



CONSERVACIÓN DE GRANOS



CONTROL DE VARIABLES BIOLÓGICAS DEL MEDIO

Desde que el hombre comenzó a cultivar y almacenar frutos, existen plagas que compiten con el hombre, alimentándose y reproduciéndose en nuestros cultivos y dentro de los alimentos almacenados como resultado de la modificación que el hombre ha realizado sobre el equilibrio del ecosistema. Para encontrar un nuevo equilibrio ecológico y luchar contra los animales y plantas perjudiciales se empezaron a utilizar, desde hace ya bastantes años, ciertos productos químicos cuyo número y eficacia no han cesado de aumentar.

¿QUÉ ES UNA PLAGA?

Plaga: es cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales (definición del Glosario de términos fitosanitarios, publicado por FAO)

La clave para proteger los granos del ataque de estas plagas es la incorporación de un enfoque de Control Integrado de Insectos. Este enfoque utiliza diferentes estrategias y prácticas de control para limitar el daño de los insectos de la forma más económica posible, al mismo tiempo que preserva la inocuidad del grano y minimiza el impacto ambiental. En ese contexto, se busca reducir al mínimo la utilización de insecticidas.

El Control Integrado de Insectos está conformado por estrategias orientadas a:

- 1) Prevenir la aparición de la plaga.
- 2) Monitorear e Identificar la plaga.
- 3) Controlar la plaga evaluando las alternativas más adecuadas.

Podemos encontrar diferentes tipos de control, según el medio y la forma utilizados para combatirlas.

- **CONTROL LEGISLATIVO:**

Incluye la cuarentena y la sanidad. La primera hace referencia a las prohibiciones o restricciones impuestas al transporte de granos afectados por plagas. En cuanto a sanidad, nos referimos a las tareas culturales que se realizan para disminuir la presencia o el efecto de los insectos y comprenden labores desde el cultivo (elección de la variedad, condiciones de cosecha, etc.), la utilización de equipos limpios y regulados adecuadamente, limpieza de granos y depósitos, uso de depósitos adecuados, etc.

- **CONTROL MECÁNICO Y FÍSICO:**

Incluye varias alternativas de manejo tales como:

- **Calor:** aire caliente a alta velocidad (60 °C) por 3 minutos
- **Gases inertes:** ej. Dióxido de carbono o Nitrógeno
- **Frio:** insuflar aire frío
- **Ozono:** no daña la calidad de los granos
- **Utilización de polvos abrasivos:** la sustancia más utilizada son las tierras de diatomeas.
- **Manejo de la Humedad y la Temperatura:** por las causas ya mencionadas a la hora de describir a las variables físicas del medio, es importante almacenar los granos con contenidos de humedad bajos; las bajas humedades y temperaturas limitan la supervivencia y reproducción de la mayoría de los insectos.
- **Impacto:** consiste en lanzar los granos por fuerza centrífuga contra una superficie, lo que mata a los insectos y destruye los granos infestados. Los insectos expuestos y los granos destruidos son retirados por aspiración. Este proceso sólo se usa en plantas industriales que procesan granos para consumo humano a gran escala y no es común en nuestro país.
- **El almacenaje hermético:** consiste en no permitir que el aire entre dentro del silo y de esta forma, la respiración de los granos e insectos consumen el oxígeno del aire intergranario, muriendo las plagas por asfixia. Un ejemplo muy desarrollado en Argentina sobre esta técnica son los silos bolsa.
- **La radiación:** la energía lumínica es utilizada de diversas formas en el control de insectos, como por ejemplo el empleo de trampas lumínicas para el seguimiento de la evolución de las plagas.

- **TIERRAS DE DIATOMEAS: MODO DE ACCIÓN.**

- Produce desgarraduras de la quitina en pliegues de articulaciones.
- Separación de los músculos de la válvula traqueola.
- Perforación de paredes de la traqueola y tráquea.
- Deterioro mandibular por abrasión.
- Desgarradura del esófago.
- Perforaciones en las paredes del sistema digestivo.
- Absorción de la cera, provocando deshidratación.
- Inanición de las larvas.

- Ventajas:

- Debido a la forma en la que actúa (no produce reacciones químicas) no crea resistencia en los insectos.
- Cuando los granos son procesados para producir alimentos, la presencia de diatomea no genera ningún tipo de alteración, ni reducción de la calidad.
- No transmite mal olor ni color al grano tratado.
- Se produce una fina película del producto que recubre cada uno de los granos, y los protege por largos períodos de tiempo (más de un año) del ataque de los insectos.

- Tratamiento de instalaciones con diatomeas:

Controla los insectos que se encuentran en grietas, entre chapas, desechos de granos en depósitos, galpones, silos, bodegas y medios de transporte aplicando el producto en polvo mediante un insuflador de manera de cubrir la mayor superficie posible.

- Especies que controla:

- Sitophilus Oryzae (gorgojo del arroz)
- Tribolium castaneum (tribolio castaño)
- S. zeamaiz (gorgojo del maíz)
- Orizaephilus surinamensis (carcoma dentada)
- Tribolium confusum (tribolio confuso).

- Dosis:

En general, las dosis recomendadas oscilan entre 2 a 3 Kg. de tierra de diatomeas pura (al 100 %) por tonelada de grano; pero hemos observado grandes variaciones en las recomendaciones según el producto comercial, así por ejemplo, DIATOMEA PORFIN –DH menciona una aplicación de 250 a 500 gramos por tonelada al momento de llenar el silo (en la boca de entrada del sinfín, o en la noria de recepción), según la humedad del grano, a menor humedad menor dosis; por ej. Trigo con 12 % de humedad o menos, dosis de 250 a 350 grs. y con 14 % o más, dosis de 350 a 500 grs.

Diatomi-D recomienda para grandes silos:

- Para Trigo y Maíz: 1 a 3 kg. /tonelada.
- Para otros granos y semillas: 1 a 5 kg. /tonelada.

• **CONTROL QUÍMICO:**

Consiste en la utilización de sustancias de natural o sintético para reducir la población de individuos de una especie, estas sustancias son denominadas plaguicidas.

Las tierras de Diatomeas son minerales que se forman con los restos fósiles de algas unicelulares que se encuentran en depósitos situados en los lechos marinos, lacustres, fluviales, etc. Es un producto no tóxico y totalmente natural.

LOS PLAGUICIDAS

Definidos como cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se destinan a controlar cualquier tipo de plaga, incluidos los vectores de enfermedades humanas o animales. Así como las que interfieren en la producción agropecuaria y forestal; se incluyen en esta definición las sustancias defoliantes y las desecantes. En los comienzos fueron utilizados diversos métodos naturales tales como el fuego, la eliminación manual, el azufre y las sales de cobre, con el objeto de malograr la actividad de las plagas. Hasta 1940, el mercado de insecticidas estuvo aún limitado a varios productos arsenicales, aceites derivados de petróleo, nicotina, piretro, azufre, gas de cianuro, de hidrógeno, etc. Después de la segunda guerra mundial se abrió la “Era de la Química”, cuando aparece una serie de compuestos orgánicos altamente efectivos que parecía ser la solución a este problema, el primero de los cuales fue el DDT.

El DDT pertenece a una familia de compuestos químicos denominados organoclorados debido a su origen orgánico y que contienen cloro en su composición. Desde aquel entonces, se han experimentado muchos cambios en el uso de los insecticidas químicos, y es así como los insecticidas clorados, a pesar de su eficacia, han tenido que ser retirados del mercado, debido a su alta residualidad y efectos nocivos tanto al hombre como a su ambiente.

