

8. Control de artrópodos y roedores

Los artrópodos se clasifican en insectos, arácnidos y crustáceos, siendo los primeros los más importantes ya que pueden causar daño a la salud de las personas, principalmente por medio de los siguientes mecanismos:

Al actuar como vectores mecánicos, biológicos o ambos, de organismos patógenos y al intervenir en la transmisión de enfermedades infectocontagiosas.

Al producir ellos mismos cuadros tóxicos o alérgicos, o una combinación de éstos.

CONTAMINACION DE ALIMENTOS ALMACENADOS PRODUCIDA POR INSECTOS

Esta puede ocurrir por las siguientes causas:

- Plagas que viven en los campos y llegan a los almacenes o son transportadas a estos junto con alimentos infectados.
- Existencia de insectos en los depósitos, que viven de alimentos conservados y que infectan los alimentos nuevos que llegan.
- Condiciones inadecuadas del local de almacenamiento (humedad y temperatura favorables para la permanencia de insectos).

Los alimentos contaminados por insectos ocasionan:

- Pérdidas económicas elevadas.
- Transmisión de enfermedades al personal.

Para aplicar medidas tendientes a su control y eliminación, es importante conocer las características biológicas, los hábitos de los insectos infestadores y su resistencia a los diferentes insecticidas.

Existen equipos sencillos que analizan la resistencia del insecticida para una gama de insectos adultos y larvas, útiles para conocer precozmente el desarrollo de cualquier resistencia con anticipación a las operaciones de

control con el insecticida. Estos equipos son distribuidos por: Vector Biology and Control, OMS. Vía Appia 1211 20, Ginebra, Suiza.

Medidas para evitar la contaminación de los alimentos

Higiene

La limpieza es el factor básico para impedir que los insectos dañen los alimentos. Sobre este aspecto, es necesario que todo derrame de alimentos se recoja y los sacos rotos se remienden de inmediato. Los techos, pisos, paredes y recipientes deben estar exentos de grietas para que no existan albergues para las plagas.

Uso de tarimas

No se debe permitir la colocación de sacos, cajas de madera o de cartón, y otros recipientes que contienen alimentos directamente sobre el piso. Se recomienda el empleo de tarimas de madera soportando cada una de ellas una carga que pueda transportarse de un lugar a otro con un montacargas.

Las cajas de cartón y los sacos deben colocarse manualmente en las tarimas, pero luego de esta operación, puede utilizarse maquinaria para transportar el material. Los productos no deben apilarse contra la pared ni tocando el techo del local, ya que impiden las labores de inspección, se facilita el albergue de roedores y puede existir riesgo de incendio.

Rotación

No debe permitirse que las existencias antiguas de alimentos sigan almacenadas durante largos periodos, pues los insectos pueden completar varios ciclos de vida, y las infestaciones ligeras se convierten en graves.

Los alimentos almacenados con acumulación de polvo, de orina o de heces de roedores y de humedad dan origen a la formación de mohos y a un ambiente propicio para el ataque de insectos.

Separación

Las nuevas existencias de alimentos susceptibles deben mantenerse separadas de los almacenamientos antiguos.

Ventilación, humedad y temperatura

La ventilación adecuada tiene gran importancia en el almacenamiento de alimentos secos. La humedad alta favorece el ataque de insectos y ácaros, y la formación de mohos.

Para facilitar la ventilación deben dejarse espacios de 0.90 m de ancho entre las pilas y las paredes, y un espacio de 0.60 m entre las pilas y el techo.

En periodos de humedad excesiva, se recomienda cubrir las pilas. El frío es un factor que impide que los insectos de diferentes especies se desarrollen rápidamente, y por lo tanto es un factor útil para impedir la infestación.

Envasado

El envasado adecuado de los alimentos es un aspecto que evita la infestación de insectos. Se recomienda no volver a utilizar los envases que han contenido alimentos.

Construcción del local

Las instalaciones para almacenar alimentos deben estar bien planeadas y construidas, para impedir la entrada de insectos y roedores.

Rociamiento residual

Consiste en la aplicación de un plaguicida en el interior del establecimiento industrial, especialmente en pisos, columnas, paredes, vigas, tarimas y otras superficies contiguas al almacenamiento de productos alimenticios.

