisitos examinados en la Sección 6.4. Un determinado secador será útil solo si se demuestra técnicamente eficiente a bajo costo. A nivel de granja y de aldea significa que se debe hacer el mayor uso posible de materiales y de expertos disponibles en el lugar. Puede que un secador sea excelente desde el punto de vista técnico, pero si es demasiado costoso no será

más útil que uno de bajo costo que no se ajuste perfectamente a los principios fundamentales del secado.

Hay muchos tipos de secadores y muchos modelos de cada tipo. Es importante recordar, al seleccionar un modelo, que debe:

- **ser aceptable para el usuario al que se destina;**
- **ajustarse a los principios fundamentales del secado;**
- **ser de bajo costo, de forma que el usuario pueda beneficiarse rápidamente de él en comparación con los métodos de secado que haya utilizado anteriormente.**

El secado puede constituir una operación separada del almacenamiento, o pueden combinarse ambas operaciones.

[Figura 6.7: Secado como operación separada del almacenamiento](#)

6.5.1 El secado como operación separada del almacenamiento. Este tipo de secado constituye una operación totalmente aparte de las operaciones de almacenamiento

que puedan realizarse después. Es importante, porque el grano se mezcla después que ha sido secado. Los granos demasiado secos absorben la humedad de los granos demasiado húmedos. Una vez mezclados después del secado, se obtendrá el contenido medio de humedad que conviene. En las operaciones de almacenamiento-secado, no tiene lugar el mezclado, porque el producto se halla ya almacenado. Después del secado no debería haber diferencias de contenido de humedad; los granos no deben estar ni demasiado secos ni insuficientemente secos.

Figura 6.8: Secado y almacenamiento combinados

En el *secado al sol*, los únicos requisitos para exponer el grano al aire libre son disponer de una superficie nivelada y de suficiente mano de obra para extender y revolver el material, y para recogerlo en caso de lluvia o cuando el grano ya esté seco. La superficie de secado más barata es una playa de tierra apisonada, que sin embargo tiene la desventaja de contaminar el grano y de transferirle la humedad del suelo. Si se trata de pequeñas cantidades, con una lona alquitranada o una tela de plástico se evitan estas dificultades, y cuando amenaza lluvia o durante la noche pueden doblarse los extremos para cubrir el grano. El secado más rápido se obtiene extendiendo sobre una tela de plástico negra una capa de grano de 40 mm y revolviéndolo frecuentemente. Las exigencias de mano de obra constituyen una importante limitación.

Figura 6.9: Secador de convección natural, vista general

Otro método es el *secador de convección con calor añadido*. El secador Brook (Figura 6.9) es un ejemplo de secador de convección. Se extiende el producto en una capa delgada sobre una base perforada. La base forma el techo de una cámara impelente que contiene una fuente de calor. Conviene que los lados de la base perforada se alarguen lo más posible hacia arriba, pero teniendo en cuenta que para cargar y descargar el producto hay que superarlos, a no ser que se trate de lados desmontables (con lo cual aumenta el costo). El aire entra por la cámara impelente a través de los orificios que hay en sus extremos, se calienta y pasa a través de la base perforada y luego por entre el producto que ha de secarse, por convección natural.

Otro tipo es el *horno secador con ventilación forzada*. En su forma más simple, consta de una base perforada colocada encima de una cámara impelente. Un ventilador hace pasar el aire a través del producto extendido sobre la base perforada. Normalmente se calienta el aire antes de hacerlo pasar por el producto. Después de haberlo secado, se saca el producto, se deja enfriar y se almacena. Con este sistema, los productos se secan rápidamente, pero los costos de construcción son muy elevados. Se requieren también componentes que no se encuentran fácilmente al alcance del agricultor. Presupone, además, la compra de combustible para accionar el ventilador y gastos de mantenimiento del equipo. Hay muchos ejemplos de este tipo

de secador. En la Figura 6.10 puede verse una ilustración de un secador típico

En el *secador de aire forzada y flujo continuo* de grano, se hace pasar un flujo continuo de grano por el secador, y al mismo tiempo una corriente de aire caliente que lo atraviese. El grano puede moverse por gravedad entre dos paredes perforadas, o por una base inclinada perforada. En algunos secadores el grano pasa sobre una superficie horizontal perforada empujado por paletas que se mueven lentamente. Hay que controlar con mucho cuidado la temperatura del aire para evitar que se dañe al grano. Para este tipo de secador se necesitan hornos especialmente diseñados y ventiladores costosos. Son aptos sólo para operaciones en gran escala y grandes cantidades de grano. En las Figuras 6.11, 6.12 y 6.13 se muestran ejemplos de secadores de flujo continuo de grano.

[Figura 6.10: Horno secador con ventilación forzada](#)

[Figura 6.11: Secador en cascada](#)

[Figura 6.12: Secador en cascada de varias hileras](#)

[Figura 6.13: Secador de doble flujo continuo](#)

Leyenda de las Figuras 6.11, 6.12 y 6.13

1. Compartimientos de grano

- a. deposito**
- b. compartimiento(s) de secado**
- c. compartimiento(s) de enfriamiento**

2. Mecanismos de producción y regulación del flujo de grano

- a. alimentador**
- b. rebalse**
- c. mecanismo de regulación**

3. Calentador del aire

4.

- a. Ventilador(es) de aire caliente**
- b. Cámaras de aire caliente**

5. Mecanismos de control (e indicación) de las temperaturas del aire caliente

6

- a. Ventilador de enfriamiento del aire**
- b. Cámaras de aire enfriado**

7. Descarga del grano

6.5.2 Secado y almacenamiento combinados. En este grupo, se utiliza la misma estructura para el almacenamiento y el secado. Dicha estructura está diseñada de forma que el producto pueda secarse durante la parte inicial del periodo de almacenamiento. En la mayoría de los secadores de producto almacenado, no se saca el producto de la estructura hasta que se necesite para consumirlo. En algunos, sin embargo, la estructura se utiliza para el secado por lotes.

Uno de estos secadores es el de producto almacenado con ventilación natural; el ejemplo más común de este grupo es el horreo, que se examina detalladamente en la Sección 10.

El grupo de los secadores de producto almacenado con ventilación forzada

comprende sistemas de arcones ventilados y secado de producto almacenado en el suelo. Ambos se utilizan para grandes cantidades de grano a granel. Se necesita considerable pericia y experiencia para hacer funcionar con éxito estos sistemas. En las Figuras 6.14 y 6.15 se muestran ejemplos de este tipo de secador.

La Figura 6.11 muestra un secador de grano de lecho apersianado y flujo continuo, que funciona según el principio de la cascada.

Se trata de un secador de flujo por gravedad ayudado por la corriente descendente del lecho apersianado y con espesor controlado mediante una serie de presas cilíndricas. El índice de extracción de humedad se controla mediante un accionador de velocidad variable en el elevador de salida, que levanta el grano homogéneamente de toda la profundidad del lecho en la base de la sección de enfriamiento. Esta máquina sirve para todo tipo de granos y la mayor parte de los materiales granulares fluidos. Al ser una máquina casi totalmente autolimpiadora, tiene una gran aceptación entre los que se ocupan de semillas. Este secador es particularmente idóneo Para secar guisantes. frijoles. café y arroz.

Figura 6.14: Almacen de secado a traves del suelo

La mayoría de los modelos constan de un solo cuerpo, lo que hace que la

instalación sea extremadamente sencilla y rápida. Los modelos normales tienen una capacidad de secado de 2,5 a 12,5 toneladas por hora. Existen también secadores en cascada más pequeños y móviles. Se fabrican también, a petición, secadores en cascada de varias hileras (véase Fig. 6.12) cuando las condiciones del lugar lo aconsejan.

La Figura 6.13 muestra un secador de grano de lecho apersianado y flujo continuo funcionando con el principio del doble flujo.

El flujo de grano en estas máquinas circula movido suavemente por un transportador de cadena de rodillos de velocidad variable y de gran capacidad. El secador de doble flujo es apto para la mayoría de los granos y productos granulares, incluidos granos de muy elevado contenido de humedad, como el arroz y el maíz. A mitad del recorrido, se revuelve y mezcla completamente el material según cae del lecho superior al inferior. Se puede aprovechar el fuerte efecto limpiador de la corriente de aire que pasa a través de la cortina de grano en este punto.

Los puntos de entrada y salida en este modelo se encuentran al mismo lado, lo que simplifica la instalación. El resto del secador generalmente se coloca fuera del edificio para economizar espacio, y asegurar que el aire húmedo y el polvo se dispersan en la atmósfera. Los soportes del techo están diseñados de forma que puedan cubrirse

con seis paneles de amianto. Se dispone de modelos estándar con una capacidad de 4 a 85 toneladas por hora. Pueden suministrarse secadores de doble flujo móviles con una capacidad de producción de 21 toneladas por hora. Pueden proporcionarse también, a petición, secadores de flujos múltiples.

[Figura 6.15: Zona de secado en un barril de almacenamiento con ventilación inferior](#)

[Figura 6.16: Barril de almacenamiento radialmente ventilado con cilindro central y paredes perforadas](#)

[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiente ▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

7. Almacenes

[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiente ▶](#)

Los almacenes son estructuras estables de almacenamiento para usos generales, que

ofrecen protección contra la lluvia, el sol y el viento.

Los almacenes de grano son estructuras más especializadas diseñadas específicamente para almacenar cereales y legumbres. Los granos pueden almacenarse a granel o en sacos. La mayoría de los almacenes de grano están previstos para el almacenamiento en sacos. Las capacidades varían de 50 a 5 000 toneladas de grano ensacado por almacén, que requieren de 50 a 2 000 m² de superficie. Son también frecuentes los almacenes menores, para almacenar de 5 a 10 toneladas de grano en sacos, pero los costos de almacenamiento por tonelada suelen ser elevados, por lo que deberían investigarse otros métodos como el del almacenamiento en arcones.

7.1 Construcción del almacén

Un tipo general de almacén es el que consta de una estructura de cemento, bloques de cemento, vigas metálicas para el techo, cubierta del tejado con chapa ondulada galvanizada, con una superficie de suelo de 600 m², es decir, 15 m de ancho y 40 m de largo. Es el tipo de estructura estándar de los contratistas de edificios comerciales;

con otros diseños generalmente el precio unitario es mayor.

Para almacenes menores de 200 m² puede utilizarse material disponible en el lugar, como bloques de barro y madera. Aunque no es el tipo de construcción ideal para el almacenamiento a largo plazo, las condiciones de almacenamiento que ofrece a breve plazo son adecuadas, por ejemplo en los centros de adquisición de materias primas.

7.2 Costo de la construcción

Hay una marcada economía de escala en la construcción de almacenes, que varía de 200 dólares EE.UU. por m², para un almacén de 500 m² de superficie, a 180 dólares EE.UU. por m² para un almacén de 2 000 m² de superficie en las principales ciudades. En zonas remotas, los costos básicos aumentan hasta un 50 por ciento, a los cuales tal vez hay que añadir un 30 por ciento de gastos adicionales para proporcionar carreteras de acceso y servicios.

Así, en zonas remotas, el precio por metro cuadrado de los almacenes pequeños, para tamaños de hasta 1000 m² de superficie, puede muy bien superar en un 30 por ciento, y hasta en un 40 por ciento los costos de los almacenes construidos cerca de

las ciudades.

[Figura 7.1: Almacenes](#)

7.3 Volumen utilizable

Los almacenes no Ceder llenarse completamente con grano ensacado. Se requieren vías de acceso, y el espacio aparentemente desaprovechado para pasillos más estrechos, espacios sobre la cabeza en torno a las pilas, es esencial para la ventilación, acceso, higiene y fumigación. Para un almacén de 500 toneladas, el volumen utilizable puede ser inferior al 50 por ciento del volumen interno bruto disponible por debajo del nivel del alero. Según se aumenta el tamaño del almacén, aumenta el volumen utilizable hasta un máximo de un 80 por ciento en almacenes de 10 000 toneladas de capacidad. El volumen utilizable disminuye por otra parte, para un tamaño dado de almacén, por cualquiera de los conceptos siguientes: a) mayor variedad de productos almacenados, b) almacenamiento a breve plazo en que se deshacen y rehacen constantemente las pilas, c) infestación por plagas y d) mala administración.

7.4 Cuidado de los productos en el almacén

a. *Evitar que la humedad del suelo llegue al producto*

Al construir el almacén podrá colocarse una membrana o barrera contra la humedad en el suelo de cemento del almacén. Se utilizan tarimas para formar barreras contra la humedad.