Los científicos en su afán de solucionar los problemas que se presentan, encontraron que productos químicos de la familia de los órganos fosforados actúan eficazmente como insecticidas, atacando el sistema neuromuscular de los insectos. Inmediatamente después, otros insecticidas mucho más seguros fueron desarrollados. En pocos años más, entraron al mercado los clorofenólicos, carbamatos y otros como los piretroides, para solucionar una serie de problemas específicos. A continuación describiremos los tipos más importantes de insecticidas según su composición química:

- **ORGANOCLORADOS:**

Insecticidas de amplio espectro que se unen a las terminaciones nerviosas de los insectos e inhiben la transmisión de los impulsos. Debido a su gran persistencia y a su gran solubilidad en lípidos (grasas), pueden acumularse en los tejidos grasos de los organismos y ejercer un efecto tóxico sobre especies no blanco. Todos están prohibidos en la actualidad, el último en ser retirado del mercado fue el Endosulfán.

- **ORGANOFOSFORADOS:**

Son los insecticidas más usados actualmente. Más tóxicos, pero también más fácilmente degradables que los Organoclorados. Son absorbidos por inhalación, por ingestión o por vía cutánea. Actúan inhibiendo la acetilcolinesterasa, dando lugar a una acumulación de acetilcolina en las sinapsis, lo que provoca un exceso de actividad Colinérgica (hiperexcitabilidad).

Por ser solubles en agua, como el Malathion pueden ser absorbidos por las plantas y actuar como un veneno sistémico contra insectos chupadores.

- **CARBAMATOS:**

Actúan en forma similar a los Organofosforados, pero algunos, como el Carbaril son más específi-

cos, por lo que nos son tan peligrosos para especies no blanco como las que integran la clase de los mamíferos. La combinación carbamilo- acetilcolinesterasa se disocia más rápidamente que el complejo producido por los organofosforados. Esto hace que el intervalo entre la dosis que produce los síntomas y la dosis letal sea mayor que el de los organofosforados

• **PIRETROIDES:**

Venenos de contacto que afectan el sistema nervioso de los insectos, generando una alteración de la transmisión del impulso nervioso ya que alteran el canal de sodio en la membrana nerviosa, es decir, actúan a nivel axónico mientras que los organofosforados actúan a nivel receptores de la colinesterasa impidiendo la transmisión del impulso.

Pueden ser naturales como el Piretro, que se degrada con rapidez, o sintéticos industriales como la Deltametrina, muy estable y persistente.

Son muy efectivos para combatir los insectos que atacan los frutales, pero también pueden ser altamente tóxicos para especies que no son plagas (especies no blanco) como las abejas.

En la historia de los plaguicidas podemos encontrar una tercera generación, luego de los productos naturales y los químicos orgánicos, Son sustancias similares a ciertas hormonas que los insectos producen normalmente, pero que en altas dosis interfieren en el desarrollo normal de los insectos, afectando su crecimiento.

Estos productos son denominados “reguladores de crecimiento” y son los insecticidas de mayor especificidad. Por ejemplo: el Diflubenzurón que inhibe la formación de la quitina con que está hecho el Exoesqueleto.

La cuarta generación de productos para el control de plagas son feromonas utilizadas con el objeto de influir sobre el comportamiento de los insectos.

Las feromonas son sustancias que los animales producen para atraer o provocar una respuesta en otros individuos de su misma especie. Son muy conocidas las que usan para atraer a los individuos del otro sexo y facilitar de esta manera la fecundación.

Cada especie de insecto tiene sus propias feromonas específicas y por esto se pueden usar muy selectivamente para actuar sobre un organismo concreto; generalmente pueden producir atracción sexual (utilización en trampas) o confusión sexual (disminuyendo la probabilidad de cópula).

Aún hoy subsiste la tendencia de utilizar plaguicidas como única medida de control, lo que conduce a diversos problemas ambientales los cuales pueden traducirse en contaminación, extinción de especies, intoxicaciones, etcétera como así también a la creación de resistencia por parte de los insectos.

En consecuencia, surge una combinación de técnicas, controles biológicos y uso de productos químicos que se conoce como Control Integrado de Plagas.

Sobre este tema nos referiremos más adelante.



PERÍODO	EJEMPLO	FUENTE	CARACTERÍSTICAS
1800/1920	Primeros plaguicidas orgánicos, nitrofenoles, clorofenol, creosota, naftaleno, aceites de petróleo	Química orgánica, productos derivados de la elaboración de gas de carbón, etc	Con frecuencia, carecen de especificidad y eran tóxicos para el usuario o para organismos que no eran los destinados.
1945/1955	Productos orgánicos clorados, DDT, HCCH, ciclodien, clorados	Síntesis orgánica.	Persistentes, buena selectividad, buenas propiedades agrícolas, buenos resultados en materia de salud pública, resistencia, efectos ecológicos nocivos.
1945/1970	Inhibidores de la colinesterasa, compuestos organofosforados, carbamatos.	Síntesis orgánica, buena utilización de las relaciones estructura-actividad.	Menor persistencia, cierta toxicidad para el usuario, algunos problemas ambientales.
1970/1985	Piretroides sintéticos, avermectin, imitaciones de las hormonas juveniles, plaguicidas biológicos.	Perfeccionamiento de las relaciones estructura-actividad, nuevos sistemas de selección de objetivos	Cierta falta de selectividad, resistencia, costos y persistencia variable.
1985	Organismos obtenidos por la ing. Genética.	Transferencia de genes para plaguicidas biológicos a otros organismos y a plantas y animales beneficiosos. Ingeniería genética de las plantas para que resistan mejor a los efectos no deseados de los plaguicidas.	Posibles problemas con mutación y fugas, perturbación de la ecología microbiana, monopolio de los productos.

Cronología del desarrollo de los plaguicidas (Stephenson y Solomon, 1993)

Modos de acción de los plaguicidas:

- **De contacto:** el producto permanece en la superficie aplicada actuando directa o indirectamente sobre el organismo a controlar. En el caso de los insectos, el tóxico penetra en cuerpo del mismo para matarlo.
- **Residuales:** se denomina así a todos aquellos productos que se colocan antes de que aparezca la plaga, y que permanecen a la espera de la misma para efectuar su acción.
- **Digestivos o de ingestión:** son aquellos plaguicidas que necesitan introducirse por la boca de los organismos vivos para ejercer su acción.
- **Fumigantes:** son sustancias sólidas, líquidas o gaseosas que se pasan a vapor o gas tóxico de elevado poder de difusión, controlando a diferentes organismos por su sistema respiratorio.
- **Repelentes:** son compuestos que producen el efecto de alejar o ahuyentar plagas.

Sistémicos: son compuestos capaces de penetrar en los tejidos vegetales y distribuirse a través de toda la planta para cumplir su función.

Resistencia Genética:

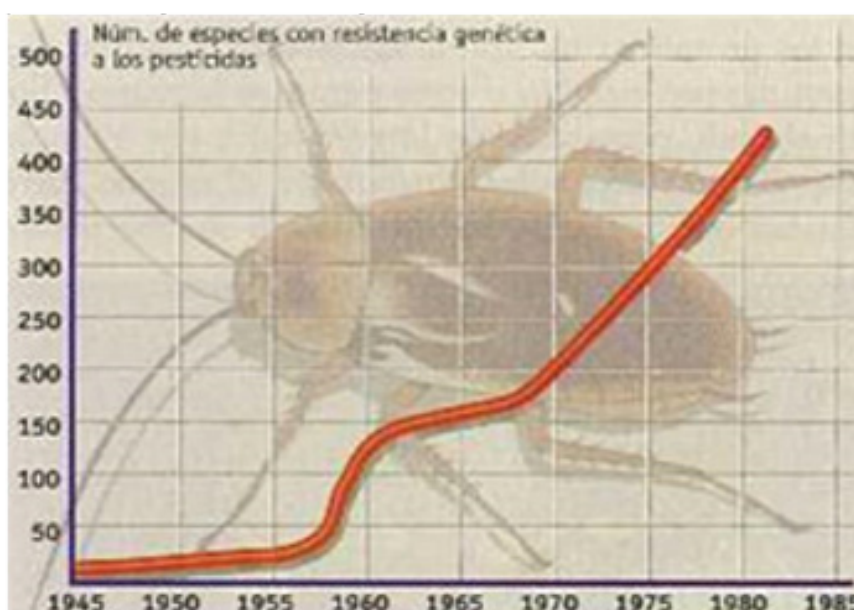
La llamada resistencia genética se produce porque entre los muchos individuos que componen la población de una plaga algunos poseen genes que hacen que el pesticida no sea tóxico para ellos y estos individuos aguantan la acción del pesticida sin morir. Son precisamente estos que no han muerto los que tienen descendencia y forman las nuevas poblaciones de la plaga que heredan el gen de resistencia y la acción del pesticida contra ellas será mucho menor.