Entre los plaguicidas para rociamiento de acción residual en locales cerrados se utilizan: insecticidas organofosforados tales como malatión y fenitrotión, como sustitutos del DDT y dieldrín; los piretroides sintéticos como el resmetrina, biorresmetrina y potrin, y los insecticidas carbamatos como el propoxur y el carbarilo.

Aplicación espacial

Se trata de exterminar los insectos mediante la aspersión de nubes de plaguicidas empleando un aplicador que arroja pequeñísimas gotas del producto. Los insectos que vuelan y se posan en superficies descubiertas mueren. Este método elimina solamente los insectos que no han penetrado en sacos ni cajas y por esto se considera como parte del mantenimiento preventivo y no como un medio para destruir infestaciones ya existentes.

Los plaguicidas que se empleen debe tener una toxicidad muy baja para el hombre. Además, es importante considerar las normas existentes en cuanto a la persistencia del insecticida y cualquier otra limitación para ser empleado en bodegas de alimentos.

Fumigación

La fumigación es un procedimiento que sólo debe aplicar personal autorizado y capacitado.

En recipientes, edificios y furgones cerrados, la fumigación se hace a presión atmosférica, pero puede lograrse un tratamiento mejor en cámaras al vacío, especiales para fumigación. Sin embargo, estas instalaciones son costosas. Los materiales en sacos y envasados pueden desinfectarse por medio de la fumigación al vacío. El alimento tratado es susceptible de reinfestación, pero no se recomienda fumigar varias veces un mismo alimento.

Inspección periódica

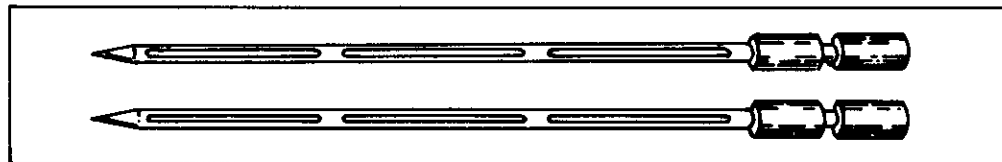
La revisión cuidadosa y periódica de los alimentos almacenados es esencial para todo programa de control de insectos.

Todo embarque nuevo debe considerarse como sospechoso, la ausencia de insectos no debe basarse en una presunción de tipo aparente. Los cereales con menos de dos insectos por kilogramo pueden quedar completamente infestados en un lapso de 30 días. Es importante la detección precoz de toda posible infestación. Para la revisión de los alimentos se requiere de una linterna, frascos y cajas, una lupa y un sacamuestras adecuado (figura 8.1).

La inspección puede efectuarse por lo menos cada semana en los meses cálidos y cada mes durante los meses fríos. La revisión debe incluir no sólo los alimentos susceptibles de infestación, sino también las ventanas, los pisos, las tarimas y las paredes.

Los insectos que atacan los granos y cereales en secos se encuentran en el exterior de los sacos y en los extremos donde éstos están cosidos. Para examinar esos lugares se utiliza la linterna y se recogen muestras para su análisis. Si se encuentran plagas destructoras, se sacan unas muestras del contenido.

Figura 8.1



Un sacamuestras para granos consiste en un tubo dentro de un tubo, teniendo las dos aberturas, que coinciden, de 1.25 cm de anchura. Insertándolo abierto, el sacamuestras de 0.90 m saca una columna de toda su longitud del grano que se está examinando. Al llegar a la profundidad deseada, se da vuelta al mango para que el tubo interior gire y quede cerrado.

CONTROL DE MOSCAS

La mosca pertenece a los insectos de la clase de los dípteros e incluye varios géneros y especies que varían en su biología, en su relación con el hombre y en su control. Puede actuar como vector de innumerable cantidad de agentes patógenos. Se ha demostrado que estos insectos pueden portar en su cuerpo, tanto interna como externamente, más de cien especies diferentes de dichos agentes.

Las medidas de control que se apliquen deben prevenir los criaderos de moscas, proteger los alimentos de la contaminación, destruir las larvas y los adultos. Estas medidas pueden ser de tipo permanente o transitorio.

Medidas permanentes

- Educación sanitaria.
- Protección de alimentos, colocándolos en vidrieras y estantes cubiertos.
- Disposición adecuada de excreta.
- Disposición adecuada de basura: comprende el almacenamiento sanitario de la basura, la recolección en forma periódica y la disposición adecuada.
- Almacenamiento y disposición adecuada de materiales que se acumulan en las industrias y que son fuente de criadero de moscas.