[Figura 7.2: Maderos de estibar](#)

[Figura 7.3: Tarima](#)

[Figura 7.4: Espacio entre el producto y los muros](#)

[Figura 7.5: Manejo correcto de los almacenes](#)

[Figura 7.6: Manejo correcto de los almacenes](#)

b. *Impedir que /a humedad de los muros llegue al producto*

c. *Apilar los sacos adecuadamente para:*

- utilizar al máximo el espacio;
- facilitar el barrido del suelo;
- facilitar la inspección del producto por lo que respecta a la presencia de roedores e insectos;
- facilitar el recuento de los sacos;
- permitir la ventilación de las pilas

d. Control de insectos y roedores:

- cerrar todos los orificios en las puertas, techos, etc., por donde puedan entrar las plagas;
- reparar las grietas de las paredes donde puedan esconderse las plagas;
- tratar el edificio y el producto con sustancias contra plagas;
- mantener el almacén completamente limpio;
- eliminar y destruir todo residuo infestado que pueda contaminar el producto recién introducido.

[Figura 7.7: Estibado: tela de plástico](#)

[Figura 7.8: Estibado: postes](#)

[Figura 7.9: Estibado: tarima](#)

7.5 Aislantes

Los aislantes son materiales que pueden colocarse entre el suelo del almacén y el producto ensacado para impedir que la humedad pase del suelo al producto, y evitar en consecuencia el enmohecimiento y la descomposición.

El sistema de aislamiento más económico consiste simplemente en extender una gruesa estera o tela de plástico no perforada sobre la cual se colocan los sacos.

También se pueden colocar en el suelo palos rectos sobre los cuales se apilan los sacos.

El tipo de almacenamiento más costoso consiste en dos superficies de tablas, sujetas firmemente a travasos, para mantenerlas separadas. Si están construidas con madera aserrada se conocen como tarimas de carga y son ideales para la

manipulación con carretillas de horquilla elevadora. Las tarimas deben inspeccionarse y rociarse con desinfectantes antes de utilizarlas, para evitar infestaciones y daños a los sacos con clavos que sobresalen y astillas.

Figura 7.10: Apilamiento de sacos

7.6 Apilamiento de sacos

Si los sacos se ponen uno encima de otro, sin traslapo en estratos sucesivos, las pilas serán muy inestables. Se recomienda, en cambio, ligar los estratos sucesivos disponiendo los sacos de forma diferente en cada estrato. De este modo no solo se logra apilar más sólidamente, sino que se facilitan también las tareas de inventario, ya que los sacos pueden contarse más rápidamente.

Los sacos se apilan generalmente en estratos de tres, cinco u ocho sacos por estrato. En la figura 7.10 se muestra la disposición de los sacos en los estratos impares y en los pares.

7.7 Control de insectos en los sacos apilados en almacenes

Hay tres métodos químicos comunes para controlar insectos en los sacos apilados en un almacén:

- a. mezcla de polvos insecticidas con el producto antes de colocarlo en los sacos;
- b. rociado de los distintos estratos de sacos con insecticidas líquidos o en polvo a medida que se va formando la pila;
- c. colocación de un fumigante entre los sacos, cubriéndolos con una tela impermeable.

El sistema de mezclar polvos insecticidas puede resultar muy eficaz si se utiliza un insecticida idóneo. Últimamente, se ha observado que algunos polvos a base de piretroides sintéticos y de pirimifos-metilo, aplicados en dosis de 2,5 ppm a 15 ppm de ingrediente activo (según el insecticida) eliminan los insectos en los sacos almacenados por lo menos durante ocho meses.

[Figura 7.11: Tambor mezclador](#)

La mezcla de los polvos con el grano puede realizarse de diversas formas, como, por ejemplo, mezclando con una pala sobre una lona, o, cuando se trata de grandes

cantidades, mediante un tambor de eje excéntrico.

La mezcla de polvos con el grano almacenado entra a un riesgo potencial para la salud, por lo que no es recomendable, a no ser que se utilice un insecticida muy inocuo y haya que consumir el grano sólo después de un prolongado periodo de almacenamiento.

El rociado o espolvoreado de los estratos de sacos con insecticidas (según se muestra en la figura) es menos peligroso para las personas, pero no siempre resulta muy eficaz. No obstante, últimamente, con la aplicación de pirimifos-metilo (como concentrado emulsionable, Actelic 50 ec) sin diluir (50 EC) en dosis de 2 a 3 pasadas por saco, con un aplicador doméstico sencillo, se eliminaron casi completamente los gorgojos en sacos de maíz muy infestados, y se mantuvo controlada la población a un nivel muy bajo incluso después de ocho meses. Pero la aplicación de insecticidas no diluidos constituye siempre un peligro.

[Figura 7.12: Rociado de un estrato de sacos](#)

[Figura 7.13: Fumigación debajo de una tela](#)

Por último, el método más satisfactorio de eliminación y control de insectos en

granos ensacados es el de la fumigación que consiste en liberar un gas entre los sacos, tras haberlos cubierto con una tela impermeable (véase Figura 7.13), manteniéndola adherida al suelo mediante serpientes de arena o una cadena pesada envuelta en arpillera. Hay que dejar la pila cubierta por lo menos durante tres días.

Para el almacenamiento en escala relativamente reducida (100 a 300 toneladas) el fumigante más idóneo es el fosfuro de aluminio que libera gas de fosfina cuando absorbe humedad. Se recomienda una tableta de fumigante por cada dos sacos, siempre que la pila sea de un tamaño tal que pueda mantenerse herméticamente cerrada durante dos horas. Pueden utilizarse también eficazmente la fosfina y otros gases fumigantes para mayores cantidades de grano.

8. Centros de almacenamiento

En los centros de almacenamiento y manipulación de granos se plantean las

situaciones conflictivas de tener que dar salida a grandes cantidades y mantener al mismo tiempo reservas durante largo tiempo.

En las instalaciones de puertos que se ocupan de importación o exportación de granos se requiere equipo mecanizado de manipulación que sólo puede justificarse si se somete a una utilización intensa. Se obtendrán beneficios de la capacidad de manipular rápidamente grandes volúmenes de grano a granel, si no hay demoras de carga y descarga de buques, vagones de ferrocarril y medios de transporte por carretera y se evitan en consecuencia los gastos de sobrestadía.

No es necesario, sin embargo, disponer de tales instalaciones y servicios, para el almacenamiento a largo plazo, donde el grano puede permanecer incluso durante varios años en casos extremos. Es siempre aconsejable reciclar reservas de emergencia de este tipo en el sistema normal de distribución con arreglo al criterio de dar salida en el orden en que han ido llegando.

Los centros de almacenamiento generalmente disponen de servicios de secado para el tratamiento del grano que entra cuando éste supera la norma del contenido de humedad del 13 por ciento referido al producto húmedo, para almacenamiento a plazo más largo.

9. Control de plagas en productos almacenados

9. 1 Introducción

Se utilizan diversas técnicas para controlar plagas de insectos en productos almacenados, desde el soleamiento y ahumado en la granja tradicional hasta la irradiación en gran escala en almacenes de productos a granel. Esta sección del manual se ocupa sólo de técnicas probadas aptas para el almacenamiento en pequeña y mediana escala en condiciones tropicales.

Es difícil hacer recomendaciones especiales; cada técnica debe experimentarse en cada situación particular, y puede resultar inapropiada como consecuencia de variaciones de:

- a. carácter económico (el valor del producto en relación con el costo de los mate

- riales y la mano de obra);
- b. problemas de plagas (aparición y resistencia);
- c. técnicas dentro del sistema de explotación o la disponibilidad de nuevos productos.

Es importante considerar los dos aspectos siguientes:

- a. especificaciones económicas;
- b. especificaciones técnicas. Eficiencia contra las plagas en cuestión. Riesgos para el agricultor y el consumidor.

El mejoramiento que se obtenga con el uso de la técnica de control ¿será rentable?
A esta pregunta podrá responderse satisfactoriamente sólo realizando ensayos sobre el terreno corroborados con una evaluación efectiva de las pérdidas.

9.2 Técnicas de control de plagas

9.2.1 Saneamiento. Es de importancia vital reducir la población infestante inicial e impedir el desarrollo de cualquier plaga de insectos en los productos de cultivos.

Antes de colocar un nuevo cultivo en un almacén es necesario:

- a. ***Eliminar el material infestado:*** no mezclar el grano nuevo con el viejo; se fumigar completamente el material viejo que haya de mantenerse.
- b. ***Limpiar las estructuras de almacenamiento:***
 - barrer todo indicio de grano derramado, polvo, etc.;
 - eliminar el polvo del equipo y la maquinaria de manipulación;
 - desinfectar los sacos y cestos, mediante soleamiento y tratamiento químico;
 - tener en cuenta lo siguiente:
 - las estructuras grandes requieren generalmente tratamiento químico;
 - las estructuras rurales pequeñas se pueden limpiar con humo/sol/luvia; después de algún tiempo los insectos dejarán generalmente un hórreo o rumbu vacío y limpio.

[Figura 9.1: Limpieza de la estructura de almacenamiento](#)

Figura 9.2: Desinfección de los sacos

Adoptar medidas de control tempestivas para prevenir la infestación de los cultivos que están madurando en el campo.

9.2.2 Resistencia natural. Las variedades de cultivos difieren en cuanto a su susceptibilidad al ataque de las plagas de almacenamiento.

Las variedades tradicionales son generalmente más resistentes a las plagas de almacenamiento que las variedades nuevas. Si se introducen nuevas variedades, se han de adoptar medidas para mejorar las técnicas de almacenamiento y el control de plagas.

Actualmente se están seleccionando nuevas variedades de maíz y caupi que tengan mayor resistencia durante el almacenamiento, variedades que pueden obtenerse por conductos comerciales.

Hay algunas características generales de resistencia en los siguientes cultivos:

- a. maíz: una buena cubierta de espigas puede reducir la infestación en el campo,**

- y en el maíz almacenado con las espigas disminuye el índice de incremento de las plagas;
- b. sorgo: las variedades en que la gluma cubre el grano tienden a ser más resistentes antes de la trilla;
 - c. arroz: el arroz con cáscara es bastante más resistente a las plagas que el arroz descascarado;
 - d. caupí: las vainas secas intactas ofrecen cierta resistencia contra los bruchidos. Si no es posible aplicar la fumigación o almacenar el caupí en contenedores herméticos, es mejor almacenarlo con la vaina;
 - e. cereales: la resistencia varía según la dureza del grano.

9.2.3 Almacenamiento en contenedores herméticamente cerrados. En condiciones de cierre hermético, el reducido contenido de oxígeno y creciente contenido de dióxido de carbono hacen que al final se detenga el desarrollo de insectos y la formación de mohos.

El grano para consumo humano o para semilla debe estar seco; si está húmedo continúa la acción de las bacterias y enzimas, provocando podredumbre y dejándolo inutilizable.

El material ensacado debe estar protegido; si se ha roto el cierre (por causa de insectos, roedores o una manipulación descuidada), el grano queda sin protección ni ventilación, y las pérdidas pueden ser graves.

Un método que ha resultado satisfactorio en el norte de Nigeria (una zona seca) es el de almacenar caupé desgranado en bolsas de plástico cerradas y forradas de algodón; el algodón impide que los insectos que salen perforen la bolsa de plástico.

9.2.4 Control químico. Pueden emplearse insecticidas en los productos almacenados en forma de:

- polvos
- líquidos para rociado
- fumigantes

Los insecticidas generalmente entrañan un cierto grado de toxicidad para las personas, los animales domésticos, las aves de corral, etc., por lo que, al utilizarlos, se observan las precauciones siguientes:

- a. leer las instrucciones del fabricante;**
- b. seleccionar una sustancia química de baja toxicidad para mamíferos y aves;**
- c. no superar la dosis recomendada;**
- d. proteger a los trabajadores; es esencial instruirlos cuidadosamente, supervisarlos constantemente y que utilicen indumentarios protectivos.**

Los insecticidas son generalmente específicos, y no matan a todos los insectos y ácaros; para los almacenes y/o productos almacenados seleccionar una sustancia química aprobada que tenga un «espectro amplio», o bien que especifique la toxicidad para gusanos y gorgojos. Puede ser que se requiera un tratamiento especial para los ácaros.

Los insecticidas pierden en general su eficacia con:

- elevada humedad
- elevadas temperaturas
- luz solar
- tiempo

Las sustancias químicas almacenadas pueden estar protegidas contra dichos factores para asegurar una eficacia constante. En los productos almacenados, los

insecticidas de larga duración ofrecen una protección más duradera contra las plagas, pero aumentan los riesgos para el consumidor. Los insecticidas varían ampliamente en cuanto a su persistencia. Es necesario elegir un insecticida apropiado para cada caso, por ejemplo, sustancias químicas persistentes para el tratamiento de estructuras de almacenamiento; no persistentes para el rociado de ambientes.