Como en los insectos y, en general en los organismos de las plagas, las generaciones se suceden unas a otras con rapidez y el tamaño de las poblaciones es muy grande, la resistencia genética se extiende en unos pocos años.

El número de especies de plaga con resistencia a los pesticidas ha aumentado de unas pocas (se contaban con los dedos de la mano) hace 50 años, a más de 700 en la actualidad.

Incremento en el número de especies de insectos con resistencia genética a los pesticidas:

En estudios realizados, se vio que en una población inicial con un 9% de individuos resistentes tratada con un plaguicida de 80% de efectividad, se producen tres nuevos individuos resistentes por cada uno que existía con anterioridad; esto nos lleva a que, en unas pocas generaciones, la plaga se hace un 75 % resistente al plaguicida usado.



- Factores que afectan el desarrollo de resistencia:

- **Genéticos:** pueden estar dados por genes preexistentes o por una mutación que los origine.
- **Biológicos:** dentro de este punto hay varios factores que inciden en la creación de resistencia, por ejemplo, la duración del ciclo de vida, número de generaciones al año, comportamiento alimentario de la plaga, movilidad, refugios, etc.

Operacionales:

- **Del insecticida:** su naturaleza química, relación con otros insecticidas utilizados y el tipo de formulación.
- **De la aplicación:** dosis, recordemos en este punto que debemos respetar la indicada en el marbete, ya que las subdosis facilitan en gran medida la creación de resistencia y las sobre dosis conllevan a la pérdida de selectividad del plaguicida, incremento innecesario de los costos y daños ambientales. También debemos respetar el umbral de aplicación (Nº de individuos que producen daño económico). La falta de alternancia en los tratamientos químicos es un problema muy común, para evitarlo debemos recordar que lo importante es cambiar al principio activo que se aplica, no el nombre comercial del producto. La presencia de refugios mejora las posibilidades de sobrevivencia de la plaga, por lo que es de fundamental importancia la limpieza y mantenimiento de las instalaciones.

Formulaciones de plaguicidas agrícolas:

Un plaguicida pocas veces se encuentra en forma pura. Generalmente, cuando compramos un producto químico, éste es una mezcla del principio activo y otras sustancias que mejoran sus propiedades de aplicación, efectividad, manipuleo, almacenamiento, seguridad etc. Por formulación se entiende al proceso de acondicionamiento de un plaguicida, es decir el agregado de otras sustancias al producto activo, como así también la condición física final en la que un plaguicida es vendido para su uso. Para poder usar correctamente los plaguicidas veremos ahora algunas características básicas de las formulaciones y las abreviaturas con la que figuran en los marbetes aquellas que son más utilizadas en el control de plagas de granos almacenados:

Respetar las dosis de marbete, la alternancia y umbrales de aplicación y mantener limpias y sanas a las instalaciones nos conducirá a la Aplicación Racional de plaguicidas, con el objeto de cuidar la economía de la planta de acopio y, principalmente, la salud de los consumidores.

Tipos de Formulaciones

Formulaciones Sólidas (Polvos):

- Polvos de Espolvoreo o Secos.
- Polvos Solubles.
- Polvos Mojables.
- Sólidos Dispersables.
- Gránulos.
- Fumigantes Sólidos.
- Productos Evaporables.

Formulaciones Líquidas (Soluciones):

- Soluciones Concentradas Acuosas.
- Líquidos Miscibles.
- Formulaciones Emulsionables.

- Suspensiones Concentradas.
- Suspensiones de Encapsulados.
- Líquidos Fumigantes.
- Gases: Bromuro de Metilo (Gas Licuado de Alta Presión).

DETECCIÓN DE INFESTACIONES

La detección y reconocimiento de la plaga es el primer paso antes de la aplicación de productos químicos. Las inspecciones deben estar dirigidas tanto a las instalaciones de almacenamiento como hacia el granel. Se deben realizar inspecciones mensuales y, si hay equipamiento disponible, realizar un seguimiento de la temperatura, humedad del granel y concentración de dióxido de carbono mediante el uso de sondas y equipos de termometría.

Existen diferentes métodos que detectan la presencia de los insectos en sus diferentes estadios:

Métodos acústicos: se utilizan micrófonos que detectan el ruido que producen los insectos al comer; es una técnica muy utilizada en Europa y sólo es eficiente con los insectos adultos.

• Trampas:

Para concretar un control de plagas racional, en el marco de un programa integrado, es imprescindible detectar los insectos. De acuerdo a las circunstancias de manejo se presentan distintas alternativas.

Para la detección en la recepción debemos disponer de adecuados extractores de muestras, zarandas manuales, lupas, luces adecuadas, etc.

En el almacenaje podemos valernos de variadas metodologías orientativas, como son las mediciones de temperatura, así como los muestreos directos. Para el monitoreo y detección de insectos en el almacenaje se han desarrollado distintos tipos de trampas:

• **Para coleópteros:** consiste en un tubo de plástico con aberturas a lo largo que se coloca en el centro del granel. Los insectos caen dentro del tubo, el cual es retirado para controlar cada 15 días.

• **Para lepidópteros y ácaros:** son paneles con un material adhesivo en el cual se adhieren las mariposas y ácaros atraídos por una feromona.

• Detección de formas juveniles por densidad de productos (flotación):

Se basa en el conocimiento de que la densidad de los granos sanos (no picados por insectos) es mayor que la de los granos picados. Esas densidades se pueden lograr con tetracloruro de carbono, silicato de sodio, o simplemente azúcar.

Se utiliza una solución de agua y sal con una densidad de 1,2 grs/cm³ dentro de una probeta en la cual se coloca las muestras a evaluar. Los granos sanos se depositan en el fondo de la probeta, mientras que aquellos que esconden una forma juvenil van a flotar en la solución.

• Rayos X:

Hay aparatos que toman la radiografía de los granos y se puede detectar la presencia de insectos en el interior de los granos.

• Tinturas:

Utilizando violeta de genciana ó el mismo método del Tetrazolio usado para semillas.

Las trampas para el granel resultan sin dudas el método más eficiente de detección de infestaciones. En un muestreo convencional con calador solo extremos una pequeña muestra en un punto en un momento determinado.

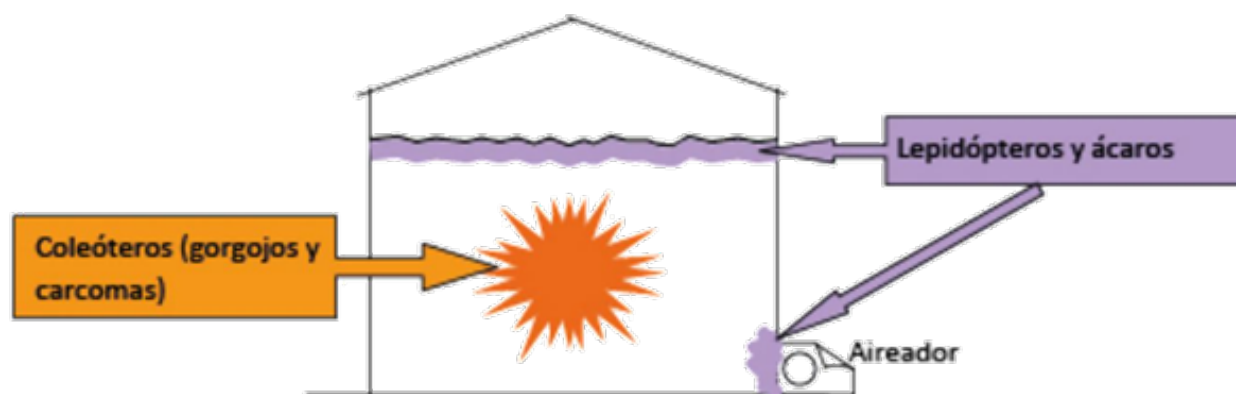
El sistema de trampas nos permite dejar la trampa en un lugar durante un tiempo previamente definido, dando lugar a que los insectos se muevan hacia ella, permitiendo una determinación de todo el radio de acción, que resultaría imposible muestrear con el grano quieto con métodos prácticos.