Medidas transitorias

Mallas

Esta medida consiste en la utilización de mallas construidas de cobre, aluminio, plástico y otros materiales no corrosivos, que se instalan en las ventanas y puertas de la edificación. El tamaño de la malla debe ser de 16 hilos para evitar tanto que las moscas penetren, como la pérdida de luz, especialmente útil en restaurantes, panaderías y en plantas de procesamiento de alimentos.

Control químico

Estos procedimientos incluyen el uso de plaguicidas en diferente forma, aplicación o tratamiento residual: cebos, cuerdas impregnadas o utilización de insecticidas, pero el empleo de estos últimos debe hacerse como un complemento y no como un sustituto de las medidas de saneamiento ambiental.

Tratamiento residual

El plaguicida se aplica sobre las superficies donde el insecto descansa y en los sitios de postura e incubación. Generalmente es más efectivo este método de control para las moscas adultas, ya que al aplicar el plaguicida en los sitios de descanso y como éste ocurre de noche, existe un mayor periodo de contacto. Los hábitos de las moscas varían según las condiciones climáticas: en climas fríos sus sitios de descanso se encuentran en el interior de las edificaciones, y en climas cálidos en las paredes exteriores y árboles.

Insecticidas

Las moscas tienen gran resistencia a los plaguicidas clorados, como el DDT, el metoxicloro, el lindano y el clordano, así como a algunos insecticidas organofosforados. Los plaguicidas, ya sea de emulsión o suspensión, que pueden emplearse en las industrias se indican en el cuadro 8.1.

Para la aplicación de los insecticidas se usan rociadores manuales o eléctricos. Los volúmenes de la aplicación varían de acuerdo con la naturaleza y la superficie que se va a tratar. Cantidades del orden de 40 a 80 ml/m² generalmente son suficientes para superficies lisas no absorbentes, pero para las de materiales muy absorbentes, se requieren volúmenes superiores a 250 ml/m². La eficiencia del tratamiento depende del poder residual del insecticida y usualmente es de un mes. Para el caso del dimetoato este periodo es de 2 a 3 meses.

La adición de azúcar aumenta la efectividad del tratamiento con algunos insecticidas.

Durante la aplicación del plaguicida debe evitarse en todo momento su contacto con alimentos y agua potable.

Cebos

Se emplean cebos preparados en base sólida o líquida en los sitios de incubación de las larvas, de descanso de insectos adultos y de toma de los alimentos. Los cebos sólidos contienen de 1 a 2% del insecticida como producto activo en un sustrato que puede ser azúcar u otro agente dulcificante. Los cebos líquidos contienen de 0.1 a 0.2% del insecticida y 10% de azúcar en agua.

Los insecticidas utilizados en la preparación de cebos son: diazinón, dicloros, dimetoato, fenclorfós, malatión, naled, metilpirimifos, propoxur y triclorfón. Estas sustancias pueden emplearse solas o en combinación, ya sea en cebos sólidos o líquidos.

Cuadro 8.1

Insecticidas utilizados para el control de moscas

Insecticida	Grupo químico	Dosis g/m ²	DL ⁵⁰ (ratas) mg/kg	
Bromofos	Organofosforado	1.0-2.0	1 600	Pueden emplearse en depósitos de alimentos, restaurantes y procesadoras de leche
Cypermtrina	Piretroide sintético	0.025-0.1	303	“ “ “
Deltametrina	Piretroide sintético	0.0075-0.15	135	“ “ “
Diazinón	Organofosforado	0.4-0.8	300	“ “ “
Fenclofós	Organofosforado	1.0-2.0	1 740	“ “ “
Fenitrotión	Organofosforado	1.0-2.0	503	“ “ “
Jodfenfos	Organofosforado	1,0-2,0	2100	“ “ “
Permetrina	Piretroide sintético	0.025-05	4000	“ “ “
Metil pirimifos	Organofosforado	1.025-0.05	1415	“ “ “
Dimetoato	Organofosforado	0.046-1.6	150	No emplearse en procesadoras de leche
Fenvalerato	Organofosforado	1.0	300	“ “ “
Malatión	Organofosforado	1.0-2.0	2 100	Grandes cuidados en procesadoras de leche y de alimentos
Naled	Organofosforado	0.4-0.8	430	No aplicarse en procesadoras de leche

Fuente: *Chemical Methods for the Control of Vectors and Pests of Public Health Importance*. WHO/VBC/82.841.