Los insectos pueden desarrollar resistencia fisiológica y de comportamiento contra los insecticidas. El uso excesivo o inapropiado de sustancias químicas dará lugar al desarrollo de insectos resistentes. Por ello, se debe utilizar la dosis correcta de insecticida, y sólo cuando sea estrictamente necesario.

9.2.5 Fumigación. Las sustancias químicas que se utilizan para atacar a los insectos a través de su sistema respiratorio se conocen como fumigantes.

Los fumigantes pueden prepararse en forma de:

- **líquidos, bisulfuro de carbono, tetracloruro de carbono, dicloruro de etileno, dibromuro de etileno**

CUADRO 6. Producto CT para plagas específicas de insectos (en mg/litro/hora)

Sustancia química	Especies insectos			
	Rhisopertha	Sitophilus	Triboldum	Trogoderma
Bisulfuro de carbono	294	325	560	700
Tetracloruro de carbono	-	4 500	2 000	-
Dicloruro de etileno	636	1 200	365	2 080
Bromuro de metilo	0,60	1,0	0,50	331

- gases, cianuro de hidrógeno, bromuro de metilo, fosfina

La concentración del fumigante se mide en miligramos por litro de espacio ocupado.

El producto CT es la concentración del fumigante multiplicada por el tiempo en horas que producir la muerte del 99 por ciento de la plaga en cuestión. En el Cuadro 6 se dan detalles de algunos productos CT para fumigantes comúnmente utilizados; es solamente orientativo por lo que respecta a su eficacia, porque pueden intervenir

otros factores.

Se indican a continuación algunas características de los fumigantes más comunes.

El bisulfuro de carbono sería un fumigante razonablemente satisfactorio, si no fuera tan inflamable (una chispa causada por el roce de un clavo con una piedra lo hace explotar, por lo que varias veces se utiliza hoy día).

El tetracloruro de carbono no parece ser un fumigante muy bueno, pero de hecho penetra profundamente en el grano, por lo cual se mezcla a menudo con otros fumigantes de poca penetrabilidad para transportarlos a través del producto. No es inflamable, pero si se utiliza durante un cierto periodo puede causar trastornos al hígado.

El dibromuro de etileno resulta eficaz, pero es absorbido muy rápidamente, por lo que logra penetrar muy poco a través del grano.

El dicloruro de etileno es inflamable y su penetración no es tampoco buena. No se recomienda su uso.

El bromuro de metilo es un fumigante excelente, pero al ser inodoro y muy venenoso

sólo puede ser utilizado por personas capacitadas.

La fosfina es también un fumigante excelente y bastante fácil de utilizar. Se emplea en forma de mezcla con fosfuro de aluminio y carbamato de amonio. Son sustancias estables si se mantienen en recipientes de cierre hermético, pero si se exponen al aire toman agua y liberan fosfina, amonio y dióxido de carbono. La fosfina contiene normalmente impurezas que la hacen espontáneamente inflamable, pero es inocua en presencia de amonio y de dióxido de carbono. Las sustancias químicas están preparadas de forma que se dispone de unos 30 minutos para distribuir la mezcla antes de que se libere el gas. El gas despide un olor fuerte y desagradable, lo que hace que sea fácil de detectar. La fosfina es el único fumigante que no interfiere con la germinación si se trata de grano que ha de utilizarse para la siembra. Los otros fumigantes pueden afectar a la germinación si el grano se expone excesivamente a los fumigantes o si éstos se aplican repetidas veces.

La fumigación en la práctica comprende consideraciones sobre la escala de la operación, y sobre la sanidad.

En la fumigación en pequeña escala, los granos y otros productos pueden fumigarse en un bidón de 150 litros utilizando tetracloruro de carbono. Se echan unos 150 ml en la superficie del grano; se cierra luego herméticamente la tapa colocando una

cinta adhesiva en torno a la unión entre la tapa y la base, y se deja el grano durante 14 días. Si se trata de grano que ha de emplearse para la siembra, deberá airearse después de la fumigación; de lo contrario puede perjudicarse la germinación.

En la fumigación en gran escala, la fumigación con fosfina puede realizarse utilizando preparados en forma de tabletas, gránulos o polvo en sobres. Los fabricantes proporcionan las instrucciones para las dosis que han de utilizarse. Los sacos de grano pueden fumigarse bajo una tela de plástico; se apila el grano sobre una tela de plástico, y se cubre con otra tela; después de aplicar el fumigante se enrollan juntas la tela superior y la inferior. Se colocan luego bolsas de arena sobre el extremo enrollado para lograr un cierre hermético.

Si no es posible colocar una tela para cubrir el grano, se deberá asegurar el cierre hermético del edificio antes de proceder a la fumigación. Otra posibilidad es la de colocar una tela de plástico que cubra toda la estructura del edificio antes de proceder a la fumigación.

La inocuidad es un aspecto fundamental. Todos los fumigantes pueden matar a las personas lo mismo que a los insectos, y algunos pueden causar graves desórdenes a las personas que se exponen a concentraciones incluso bajas durante largo tiempo. No deberán tenerse, por consiguiente, existencias de fumigantes en oficinas o almacenes

donde trabajan personas.

Pueden suceder siempre accidentes; por eso, conviene que estén presentes siempre dos personas al aplicar los fumigantes. La fumigación deberá ser realizada sólo por personal capacitado y debidamente supervisado.

Cuando se aplica fosfina, una de las personas deberá utilizar un respirador provisto del filtro apropiado. Como la fumigación con fosfina es de fácil aplicación, hay un número creciente de personas que la utilizan sin un conocimiento apropiado de los peligros. Algunos fumigantes se suministran en envases que no pueden volver a cerrarse herméticamente, con el consiguiente riesgo de que se deje parte del producto en una oficina o incluso en casa. Cuando se quita la cubierta después de un período de fumigación habrá una elevada concentración de gas durante breve tiempo, que puede ser peligrosa. Teóricamente, el material deberá ser manipulado solamente por el personal encargado de la protección de los cultivos, pero como éste es tan escaso y los resultados de la fumigación pueden ser tan satisfactorios, existe una presión comercial para difundir estos productos. Visto que parece inevitable que personas no capacitadas utilicen la fosfina, deberá instarse a los medios de comunicación (la prensa, radio y televisión) a que proporcionen todas las instrucciones que sean posibles sobre su uso apropiado.

[Figura 9.3: Mezclado de polvo insecticida con el grano](#)

[Figura 9.4: Tratamiento del maíz en mazorca](#)

9.2.6 Control biológico de plagas. Estos métodos han resultado eficaces en algunas situaciones. Se ha utilizado *Bacillus thuringiensis* para controlar algunas especies de plagas de insectos en cereales almacenados. Los gatos constituyen un medio eficaz de control de pequeñas cantidades de roedores dentro y en los alrededores de la granja, pero no deben utilizarse en los almacenes.

[Go to next page](#)

[Indice](#) - [◀Precedente](#) - [Siguiente▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

9.3 Control químico: métodos específicos

[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiete ▶](#)

9.3.1 Polvos insecticidas. Generalmente se trata de una mezcla de polvo diluido en dosis de 2,5 a 15 ppm de ingrediente activo, según el insecticida, en el momento de cargar/ensacar.

Se dispone la cantidad apropiada de polvo en un recipiente de lata o plástico perforado y se espolvorea el producto estrato por estrato, antes de ensacarlo. Cuando se trata de grano a granel, el polvo se mezcla más eficazmente agitando dentro de un recipiente junto con el producto, revolviéndolo con una pala en el suelo, o mezclándolo en un tambor giratorio. Se dispone de aparatos comerciales para operaciones en gran escala.

Estos tipos de insecticidas provocan muchos problemas.

Los polvos insecticidas se usan en herreos y en almacenes a granel; en estos últimos son más eficaces. Además, son adecuados sólo para condiciones secas.

- a. Es difícil establecer un dosaje exacto y lograr una mezcla total.
- b. La aplicación puede realizarse solamente durante la carga, lo cual exige mano de obra adicional; en consecuencia, a menudo no se realiza de forma apropiada.

- c. La descomposición del ingrediente activo puede ser particularmente grave cuando se trata de preparados locales en que la sustancia transportadora no es suficientemente <<Inerte>>; no hay razón para la reaplicación.
- d. La resistencia de los insectos depende del insecticida utilizado y de las especies de insecticidas, más que del preparado.

Entre las sustancias químicas idóneas están las tradicionales (malatión; lindano/gamma B.H.C.) y las potencialmente mejores (pirimifos-metilo, piretroides sintéticos).

9.3.2 Insecticidas para rociado. El método para usar rociadores es mezclar de 10 a 15 ppm de ingrediente activo (i.a.), con la cantidad mínima de agua necesaria para poder hacer una aplicación homogénea (de 0,3 a 2 litros/tonelada de producto, según el aplicador de que se trate). Una cantidad tan pequeña de agua no daría origen a mohos. El insecticida puede aplicarse con un pequeño aplicador doméstico (tipo Shelltox), pero con un rociador de mochila se reducen las necesidades de mano de obra.

La aplicación de rociadores varía según el tipo de instalación de almacenamiento.

En los almacenes se usan los siguientes procedimientos.

- a. **Productos ensacados:** se rocía cada estrato de sacos a medida que se va construyendo la pila; esta aplicación deberá bastar para protegerla durante varios meses, pero en caso de reinfestación, deberá volver a rociarse y fumigarse la pila para lograr una penetración efectiva.
- b. **Rociado del espacio:** se rocía con un insecticida no persistente para matar los adultos de insectos voladores, especialmente las mariposas de almacén; se utiliza juntamente con la fumigación bajo telas de plástico.
- c. **Condensación de vapores:** se utiliza para el mismo fin; se emplean aplicadores eléctricos que despiden gotitas muy pequeñas, que quedan en suspensión en el aire, mejorando al máximo la eficacia.
- d. **Tratamiento superficial:** se rocían con un insecticida permanente las paredes, el tejado y el suelo de la estructura del almacén.

En los hórreos, el insecticida se rocía directamente sobre el producto. Si la infestación proveniente del campo es considerable, conviene rociar cada cestada cuando se va cargando; de lo contrario, los insecticidas deberán aplicarse a la parte exterior del hórreo después que se ha terminado de cargar, volviendo a aplicarlos a intervalos según sea necesario; se aconsejan aplicaciones mensuales.

Entre los problemas que presentan los rociadores, figuran:

- a. descomposición de las sustancias químicas en hornos altamente ventilados (aunque ello implica una mínima toxicidad residual para los consumidores);
- b. poca penetración en algunos tipos de estructuras;
- c. falta de disponibilidad de rociadores y de sustancias químicas idóneas.

Entre las sustancias químicas, generalmente se utilizan piretroides para el rociado de ambientes y/o el control del gorgojo mayor de los cereales; diclorvos para la condensación automática de vapores (nota: alta toxicidad para los mamíferos), y malatión o pirimifosmetilo para uso general (menor costo, menor toxicidad).

9.3.3 Fumigación. Entre otros métodos, se mencionan la fumigación del producto en los contenedores, y la fumigación de las superficies. Se dispone el producto en bidones, sacos de plástico bajo toldos o telas de plástico. Tras aplicar la sustancia química hay que mantener el producto en condiciones de cierre hermético durante tres días por lo menos cuando se aplica Fostoxina, o aproximadamente un día si se trata de EDB, según las dosis aplicadas. Para la fumigación de pilas de sacos en almacenes, es necesario rociar también el techo y las paredes para prevenir la

reinfestación. Hay que proteger los granos contra toda reinfestación subsiguiente.

Las aplicaciones de fumigantes varían según el tipo de cultivo en el que se efectúan. Son indispensables para cultivos de exportación: maní, café, cacao. En las explotaciones agrícolas en pequeña escala puede justificarse la fumigación de material de siembra de cultivos de gran valor, tales como las legumbres.

Los fumigantes pueden ser muy peligrosos si no se emplean correctamente; no deben utilizarse en los pabellones destinados a vivienda. Otro problema es que no dejan actividad residual.