LOCALIZACIÓN DE LAS PLAGAS

Dos son los tipos de factores que afectan la localización y distribución de las plagas en el depósito:

- Especie (Hábitos, ciclo, necesidades de oxígeno, calor, etc.).
- Características de la masa de granos.

Los lepidópteros (mariposas) y ácaros se ubican sobre la mercadería que está en contacto con el aire, mientras que los coleópteros adultos se pueden mover por todo el interior de la masa de granos que resulte favorable.



Es importante tener en cuenta donde podemos encontrar los insectos al momento del muestreo, debido a que, como lo mencionamos anteriormente, las plagas no se distribuyen homogéneamente dentro de la mercadería.

TRATAMIENTO DE LAS INSTALACIONES:

Consiste en realizar una serie de tareas que se basan en la higiene de la planta de acopio o industrialización y la posterior aplicación de un producto de efecto residual. Como ya lo mencionamos, se deben limpiar adecuadamente las instalaciones a tratar (silos, depósitos, celdas, camiones, vagones, etc.), los residuos de la limpieza deben ser incinerados para, de esta forma, evitar la dispersión de larvas, huevos u otra forma de reproducción de las plagas. Para que la limpieza sea adecuada puede utilizarse una aspiradora o, en su defecto, mediante otro método que evite la formación de una nube de polvo. El tratamiento químico debe realizarse con un plaguicida residual, rociando completamente las paredes, piso y techo; además de los rincones y grietas que pudieran estar presentes. Se debe tener la precaución de comenzar siempre la aplicación desde el lugar más alejado de la salida que utilizará el operario, aplicando entre 8 y 10 litros cada 100m² de superficie. Es de fundamental importancia conocer los factores que afectan la efectividad de los tratamientos residuales para poder realizar una aplicación económica y ecológicamente racional:

Insecticidas	Grupo Químico	Dosis de PC en agua	Dosis en termonebulizador
Delatametrina + Butóxido de Piperonilo (K-Obiol 2,5% + 20%) EC	Piretroide	50-80 cc/ 5 l agua	200 cc / 10 l gasoil 1000 m ²
Mercaptotion (Hunter 100%) EC	Fosforado	1 - 2,5 l / 100 l agua	—
Pirimifos - Metil (Actelic 50 50%) EC	Fosforado	80 cc / 3 - 20 l agua / 100 m ²	10 cc / 90 cc aceite blanco o destilado de petróleo / 100 m ²
Pirimifos + Lambdacialotrina (Actelic Plus 50% + 5%) EC	Fosforado + piretroide	50 - 200 cc pirimifos + 25 - 100 cc lambdacialotrina / 5 - 20 l agua	10 cc pirimifos + 2 cc lambdacialotrina / 90 cc de aceite blanco o destilado de petróleo
Clorpirifos Metil (Reldan 48 E 48%) EC	Fosforado	500 cc / 100 l agua	—
Clorpirifos Metil + Deltametrina(Reldan Plus 14,5% + 0,65%) EC	Fosforado + piretroide	1-2 l / 100 l agua	—
Fenitrothion (Trothion 100%) EC	Fosforado	1 l / 100 l agua	400 cc / 10 gasoil
Fenitrition + Permetina(Olkill 50% + 10%) EC	Fosforado + piretroide	2 l / 100 l agua	—
Fenitrition + Deltametrina ((K-Obiol F 25% + 0,65%) EC	Fosforado + piretroide	130 - 175 cc / 5 - 10 l agua	300 _ 350 cc / 10 l gasoil / 100 m ²

• Factores internos:

- **Dosis:** se deben respetar las indicaciones del fabricante (indicadas en el marbete)

• Factores externos:

- **Temperatura.**

- **Humedad.**

La temperatura y la humedad afectan directamente a la degradación de los productos químicos y su efecto. A mayor temperatura y humedad, más rápida será la degradación, y por lo tanto será menor el efecto residual del producto.

• Tratamiento Químico Preventivo:

Se realizan con el objeto de proteger al grano mediante el uso de un insecticida de contacto; para esto es conveniente el tratamiento cuando el grano llega a la planta, pero luego de que ha sido limpiado y secado. El uso de productos químicos residuales con este objetivo tiene como ventaja que son menos peligrosos que los productos fumigantes, además de brindar una protección prolongada. Generalmente estos productos son aplicados con el grano en movimiento, sobre una cinta transportadora, en la cumbre del silo o en el pie de noria. También se puede pulverizar las bolsas, pero sin empapar, a medida que se van armando. Debido a que se deben aplicar pequeños volúmenes de producto, este se tiene que incrementar mediante el agregado de agua para, de esta forma, lograr una correcta cobertura de todos los granos. La cantidad de agua a agregar por cada litro de plaguicida está en relación al caudal que aplica el pico de la pulverizadora utilizada, la capacidad de transporte de la cinta transportadora o noria y a la dosis de plaguicida a utilizar.

Insecticidas	Grupo Químico	Poder residual	Dosis en Granos (CC de PC / Tonelada)	Dosis en Estibas (Litros de PC en agua)
Delatametrina + Butóxido de Piperonilo (K-Obiol 2,5% + 20%) EC	Piretroide	6-12 meses	12 _ 20	50-80 cc/ 5 l agua
Mercaptotion (Hunter 100%) EC	Fosforado	3-6 meses	10 _ 20	1 - 2,5 l / 100 l agua
Pirimifos - Metil (Actelic 50 50%) EC	Fosforado	6-9 meses	6 _ 10	80 cc / 3 - 20 l agua / 100 m2
Pirimifos + Lambdacialotrina (Actelic Plus 50% + 5%) EC	Fosforado + piretroide	6-9 meses	8 cc pirimifos + 2 cc lambdacialotrina	50 - 200 cc pirimifos + 25 - 100 cc lambdacialotrina / 5 - 20 l agua
Pirimifos Metil + Permetrina (Sin datos 21% + 6%) EC	Fosforado + piretroide	3-6 meses	10 _ 18	—
Clorpirifos Metil (Reldan 48 E 48%) EC	Fosforado	6-8 meses	6 _ 10	500 cc / 100 l agua
Clorpirifos Metil + Deltametrina(Reldan Plus 14,5% + 0,65%) EC	Fosforado + piretroide	3-6 meses	15 _ 20	1-2 l / 100 l agua

- **Utilización de mezclas:** a causa que los diversos principios activos actúan de diferente forma sobre cada una de las especies plaga, teniendo efectos mayores sobre unas y reducidos sobre otras, es común la aplicación de productos que contienen una mezcla de dos o más principios activos para complementar sus efectos. Incluso, si se mezcla los productos correctos puede potenciarse el efecto de éstos. Algunos ejemplos comunes son: deltametrina + fenitrotión (K – Obiol), permetrina + pirimifós metil (Actellic Plus), etc. Que son utilizados tanto para controles químicos preventivos como para el tratamiento de instalaciones. Con respecto al equipo de pulverización, debe funcionar en perfectas condiciones y no es aconsejable que pulverice más de 1000 cc por minuto. El depósito de dicho equipo no debe ser de fibrocemento, porque los componentes calcáreos de este material, disminuyen la actividad de los productos fosforados.