Los cebos sólidos se colocan en forma manual en los sitios escogidos a razón de 60 g/100m². Los líquidos se aplican por medio de rociadores de aire comprimido en una proporción de 4 litros/m². Los cebos viscosos, por lo general, contienen bendiocarb, dimetoato o triclorform y se aplican mediante una brocha a las columnas, los soportes y las paredes, en cantidades de 150 g de cebo por 100 m² de área.

Se recomienda la remoción diaria de los cebos que han sido destruidos o consumidos. Para evitar esta remoción, se emplean receptáculos especiales, los cuales vuelven a llenarse cada 2 a 4 semanas. La efectividad de los cebos viscosos es de 2 ó más meses.

Cuerdas

Las cuerdas son un procedimiento del tratamiento residual. Se emplean cuerdas de algodón, plástico o gasa, impregnadas con una solución o emulsión de insecticida. Los insecticidas usualmente utilizados son: azametifos, diazinón, dimetoato, dimetilan, dioxacarb, fenclorfos, fentiión, malatión, propoxur.

Las cuerdas se suspenden verticalmente del techo a una altura suficiente para que las personas que transitan no las alcancen. Se emplea un metro de cuerda por m² de piso.

Su eficiencia es de 1 a 6 meses. Las moscas se ponen en las cuerdas, especialmente de noche. Para la instalación de las cuerdas se deben usar guantes y tener cuidado de no suspenderlas sobre recipientes que guarden alimentos y agua.

Aplicación en áreas

Este método se emplea para exterminar moscas adultas mediante la acción del plaguicida por contacto con el cuerpo del insecto en forma de gotas pequeñas. En la industria, se aplica el insecticida en la cocina, el restaurante, el comedor, los depósitos, los lugares donde se procesan y manipulan alimentos y productos tales como curtiembres, donde se arrojan los desechos, así como en los recipientes de basura.

Los insecticidas que se usan pueden ser organofosforados o piretroides sintéticos (cuadro 8.2).

La aplicación se realiza con aerosoles, rociadores manuales u operados eléctricamente, por lo general cada semana. Es importante la protección de todos los alimentos y del agua mientras se aplica el insecticida.

Cuadro 8.2**Insecticidas utilizados para el control de moscas por aplicación en áreas**

Nombre del insecticida	Grpo químico	Dosis g/ha	DL ₅₀ (ratas) mg/kg
Bioresmetrina	Piretroide sintético	5-10	7 000
Deltametrina	Piretroide sintético	0.5-1.0	135
Diazinón	Organofosforado	336	300
Diclorvós	Organofosforado	336	56
Dimetoato	Organofosforado	224	150
Fenclorfós	Organofosforado	448	1 740
Fentión	Organofosforado	448	330
Jodfenfos	Organofosforado	336	2 100
Malatión	Organofosforado	672	2 100
Naled	Organofosforado	224	430
Metil pirimifos	Organofosforado	250	1415
Resmetrina	Piretroide sintético	20	2 000

Fuente: *Chemical Methods for the Control of Vectors and Pests of Public Health Importance*. WHO/VBC/82.841.

Larvicidas

La acumulación de materia orgánica húmeda es condición que propicia la incubación de los huevos de la mosca. Los desechos humanos y animales son materiales preferidos por las moscas para la postura e incubación de sus huevos y no ocurre así con la materia orgánica vegetal.

Se recomienda aplicar los larvicidas en los sitios de alimentación de la mosca tales como basura, excrementos humanos, estiércol y desechos.

Las moscas generalmente son resistentes al DDT; se emplean los insecticidas organofosforados como: diazinón, bromofos, cumafos, dimetoato, fenclorofós, fenitrotión, fentión, malatión, metilpirimifos, tricorform. También se utilizan los piretroides. Se recomiendan las concentraciones de 0.25 a 2.5% para organofosforados y 0.15 a 0.625% para los piretroides sintéticos.

Los larvicidas se aplican por medio de rociadores manuales o eléctricos en dosis de 28 a 56/100 m², evitando la contaminación de alimentos y del agua.

En los casos en que el desecho orgánico contenga un alto porcentaje de humedad, es más eficiente utilizar plaguicidas en polvo y no en solución o emulsión.

CONTROL DE CUCARACHAS

Las principales especies son: americana, australiana, germánica y oriental.

Se alimentan de cualquier clase de materia orgánica, en especial cereales, pan, grasa, desperdicios de cocinas, libros, papeles y prendas de vestir.

