

Sección IV

Pesticidas y Seguridad de los Alimentos

- Módulo 1** Consideraciones Generales para el uso de Pesticidas y Minimización de Residuos
- Módulo 2** Movimiento de Pesticidas y Degradación en el Medio Ambiente
- Módulo 3** Movimiento de Pesticidas y Degradación en la Planta
- Módulo 4** Las Mejores Prácticas de Manejo para Pesticidas
- Módulo 5** Minimizando la Exposición Humana a los Pesticidas



Módulo 1

Consideraciones Generales para el Uso de Pesticidas y Minimización de Residuos

Introducción

Los pesticidas y el manejo que es requerido para su uso están regulados en la mayoría de los países desarrollados. El objetivo de la regulación es proteger la salud humana y el medio ambiente. Protección es la palabra clave.

Si el sistema regulatorio establece los límites apropiados y los pesticidas son adecuadamente aplicados, los consumidores de frutas y hortalizas frescas están protegidos de la exposición a residuos de pesticidas excesivos sobre el producto. Los trabajadores del campo están protegidos de la exposición ocupacional, las personas que están cerca de los campos están protegidas de la exposición accidental y el medio ambiente está protegido de la contaminación. Este Módulo es una introducción a los pesticidas, su uso y el control de sus residuos.

Definiciones

Las definiciones formales están provistas para términos críticos que serán usados a través de ésta Sección.

Pestes

Para el propósito de las leyes y regulaciones de los Estados Unidos, una peste está definida como cualquier insecto, roedor, nematodo, hongo, maleza, bacteria, virus u otro microorganismo o cualquiera forma de planta terrestre o acuática que La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos declara ser una peste bajo la ley.

La definición de EPA excluye microbios sobre o en un ser humano viviente u otro animal. Recuerden que la Sección II sobre BPA, éstos microorganismos fueron incluidos debido a su participación activa en seguridad de los alimentos. Para cumplir los objetivos de este manual, los patógenos humanos, pájaros y todos los animales salvajes y domésticos están incluidos en la categoría de pestes.

Pesticidas

Un pesticida es cualquier alga, agente anti incrustante, antimicrobial, atrayente, desinfectante, fungicida, fumigante, herbicida, insecticida, acaricida, feromona, repelente, roenticida, termiticida o protector incorporado a la planta.

La definición legal, para el propósito de las leyes y regulaciones de Estados Unidos, incluyen las categorías de más arriba pero están escritas en un estilo más general. Un pesticida está definido como cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas para prevenir, destruir, repeler o mitigar cualquier peste o usado como un regulador de crecimiento de plantas, defoliante o desecante. Esto se encuentra en el Acta Federal para Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas (7 U.S.C. 136 et seq.) la cual incluye no solamente al ingrediente activo del pesticida sino a cualquier material inerte también.

Residuo de Pesticidas

Los residuos se refieren a la cantidad de un pesticida químico o ingredientes en la mezcla de pesticidas encontrados en o sobre un producto agrícola fresco o en uno procesado. La definición también incluye residuos de la degradación de productos del pesticida químico, sean esos productos el resultado del metabolismo de la planta o de algún otro proceso de degradación. Así el residuo de importancia puede ser el compuesto original, un metabolito del compuesto original o una combinación de ambos.

Tolerancia al Pesticida

Tolerancia es la cantidad de residuo legalmente permitido para permanecer sobre o en el producto a la cosecha. Para el establecimiento y la regulación de las tolerancias, las agencias deben considerar el rango de tolerancia de los cultivos para los cuales el pesticida está registrado sobre o podría estar registrado en el futuro. Ellos también deben considerar las fuentes adicionales de residuos en la carne, las aves, la leche u otros productos alimenticios si el pesticida ha sido transferido a las industrias de procesamiento de los alimentos.

Registro de Pesticidas

El registro de un pesticida es un proceso científico, legal y administrativo que permite a las autoridades controlar la calidad, niveles, etiquetado y propaganda del producto. Los pesticidas usados en los Estados Unidos y aquellos usados para los productos importados a los Estados Unidos deben estar registrados con la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos.

Métodos de Control para Mitigar el Daño a los Cultivos por las Plagas

Los productores tienen un número de opciones para el control de las plagas que pueden ayudar a reducir el requerimiento para las aplicaciones de los productos químicos. Ellos deberían revisar todos los siguientes métodos a medida que desarrollan sus estrategias de manejo de plagas.