Hay dos tipos de preparados químicos empleados para la fumigación. a) Gas de fosfina (v. gr. Fostoxina); se suministra en forma de tabletas de fosfuro de aluminio, que liberan fosfina al entrar en contacto con la humedad del aire. Resulta cómodo de utilizar, pero se requieren condiciones de cierre hermético durante trescuatro días para una eliminación total, y más días con temperaturas frías. b) Se dispone de diversas combinaciones y preparados con dibromuro de etileno, bromuro de metilo y tetracloruro de carbono (por ejemplo Trogocida). Son todos fumigantes a base de líquidos volátiles. Se dispone de capsulas y saquitos para aplicaciones en pequeña escala, así como cilindros de presión para aplicaciones en gran escala. Son difíciles de utilizar y comportan cierta toxicidad residual y posibles riesgos para el consumidor;

se requiere menos tiempo para la fumigación, normalmente menos de un día, según el preparado que se utilice. No se recomienda su uso en las explotaciones agrícolas ni a nivel de aldea, y las operaciones deberán ser realizadas únicamente por personal capacitado.

9.4 Toxicidad

Todos los insecticidas son también en cierta medida tóxicos para los mamíferos.

La toxicidad generalmente se expresa como DL50. Técnicamente, es la dosis en mg de ingrediente activo necesaria por kg de peso corporal del consumidor, en condiciones especificadas (método de aplicación e intervalo de tiempo), para matar el 50 por ciento de la población de ensayo, generalmente ratas.

La expresión DL50 de una sustancia química constituye una indicación razonable de su toxicidad para los humanos, y por consiguiente de los riesgos que comporta su uso. Se ha de señalar, sin embargo, que algunos compuestos son altamente activos contra determinadas clases de animales, por ejemplo, algunos insecticidas organofosforados, tales como fenitrotión, son muy tóxicos para los pájaros y

también para las aves de corral.

Sobre la toxicidad de los insecticidas recomendados, véase la Sección 9.6.

9.5 Preparados y dosis

Los insecticidas comerciales constan de una cantidad (generalmente pequeña) del compuesto tóxico - el ingrediente activo (i.a.) - y otras sustancias, tales como:

- a. extendedores inertes como talco, etc. en polvo y agua en rociadores;**
- b. surfactantes, que hacen que el compuesto pueda mezclarse con agua y adherirse a las plagas y al producto almacenado;**
- c. agentes sinérgicos, que pueden añadirse para aumentar la eficacia del ingrediente activo (por ejemplo, piperonil butóxido con piretroides).**

La mezcla se describe como un preparado que presenta características particulares.

- a. polvos para aplicación en seco;**
- b. polvos humectables (p.h.) para mezclarlos con agua para rociado;**

c. concentrado emulsionable (c.e.), para rociado.

En el preparado deberá declararse siempre la concentración del ingrediente activo, bien directamente: malathion en polvo al cinco por ciento, es decir, al cinco por ciento de ingrediente activo, o indirectamente: actellic 25 c.e., que significa 25 por ciento de ingrediente activo en solución.

Las dosis pueden expresarse de tres modos:

- a. indicando la cantidad de producto crudo (p.c.), es decir, la solución de la botella que ha de utilizarse; por ejemplo, 40 ml en cinco litros, para aplicarlo en una tonelada;
- b. indicando la concentración para rociado, que generalmente se refiere a la concentración de ingrediente activo, por ejemplo, utilizar una solución al 10 por ciento;
- c. indicando la concentración de ingrediente activo; por ejemplo, <<aplicar el polvo en dosis de 10 ppm de i.a.

Es importante poder hacer la conversión de una base a otra. Por ejemplo, la instrucción <<aplicar actellic a razón de 15 ppm i.a. significa que deberán aplicarse 15 gramos de ingrediente activo por cada millón de gramos de producto, es

decir, por cada tonelada.

- a. Si se parte de una base de un cinco por ciento en polvo, significa que 100 gramos de producto crudo (p.c.) contienen solo cinco gramos de ingrediente activo. 300 gramos de p.c. contienen 15 g, y por consiguiente se aplican 300 gramos de polvo por tonelada (o sea 30 gramos por cada saco de 100 kg).
- b. Partiendo de una base de 25 c.e., se entiende que contiene 25 ml de i.a. por 100 ml de p.c. Considerando que un ml pesa aproximadamente un gramo, para obtener 15 gramos de i.a. se necesitan $15 \times 100/25$, es decir, 60 ml de solución.

La cantidad necesaria de insecticida para rociado puede mezclarse en cualquier cantidad conveniente de agua: por ejemplo, utilizando actellic 25 c.e. para rociar un hórreo, podrá utilizarse bien una bomba manara] de tipo Shelltox, en cuyo caso se necesitarán 60 ml de solución en 250 ml de agua, o bien un rociador de mochila cp 3, mezclando 60 ml de solución con cinco litros de agua. En ambos casos, toda la solución de rociado se aplicará a una tonelada de producto.

Si se especifica la concentración de la solución, los cálculos se realizan de modo análogo:

- a. para aplicar una solución al 7,5 por ciento de i.a., partiendo de un preparado al

- 25 por ciento de c.e., se necesitan 7,5 ml por cada 100 ml de rociado, lo que equivale a 75 ml por cada litro;**
- b. hay 25 ml en cada 100 ml del preparado;**
 - c. para obtener 75 ml de i.a., se necesitan por tanto 300 ml de preparado;**
 - d. se añade luego agua para completar un litro en total.**

Nota: 300 ml de p.c. + 700 ml de agua, completan un litro de preparado para rociado.

9.6 Algunos insecticidas para productos almacenados: resumen de las propiedades

Los insecticidas que se emplean para los productos almacenados, comprenden los siguientes:

Gamma B.H. C./Lindano

- organoclorado**
- muy estable**
- DL50 oral aguda para ratas: 88 mg/kg**

- **nocivo para el ganado y el pescado**
- **evitar el uso en cereales de consumo humano**
- **algunos insectos son resistentes a este compuesto**

Malatión

- **organofosforado**
- **persistencia limitada**
- **DL50 2 800 mg/kg**
- **finalidad general: rociado o espolvoreado**

Iodofenfos (v. gr Nuvanól, Elocril)

- **organofosforado**
- **persistencia limitada**
- **DL50 2100 mg/kg**
- **finalidad general: rociado o espolvoreado**

Piretroides sintéticos (v gr. Permetrín)

- **persistencia limitada**

- **DL50: 3 000 mg/kg**
- **Rociado o espolvoreado; costoso**

Pirimifos-metilo (v gr Actellic)

- **organofosforado**
- **persistencia limitada**
- **DL50: 800 mg/kg**
- **finalidad general: rociado o espolvoreado**

Diclorvos (v gr. Nuvan)

- **organofosforado**
- **breve duración**
- **DL50: 80 mg/kg**
- **se utiliza para condensación de vapores en almacenes**

Propoxur (v. gr. Baygon)

- **carbamato**
- **muy persistente**

- **DL50: 100 mg/kg**
- **estructuras de almacenamiento**
- **no muy eficaz contra los escarabajos**

10. Almacenamiento en h**?**rreros

10.1 Introducci**?**ón

Los sistemas tradicionales dependen del aire ambiental natural para el secado. Parte del secado se realiza en el campo antes de la cosecha. Los productores de peque**?**as cantidades de ma**?**z seco con las espatas, por ejemplo, exponen las mazorcas a la atm**?**sfera. Los productores de grandes cantidades utilizan una variedad de estructuras naturalmente ventiladas para reducir a un 20 por ciento el contenido de humedad de las mazorcas, que es cuando se considera que est**?**ón razonablemente fuera de todo riesgo de ataques de insectos.

En las zonas tropicales húmedas se utilizan extensamente estructuras redondas de paredes apersianadas. Varían de 1 a 3 metros de diámetro y hasta 2,5 metros de altura. Se emplean tarimas para almacenar las mazorcas de maíz con las espatas, dispuestas a menudo en una forma específica, y se puede encender fuego debajo de las tarimas. Un tejado de paja proporciona protección contra la lluvia.

La limitación principal en las estructuras ventiladas tradicionales es el largo período de secado en el campo necesario antes de disponer la cosecha en el herreo. Ello comporta una mayor infestación al momento de la cosecha, que puede aumentar luego durante el almacenamiento.

Los sistemas mejorados de recolección, secado y almacenamiento del maíz deberán tender a lo siguiente:

- a. una recolección más temprana (cuando el contenido de humedad sea del 35 por ciento sobre la base del producto húmedo, lo cual reduce el nivel de infestación en el campo);**
- b. secado en estructuras tradicionales mejoradas, porque resultan familiares a los agricultores; y**
- c. protección de la cosecha contra la infestación durante el almacenamiento.**

10.2 Diseño ideal del hórreo

En una serie de ensayos para evaluar los efectos del tamaño y la forma de los hórreos en los índices de secado de maíz en la mazorca y en los niveles de infestación y deterioro, realizados bajo la dirección del African Rural Storage Centre (ARSC) en (Badagry y Benin, Nigeria, se obtuvieron los resultados siguientes:

- a. mazorcas de maíz con y sin espigas secadas en hórreos a un porcentaje de humedad igual;
- b. mazorcas con espigas y con más del 26 por ciento de c.h.p.h., se enmohecieron;
- c. la orientación de los hórreos rectangulares tuvo relativamente poca importancia, salvo en zonas donde predominaba algún viento;
- d. las mazorcas de maíz con espigas necesitaban protección contra el deterioro por insectos, si se las dejaba intactas en los hórreos después del secado;
- e. el índice de secado de las mazorcas de maíz en los hórreos particularmente en hórreos estrechos, fue análogo al índice de secado de las mazorcas en el campo;
- f. cuando el contenido de humedad inicial era superior al 28 por ciento c.h.p.h. los

- mejores resultados se obtuvieron en hórreos de 600 mm de ancho;
- g. fue importante que los hórreos tuvieran un tejado con alero para reducir los daños causados por la lluvia en la capa superior de las mazorcas almacenadas. La mojadura superficial de los lados o los extremos de las mazorcas no fue importante en casi todo el año;
 - h. todo material de construcción de las paredes que dejara un mínimo del 10 por ciento de superficie abierta bastante homogéneamente distribuida resultó satisfactorio;
 - i. todo tipo de material utilizado para proteger contra la lluvia resultó idóneo para la cobertura del tejado;
 - j. el método de control de insectos más eficaz durante el almacenamiento resultó el de rociar mensualmente la parte exterior del hórreo con un preparado a base de pirimifos-metilo.

10.3 Diseños de hórreos mejorados

En las Figuras 5 y 22 y en la Sección 5.6.2 se muestran diseños recomendados de hórreos.

La base del espacio destinado a almacenamiento se halla a un metro de altura sobre el nivel del suelo y se apoya en soportes verticales de 1,5 m de altura, distintos de los soportes verticales más largos, en los que se apoyan el tejado y las paredes del hórreo. Los escudos de protección contra las ratas se colocan en el soporte vertical por debajo del nivel de la base del hórreo

El ancho del hórreo es de 600 mm para zonas muy húmedas y de hasta 1500 mm donde las condiciones de secado son mejores

En el cuadro que sigue figura la capacidad del hórreo por cada metro de ancho

Ancho del hórreo (mm)	Peso de las mazorcas a la cosecha (kg)	Peso del grano (a 14% c.h.p.h.)
600	500	300
1000	850	500
1500	1275	750

[Figura 10.1: Estructuras ventiladas tradicionales](#)

El hórreo podrá tener la longitud que sea necesaria. Podrá utilizarse cualquier

material para su construcción, siempre que soporte el peso de las mazorcas y deje un mínimo del 10 por ciento de superficie abierta.

10.4 Costo de la construcción del hórreo

Un hórreo fabricado con postes de madera aserrada, paredes de red metálica, tejado de chapa ondulada y escudos metálicos de protección contra las ratas costará tres veces más que un hórreo de igual tamaño fabricado con soportes de teca, paredes apersianadas de bambú, tejado de chapa ondulada y escudos metálicos de protección contra las ratas. Un hórreo fabricado exclusivamente con materiales de la granja o del bosque costará aproximadamente la mitad de un hórreo con postes de teca y un sexto de uno fabricado con madera aserrada.

Estos costos se refieren a costos de capital por tonelada almacenada y por año, y teniendo en cuenta la duración prevista de los hórreos.

Los hórreos construidos con materiales producidos en la granja requieren mayor mantenimiento que las construcciones más costosas y, aun así, durarán quizás cuatro estaciones. Los hórreos fabricados con postes de teca pueden durar de 8 a 10

estaciones si se tiene cuidado de protegerlos contra los ataques de termitas.

La dependencia de estructuras rurales del Ministerio de Agricultura de Kenya y el Centro Rural Africano de Almacenamiento FAO/DANIDA, (badon, Nigeria, publicaron folletos en los que se describía la construcción y uso de un hórreo mejorado para maíz.