Las cucarachas son vectores mecánicos de gérmenes patógenos, especialmente gérmenes de enfermedades de transmisión digestiva.

Los principales problemas que ocasionan las cucarachas son:

- Estéticos.
- Malos olores.
- Daños en libros y vestimentas.
- Transmisión de enfermedades causadas por bacterias y protozoarios, ocasionando la contaminación de alimentos por sus vías bucales y otras partes del cuerpo, o por sus heces.

Es importante mencionar el papel que desempeñan las cucarachas como huéspedes intermedios de varios helmintos, que generalmente infestan algunos mamíferos, y eventualmente al hombre.

Las medidas de control y eliminación de cucarachas incluyen:

- Limpieza de lugares y cocinas donde se almacenan alimentos.
- Limpieza de rincones oscuros, despensas, desagües, lavaderos, lavaplatos, cajones.
- Reparación de las construcciones.

- Protección de alimentos.
- Almacenamiento y disposición adecuados de los desechos.
- Aplicación de insecticidas.

La elección de los insecticidas depende de la sensibilidad de las cucarachas al producto. Se aplican según los hábitos de estos insectos en los lugares por donde pasan y se ocultan. Estas áreas incluyen: grietas, cocinas, alrededor de refrigeradores, zócalos de las paredes, alrededor de fregaderos, alacenas para guardar alimentos, áreas para preparación de alimentos y tubos de agua. Se deberá tener gran precaución de no contaminar los alimentos ni las superficies donde estos se preparan. Los insecticidas utilizados más frecuentemente se enumeran en el cuadro 8.3.

Cuadro 8.3

Insecticidas para el control de cucarachas

Nombre del insecticida	Grupo químico	Formulación	Concentración por ciento
Bentiocarb	Carbamato	Pulverización	0.24-0.48
		Polvo	1.0
Clorpirifos	Organofosforado	Pulverización	0.5
Deltametrina	Piretroide sintético	Pulverización	0.0075
		Polvo	0.0005
		Aerosol	0.02
Diazinón	Organofosforado	Pulverización	0.05
		Polvo	2.0
Diclorvos	Organofosforado	Pulverización	0.05
		Cebo	1.9
Dioxacarb	Carbamato	Pulverización	0.5-1.0
Fentión	Organofosforado	Pulverización	3.0
Jobfenfos	Organofosforado	Pulverización	1.0
Malatión	Organofosforado	Pulverización	3.0
		Polvo	5.0
Metil pirimifos	Organofosforado	Pulverización	2.5
		Polvo	2.0
Propoxur	Carbamato	Pulverización	1.0
		Cebo	2.0

Fuente: Chemical Methods for the Control of Vectors and Pests of Public Health Importance. WHO/VBC/82.841.

El rociamiento residual se realiza por medio de rociadores equipados con boquillas de tal forma que el insecticida llegue a las grietas y áreas difíciles de alcanzar. Se emplean dosis de 4lt/100 m².

Otra manera de usar el insecticida es por volumen ultra bajo, en especial con los piretroides. Este procedimiento consiste en la aplicación de un volumen pequeño inferior a 5l/ha.

Para tratar grietas o agujeros en paredes y otros sitios inaccesibles se emplean los insecticidas en polvo.

El control con insecticidas debe efectuarse periódicamente, a intervalos mensuales.

CONTROL DE ROEDORES

Los roedores de interés sanitario se clasifican en tres grupos:

- Rata noruega (*Rattus norvegicus*), parda común o de alcantarilla,
- Rata de tejado (*Rattus rattus*), llamada también de navío o marina.
- Ratón casero o doméstico (*Mus musculus*).

La importancia del control de roedores se basa en varios factores:

- La capacidad de transmitir enfermedades, gérmenes patógenos y contagiarlos directamente al hombre, por sus heces y orina, o por medio de la picadura de insectos que son parásitos de los roedores y de los humanos.
- Su extremada capacidad de proliferación, de adaptabilidad al medio y necesidad biológica de roer.
- Los perjuicios económicos que producen al deteriorar y contaminar los alimentos en las fábricas, en el transporte y en las bodegas de almacenamiento.

Señales de presencia de ratas

Las ratas generalmente son animales de actividad nocturna; se hace necesaria la búsqueda de ciertas señales que indican su existencia:

- Presencia de excrementos.