Control Biológico. Los organismos vivos, a veces llamados biopesticidas, son usados para controlar las plagas. En un mundo perfecto el control biológico

podría ser el único método que se necesite. Los biopesticidas caen en tres clases principales: (1) Pesticidas microbianos que contienen un microorganismo, por ejemplo una bacteria, hongo o virus que ataca una plaga específica; (2) Los pesticidas para las plantas son sustancias que la planta produce de material genético que ha sido agregado a la planta y (3) pesticidas bioquímicos que ocurren como sustancias en forma natural como feromonas o reguladores de plantas que controlan las plagas. El control biológico también incluye el mejoramiento o liberación de insectos predadores o parasitarios o de hongos para controlar plagas de insectos o especies de malezas.

Resistencia de la Planta. Las plantas cultivables son reproducidas para producir variedades que resistan o toleren enfermedades, insectos y otras plagas. Estas pueden estar genéticamente modificadas para permitirles resistir a los herbicidas de manera que sólo las especies de malezas sean muertas cuando sean tratadas con pesticidas químicos.

Métodos Culturales. Estos incluyen la rotación de cultivos, labranza del suelo, cultivos trampa, programación estratégica de la plantación o fecha de cosecha e intercalar con otros cultivos o con variedades que repelen las plagas.

Métodos Mecánicos y Físicos. Estos incluyen técnicas tales como recolección de las plagas con trampas, aparatos de succión o a mano y el uso de fuego, calor, frío, sonido, barreras y mallas.

Métodos Químicos. Estos abarcan el uso de cualquier pesticida químico sintético u orgánico como se definió anteriormente.

Manejo Integrado de Plagas (MIP). Este es un enfoque del manejo de las plagas que usa todos los métodos de control de plagas disponibles, los cuales pueden incluir sin limitarse a el uso juicioso de pesticidas, para optimizar la habilidad del cultivo a resistir la plaga con el mínimo de riesgos a los humanos y al medio ambiente.

Riesgos Asociados con el Uso de Pesticidas

Desde la perspectiva de los consumidores, la preocupación primordial para el uso de pesticidas es la posibilidad de que los residuos excesivos en los alimentos puedan causar enfermedades graves o crónicas. Los casos de enfermedades inmediatas de la contaminación con pesticidas son raros. Los grupos de consumidores tienden a enfocarse sobre los riesgos potenciales de la ingestión de pesticidas de bajo nivel de residuos en el largo plazo. Un sinnúmero de enfermedades crónicas ha sido atribuido a los productos químicos. Esto ha contribuido al interés en la agricultura orgánica y otros enfoques naturales para la dieta y el estilo de vida. El elemento humano es discutido con detalle considerable en el Módulo 5.

Un Segundo riesgo asociado con el uso de pesticidas es el daño económico potencial asociado con el uso de pesticidas a cultivos adyacentes o el daño a insectos beneficiosos, a la vida silvestre y al medio ambiente. Las aguas de escorrentía, la percolación o la deriva en el agua son de especial preocupación debido a que el pesticida puede dañar las aguas de pozos o la flora y fauna más allá desde el punto de aplicación de la substancia.

La preocupación de riesgos final es la salud y la seguridad de los trabajadores que manejan pesticidas. En los Estados Unidos y en muchos otros países hay Normas de Protección de los Trabajadores (NPT) que regulan la responsabilidad de los empleadores en proveer las medidas de seguridad, incluyendo equipos de protección, para las prácticas de manejo como parte de la ley. Algunos aspectos de las NPT son discutidas en los Módulos 4 y 5. A pesar de los requerimientos legales, los abusos de la ley que mantiene la preocupación del público intensificada han sido bien documentados y publicitados.

Principios Legales de la Minimización de Residuos de Pesticidas

Una de las metas en común de los reguladores y productores es aplicar la cantidad mínima de pesticidas que permita un adecuado control de la plaga. Esto deja la cantidad mínima de residuos sobre el alimento. Los requerimientos legales (en la etiqueta) deben ser seguidos todo el tiempo. Además de la etiqueta, cada pesticida es acompañado por la Hoja de Datos de Seguridad del Material (MSDS) que debe estar disponible para aquellos que trabajan con el material.

El pesticida debe estar legalmente permitido sobre el producto y la ubicación en la cual es aplicado. Las áreas ambientalmente sensibles, tales como pantanos, que rodean o bordean un área de producción podría ser la causa para colocar una restricción sobre el uso del pesticida sobre ese lugar en particular.