TRATAMIENTOS QUÍMICOS CURATIVOS:

Aunque lo ideal es la utilización de técnicas que prevengan el desarrollo de plagas, como, por ejemplo: limpieza de instalaciones, tratamientos químicos preventivos, control mecánico y cultural; pero muchas veces los insectos aparecen de todas formas.

En estos casos, es decir cuando la mercadería se encuentra infestada, se emplean productos fumigantes que generan gases altamente tóxicos al contacto con el aire, pero que, a su vez, tienen un bajo poder residual. Hay dos productos autorizados con estas características: el Fosfuro de Magnesio y el Fosfuro de Aluminio.

La forma de actuar gaseosa de los fumigantes obliga a su utilización en espacios confinados, que además se deben hermetizar adecuadamente. Antes se utilizaba también el Bromuro de Metilo.

• **Bromuro de metilo:**

Este pesticida combate eficazmente una amplia gama de plagas, incluidos los insectos, gusanos y microorganismos patógenos, debido a que un biocida (de bios- vida y -cida matar) incluso reduce el poder germinativo de las semillas.

Comercialmente viene presentado con gas licuado a alta presión.

Más allá de su poder como plaguicida, el bromuro de metilo tiene repercusiones serias sobre el medio ambiente. Después de ser utilizado, el pesticida pasa a las capas superiores de la atmósfera, donde daña la capa de ozono, el bromuro de metilo destruye las moléculas de ozono a un ritmo 50 veces superior que los CFC (que es el gas más publicitado como la razón del adelgazamiento de la capa de ozono), la Organización Meteorológica Mundial concluyó que la puesta fuera de circulación del bromuro de metilo es la medida individual más importante que los gobiernos pueden tomar para proteger la capa de ozono.

En 1995, durante el firmado del Protocolo de Montreal de las Naciones Unidas Relativo a las Substancias que Agotan la Capa de Ozono, se acordó que en Europa y los USA, éste fumigante esté completamente prohibido a partir del año 2005 y en los países en desarrollo en el 2015. Hoy está prohibida la producción, distribución y aplicación de Bromuro de metilo en todo el mundo.

• Fosfuro de Aluminio o Fosfuro de Magnesio:

En el mercado, lo encontramos en formulación sólida, ya sea como tabletas, comprimidos o bolsitas. Cuando el fosfuro de aluminio o el de magnesio toma contacto con la humedad del aire y del grano, genera un gas altamente tóxico y prácticamente del mismo peso que el aire denominado fosfina o Fosfuro de hidrógeno. Luego de la reacción, queda un pequeño porcentaje (1%) de residuo, que está dentro de las tolerancias permitidas.

Este gas difunde fácilmente entre el aire intergranario, no afecta el poder germinativo, y una vez ventilado, no deja olores ni sabores extraños y no afecta la capa de ozono ni al ambiente ya que una vez liberado a la atmósfera la luz solar lo convierte rápidamente en ácido fosfórico, el cual no produce efectos nocivos. También elimina todos los estadios de los insectos, incluso los huevos en el interior de los granos. Para un correcto control de insectos, y si bien no es necesaria la hermeticidad total, es conveniente cerrar el depósito lo mejor posible.

A los fines de simplificar la descripción, sólo analizaremos el caso del fosfuro de aluminio, considerando que, con respecto al fosfuro magnesio, solo pueden variar las dosis recomendadas o el tiempo de exposición, que de todas formas figuran en los marbetes de los productos comerciales.

Formulación y peso de cada formulado:

- Comprimidos de 0,6 grs c/u.
- Pastillas o tabletas de 3,0 grs c/u.
- Bolsitas de 200 grs c/u.

Dosificación de Fosfuro de Aluminio según el tipo de instalación y formulación:

Instalación	Unidades/Tn	Tiempo de exposición	Temperatura mínima*
COMPRIMIDOS			
Galpones a Granel (celdas – silos horizontales)	15 a 20/Tn	5 días	12 a 15 °C
Silos metálicos	12 a 15/Tn	3 días	15 a 20 °C
Silos de mampostería	10/Tn	2 días	Más de 20 °C
Estibas (bajo carpa hermética)	7 a 10/m ³	3 días	Más de 15 °C
PASTILLAS			
Galpones a Granel (celdas – silos horizontales)	3 a 6/Tn	5 días	12 a 15 °C
Silos metálicos	3 a 6/Tn	4 días	15 a 20 °C
Silos de mampostería	2 a 4/Tn	3 días	Más de 20 °C
Estibas (bajo carpa hermética)	1,5 a 2,5/m ³	3 días	Más de 15 °C
BOLSITAS			
Silos metálicos	1 o 2/Tn	7 días	10 a 15 °C
Silos de mampostería	1 a 3/Tn	4 días	16 a 22 °C

El tiempo de exposición está en función de la temperatura del aire del granel, a menor temperatura se debe aumentar el tiempo de exposición.

TÉCNICAS DE APLICACIÓN

Como ya lo mencionamos, la fosfina es un gas más liviano que el aire, por lo que cuando coloquemos el fosfuro de aluminio, debemos tener la precaución de que éste quede en el fondo del granel, y de esta manera, el gas se eleve eliminando a los insectos. En este sentido, para que la colocación de pastillas o tabletas sea adecuada, describiremos las tres situaciones más comunes con las que nos podemos encontrar:

- **Mercadería estática a granel:** en una instalación de almacenamiento (silo, celda, galpón, etc.) o en transporte (bodegas de barco, carrilines, camiones, etc) se nos presentan dos formas de aplicar el plaguicida:

- **Mediante sonda:** con la cual se empujan las pastillas hacia el fondo de la instalación, esta opción queda limitada a instalaciones no demasiado profundas.

- **A través del uso de equipos especiales:** que dosifican dentro del granel el gas ya formado, estos equipos serán descriptos con posterioridad.

- **Mercadería en movimiento:** esta situación puede darse cuando estoy cargando un silo o cuando se realiza un trasile con el único objetivo de poder aplicar el tratamiento curativo. En todos los casos, aplico la dosis recomendada mediante la incorporación sucesiva de las pastillas o comprimidos a medida que el grano va cayendo en el depósito.

- **Mercadería embolsada:** para que el tratamiento sea efectivo, las bolsas deben estar en un galpón cerrado; se colocan las pastillas dentro de la estiba o en el suelo rodeando a las bolsas. Es recomendable recolectar los residuos a fin de evitar una acumulación de éstos a través de los consecutivos tratamientos ya que son inflamables.

PROHIBICIONES

Cabe aclarar que una práctica muy común era la desinfección de mercadería sobre el camión. Esto provocó fallecimientos de camioneros por exposición al tóxico Fosfuro de Aluminio que está clasificado como sumamente peligroso Clase Ia o Ib según su formulación. Por lo cual en la provincia de Córdoba el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca por Resolución N° 304/2010 prohibió el tratamiento con fumigantes granos, productos y subproductos de cereales y oleaginosas durante la carga y tránsito.

Adjunto a la Carta de Porte debía ir un Formulario Único con la declaración jurada de libre de fumigantes. Luego en el 2011 el Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe a través de la Resolución N° 137 prohibió el tratamiento con cualquier tipo de agroquímicos de granos, productos y subproductos durante la carga y tránsito a destino de los mismos.