- Mordidas en pisos, zócalos, muebles, cajas, ropas, papeles, libros, cereales y sacos.
- Pisadas y hallazgos de uñas y pelos.
- Sendas o caminos entre el lugar de la madriguera y aquél donde obtienen los alimentos y el agua.
- Manchas o presencias de orina.
- Rozamientos.
- Aparición de ratas vivas y muertas.
- Ausencia de polvo y telaraña, así como presencia de fragmentos de alimentos frescos en la entrada de madrigueras.

Medidas de control permanentes

a) Construcciones a prueba de ratas: especialmente para establecimientos donde se manipulan, almacenan o expenden alimentos, como fábricas, restaurantes, cocinas, bodegas. Las aberturas al exterior deben estar protegidas y el tipo de construcción no debe permitir que los roedores dañen los materiales e ingresen a los locales.

En la industria, los albergues más frecuentes de las ratas son las áreas en los alrededores de la cafetería, del comedor, y otros sitios que proporcionan servicios de alimentación.

Las oficinas en donde se permite a los empleados tomar sus alimentos, a menudo se encuentran infestadas de ratas, ya que las sobras que se dejan en las papeleras son una buena fuente de alimento para las ratas. Todos los demás desechos orgánicos, como los que se encuentran en las alcantarillas, son una fuente adicional de alimento para las ratas.

En la construcción de establecimientos industriales se deben considerar los siguientes aspectos:

- Cimientos en concreto con una profundidad de 0.60 m y cubriendo con un ala una superficie de 0.30 m.
- Las paredes deben ser de material duro y liso, desde los cimientos hasta una altura mínima de 0.60 m sobre el suelo.

- Eliminación de orificios o aberturas exteriores que sean posibles entradas de ratas.
- Cubrir puertas, marcos, umbrales, dinteles y las aberturas alrededor de tuberías o conductos con planchas metálicas, hormigón o ladrillo con cemento.
- Evitar espacios entre el piso y las paredes.
- Construir los pisos en materiales duros a prueba de ratas con un espesor mínimo de 0.10 m.

b) Eliminación de lugares para albergues de ratas:

- Limpieza de la vegetación en los alrededores de la industria en un radio mínimo de 50 m. También pueden emplearse zanjas de intercepción con una profundidad de 0.60 m de profundidad y 0.80 m de ancho.
- Eliminación de acumulaciones de madera, desechos, cajas, sacos, papeles, envases.
- Eliminación de sótanos y cielos rasos falsos.

c) Eliminación de fuentes de alimentación y de agua para las ratas:

- Limpieza y aseo frecuente de los lugares de trabajo y de almacenamiento, y retiro oportuno de todo producto o alimento derramado.
- Almacenamiento de alimentos fuera del alcance de los roedores sobre tarimas a 0.60 m del piso, separadas de las paredes por lo menos 0.80 m y descansando sobre pilotes con protección.
- Almacenamiento en silos de concreto armado.
- Inspección frecuente de productos alimenticios almacenados.
- Almacenamiento adecuado de la basura en recipientes con cierre hermético.
- Retiro frecuente de la basura de los locales.
- Disposición final de la basura fuera del alcance de roedores.
- Protección de los alimentos destinados a los animales.

Medidas de control transitorias

Son las medidas que se aplican directamente sobre el roedor para eliminarlo. Entre ellas se cuentan los siguientes métodos:

a) Físicos: agua, fuego, ultrasonido, electricidad. Las madrigueras pueden llenarse completamente con agua con una manguera, en este caso las ratas se ahogan o salen para matarlas a golpes. También puede usarse un lanzallamas portátil en las madrigueras y matarlas con el fuego, el calor las asfixia. Sin embargo, este método no debe emplearse en edificios, ni cerca de material inflamable, por peligro de incendio.

Las vallas eléctricas se han utilizado en ciertas ocasiones para encerrar o arrojar ratas ya que son de fácil colocación y movimiento, y son efectivas en la protección de los alimentos almacenados. Su costo y mantenimiento es alto, y su aplicación se ha centrado en la protección de áreas pequeñas de cultivos experimentales.

El ultrasonido se ha propuesto como un medio para evitar que las ratas se muevan libremente dentro de una edificación o de un área a otra.