Como se estableció anteriormente, el pesticida debe ser usado de acuerdo a las indicaciones de la etiqueta. Estas están basadas en evaluaciones extensas para conocer los efectos potenciales adversos sobre los humanos, los animales y el medio ambiente. Las indicaciones de la etiqueta incluyen información específica sobre las dosis, los tiempos de las aplicaciones, etc. Las secciones adicionales de la etiqueta abordan las exigencias de la seguridad del personal para el manejo del pesticida, las protecciones para la vida silvestre, almacenamiento e instrucciones de la eliminación y otras exigencias. Los ensayos de investigaciones proveen resultados que pueden ser usados para desarrollar modelos para la predicción de los niveles de residuos que permanecen sobre los productos bajo unas condiciones específicas, discutidas en el Módulo 3.

Siguiendo a la aplicación de un pesticida, hay una cantidad mínima de tiempo que debe pasar antes de que alguien pueda volver a entrar al campo. Una

señalización apropiada debe ser colocada para alertar a los trabajadores del peligro de volver a entrar.

Un intervalo mínimo debe ser permitido desde la fecha de la aplicación del pesticida hasta la fecha de la cosecha de manera que el producto químico se degrade a un nivel que está a o bajo la tolerancia. Este intervalo puede estar influenciado por el lugar donde está el producto, el clima y el ciclo de vida del producto. Todas estas variables están consideradas en el desarrollo de la etiqueta del pesticida.

Hay tres períodos diferentes en la vida de un producto durante los cuales los residuos de pesticidas están influenciados por los procesos biológicos, el medio ambiente u otros factores externos tales como las prácticas culturales. Estos períodos son desde la aplicación del pesticida hasta la absorción por la planta, el tiempo de la absorción hasta que el producto es cosechado y el tiempo en que el producto es mantenido en el ambiente de la postcosecha. Las agencias reguladoras requieren que los fabricantes de pesticidas conduzcan estudios adecuados y presenten los datos para determinar el destino de los pesticidas durante estos períodos y para predecir los niveles de residuos. Esto permite que las agencias reguladoras y los productores identifiquen las prácticas que minimizan los residuos mientras permiten la acción intencionada del pesticida.

Factores que Afectan los Residuos de Pesticidas en los Productos

Hay un número de variables en el uso de los pesticidas que pueden influenciar la cantidad de residuos que permanecerán sobre el producto a la cosecha y más allá. Los investigadores y oficiales de las agencias reguladoras deben considerar tantos como sea posible cuando desarrollan las etiquetas para los pesticidas. Los productores deben ir a la vanguardia hacia la minimización de residuos si ellos adaptan sus prácticas de producción para limitar la cantidad y mejorar la eficacia de cualquiera de los pesticidas que ellos aplican, teniendo cuidado siempre de seguir las exigencias o requisitos de la etiqueta.

Las respuestas a la siguiente serie de preguntas que ofrecen una perspectiva en la predicción de los niveles de residuos de pesticidas e identifican algunas de las prácticas que los productores pueden implementar para minimizar los residuos.

¿Dónde está el pesticida depositado en el campo? Esto está determinado en gran parte por el método de aplicación y el equipo usado, ambos de los cuales son específicos al producto. Por ejemplo, un campo con fresas de bajo crecimiento u hortalizas de hojas verdes pueden ser tratadas con un bajo volumen sobre la hilera de precisión del aplicador que aplica la mayor parte del pesticida directamente sobre las plantas. Por el contrario, los árboles frutales pueden requerir de un aplicador de aire comprimido usando un volumen relativamente grande del material asperjado de manera de alcanzar el interior de

las copas de los árboles. La sobre aspersión será depositada sobre el suelo y puede ser acarreada por el viento en las áreas circundantes. El nivel de residuo en el producto depende en gran parte de la cantidad de pesticida que es aplicado a este. Una preocupación del medio ambiente adicional es el residuo en el suelo o en áreas cercanas.

¿Cuánto pesticida es aplicado? La tasa de aplicación máxima aplicable y el número de aplicaciones están especificados en la etiqueta. Sin embargo, los productores no deben sentirse obligados a usar siempre la cantidad máxima. La implementación de un Manejo Integrado de Plagas (IPM) definido anteriormente, en el cual los pesticidas son aplicados sólo en respuesta a la presión de la plaga la cual está determinada por profesionales especialistas, es una manera para que los productores minimicen el uso de productos químicos y por lo tanto los residuos.