11. Almacenamiento de raíces y tubérculos

La recolección es una función importantísima. Si esta operación no se realiza con la máxima eficiencia, las medidas posteriores para evitar pérdidas poscosecha pueden resultar inútiles. Si, por ejemplo, se magullan o dañan de algún modo las raíces y los tubérculos durante la recolección, probablemente no tendrán ningún valor las consideraciones de manipulación o envasado mejoradas, ya que tendrán lugar una temprana infestación con mohos y virus y habrá comenzado ya la putrefacción. Si las operaciones de recolección se efectúan correctamente tendrán

más sentido introducir más tarde métodos mejorados. La utilización de instrumentos y equipo apropiados para la recolección, así como la capacitación en su uso correcto deberán constituir una prioridad de las actividades para evitar pérdidas de alimentos poscosecha.

11.1 Cacao

En la mayor parte de Africa occidental, por ejemplo, la cosecha principal de cacao se recoge entre septiembre y noviembre. Parte se consume o se vende inmediatamente, pero el grueso de la cosecha se almacena durante un periodo de seis meses como máximo, para utilizarlo más tarde, bien como alimento o bien para plantación.

Hay varios métodos tradicionales de almacenamiento del cacao:

- a. uno de los más populares, especialmente en las zonas forestales, es un recinto construido con bambú que consta de una estructura vertical sobre la que se atan uno por uno los cacaos con cuerda o ligaduras de arbustos. Se crea siempre sombra, generalmente con árboles;**

- b. en la zona de sabana se encuentran generalmente formas de almacenamiento menos elaboradas, tales como chozas construidas con tallos de sorgo dentro de las cuales se apilan los ñames;**
- c. un tercer método que ha tenido éxito es el del almacenamiento en montones o bajo tierra.**

Las pérdidas en estos tipos de almacenamiento tradicional son muy elevadas; una estimación conservadora sería de un 25 por ciento. Las pérdidas se deben a diversos factores:

el nematodo *Scutellonema*, comúnmente denominado nematodo del ñame, es uno de los más importantes. Los tubérculos de ñame infestados con esta plaga al momento de la recolección no se conservan. Otro nematodo importante es el nematodo de la raíz, pero este generalmente no afecta a la conservabilidad;

- las podredumbres fúngicas y bacterianas son la causa de gran parte de las pérdidas durante el almacenamiento. Muchos de estos patógenos (patógenos de lesiones) invaden el tubérculo a través de las lesiones causadas por nematodos o por daños físicos, tales como cortes y rozaduras;
- los roedores, como las ratas y los ratones, y a veces otros mamíferos, atacan a los ñames durante el almacenamiento, causando pérdidas;

- también los insectos pueden contribuir a las pérdidas durante el almacenamiento. En particular las chinches y las cochinillas, que alimentándose de gemes, reducen las reservas alimentarias de los tubérculos, dejándolos a menudo demasiado débiles para que puedan desarrollarse cuando se utilizan para plantación, y
- pérdidas fisiológicas debidas a la germinación y respiración, que representan gran parte de la pérdida de peso durante el almacenamiento. También esta actividad consume las reservas alimentarias y agota los materiales de plantación. La germinación da a menudo al gema un sabor amargo y desagradable.

Generalmente las pérdidas de almacenamiento en zonas de sabana son inferiores a las de la zona forestal. Ello se debe probablemente a la menor incidencia del nematodo *Scutellonema* y a que los gemes cultivados en ambientes más secos tienen generalmente un mayor contenido de materia seca. Este factor parece importante para el almacenamiento, así como también el hecho de que los cultivares producidos en sabana tienen un periodo de latencia endógena más prolongado, y no germinan tan pronto durante el periodo de almacenamiento.

Aunque se reconoce que el almacenamiento constituye uno de los problemas críticos que limitan la producción del gema, la mayoría de los estudios sobre el mejoramiento de los métodos de almacenamiento del gema no han logrado aportar

nuevas ideas en el sector de la tecnología intermedia. No hay al parecer diferencias en la práctica entre los mejores métodos de almacenamiento tradicionales actualmente utilizados por los agricultores y los métodos tecnológicos avanzados en gran escala, que en todo caso no podrán aplicarse actualmente en muchas partes del mundo rural.

Para reducir las pérdidas en las modalidades de almacenamiento tradicionales son importantes los factores siguientes:

- a. hay que reconocer que las características de almacenamiento son diferentes para las distintas especies de ñames. Como regla general, el ñame de agua (*Dioscorea alata*) se conserva mejor que el ñame blanco (*D. rotundata*), y este mejor que el ñame amarillo (*D. cayenensis*). Hay también diferencias entre variedades de la misma especie. Variedades que presentan mejores características de almacenamiento son i) las que tienen un período de latencia más prolongado; ii) las que cicatrizan bien, y iii) las que tienen formas que facilitan la excavación sin lesiones. Las variedades que tienen malas características de almacenamiento deberán consumirse o venderse en primer lugar, y conservarse sólo las variedades que tienen buenas características de almacenamiento;
- b. es muy importante observar la condición de los tubérculos de ñame al

- momento de almacenarlos, para determinar la duración del almacenamiento. Solo podrán almacenarse los tubérculos que estén en buen estado, es decir, los tubérculos exentos de nematodos, de podredumbres y de lesiones físicas. Para reducir las lesiones físicas, es necesario manipular cuidadosamente los tubérculos durante todas las operaciones de recolección y transporte. Toda lesión, raspadura o magulladura o corte profundo producido con el machete o azadón utilizado para excavar predispondrá al tubérculo al ataque de patógenos y a la pudrición posterior durante el almacenamiento. Es importante evitar la exposición de los tubérculos, especialmente los recién excavados, durante largo tiempo, a un sol intenso, ya que ello puede provocar lesiones y favorecer la putrefacción;**
- c. deberá examinarse periódicamente la condición de los tubérculos almacenados, marcando los que comienzan a deteriorarse, para consumirlos inmediatamente;**
 - d. si los tubérculos han de utilizarse solamente para alimentación y no para plantación, puede retardarse la germinación eliminando la cabeza del tubérculo antes de colgarlo en el hilerero o almacenarlo. Si los tubérculos para plantación comienzan a germinar antes de la época de plantación no es aconsejable arrancar las cabezas, sino cortar los gormenes apenas comienzan a despuntar y mantenerlos cortados hasta la época de plantación. De este modo se impide**

- que los brotes agoten las reservas del plantón antes de la plantación;
- e. los locales de almacenamiento, sean éstos cobertizos, hórreos o pozos, deben ser limpiados antes de depositar en ellos nuevos cámbios. Hay que eliminar los cámbios viejos y los escombros del almacén y de las zonas circundantes. De esta forma se evita la contaminación por los patógenos presentes en viejos tubérculos deteriorados. Hay que sacar del lugar de almacenamiento los montones de troncos o recipientes, maquinaria, herramientas, etc, donde pueden esconderse las ratas y otros roedores. Si se utilizan árboles para crear sombra, hay que podarlos tres meses antes de que comience el almacenamiento, para que penetren los rayos solares hasta el suelo del cobertizo y lo saneen. La poda tempestiva permite también a los árboles adquirir el follaje necesario para la sombra antes de que comience la época de almacenamiento. En los cobertizos para cámbios se espolvorear con polvos insecticidas en la base de todos los soportes verticales para combatir hormigas y toda clase de insectos trepadores, pero se ha de tener gran cuidado de no contaminar con insecticidas los cámbios destinados a alimentación;
 - f. tal vez sea posible modificar la estructura de los almacenes tradicionales para colocar escudos que impidan el acceso a las ratas

Los experimentos recientes indican que el curado de tubérculos de cámbio con temperaturas y humedades relativamente altas puede mejorar el almacenamiento,

curando las lesiones y endureciendo la piel Las temperaturas de 30 "C a 40" y 70 a 90 por ciento de h r durante uno a cuatro días resultan eficaces para reducir pérdidas durante el almacenamiento. Estas condiciones pueden lograrse por diversos medios; uno de los más fáciles es el de cubrir los tubérculos con una lona alquitranada.

Para el curado, es importante seleccionar el periodo oportuno Es decir, deber efectuarse inmediatamente después de la recolección, para curar las lesiones producidas durante la recolección y el transporte al cobertizo. La manipulación después del curado debe realizarse con el máximo cuidado para evitar las lesiones.

Las ventajas del curado son máximas cuando los tubérculos se almacenan en condiciones de temperaturas bajas, y mínimas cuando se depositan en cobertizos u hornos tradicionales. La razón es que las estructuras tradicionales permiten el curado de los tubérculos durante la primera parte del periodo de almacenamiento.

Se han estudiado dos mejoras tecnológicas avanzadas de almacenamiento en gran escala. Aunque no sean apropiadas para el almacenamiento en la granja, pueden tener futura aplicación como parte del sistema de mercadeo para almacenamiento a granel en los puntos de recolección. Las mejoras son las siguientes:

- a. para prolongar la duración de los tubérculos de cañame pueden emplearse

almacenes de temperatura controlada como los que se utilizan en todo el mundo para una amplia variedad de productos perecederos. Las temperaturas en torno a los 20 °C se han demostrado eficaces para inhibir la germinación y reducir la respiración. No obstante, no deberían almacenarse a temperatura inferior a los 15 °C, porque por debajo de esta temperatura, se producen daños por excesivo enfriamiento;

- b. se ha ensayado también un segundo método, que consiste en la aplicación de rayos gamma. El Dr. Adesuyi del Nigerian Stored Products Research Institute ha demostrado que irradiando los tubérculos antes de depositarlos para el almacenamiento, se inhibe la germinación hasta seis meses.

Se trata de métodos del futuro, pero se mencionan para indicar que no se está descuidando la investigación en el campo del almacenamiento del grano.

[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiete ▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

12. Elaboración de los cereales (distintos del arroz)

[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiete ▶](#)

La recolección y trilla de los cereales es tan importante como la recolección de raleas y tubérculos. Si las operaciones no se realizan con verdadera eficacia, las demás actividades para evitar pérdidas cosecha resultarán seguramente de poco valor.

Por ejemplo, no debería romperse la cascara de los granos durante la recolección, porque de lo contrario el ataque y la infestación de insectos se propagarían más rápidamente. La utilización de equipo apropiado para la recolección y la trilla, y la capacitación para su uso correcto constituyen elementos esenciales de toda actividad para impedir pérdidas cosecha.

Las principales operaciones de elaboración de los cereales son:

- trilla
- clasificación
- molienda

12.1 Trilla

El proceso de trilla sirve para separar los granos de los tallos o espigas en los que han crecido. La trilla puede realizarse en el campo, en la granja o en la aldea; puede realizarse manualmente con ayuda de animales o con maquinaria. Los métodos más sencillos consisten en golpear las espigas contra un muro o el suelo, pisar las espigas contra una superficie dura, caminando encima las personas, haciendo pasar directamente a los animales sobre el grano o haciéndoles arrastrar una máquina o rastra.

Las máquinas trilladoras pueden ser accionadas por personas o animales o, en formas más modernas, mediante motores de combustión interna. Se han ensayado diversos modelos que han dado resultados satisfactorios.

Los granos de maíz deben separarse de la mazorca después de haber eliminado las espigas; se dispone de una variedad de sistemas manuales y mecánicos para esta operación.

12.2 Clasificación

La clasificación consiste en separar los granos sanos de la paja y las impurezas, y

puede hacerse tamizando los o aventando los.

Figura 12.1: Tamizado manual

12.2.1 Tamizado. Las impurezas se separan sobre la base de sus diferencias de tamaño con respecto al grano. Los tamices manuales se utilizan generalmente uno por uno, mientras que las máquinas más sencillas disponen de dos tamices: uno con orificios de gran tamaño (que retiene impurezas de gran tamaño y deja pasar los granos de cereal) y otro con orificios más pequeños (que retiene los granos pero deja pasar impurezas más pequeñas).

12.2.2 Aventado. En este proceso se separan las impurezas tomando como base sus diferentes densidades con respecto a las de los granos de cereal. La operación consiste en aprovechar una corriente de aire para separar las fracciones más ligeras. El método más sencillo es el de hacer caer una cestada de granos e impurezas, en chorro delgado, a una superficie limpia y en medio de una ligera brisa natural. Es un proceso lento y laborioso pero que aún se practica ampliamente.

Las máquinas aventadoras funcionan aplicando el mismo principio, pero creando una corriente de aire mediante un ventilador.