Sin embargo, resultados de estudios indican que el ultrasonido no arroja a las ratas de las edificaciones, ni las mantiene alejadas de los suministros usuales de alimento, como tampoco es generado con suficiente intensidad como para matarlas. Existen otras razones para pensar que el ultrasonido tenga poca aplicación en el control de roedores, entre las cuales están que los generadores son costosos, que el sonido producido es extremadamente direccional, que la intensidad del ultrasonido disminuye rápidamente en el aire, y que los roedores se adaptan rápidamente a las ondas sonoras producidas.

b) Mecánicos: trampas y golpes.

La trampa es el método preferido para matar o capturar roedores en situaciones en que el empleo de rodenticidas no es deseable, como por ejemplo, cuando los animales envenenados permanecen en áreas inaccesibles ocasionando olores desagradables, o cuando los animales se necesitan vivos para estudios de laboratorio. Las trampas que más se utilizan son las de cierre y de resorte y las de acero. Algunas veces se usan trampas tipo jaula o de caja para atrapar ratas o ratones vivos e ilesos, pero no son convenientes en los programas de control.

Es conveniente instalar las trampas por la tarde, a horas avanzadas, para que los trabajadores no las toquen accidentalmente.

c) Biológicos. Empleo de enemigos naturales como reptiles, gatos y perros. No obstante, estos métodos son problemáticos y, en el caso de las industrias, tienen escasa utilidad.

d) Químicos: Repelentes, fumigantes, rodenticidas.

- Repelentes: son sustancias químicas que no son nocivas a los roedores; su empleo se basa en la extremada sensibilidad de éstos a compuestos desagradables y olorosos. Existen varias sustancias que poseen estas propiedades; muchas son especialmente perceptibles por el hombre y dificultan el trabajo.

El repelente se coloca dentro de los materiales que se desea proteger, inhibiendo así el ataque del roedor. Debe reunir ciertas características: efectividad, estabilidad, no ser tóxico y no producir efectos deletéreos en materiales empacados. Se ha empleado en agricultura para proteger cereales y cultivos, así como alambres y cables eléctricos o telefónicos. Especialmente útil para proteger productos cárnicos empacados y almacenados en depósitos. Entre los medios químicos más utilizados se encuentran: thiram, ciclohexamida, sales de tributiltin y tert-butil dimetil tritioperoxycarbamato. El último compuesto se ha utilizado específicamente para proteger los cables telefónicos enterrados del daño de roedores.

- Fumigantes: son empleados para matar roedores y a sus ectoparásitos que viven en áreas inaccesibles de edificios, barcos o en madrigueras en los suelos. Los fumigantes son sustancias muy nocivas tanto para las personas que las emplean como para la comunidad y los animales de áreas vecinas.

Entre los fumigantes más frecuentes empleados se encuentran: cianuro de calcio, bromuro de metilo, cloropicrin, fosforo de aluminio, dióxido de carbono, monóxido de carbono y dióxido de azufre.

Los fumigantes que tienen un peso molecular menor de 29 tienden a elevarse hasta el tope de la madriguera cuando se utilizan en el suelo. Para la fumigación de madrigueras es necesario tener en cuenta la humedad y el tamaño de las partículas del suelo.

Cuando se aplican estos fumigantes se deberá tener gran precaución, ya que algunos de ellos desprenden gases extremadamente tóxicos; por ejemplo:

- Cianuro de calcio - produce cianuro de hidrógeno,
- Fosforo de aluminio - produce fosfina.

Cuadro 8.4

Características de fumigantes para roedores

Fumigantes	Formula Química	Acción Fisiológica	DL 50 (Ratas) mg/litro	Inflamable
Cianuro de hidrógeno	HCN	Asfixiante químico	0.4	Si
Monóxido de carbono	CO	Asfixiante químico	0.35%*	No
Fosfuro de hidrógeno	H ₃ P	Irritante	0.8	Si
Dióxido de carbono	CO ₂	Asfixiante simple	20-30%*	No
Dióxido de azufre	SO ₂	Irritante	1.6	No
Bromuro de metilo	CH ₃ Br	Irritante	3,6	No
Cloropicrim	CCl ₃ NO ₂	Irritante		No

* Concentración.

Fuente: *Commensal Rodent Control* J. E. Brooks and F.P. rowe. Organización mundial de la san-te.

En el cuadro 8.4 se presentan las características de algunos fumigantes para roedores.