¿Cuánto pesticida es depositado sin querer sobre o es absorbido por la planta? Esperamos que la respuesta a esta pregunta sea cero. Sin embargo, la exposición no intencional puede ocurrir cuando los pesticidas son acarreados por el viento a través del aire (deriva), por el agua que ha sido contaminada, o por las partículas de suelo que han sido atrapadas por el viento o suspendidas en el agua. Es la responsabilidad del productor el manejar los pesticidas de una manera que no permita la exposición no intencional al producto. Esto puede ser desafiante si una tercera entidad es contratada para hacer la aplicación de pesticidas ya que requiere del monitoreo de las prácticas de otros.

¿Cuánto pesticida penetrará en la planta? Esto está determinado en gran parte por la formulación química y las características de la planta. Las formulaciones líquidas son generalmente más fácilmente absorbidas que las formulaciones secas, éstas últimas pueden requerir de aplicar agua antes de manera de alcanzar el objetivo. Las hojas con cera o con hojas velludas tienden a repeler los pesticidas más que las hojas con superficies lisas, pero las hojas velludas pueden atrapar mayor las partículas de una formulación seca. Estas variables son consideradas por aquellos responsables del desarrollo de la etiqueta del pesticida, pero los productores también están consientes de que las características de la planta afecta la absorción.

¿Cómo será el pesticida degradado por la planta? Hay tres consideraciones: la química del pesticida, la especie de planta y el clima. Los pesticidas solubles en agua son generalmente metabolizados más rápidamente y es menos probable que acumulen en la planta que los compuestos liposolubles. Las diferentes especies de plantas son conocidas en desintoxicar los pesticidas a diferentes tasas, dependiendo del pesticida específico. Las temperaturas más frías tienden a hacer más lenta la degradación. Esto es abordado en el Módulo 3.

¿Dónde terminarán los pesticidas y sus productos metabólicos en la planta? Obviamente las partes de la planta en contacto con el pesticida serán las

primeras en hospedar los productos químicos, sin embargo puede ocurrir la translocación de los pesticidas. Los tejidos u órganos donde los pesticidas se acumulan son a veces referidos como depósitos de almacenamiento. Las clases más antiguas de pesticidas son más liposolubles y más probables de ser almacenadas en partes de la planta con contenido de aceite más alto. Las clases más nuevas, más solubles en agua son más posibles de ser removidas a través de la transpiración. El almacenamiento en la planta también puede estar influenciado por la fecha de la aplicación relativa al tipo y estado de desarrollo del cultivo. Uno debería notar si la planta está usando o almacenando energía durante la estación en la cual el pesticida es aplicado. Este puede indicar si el pesticida se está moviendo a las hojas, la fruta o hacia las raíces.

¿Cuánto del pesticida y sus productos metabólicos permanecerán en la planta? Varios factores están involucrados y la relación entre estos factores es compleja. Las diferentes partes de la planta pueden absorber los pesticidas y facilitar su translocación dentro de la planta a diferentes tasas. Una vez que el pesticida ha entrado en las células de la planta, pueden ocurrir reacciones de biotransformación para degradar el pesticida. Estas son discutidas en más detalle en el Módulo 3. Finalmente, es un factor el tiempo que pasa entre la aplicación del pesticida y la cosecha. Si este intervalo aumenta permite más tiempo para la biotransformación u otros procesos de degradación para reducir los residuos a la tolerancia, o de preferencia, bajo la tolerancia.

¿Puede una planta metabolizar más que un pesticida a la vez? Si se mezclan varios pesticidas y son aplicados en un tratamiento, o si algunos residuo(s) permanecen en la planta cuando la siguiente aplicación es hecha, la planta necesitará desintoxicarse de más de un pesticida a la vez. En este caso los pesticidas pueden estar compitiendo por la misma biotransformación de enzimas y la degradación puede ser más lenta.

¿Qué pasa después que el producto se cosecha? Recuerden que la tolerancia legal para los residuos está establecida para el momento de la cosecha, pero los procedimientos de postcosecha pueden impactar el nivel de residuos. El lavado de frutas y hortalizas ayuda a remover los residuos desde la superficie. El procesamiento, dependiendo del proceso específico, puede reducir o concentrar los residuos. Cocinarlos casi siempre reduce los residuos. Pelar las frutas y hortalizas remueve efectivamente los residuos de la superficie, pero también altera el valor nutritivo, en la medida que remueve las vitaminas y nutrientes contenidos en la piel.