12.2.3 Limpieza selectiva. Un cilindro internamente alveolado separa las impurezas más pequeñas que los granos de cereal, transportándolas más allá del punto en que los granos sanos son expulsados y depositándolas en una cuba a medida que va girando el cilindro.

[Figura 12.2: Separadora de tres tamices](#)

Hay en uso maquinaria sofisticada (SORTEX) para seleccionar los distintos granos según su color, pero son máquinas muy costosas y solo se utilizan en aplicaciones especializadas.

La limpieza manual es una operación eficaz pero pesada que, no obstante, es ampliamente practicada por los agricultores.

[Figura 12.3: Aspiradora sencilla](#)

12.3 Molienda

La molienda consiste en la producción de harina a partir del endosperma de los granos de cereal. En la mayoría de los cereales, incluido el maíz, se elimina primero la cubierta de la semilla (bien mediante el machacado manual después de tener el grano a remojo, o bien en una blanqueadora) antes de transformarla en harina. La molienda puede efectuarse mediante trituración manual en un mortero, haciendo pasar el grano entre dos piedras, o utilizando molinos de martillos, de placas o de rodillos mecánicos.

[Figura 12.4: Limpiadora de dos tamices con aspiradora frontal](#)

12.3.1 Equipo de molturación. Los molinos más comúnmente utilizados son el de placas y el de martillo en las aldeas, y el molino de rodillos para operaciones comerciales.

El molino de placas consiste en dos placas circulares de hierro colado con estrías superficiales, montadas sobre un mismo eje horizontal, de forma que las placas se mantienen en posición vertical. Una de las placas es fija y está sujeta al cuerpo del

molino. La otra está montada sobre el eje motor y puede ajustarse para variar el espacio que la separa de la placa fija. Para el funcionamiento se introduce el grano por el centro de la placa fija y se va triturando a medida que pasa entre las dos placas hacia el extremo exterior. La harina molida sale luego por el conducto de salida. Algunos modelos disponen de tres placas, dos exteriores fijas y una central rotatoria.

Figura 12.5: Limpiadora de tres tamices con aspiradoras frontal y posterior

Hay que tener mucho cuidado de que las placas no entren en contacto. Cuando el molino gira en vacío, hay que separarlas utilizando un volante de mano. Se necesita un dispositivo de alimentación para suministrar un flujo homogéneo de grano en el punto de entrada, que generalmente está situado en el centro de la placa fija. La separación de las placas se regula mediante un volante de mano, que aprieta el eje motor y su placa rotatoria en sus cojinetes lisos contra un muelle de compresión.

Figura 12.6: Aventado

El eje gira a poca velocidad, generalmente menos de 1500 rpm, y la producción de un molino típico con un motor de 5 hp y placas de 270 mm de diámetro es de unos 250 kg/hora. El molino de placas puede moler cereales húmedos, cosa que en cambio bloquearía a un molino de martillo. La finura de molienda en un molino de placas

depende de:

- el tipo de placa y estriado utilizados
- la velocidad de rotación
- las condiciones de las superficies de las placas
- la presión de las placas
- la densidad de alimentación
- el tipo de grano
- el contenido de humedad del grano

Los molinos de placas de diámetro más pequeño pueden accionarse a mano.

El molino de martillo original derivó del sistema de machacado a mano. El mortero de mano se sustituyó con un martillo de madera más pesado aplicado al extremo de una palanca que pivote cerca de su centro. En reposo, el martillo queda en una cavidad (generalmente excavada en una piedra) en la que se coloca el grano. La trituración se efectúa levantando el martillo (bajando la palanca en el extremo opuesto) y dejándolo caer por su propio peso.

Los molinos de martillos modernos se componen de un juego de martillos fijos u oscilantes montados sobre un eje rotatorio y rodeados de un tambor metálico

perforado. El eje gira a una velocidad de hasta 6 000 rpm, según el diseño y diámetro de los martillos, que generalmente se mueven a una velocidad de 75-100 m/s en su extremo. El grano se introduce en el recorrido de los martillos rotatorios a través de una ranura del tambor, y el material molido sale luego a través de los orificios del tambor.

Un ventilador de rueda de paletas aspira el aire a través del tambor perforado y transporta la harina al conducto de salida, donde se la separa de la corriente de aire mediante un clasificador de aire y/o bolsas de filtro textil.

El molino de martillos moderno es excelente para la molturación fina de cereales secos. No se estropea cuando funciona en vacío y puede accionarse fácilmente con motores de combustión interna o motores eléctricos de alta velocidad. La producción es de unos 60 kg/hora por kW de energía. Hasta el 25 por ciento de la energía lo consume el ventilador, que no solo extrae la harina molida, sino que proporciona además la corriente de aire necesaria que pasa a través del tambor perforado.

La finura de molturación depende casi exclusivamente del tamaño y la forma de los orificios del tambor, que rodean parcial o totalmente los martillos. La trituración se realiza por la repetida fricción y machucamiento de los granos contra el tambor

perforado y unos contra otros y, en particular, contra los materiales frágiles, por el impacto de los martillos. Los martillos son generalmente reversibles para compensar el desgaste.

El molino de rodillos es un modelo de molino más sofisticado que el molino de placas o de martillos y se utiliza para producir harina fina de alta calidad, generalmente de trigo, pero también de maíz y sorgo.

Los rodillos de precisión de acero colado tienen superficies estriadas y giran en direcciones opuestas a velocidades ligeramente diferentes. La separación de los rodillos puede regularse con precisión, de forma que cuando es alimentado con una sola capa de grano de tamaño cuidadosamente seleccionado, de la superficie de cada grano se elimina una pequeña cantidad predeterminada a medida que pasa verticalmente hacia abajo entre los rodillos. Toda la operación de molturación consiste en hacer pasar el grano a través de una serie de tales molinos en sucesión, posiblemente hasta en diez fases. El producto de cada fase se tomiza, de forma que la operación permite recoger separadamente las distintas partes constituyentes del grano, tales como el germen y el salvado. Estos molinos tienen gran capacidad de producción y generalmente producen harina para la población urbana.

13. Elaboración del arroz en pequeña escala

13.1 Introducción

La producción de arroz blanco a partir de arroz con cascara es compleja y comprende numerosas operaciones. En los establecimientos de elaboración en gran escala se utiliza maquinaria y equipo muy especializados, en que cada parte realiza quizás sólo una de las 20 o más operaciones que se necesitan para la elaboración comercial del arroz. Dichos establecimientos deben funcionar a gran capacidad para justificar la inversión en equipo.

En la elaboración del arroz en pequeña escala, con capacidades de hasta 500 kg/hora, cada parte de la maquinaria realiza varias operaciones de 1a elaboración del arroz a partir del arroz cascara, bien en una sola pasada a través de la mquina o bien en varias pasadas, ajustando la mquina para cada pasada. Pueden utilizarse dos o más mquinas idénticas en sucesivas etapas del proceso, ajustando cada una para realizar una tarea específica.

13.2 Fases de la elaboración del arroz

En la Figura 13.1 se indican las diversas fases de elaboración del arroz, que abarcan las operaciones desde la cosecha de la panícula hasta la producción del arroz blanco clasificado y pulido

El contenido de humedad del arroz cosechado suele ser superior al 20 por ciento c.h.p.h. Este contenido de humedad se ha de reducir al 12-14 por ciento c.h.p.h. para realizar eficazmente las operaciones de descascarado y elaboración. El arroz cáscara puede descascararse con un contenido de humedad fuera de esta gama, pero el rendimiento de las máquinas es bajo. Las operaciones normales de predescascarado son:

- a. **sancochado**, es un proceso que consiste en remojar el arroz cáscara, tratarlo con vapor y secarlo. El sancochado mejora la calidad nutricional del arroz, facilita la operación de descascarado, y permite obtener una mayor proporción de arroz blanco de grano entero. El arroz cáscara sancochado debe secarse antes de elaborarlo. El arroz elaborado a partir de arroz cáscara sancochado se conserva

- mejor que el arroz no sancochado, y su sabor, color y propiedades de cocción son diferentes. El sancochado es una operación costosa, pero los beneficios generalmente compensan con creces el costo;
- b. hay dos métodos principales de secado; el método local predominante es el secado al sol. El arroz cascara se extiende en una superficie limpia (telón, plataforma de cemento o una superficie de tierra lisa y limpia) y se revuelve a mano regularmente. El secado excesivamente rápido produce grietas capilares en el endosperma del grano de arroz cascara (agrietamiento por el sol). Esas grietas se agrandan y producen una mayor proporción de granos quebrados en las operaciones subsiguientes. La incidencia de grietas se reduce con un secado más lento, que puede lograrse aumentando hasta 150 mm el espesor de la capa de arroz cascara durante el secado al sol y removiéndola frecuentemente.

[Figura 13.1: Fases de la elaboración del arroz](#)

[Figura 13.2: Sección vertical ampliada del grano de arroz cascara](#)

Si el secado se hace con sistemas artificiales deberán seguirse las instrucciones del fabricante. Cuando el arroz cascara esta muy húmedo, y sobre todo después del sancochado, es práctica común secarlo en dos fases, separadas por un intervalo de reposo durante el que se airea el arroz cascara.

La limpieza es una operación importante; las piedrecitas y trocitos de metal pueden perjudicar a la descascaradora, mientras que los trocitos de paja pueden entorpecer la continuidad del flujo de arroz cscara a la descascaradora. Deben separarse todas las impurezas antes de descascarar el arroz. Generalmente se utiliza una combinación de tamizado y aspiración para separar las impurezas ligeras y un separador de piedrecitas para eliminar impurezas más densas.

Se utiliza para descascarar el arroz cscara y blanquear

Clave

1. Tolva de alimentación; 2. Asiento de tolva; 3. Compuerta para regular la alimentación; 4 Cubierta; 5. Eje; 6. Rodillo/eje de acero; 7. Criba; 8 Soporte de la criba; 9. Armazón; 10. Cuchilla descascaradora; 11. Perno de sujeción de la cubierta; 12. Conducto de salida; 13 Cojinetes; 14. Polea motriz; 15 Armazón.

[Figura 13.3: Descascaradora de rodillo de acero tipo Engleberg](#)

Se utiliza para descascarar el arroz cscara

[Figura 13.4: Descascaradora de rodillos de caucho](#)

Clave

1. Tolva de alimentación; 2. Rodillo de alimentación; 3. Rodillo de movimiento rápido; 4. Rodillo de movimiento lento; 5. Superficie de caucho; 6. Brazo regulador de los rodillos; 7. Manilla para regular la luz entre los rodillos; 8. Muelle de compresión; 9. Cubierta; 10. Polea motriz; 11. Cubierta del equipo de accionamiento; 12. Conducto de salida; 13. Base y armazón. Ampliación: separación de la cascara entre rodillos.

Se utiliza para descascarar el arroz cascara y pulir, blanquear el arroz integral, y pulir el arroz blanco

[Figura 13.5 Descascaradora tipo Engleberg con pulidora de arroz:](#)

Clave

1. Tolva de alimentación, 2. Base de tolva, 3. Compuerta para regular la alimentación 4. Cubierta; 5. Eje; 6. Rodillo/eje de acero; 7. Criba; 8. Soporte de la criba; 9, 22, 23 y 24. Armazón y cubierta de la máquina; 10. Cuchilla descascaradora; 11. Perno sujetador de la cubierta, 12. Conducto de salida, 13. Entrada del grano a la pulidora; 14. Tambor; 15. Eje; 16. ora de cuero; 17. Criba; 18. Ventilador; 19. Conducto de salida del ventilador; 20. Con ducto de salida del grano; 21. Conducto de salida del salvado y

la **cáscara**.

Se utiliza para clasificar y limpiar el arroz cáscara, clasificar el arroz descascarado y clasificar el arroz elaborado

Figura 13.6: Limpiadora de cilindro alveolado

Clave

1. Tolva de alimentación; 2. Cilindro alveolado, 3. Rodillo de soporte del cilindro; 4. Llanta del cilindro exterior; 5. Caja de reducción de la velocidad; 6. Bandeja colectora; 7. Transportador de tornillo helicoidal; 8. Engranajes de mando del transportador; 9. Polea motriz; 10. Manilla reguladora de la posición de la bandeja; 11. Armazón; 12. Esparcidora de granos; 13. Salida de productos levantados; 14. Salida del grano.

Si se ha de sancochar el arroz antes de descascararlo, hay que lavarlo y secarlo antes de ponerlo a remojo, para eliminar las impurezas solubles que de lo contrario podrían alterar el color de los granos.