Esta práctica está prohibida por la Ley Nacional N° 27.262/16 que prohíbe el tratamiento sanitario con fumigantes en granos, productos y subproductos durante la carga y tránsito de camiones y/o vagones. A partir de la misma se instrumentó un Formulario Único para transporte en jurisdicción nacional que una Declaración Jurada con los datos del Remitente, de los granos, procedencia y datos del transporte en el cual se declara que la carga no ha sido tratada con plaguicida fumigante ni se autoriza el tratamiento durante su tránsito. La infracción es sancionada con multa equivalente al precio de venta del día de lo transportado o decomiso de la mercadería. Luego sufrió una modificación con la Resolución N° 692/17 de SENASA en la cual se reglamenta el Artículo N° 1 de la Ley 27.262/16 agregando que en la misma tampoco pueden realizarse tratamientos fumigantes a semillas durante la carga y transporte de las mismas. Y que dicha prohibición se aplica para tratamientos en cajas, acoplados y remolques de camiones, vagones ferroviarios y containers no herméticos transportados en camiones o vagones. Quedan excluidos de dicha prohibición contenedores herméticos consolidados y precintados en sitios habilitados, con intervención de la autoridad competente y con destino a exportación.

Mercadería amparada con Carta de Porte de Granos, cuando en la misma conste el siguiente texto “Declaro bajo juramento que la presente carga no ha sido tratada con ningún plaguicida fumigante durante su carga en camión o vagón, no autorizando dicho tratamiento durante su tránsito hasta destino” se dará por cumplida la exigencia del Formulario Único anteriormente mencionado. En el caso de semillas también se dará la exigencia cumplida cuando la misma sea de clase Fiscalizada envasada con rótulos oficiales autorizados por INASE y el tránsito de las mismas se realice estén amparados por el Documento Identificador para Semillas Fiscalizadas en Tránsito según Resolución N° 52 INASE.

RESOLUCIÓN SENASA N°149/2018:

A partir del 5 de noviembre de 2018 el servicio Nacional de Sanidad y Calidad agroalimentaria (Senasa) prohibió el uso y comercialización de los productos fitosanitarios formulados que contengan Diclorvos (DDVP) para su aplicación en todas las etapas de producción, pos cosecha, transporte, manipuleo, acondicionamiento y almacenamiento de granos.

Turbo generador Horn de fosfina:

Es un reactor donde se produce la reacción entre fosfuro de magnesio y el agua en un ambiente inerte saturado de dióxido de carbono del cual resulta la fosfina, que es inyectada en el depósito a fumigar mediante un turboventilador. El generador logra concentraciones demasiado elevadas de fosfina, por lo que debe reducirse la dosis mediante el uso de ventiladores adicionales.

Ventajas del generador de fosfina:

- No es necesario depositar el producto en distintos puntos de aplicación y posteriormente recoger los residuos.
- No es necesario ingresar a los recintos, no hay manipulación del producto y un solo operario puede manejar el equipo.
- No es necesario desactivar y deponer los residuos de la fumigación.
- La producción de fosfina ya no depende de la temperatura ni la humedad del aire

- No existen residuos sólidos ni líquidos en la aplicación.
- La cantidad de gas aplicado será siempre exacta.
- Permite fumigar grandes instalaciones de acopio.
- Se puede controlar con precisión la dosis a suministrar.

Mezcla líquida fumigante:

Es un líquido que incluye varios productos activos como:

- Tetracloruro de carbono
- Sulfuro de carbono
- Tricloroetileno

Cada uno de éstos productos, a determinadas temperaturas, generan gases independientemente con características particulares de densidad y poder insecticida.

La mezcla líquida fumigante puede aplicarse sobre la mercadería en movimiento o cuando el silo ya está lleno. En el último caso, se aplica la cantidad necesaria sobre la superficie del granel sin pulverizar y se cierra el depósito para evitar pérdidas del producto.

Se recomienda una dosis de 250 a 500 cc/Tn de grano, con una exposición de 3 a 5 días. La máxima dosis y tiempo de permanencia se da cuando el grano contiene muchos cuerpos extraños y/o granos quebrados (dificultan la difusión del gas) y la temperatura ambiente sea inferior a 20°C.

FACTORES QUE AFECTAN LA EFECTIVIDAD DE LOS FUMIGANTES

En la aplicación de sustancias químicas para el control de plagas hay siempre variables que reducen o incrementan el poder de acción de dichas sustancias; éstas son de fundamental importancia para poder determinar con precisión el tratamiento a realizar, si será efectivo o no, y la dosis a aplicar.

Para los fumigantes, hay cinco aspectos a tomar en cuenta:

- **Hermeticidad:** El gas actúa en función de su concentración y del tiempo de exposición. La concentración se reduce por la sorción de los granos, es decir, la retención del gas por parte de los granos, y por la mezcla del gas con el aire que entra a través de conductos u orificios mal sellados.
- **Temperatura:** con temperaturas elevadas aumenta la sorción y la dispersión de las partículas del gas, por lo que éste difunde más fácilmente. La temperatura óptima para una aplicación oscila entre los 10 y 30°C según la sustancia que apliquemos y las condiciones del granel; en ningún caso conviene aplicar con temperatura ambiente inferior a 5°C.
- **Estado de desarrollo de las plagas:** debido a que estos plaguicidas penetran por vía respiratoria, los estadios donde la respiración de la plaga está reducida son los más resistentes a la acción del gas. Podemos citar como ejemplo el estado de pupa en los insectos, o la forma de "hipopus" en los ácaros. Para estos casos, es conveniente repetir la aplicación algunos días después de la primera y de esta forma eliminar los estadios que fueron desarrollando. Otra opción es aumentar la dosis y el tiempo de exposición.

• **Concentración de dióxido de carbono:** cuando aumenta el contenido de dióxido de carbono del aire intergranario, se produce un aumento de la tasa respiratoria de los insectos, lo que los convierte en más susceptibles al plaguicida.

• **Ayuda mecánica:** mediante el uso de aireadores se facilita la difusión del gas con lo que se mejora la actividad de la sustancia química. Por ejemplo: uso de recirculación de aire forzada.

CONTROL DE ROEDORES

El tema de control de roedores se discute mucho entre agricultores, agrónomos y gente en general. Cada grupo tiene su teoría favorita sobre cómo realizar el control de estas plagas. Pero la realidad es que una sola técnica de control no es adecuada en la mayoría de los casos y generalmente se requiere una combinación de técnicas, que incluye como principales a las medidas preventivas.

Es importante tener presente que, en el control de roedores en el almacenaje, el objeto es reducir el daño y que el exterminio de las ratas es prácticamente imposible; sin embargo, con la aplicación de medidas adecuadas se puede lograr un eficiente control capaz de mantener la población a niveles suficientemente bajos para que no causen daños económicos. Hay que tener en cuenta que solo UN roedor puede ocasionar la parada de una planta porque roen cables produciendo incendios (los cableados subterráneos también pueden verse afectados).

El mayor riesgo es la falta de prevención por lo que se recomienda trabajar proactivamente. Debe monitorearse no solo el sector de la planta también zonas aledañas a la misma en busca de sus hábitats para evitar la fase de colonización, el cual es un proceso lento que comienza con pocas ratas y que en 6 meses pueden duplicar su población. Tener en cuenta además que es un proceso dinámico y multifactorial.

Para el control se deben combinar técnicas para lo cual en primera instancia debe hacerse un diagnóstico basado en mapas de riesgo en donde se:

- Visualice la realidad.
- Enfoquen las acciones de prevención y control.
- Localicen los puntos críticos.
- Organicen los sitios de control:
 - Riesgo de daño a instalaciones o cableados.
 - Sectores de anidación.
 - Sitios de riesgo de anidación.
 - Lugares con problemas de ordenamiento (si ya tienen colonias primero controlar y luego ordenar).

Esto implica que el programa de control de roedores debe ser permanente ya que la capacidad reproductiva de los roedores es tal que se puede llegar a poblaciones altas en períodos muy cortos.

Cuando las poblaciones de roedores han llegado a niveles altos, es demasiado tarde montar un programa de control, incurriendo en altos costos y resultados no muy satisfactorios.