- Rodenticidas. Son sustancias venenosas que pueden aplicarse en forma de cebos, líquidos, polvos, gases y fumigantes. Se clasifican con una dosis única y venenos crónicos de acción lenta requiriéndose varias dosis.
- Rodenticidas anticoagulantes. Actúan destruyendo el mecanismo que controla la coagulación de la sangre y causan hemorragias internas mortales. Los anticoagulantes son de acción lenta y necesitan ser ingeridos durante varios días. Su aplicación se hace en cebos y se requiere del conocimiento de los hábitos de los roedores para su adecuada selección. Tienen las siguientes ventajas: son aceptados por los roedores cuando se inclu-

yen en cebos a bajas concentraciones, y los riesgos de envenamiento para otros animales son reducidos; existe un antídoto efectivo, la vitamina K, para el caso de envenenamientos accidentales en el hombre y los animales.

El cuadro 8.5 señala los anticoagulantes de mayor utilización y las dosis recomendadas.

- Rodenticidas agudos. Son venenos de una dosis que al ingerirse en cantidad suficiente y en una sola ración causan la muerte.

En el cuadro 8.6 se presenta una lista de rodenticidad de acción aguda.

Resistencia de los roedores a los rodenticidas

Cuando los rodenticidas se han utilizado rutinariamente durante cierto tiempo, es muy probable que los roedores lleguen a desarrollar resistencia contra la acción de estas sustancias. Sobre este aspecto la Organización Mundial de la Salud ha desarrollado un procedimiento que utiliza warfarina para determinar la susceptibilidad de los roedores a esta sustancia y a otros anticoagulantes.

Cuadro 8.5

Concentraciones recomendadas en cebos de rodenticidas anticoagulantes

Anticoagulante	Rata noruega porcentaje	Rata tejado porcentaje	Rata doméstica porcentaje
Brodifacoum	0.001	0.005	0.01
Bromadiolone	0.005	0.005	0.01
Clorofacicone	0.005-0.01	0.005-0.01	0.01
Difenacom	0.005	0.005	0.01
Fumarina	0.025	0.025	0.025-0.05
Pival	0.025	0.025	0.025-0.05
Warfarina	0.025	0.025	0.025-0.05
Coumatetralyl	0.03-0.05	0.03-0.05	0.05
Isovarelyl-Indandione	0.055	0.055	—

Fuente: Commensal Rodent Control.. WHO/VBC/79.726.

Estos equipos pueden adquirirse en: Departamento de Biología y Control de Vectores/OMS, Ginebra, Suiza.

En los últimos años se ha intensificado la investigación de nuevos productos rodenticidas para solucionar el problema de la resistencia a los anticoagulantes y para remplazar las sustancias de alto riesgo por otra que ofrezcan mayor seguridad en su empleo. Entre estos nuevos rodenticidas se encuentran:

- Norbormide — efectivo para *Rattus norvegicus* y *Rattus rattus*.
- A-cloralose —efectivo para *M. musculus*.
- Warfarina y calciferol —efectivo para ratas noruegas (*R. norvegicus*) y ratón casero.

Cuadro 8.6
Rodenticidas de acción aguda

Veneno	DL 50 mg/kg (rata noruega)	% Usados en cebos	Efectivo para rata	Aceptabilidad en cebos	Restricciones
Alfa-cloralose	300	4,0	Doméstica	Pasable	No recomendado
Antu	6-8	1,5	Noruega	Pasable	
Calciferol	40	0,1	Noruega, tejado, doméstica	Buena	
Castrix	1-5	0,5	Noruega, domésti- ca	Pobre	No recomendado
Escila roja	500	10,0	Noruega	Pasable	
Estricnina	6-8	0,6	Doméstica	Pobre	No recomendado
Fasacetim	20-30	0,25	Noruega, tejado	Buena	
Fosfuro de zinc	40	1,0	Noruega, tejado, doméstica	Aceptable	
Fluoroacetamida	13-16	2,0	Noruega, tejado, doméstica	Buena	
Fluroacetato de so- dio	5-10	0,25	Noruega, tejado, doméstica	Buena	
Pirinuron	5-12	0,5-2,0	Noruega, tejado, doméstica	Aceptable	
Silatrone	1-4	0,5	Noruega, domésti- ca	Pasable	No recomendado
Scilliroside	0,42	0,015	Noruega	Pasable	
Sulfato de talio	25	1,5	Noruega, tejado, doméstica	Buena	No recomendado
Troxido de arsénico	13-25	1,5	Noruega, tejado, doméstica	Pasable	

Fuente: *Commensal Rodent Control*. WHO/VBC/79.726.