13.2.1 Operaciones de descascarado. Durante esta operación se elimina la cáscara (o

corteza, o cubierta exterior) del arroz **descasca** para producir arroz integral. Las **descasas** no tienen ningún valor nutricional, pero pueden utilizarse como combustible, tal vez en la operación de sancochado (véase Figura 13.2). Las cenizas pueden utilizarse como fuente de **carbón** puro para la producción de acero.

Existe una variedad de **máquinas** para el descascarado del arroz. Las tres **más** populares son:

- Descascaradora tipo Engleberg de rodillos de acero y jaula
- Descascaradora de rodillos de caucho
- Descascaradora de discos

La descascaradora Engleberg (Grant, Planter) es un antiguo modelo que todavía se utiliza ampliamente en las aldeas, puede emplearse también para elaborar **maíz**. Consta de un eje de tubo de acero que trabaja dentro de un tambor de acero perforado que lleva también una tira de acero que sobresale, cuya distancia del eje puede variar. Para que funcione satisfactoriamente, la descascaradora debe estar llena. El grado de descascarado se regula graduando el espacio entre la tira de acero y el eje, y también graduando la cantidad de arroz, de **descasas** y de arroz no descascarado que se deja salir de la **cámara** de trabajo. La cantidad de salida se regula mediante una **lmina** deslizable.

A la descascaradora Engleberg pueden añadirse diversos accesorios Los más comunes son una pulidora que consiste en cilindros giratorios dotados de tiras de cuero que aprietan el arroz contra un tambor perforado y un sencillo aspirador de cascara

En la descascaradora de rodillos de caucho se hace pasar el arroz en un solo estrato entre rodillos recubiertos de caucho que giran en direcciones opuestas y con diferentes velocidades en la superficie A medida que pasa entre los rodillos el arroz es sometido a una acción de quebrantamiento que hace separar la cascara Esta acción es mucho más suave que en la descascaradora de eje de acero, y por lo tanto da un mayor porcentaje de arroz no quebrado.

La descascaradora de rodillos de caucho está dotada de un accesorio de aspiración de las cascara Sirve para separar las cascara y los granos de arroz cascara inmaduros de] arroz descascarado

Las descascaradoras de discos no se utilizan generalmente para las operaciones de elaboración de arroz en pequeña escala

13.22 Operaciones posteriores al descascarado. Consisten principalmente en blanqueo, pulido y clasificación. En los establecimientos de elaboración en gran escala, estas operaciones se efectúan en diversas etapas, para las cuales se utiliza una serie de máquinas especializadas. En la elaboración en pequeña escala, pueden omitirse algunas operaciones (p.ej., la clasificación) ya por ser innecesarias (es decir, la elaboradora de rodillos de acero elimina también los estratos de salvado), o porque pueden realizarse con una segunda máquina descascaradora ajustada para ello.

El blanqueo consiste en la eliminación de los estratos de salvado como operación posterior al descascarado. Son estratos que están intimamente adheridos al endosperma y que deben eliminarse frotando contra una superficie abrasiva y contra otros granos. La descascaradora de tipo Engleberg puede eliminar la cáscara y el salvado en una única operación.

El pulido es la fase final, más suave, del limpiado de las partículas de salvado y polvo de arroz blanco y de alisamiento de su superficie para darle mejor aspecto.

Las operaciones de blanqueo y pulido se combinan en la elaboradora de rodillos de acero acoplando una pulidora.

La clasificación del arroz pulido en granos enteros y granos quebrados es necesaria si se quiere vender el arroz blanco, o para poder almacenarlo durante algún tiempo. Los granos quebrados se deterioran más rápidamente que los granos enteros, y éstos generalmente obtienen precios más elevados.

La clasificación se realiza mediante máquinas que seleccionan los granos según el tamaño (cribas o cilindros alveolados) o según la densidad del grano (aspiración) o con una combinación de ambos sistemas.

[Indice](#) - [◀ Precedente](#) - [Siguiente ▶](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

14. Consecuencias sociológicas, económicas e institucionales de la prevención de pérdidas de alimentos poscosecha

[Indice](#) - [◀ Precedente](#)

Las pérdidas materiales se registran en diversas fases desde que el cultivo ha madurado y antes de que se consuma el alimento. Las pérdidas pueden reducirse en cualquiera de las fases del sistema de poscosecha, mejorando los métodos de recolección, secado, almacenamiento, elaboración o manipulación. No obstante, los procesos y operaciones están relacionados entre sí y se hallan sujetos a condiciones que impone el medio ambiente en el que tienen lugar: climatológicas, sociológicas, económicas, agronómicas, culturales y ecológicas.

La eficacia de cualquier medida que se tome para reducir las pérdidas debe estar justificada económicamente, y ser además práctica en relación con el sistema de poscosecha predominante. A] tratar de reducir o incluso evaluar las pérdidas poscosecha, es esencial entender y analizar detalladamente e] funcionamiento de] sistema en cualesquiera condiciones concretas. Solo entonces podrán identificarse las dificultades, los problemas y las posibles soluciones o mejoras.

En Sierra Leona, por ejemplo, se practica el sancochado del arroz, porque el producto tiene un contenido nutricional más elevado, razón por la cual los consumidores están dispuestos a pagar algo más; además, el sancochado facilita la elaboración del arroz, y, sobre todo cuando el equipo de elaboración es mediocre, se quiebran menos granos y se reducen las pérdidas. Mientras en Sierra Leona se aprecia el equipo de sancochado, en Malasia el arroz sancochado se considera como alimento

para clases inferiores y muchos malisios prefieren pagar una cantidad extra por el arroz blanco bien elaborado con un bajo porcentaje de granos quebrados. Por consiguiente, la introducción de la práctica del sancochado aquí no resultaría en general aceptable.

En las primeras secciones de este manual se ha tratado de la evaluación de las pérdidas; así como de los principales aspectos tecnológicos y biológicos del sistema de poscosecha. Por otra parte, como ya se ha indicado anteriormente, se ha de considerar el sistema en su totalidad antes de introducir innovaciones. Es necesario tener en cuenta, por tanto, factores como relación costo-eficacia, marco institucional (incluido sistema de mercadeo), disponibilidad de mano de obra, y preferencias de los consumidores.

14.1 Justificación económica

Las actividades de prevención de pérdidas poscosecha sólo se emprenden cuando comportan un beneficio al propietario. En una economía de subsistencia las actividades serán quizás el almacenamiento de cereales o tubérculos, ya que los

beneficios derivan de la prolongación del periodo en que pueda consumirse el producto. La recolección generalmente se realiza toda a la vez, con la consiguiente acumulación del producto que no puede consumirse inmediatamente. Se ha de almacenar, pues, una parte si no se quiere que se pierda.

En una economía mixta de subsistencia y comercial o en que se cultivan productos solo para la venta, los productores introducir en sus procedimientos poscosecha solamente los cambios que consideren que contribuir a aumentar sus ingresos. Pero estos cambios solo se adoptarán si la relación costo-beneficio de la operación es favorable y cuando los mercados puedan absorber mayores cantidades a precios rentables para el productor.

El costo de las actividades de prevención de pérdidas poscosecha depende de muchos factores. Las actividades de proyectos de prevención de pérdidas poscosecha normalmente consisten en la introducción de técnicas para reducir pérdidas materiales y mejorar los ingresos de los agricultores que producen en pequeña escala. Miran a mejorar la manipulación, el almacenamiento y la elaboración preliminar de cereales, legumbres, raíces y tubérculos, y a introducir técnicas para mantener la calidad de las frutas y hortalizas. Con arreglo a dichas actividades se han proporcionado también estructuras de almacenamiento a nivel de granjas y de aldeas, se ha realizado el diseño y la construcción de almacenes, se han

facilitado secadores de capacidad reducida, se han mejorado las instalaciones de elaboración (desde el equipo de trilla del arroz a la clasificación y empaquetado de frutas y hortalizas), se han mejorado las medidas de control de roedores e insectos, y se han emprendido actividades de capacitación sobre todos los aspectos de la reducción de pérdidas en todas las fases poscosecha.

Es importante que el análisis inicial de costo-beneficio sea positivo. Según algunos informes, una relación costo-beneficio de 1 :1,5 es insuficiente para persuadir a los agricultores a aceptar el riesgo de introducir un cambio en la actividad de prevención de pérdidas poscosecha, pero una relación de 1:2 ofrece probablemente el incentivo necesario. Este planteamiento puede considerarse como una importante orientación tanto para los planificadores de actividades destinadas a reducir las pérdidas poscosecha, como para los encargados de ejecutar los proyectos y los responsables de la capacitación en esta materia.

Por ejemplo, el almacenamiento en bidones de hojalata en una granja o en una aldea haría reducir probablemente las pérdidas de cereales, pero el costo inicial podría ser tan elevado en relación con la cantidad extra de cereales que pueda salvarse a corto plazo, que no despierte el interés de los agricultores. Por otra parte, cuando el costo es reducido la innovación se repetirá, como en el caso del contenedor a base de paja y barro utilizando un poco de insecticida malati. En este caso sólo hay que

comprar malatién, mientras que la paja y el barro pueden obtenerse en el lugar y el contenedor puede fabricarse con mano de obra de la familia. En la zona del Scarcies en Sierra Leona, por ejemplo, el arroz se almacena en arcones de madera y muchas casas de la zona disponen de uno. Los arcones son aproximadamente de 2 m x 1,5 m y se fabrican con tablas de madera dura fácilmente obtenible en dicho país. Son impenetrables a los roedores y constituyen a menudo parte integrante del hogar. El costo inicial es insignificante y los arcones han durado por muchos años. Se pone este ejemplo para demostrar la conveniencia de utilizar materiales obtenibles en el lugar y a bajo costo.

En una evaluación de costo-beneficio, otro factor que ha de tenerse en cuenta es si el producto se destina al consumo en el hogar o a la venta. Si la mejora afecta al producto que ha de consumirse en casa, es decir, una mejora de calidad solamente, los productores se demostrarán reacios a desembolsar dinero para la innovación. La introducción de secadores sencillos de cultivos ha suscitado interés, cuando se trataba de cultivos que habrían de consumirse en familia, aunque de hecho produjeran descolocaciones y malos sabores. La situación cambia cuando se trata de cultivos destinados a la venta, especialmente si los precios de venta varían sensiblemente según los distintos contenidos de humedad o el contenido de elementos adicionales. Normalmente el productor querrá tomar medidas para reducir imperfecciones y obtener los precios más elevados, pero a veces las

diferencias de precios no son suficientemente grandes como para incentivar al productor a mejorar la calidad. Los responsables de las políticas de fijación de precios para la adquisición de cereales deben tener en cuenta que el incentivo de precio para un grano bien secado (generalmente 14 por ciento de contenido máximo de humedad) eliminar la carga del secado por cuenta de las autoridades y estimular un secado eficaz en la granja. De este modo se logra que el secado se realice más rápidamente, con lo cual se fomenta una actividad viable de prevención de pérdidas poscosecha para el productor, reduciendo las pérdidas materiales y disminuyendo al mismo tiempo en gran medida los costos de funcionamiento de las autoridades.

Una importante consideración en la relación costo-beneficio es que se prevea la sustitución de los bienes de capital. Las herramientas, maquinarias o instalaciones de almacenamiento proporcionadas con arreglo a tales actividades de prevención de pérdidas poscosecha necesitan reparación y mantenimiento, y al final se estropean y habrá que sustituirlas. Estos factores se han de tener en cuenta en las estimaciones iniciales de los costos de la actividad.

Al analizar las relaciones de costo-beneficio, es importante proceder con la mayor exactitud posible. Es más fácil determinar los costos que cuantificar los beneficios. Pueden surgir costos que no se habrían previsto, por lo que han de estimarse en

exceso. Los beneficios generalmente se basan en estimaciones de futuros precios de venta, a no ser que las ventas se efectúen a una agencia, por ejemplo, una junta de mercadeo, que haya declarado de antemano su precio de compra para la próxima campaña.

En el ejemplo que se expone a continuación se indica cómo se hace un análisis de costobeneficio. El ejemplo es hipotético, pero los costos y los precios se basan en cifras efectivas registradas en Indonesia en 1983.