- **Medidas preventivas:**

Eliminación de los refugios:

Una de las principales medidas profilácticas es eliminar las guaridas preferidas por los roedores. Toda vegetación alta alrededor de los edificios, la basura amontonada, la madera apilada y los residuos de productos almacenados deben ser eliminados. La prevención de la invasión es sumamente importante e incluye la utilización de diferentes materiales de construcción para impedir el paso de los roedores; los respiradores, las aberturas para ventilación y las ventanas deben protegerse con telas metálicas con orificios menores de 0,6 cm. También, se debe rodear los edificios con una chapa metálica lisa de 60 cm de altura y de color blanco (porque ahuyenta a los roedores) para evitar que las ratas puedan acceder dentro de la instalación.

Detección:

Para la detección de los roedores y sus madrigueras se debe observar:

- Superficies limpias, sin polvo y brillantes son indicios de presencia de roedores
- Marcas en el césped (camino), y observar luego de lluvias en zonas barrosas marcas de pisadas.
- Observar, caminar y preguntar a las personas que trabajan en el lugar.

- **Medidas curativas:**

Son aquellas que tienen como objetivo provocar la muerte de la plaga.

- **Métodos físicos:**

Los métodos físicos del control de roedores son los que emplean técnicas mecánicas para matar roedores (ej. trampas, palos, machetes, etc.), o barreras para excluir los animales de ciertos lugares.

El uso de trampas puede ser útil para capturar roedores que causen daño en un área limitada y de pequeñas dimensiones y constituye una forma práctica de acabar con ratas y ratones especialmente en situaciones donde el uso de productos tóxicos no es aconsejable. Existen gran variedad de trampas, que utilizan diferentes principios como por ejemplo la aprehensión del animal o con la utilización de pegamentos. En el caso de utilizar trampas, éstas deben ser revisadas diariamente y no debe manipularse los animales sin guantes.

- **Métodos biológicos:**

Los métodos biológicos más sugeridos como soluciones al problema incluyen: la introducción de predadores, enfermedades o parásitos, modificación del hábitat, manipulación genética y variedades resistentes de cosechas.

La mayoría de estas soluciones tienen fallas de teoría o de aplicación práctica por lo que aún no están lo suficientemente desarrolladas como para considerarlas alternativas válidas por el momento.



• Control químico:

Como complemento de las medidas profilácticas preventivas, se dispone de un método de control que consiste en la utilización rodenticidas. Es conveniente caracterizar los productos tóxicos usados para control de roedores en dos categorías amplias:

- Los agudos o de acción rápida.
- Los crónicos.

Primera Generación:

1- Warfarina (a veces los roedores son resistentes a este producto, por eso se usa más el Bromadione, que es más tóxico).

2- TH Cumarina.

3- Difenacoum.

4- Clorofacinona.

Segunda Generación:

1- Brodifacoum.

2- Bromadiolone.

Rodenticidas de acción rápida:

Este tipo de veneno actúa rápidamente, causando la muerte de los roedores. Son productos sumamente tóxicos, que deben ser utilizados en casos con graves problemas de infestación y debe garantizarse que no se produzca ningún contacto con los alimentos. Podemos encontrar venenos que actúan por ingestión o productos fumigantes, como por ejemplo el bromuro de metilo. Los primeros presentan la desventaja de que, si las ratas comen dosis subletales, provocará el rechazo del cebo, mientras que el bromuro de metilo tiene el inconveniente de ser altamente tóxico.

Rodenticidas de acción lenta:

Los de acción lenta son aquellos en que el roedor consume dosis múltiples del cebo envenenado hasta completar la dosis letal. Los síntomas de intoxicación sólo aparecen después de algún tiempo.

Actúan inhibiendo la formación de la protrombina (son anticoagulantes) y producen hemorragias internas que los llevan a la muerte. Los principios activos de los productos utilizados son: hidroxycumarinas (warfarina, fumarina) e indandionas (pival, valona, difacinona).

Estos tienen la ventaja de que son efectivos en dosis muy pequeñas y vienen ya preparados para aplicación directa o como cebos y son menos rechazados por los roedores.

En el mercado existen nuevos productos de acción lenta monodosis como flocoumafen que es un superwarfarinico, lo que asegura la muerte del animal pero el consumo no se ve afectado por el comportamiento social de los roedores.

SEGURIDAD Y ROTULACIÓN DE LOS PRODUCTOS PLAGUICIDAS

Junto con el crecimiento de este uso, existen según las estadísticas, una correlación con el aumento de las intoxicaciones ocasionadas por los plaguicidas. Muchos de los plaguicidas son dañinos para la salud humana, si estos entran en contacto con la piel, son ingeridos o son respirados en forma de gases, vapores, polvo o pequeñas partículas, pueden desencadenar una serie de signos y sintomatologías que indican intoxicación, y su gravedad dependerá de la naturaleza, concentración y formulación del tóxico, tiempo de exposición y medidas que tome el individuo al presentar síntomas extraños.

Algunas medidas generales para reducir la probabilidad de intoxicación:

- Leer antes de hacer cualquier uso de un plaguicida, el etiquetado del envase, aplicando todas las medidas y sugerencias que hace el fabricante para el buen uso del mismo.
- Capacitar al personal que va a hacer uso de estos productos en cuanto a: manejo correcto, métodos de aplicación, mantenimiento y limpieza de los equipos e indumentaria de trabajo y medidas de seguridad.
- Mantener el equipo de aplicación en buenas condiciones, dándole un adecuado mantenimiento preventivo y calibración.
- No guardar los pesticidas en contenedores de comidas o bebidas pues puede cometerse una equivocación.
- Por más que se realice un adecuado lavado a los contenedores de plaguicidas, siempre quedarán vestigios de los mismos, por lo que guardar comida o bebida en ello, está contraindicado. Lo correcto es la destrucción total y enterrado en pozos sanitarios, en el caso que la localidad no cuente con un servicio de recolección especial para estos residuos.
- Después del trabajo de aplicación o manejo de plaguicidas, no ingerir alimentos, bebidas, ni fumar, si previamente no se hizo un adecuado lavado de las manos.
- No tocarse la cara, u otras partes del cuerpo con los guantes o las manos durante el trabajo.
- Tener un almacén para plaguicidas, con uso restringido de personal y bajo llave.

Sobre la indumentaria a utilizar:

- Utilizar el equipo protector apropiado, sea ropa, protectores para la cara, mascarilla, destinados respectivamente para la protección de la piel, cara (ojos) y sistema respiratorio, según lo marcado en las medidas de protección de cada producto. Lo recomendable es utilizar una Máscara Completa o Semicompleta con Filtros de Carbón Activo y realizar periódicamente cambios de filtros según las horas de uso y exposición de los mismos. Estos deben almacenarse en lugares ventilados con el objetivo que los filtros puedan eliminar las toxinas.
- Para la manipulación de bidones o envases con agroquímicos se recomienda el uso de guantes de nitrilo. Al final de la jornada laboral, los guantes deben lavarse bien tanto por dentro como por fuera, y deben estar seco antes de usarse nuevamente.
- Para la protección corporal es recomendable la utilización de un mameluco descartable. En el caso de contacto accidental de agroquímicos con la ropa, quitarse la prenda y lavarla con abundante agua y jabón (no mezclar con ropa que no haya tenido contacto con agroquímicos)
- En el caso del calzado, el más recomendable son las botas plásticas, tanto por la protección que brindan, así como por su fácil lavado.
- Utilizar el equipo de protección desde que se realiza la mezcla, hasta el momento en que se procede a la limpieza del equipo de aplicación.



Signos y síntomas de intoxicaciones con agroquímicos:

• Organofosforados:

Los síntomas aparecen entre 30 minutos y 2 horas después de la exposición: la inhalación es más rápida que la ingesta, y esta más que la vía cutánea. La dosis peligrosa oscila entre 0,1 y 5 gr., según el tóxico.

A- Síntomas muscarínicos: miosis (es la contracción anormal permanente de la pupila del ojo, signo útil para el diagnóstico), visión borrosa, pérdida de visión, lagrimeo, rinorrea, estridor, hipersecreción bronquial, tos, broncoespasmo, bradicardia, bloqueo A-V, hipotensión, salivación, náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, incontinencia fecal y urinaria, sudoración, etc.

B- Síntomas nicotínicos: fasciculaciones, calambres, debilidad muscular, parálisis, temblor, hipertensión, taquicardia, etc.

C- Efectos sobre el SNC: ansiedad, insomnio, ataxia, convulsiones, depresión, pérdida de memoria, depresión respiratoria y coma.

Tratamiento

De inicio inmediato. No se debe esperar a la confirmación del laboratorio:

A- Monitorización cardiopulmonar

B- Medidas de soporte vital: oxigenar lo mejor posible antes de administrar atropina para minimizar el riesgo de fibrilación ventricular. Ventilación mecánica, si es preciso.

C- Descontaminación cutánea y ocular: retirada de la ropa, lavado de piel y cabello con agua y jabón y lavado de ojos con agua. El personal se debe proteger de la ropa y del vómito con guantes de goma, no de vinilo ni de látex.

D- Descontaminación gastrointestinal, en el caso de ingesta, con lavado gástrico y carbón activado.

E- Antídotos:

- **Atropina:** Antagoniza los efectos de la concentración excesiva de acetilcolina en los receptores muscarínicos.

- **Pralidoxima :** Reactivador de la colinesterasa. Eficaz para los síntomas nicotínicos.

• Carbamatos:

Los síntomas iniciales son depresión del SNC, coma, convulsión, hipotonía y efectos nicotínicos, hipertensión, depresión cardiorrespiratoria, disnea, broncoespasmo y broncorrea por edema pulmonar.

Puede haber signos muscarínicos, pero su ausencia no excluye el envenenamiento. Son frecuentes: malestar, mareo, transpiración, dolor de cabeza, salivación, náuseas, vómitos, dolor abdominal, diarrea, miosis, visión borrosa, incoordinación, espasmos musculares y lenguaje lento. La depresión respiratoria con edema pulmonar es la causa de muerte.

Protección de la vía aérea. Mejorar la oxigenación tisular para minimizar el riesgo de fibrilación ventricular al administrar atropina.

A- Monitorización cardiopulmonar.

B- Descontaminación dérmica.

C- Descontaminación intestinal: carbón activado.

D- Sulfato de atropina.

E- Pradiloxima en caso de envenenamientos mixtos (organofosforados y carbamatos) o pesticida desconocido con síntomas muscarínicos.

F- Furosemida para el edema pulmonar, cuando la atropina haya alcanzado su efecto máximo.

• Piretroides:

Por su estructura química se los puede dividir en dos grupos, los de tipo I, en el que se encuentran la tetrametrina, la permetrina, etc. que no contienen grupo ciano, y el grupo tipo II, que incluye la deltametrina, cipermetrina, etc. que contienen grupo cian. La absorción se produce por todas las vías, inhalatoria, digestiva y cutánea. La eliminación es por orina habiéndose metabolizado la gran mayoría, pero con una pequeña proporción sin cambios, y por materia fecal.

La exposición a piretrinas puede presentar un cuadro clínico de dermatitis de contacto, siendo desde eritema localizado a erupción vesicular. Dada la naturaleza alergizante de este tipo de productos, se han observado crisis asmáticas, reacciones anafilácticas y colapso vascular periférico. Hay poca evidencia de reacciones tipo alérgicas en humanos expuestos a piretroides sintéticos, siendo una forma notable de toxicidad la parestesia cutánea observada en trabajadores que utilizan en sus rociadores sustancias que llevan el grupo ciano (deltametrina, cipermetrina, etc.) la que se desarrolla varias horas después de la exposición y que suelen describir como quemazón o pinchazos en la piel y que en algunos casos sigue como un hormigueo y adormecimiento que suele durar hasta 18 horas, puede ser muy desagradable y molesta. El contacto en la cara o a través de los ojos suele producir dolor, lagrimación, fotofobia, congestión y edema de la conjuntiva y párpados. La ingestión de piretroides puede causar dolor epigástrico, náuseas, vómitos, cefalea, vértigo, anorexia, fatiga, opresión torácica, visión borrosa, parestesia y palpitaciones, fasciculaciones en músculos de las extremidades y disturbios de la conciencia. En intoxicaciones severas, las convulsiones pueden persistir de 30 a 120 segundos acompañadas por flexión de miembros superiores y extensión de los inferiores con opistótonos y pérdida de conciencia. Los signos y síntomas de la exposición aguda parecen ser reversibles.

Si bien no existe un tratamiento, la ventilación, higienización de la persona afectada y el cambio de ropa ayudan a disminuir la absorción del químico por vía cutánea.

• Fosfuro de aluminio:

El gas fosfina actúa inhibiendo la fosforilación oxidativa a nivel mitocondrial por inhibición del citocromo C. Produce un agotamiento en la producción de ATP conduciendo a la hipoxia y fracaso respiratorio celular manifestando clínicamente un síndrome de disfunción multiorgánica. Se observan síntomas clínicos iniciales como rápida instauración, seguida de una etapa de choque aparentemente estable que precede al desenlace mortal al cabo de 2-3 hs en casos de intoxicación



aguda. El gas normalmente ingresa vía respiratoria condicionando un edema pulmonar agudo evolucionando en un síndrome de insuficiencia respiratoria aguda y muerte. A nivel cardiovascular producen hipotensión, pericarditis seca, insuficiencia cardíaca y arritmias. A nivel gastrointestinal se producen intenso dolor epigástrico, quemante y opresivo, son frecuentes las náuseas, vómitos y distensión abdominal.

En el SNC produce cefalea intensa, mareo, trastornos de alerta, convulsiones, coma y muerte. También pueden producirse hepatitis tóxica aguda e insuficiencia renal.

Primeros auxilios en espera de la llegada del personal médico, o el traslado del paciente a una unidad médica:

- Leer el marbete detenidamente siguiendo las instrucciones de primeros auxilios.
- Si la contaminación fue vía cutánea, lavar la piel con abundante agua y jabón; en caso que fuera en los ojos, lavar con abundante agua mínimo por 15 minutos. Si no hay agua por las inmediaciones, limpie suavemente la piel y el cabello con un paño o papel.
- Retirar la persona a un lugar ventilado. Quitarle toda la indumentaria de trabajo, cuidando que la persona que facilite este apoyo esté protegida con guantes para que no se contamine. Mantener abrigado al paciente y en reposo.
- Estar seguro que el intoxicado esté respirando bien, en caso contrario será necesario darle respiración boca - boca, con un trapo de por medio.
- Si se ingirió el producto, y el paciente está consciente, inducir el vómito, lo más recomendable es diluir dos cucharadas de jabón líquido para manos en un vaso con agua. NO PROVOCAR EL VÓMITO SI ASI LO MARCA EL PRODUCTO.
- Acudir o esperar por un servicio médico especializado. Llevar consigo la etiqueta del producto para facilitar un mejor tratamiento al médico

Una importante medida para prevenir intoxicaciones es conocer adecuadamente el producto a aplicar, para lo cual, la persona encargada debe leer detenidamente el marbete correspondiente. Dentro de toda la información que la etiqueta suministra, uno de los datos a tener en cuenta es la toxicidad del producto.

Dosis Letal Media (DL 50):

Es la cantidad de tóxico capaz de matar al 50 % de una población en estudio; generalmente ratas de laboratorio. Debe especificarse la vía de penetración, por ejemplo oral (ingestión) o dermal (a través de la piel). En América Latina los productos químicos están clasificados sobre la base de su toxicidad (DL 50) y se relaciona esta clasificación con el color de la etiqueta utilizada para el producto.

Etiqueta verde - ligeramente tóxico.

Etiqueta azul - muy tóxico.

Etiqueta amarilla - moderadamente tóxico.

Etiqueta roja - extremadamente tóxico.