En una aldea del Asia meridional donde se produce yuca, se propone la introducción de un secador solar como actividad de prevención de pérdidas poscosecha. El producto, rodajas de yuca, se vende a una fábrica de elaboración que transforma las rodajas en granos para la exportación. Un problema con que se enfrenta la fábrica es que las rodajas de yuca normales secadas al sol se hallan contaminadas con detritos y formaciones de hongos, presentan decoloración y adquieren malos sabores. Las personas y los animales pasan encima del producto extendido para el secado, caen chubascos, cuando el viento sopla arrastra el polvo sobre las rodajas. La fábrica elaboradora paga por este producto 40 Rp/kg. Por las rodajas de yuca limpia, sin contaminar con detritos, etc., la fábrica paga 45 Rp/kg. Con un secador solar se evita la contaminación. Todos los materiales necesarios para construir un secador solar se tienen a disposición en el lugar o pueden comprarse en la aldea o en la capital de la

propia de Kecamatan (provincia). La capacidad del secador es de una tonelada de rodajas de yuca, y el tiempo de secado tres días. La producción y elaboración de yuca constituye una actividad que se realiza durante todo el año, lo cual significa que podrán secarse al año unas 120 toneladas de rodajas. Aun suponiendo que se lleguen a secar solo 50 toneladas al año, el costo inicial se amortizará en un año, pero el secador podrá durar varios años, sometiendo a reparaciones y mantenimiento. Se supone también que el terreno de la aldea en que se construya el secador se proporcionará gratis, ya que serán muchos los aldeanos que utilizarán esta instalación. Además, los productores proporcionarán su fuerza de trabajo para llenar y vaciar el secador, como lo hacen cuando extienden las rodajas en el suelo en el sistema tradicional. Los demás costos, como los de manipulación, ensacado, sacos y transportes son los mismos con el secado tradicional que utilizando el secador solar.

Costo de la construcción del secador solar (1983, 1 \$ EE.UU. = 970 Rp)

48 postes de bambú de 6 m de longitud	Rp 250 cada uno	Rp12 000
110 m de tela de plástico blanca, de	200/m	22 000

0,10 mm de espesor		
2,5 m de tela de plástico negra, de 0,10 mm de espesor	200/m	500
1 kilo de clavos	200/kg	200
1 rollo de cuerda	200 cada uno	200
9 tableros de leña de 2 m x 25 cm	1 000 cada uno	9 000
8 paneles de red metálica, calibre N° 18, de 2 m de ancho	300 cada uno	2 400
1,5 quintales de carbón vegetal	10/kg	1 500
4 litros de brea	500 cada bote	500
Mano de obra, 7 días (un carpintero, dos obreros)	5 000 por día O sea, unas	35 000 Rp 83 300 Rp 90 000
Ingresos normales por 50 toneladas de rodajas de yuca a 40 Rp/kg		Rp 2000000
50 toneladas de rodajas de yuca limpias a 45 Rp/kg		2 250 000

Ingresos adicionales secador solar

Rp 250 000

Relación costo-beneficio: 90 000:250 000

Es decir: 1: 2,7

Esta sería, por tanto, una propuesta atractiva.

14.2 Factores institucionales

Si las actividades de prevención de pérdidas de alimentos poscosecha tienen éxito, quiere decir que se tendrán a disposición para la venta mayores cantidades de un producto. En algunos casos de creación excedentes por primera vez, en otros se aumentará la cantidad comercializable. Como consecuencia, podrá crearse una presión en el sistema de mercadeo. Puede que haya que almacenar, transportar y vender mayores cantidades. Es, pues, importante advertir a los operadores de la cadena de mercadeo, sean estos comerciantes, cooperativas u organizaciones gubernamentales, de que se dispone de mayores existencias, para que estas puedan ser absorbidas. Esta consideración resulta tanto más importante cuanto más distante se halle el lugar donde se han realizado las actividades de prevención de

pérdidas poscosecha del mercado a] que se destinan los productos. Una vez más, se ha de tener en cuenta el factor de costo y absorber el aumento de producción debido a las medidas de prevención de pérdidas, al evaluar la relación costo-beneficio en la fase de panificación.

La introducción de la clasificación y envasado de frutas y hortalizas para el mercado de exportación comporta una reducción de las pérdidas durante las operaciones de transporte y mercadeo, y un aumento de los ingresos. No obstante, puede que los consumidores de frutas y hortalizas de los mercados urbanos del país dispongan de pocos ingresos y necesiten suministros baratos. Las actividades de prevención para reducir pérdidas materiales, pueden resultar una medida desacertada en este caso, ya que el aumento de los costos de clasificación y envasado se reflejarán en el precio de venta y podrán disminuir en consecuencia las ventas. El aumento de los ingresos por unidad de venta podrá ser menor que el costo de clasificación y mejor envasado. La conveniencia de estas mejoras depende, pues, en gran parte del sector de] mercado consumidor de que se trate.

Este ejemplo no implica necesariamente que la clasificación y el envasado no sean recomendables para los mercados internos. Puede muy bien justificarse mejoras a escala limitada, pero toda propuesta deberá someterse a una evaluación de costos y beneficios. En primer lugar deberán emprenderse actividades de carácter

experimental con determinados agricultores para tantear el mercado. Si, por ejemplo, se desechan frutas y hortalizas deterioradas, puede que aumente el valor del producto satisfactorio restante, y también, el envasado con materiales locales poco costosos reducirá ciertamente las pérdidas durante la manipulación y el transporte. Por otra parte, el envasado puede facilitar la exposición del producto en los comercios de venta al por menor, reduciéndose ulteriormente las pérdidas. No es posible establecer directrices lineales en estas cuestiones, ya que se han de tener en cuenta la ubicación, la naturaleza del mercado, el costo y la disponibilidad de materiales de envasado, la tradición y la aceptación de los consumidores. Solo con envíos locales de prueba y de carácter experimental puede determinarse la viabilidad de una mejora. Si, después de los envíos de prueba, se observan beneficios positivos como consecuencia de una innovación, solo entonces se tendrán sólidos motivos para creer que la innovación tendrá una aceptación común y se repetirá en otras partes. En el ejemplo de Indonesia expuesto anteriormente, la propuesta del secador solar resultaría mucho menos convincente para otros productores, si el precio de la fábrica de elaboración hubiera disminuido más tarde durante el año, aunque se hubieran mantenido las mismas diferencias de precios entre el producto normal y el producto limpio.

Los sistemas de mercadeo varían de un país a otro según los diversos grados de intervención del gobierno.

El sistema de mercadeo influye en la tecnología de prevención de pérdidas de alimentos poscosecha y de ello puede depender también el que las prácticas mejoradas resulten o no rentables. En las economías de planificación estatal se planifican la producción, el suministro y los precios, pero este sistema da lugar a menudo a elevadas pérdidas de frutas y hortalizas, porque faltan incentivos para evitar pérdidas en las diversas fases de la cadena de producción y mercadeo. En un sistema de mercadeo dirigido por el gobierno, la preocupación principal se refiere a menudo a la cantidad (cuántas toneladas de frutas y hortalizas se han distribuido), pero se insiste poco en la calidad (cómo fue la calidad del producto distribuido y cómo ha funcionado económicamente la actividad realizada). En este caso, el conocimiento técnico de las medidas poscosecha no contribuye por sí solo a reducir las pérdidas.

Cualquiera que sea el sistema de mercadeo, controlado por el Estado, libre empresa o de otro tipo, debe ser eficaz. De lo contrario comportará precios elevados para el consumidor y/o bajos ingresos para el agricultor. En ambos casos las pérdidas serán elevadas. Las agencias de mercadeo que se ocupan de realizar esta función pueden ser personas privadas, tales como agricultores que son tal vez mayoristas y prestamistas, o pueden ser compañías, cooperativas o corporaciones gubernamentales. Cualquiera que sea el método, el factor importante es que sean eficaces en función de los costos a lo largo de toda la cadena de mercadeo, para que

se reduzcan al mínimo las pérdidas. La ineficiencia significa no sólo pérdidas económicas, sino también materiales.

14.3 Consecuencias para la mano de obra

Todos los proyectos de desarrollo que presuponen cambios tecnológicos tienen consecuencias en el empleo, y los proyectos sobre prevención de pérdidas de alimentos no son una excepción. En un estudio realizado en la zona de producción tradicional del arroz, en Asia, se ha observado que aun cuando no se lograron reducir las pérdidas de alimentos con la introducción de la trilladora de pedal y la elaboradora de arroz, hubo considerable desplazamiento de mano de obra. De hecho, las innovaciones se introdujeron porque determinaban un ahorro de mano de obra.

La conservación de la demanda de mano de obra es importante, porque es esencial demostrar que no se registrarán aumentos o ahorros de mano de obra debidos a las innovaciones propuestas, cuando se prevén excedentes o carencias de mano de obra para cultivo o elaboración en otras partes. Un método comúnmente utilizado para analizar la distribución de mano de obra es el histograma de las necesidades de

mano de obra de una familia agrícola media durante un año.

Referencias

1963 A'Brook, J. Artificial drying of groundnuts: a method for the small farmer. Trop Agr., 40 (3): 241-245. (Julio)

1978 AMERICAN ASSOCIATION OF CEREALS CHEMISTS. Post-harvest grain loss assessment methods, 1978 ed. K.L. Harris y C.J. Lindblad. USAID. 193 págs.

1979 AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Post-harvest losses in West Africa, por G. 1979 Yaciuk y R.S. Forrest. Documento 79-5062.

1978 BOLDUC, F. N y CHUNG Do - SUP. Development of a natural convection drier for on - farm use in developing countries. Informe de investigación N° 14. Kansas State University. (Diciembre)

1969 FAO. Manual de fumigación contra insectos, por H. A. U. Monro. FAO: Estudios Agropecuarios N° 79. Roma. 404 págs.

1970 FAO. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales, por D. W. Hall. FAO: Cuadernos de Fomento Agropecuario N° 90. Roma, 400 páginas.

1973 FAO. Rice testing methods and equipment, por F. Gariboldi. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO N° 18. Roma, 55 páginas. (Mimeo)

1974 FAO. Rice milling equipment operation and maintenance, por F. Gariboldi. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO N° 22. Roma.

1978 FAO. Programa de Acción de la FAO para la prevención de las pérdidas de alimentos: directrices y procedimientos. Publicación W. L2783. Roma.

1979 FAO. Glosario ilustrado de máquinas para la elaboración del arroz, por I. Borasio y F. Gariboldi. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO N° 37. Roma. 37 páginas. (Mimeo)

1979 FAO. Manual of procedures to measure the losses occurring during drying, cleaning and handling of grain at farm and village levels, por D. J. Greig. PFL Unit. Roma. 70 páginas. (Mimeo)

1980 FAO. On -farm maize drying and storage in the humid tropics. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO N° 40. Roma. 60 páginas. (Mimeo)

1980 FAO. A techno - economic evaluation of rice mills for cooperative and village operations, por J. Remalingam. PFL Programme, Bulog, Indonesia. Roma. 26 páginas. (Mimeo) (Diciembre)

1982 FAO. Evaluación de pérdidas, por G.G.M. Schulten. PFL Unit. Roma. 30 páginas. (Mimeo)

1982 FAO. La lucha contra los roedores en la agricultura, por J. H. Greaves. Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal N° 40. Roma. 88 páginas.

1983 FAO. The assessment of post - harvest losses in Swaziland, por C. P. E. De Lima. PFL Unit. Project SWA/002/PFL. Roma. 60 páginas. (Mimeo)

1983 FAO. Consultancy report on pest management, por C. D. F. De Lima. Roma. 53 páginas.

1983 FAO. Cooperative marketing developmentior KUDs and farmer groups. Proyecto INS/78/067. Tasikmalaya, West Java Indonesia 46 páginas. (Apéndices)

1983 FAO. Improvement of fruit and vegetable marketing in China. Informe de la misión. Roma. 95 páginas. (Apéndices)

1984 FAO. Social and economic aspects of prevention of food loss activities, por K. A. P. Stevenson. Roma. 28 páginas.

1981 GASGA. GASGA Seminar on the Appropriate Use of Pesticides for the control of Stored - product Pests in Developing Countries. Slough, Berkshire, TDRI. 202 páginas.

1983 GASGA. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus* (Horn). Eschborn, GTZ. 139 páginas.

1979 GRACEY, A. D. y CALVERLEY, D. J. B. Grain stores for tropical countries. Trop. Stored Prod. Inf., 37: 25-30.

1981 GRACEY, A. D. Construction of new storage facilities: avoidable problems. Trop. Stored Prod. Inf., 41: 13-18.

1979 TETER, N. C. South East Asia Cooperative Post - Harvest Research and Development Programme. 8 vol. Laguna, Filipinas. (Noviembre)

1983 PNUD/FAO. Marketing development for the Transmigration Settlement Areas,

06/11/2011

Prevención de perdidas de alimentos p...

**por P. E. Percy. Documento de trabajo del Proyecto PNUD/FAO INS/78/012. Yakarta.
48 pgs. (Anexos)**

[Indice](#) - [◀Precedente](#)