¿Qué les pasa a los pesticidas en el alimento animal? Los animales, incluyendo a los humanos, tienen sus propios procesos de biotransformación. El punto importante para enfatizar es que los pesticidas para la producción de plantas deben ser usados en acuerdo estricto con la etiqueta de manera de minimizar la cantidad de residuos que ingieren los animales.

La interacción de los factores individuales afectando los niveles de residuos de pesticidas es compleja. Grandes evaluaciones de investigación conducidas a través del tiempo son requeridas de manera de contestar a las preguntas presentadas aquí. Todos los pesticidas, incluyendo nuevas formulaciones químicas, deben ser evaluados para los cultivos o frutales intencionados. Este es un proceso costoso pero necesario para asegurar la seguridad de los consumidores, de los manipuladores de pesticidas y del medio ambiente.

Resumen

El objetivo de la regulación de pesticidas es proteger la salud humana y el medio ambiente.

Para propósitos reglamentarios, la definición de plagas incluye a ciertos animales, microorganismos y plantas. Para propósitos de seguridad de los alimentos, están incluidos en la definición los patógenos humanos, pájaros y flora y fauna silvestres.

Un pesticida está definido como cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas para prevenir, destruir, repeler o mitigar cualquier plaga o usado como un regulador de planta, defoliante o desecante.

Los residuos se refieren a la cantidad de pesticidas, sus productos de degradación, o ingredientes en la mezcla encontrados en o sobre el producto agrícola crudo o en alimento procesado.

La tolerancia es la cantidad de residuos legalmente permitido para permanecer en o sobre el producto a la cosecha.

El daño por plagas puede ser mitigado por un número de métodos, incluyendo el control biológico, la resistencia de las plantas, las prácticas culturales, los métodos mecánicos y físicos y las aplicaciones de productos químicos.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) incluye la consideración de todos los métodos posibles y el uso juicioso de los mejores métodos para un producto/plaga/situación ambiental dada.

Los riesgos potenciales asociados en el uso de los pesticidas incluyen la contaminación del alimento, el daño al medio ambiente, los efectos de salud negativos en los trabajadores que manejan las sustancias para el control de plagas, como también las familias de los trabajadores y los consumidores de los alimentos tratados con pesticidas.

La probabilidad de los efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente se reduce marcadamente cuando se hay un adecuado manejo de los pesticidas y los métodos de aplicación son utilizados.

Los residuos de pesticidas pueden ser mejor minimizados siguiendo estrictamente los requisitos de la etiqueta para el uso del material. La etiqueta es la ley.

Muchos factores ambientales y biológicos influyen la cantidad de residuos que quedan sobre el alimento. Las interacciones de estos factores son complejas y pueden ser identificados sólo a través de investigación exhaustiva.

Módulo 2

Movimiento del Pesticida y Degradación en el Medio Ambiente

Introducción

Una vez que el pesticida ha sido aplicado al cultivo o planta su destino está determinado por un sinnúmero de problemas de los factores biológicos y del medio ambiente. En una situación ideal, los pesticidas tendrán su acción sobre la plaga en cuestión y luego rápidamente será degradada a compuestos menos tóxicos. Esto es rara vez el caso. El destino del pesticida debe estar determinado de manera de establecer guías para el uso seguro del producto. Este Módulo se enfoca en la interacción entre el medio ambiente y los pesticidas.

Factores que Influyen en el Movimiento de los Pesticidas

Cuando se analiza el destino de los pesticidas, es importante que los científicos identifiquen los lugares específicos en el ambiente donde los pesticidas pueden estar. Estos lugares están sobre la superficie del terreno, a nivel de la superficie del terreno y debajo del terreno. Donde sea que los pesticidas tiendan a finalizar, ellos pueden ser degradados por procesos diferentes que son abordados más adelante en esta Sección. El tiempo requerido para la degradación puede ser relativamente corto (unas pocas horas) a extremadamente largo (varios años). Es importante entender donde se pueden acumular los pesticidas y el tiempo requerido para la degradación en ese lugar.

Una aplicación de pesticidas puede estar dirigida a la planta, al suelo o ambos. Los pesticidas que alcanzan la planta pueden penetrar la planta, adherirse a la superficie de la planta o escurrir sobre el suelo. Las características anatómicas de la planta, tales como la presencia de una cutícula de cera, las características químicas de la sustancia aplicada y el clima, todos tienen un impacto donde el pesticida se quedará eventualmente.

Las formulaciones líquidas pueden quedar sobre la superficie de la planta debido a la tensión superficial. Estos pueden secarse sobre la planta, volatilizarse a la atmósfera o drenarse en el suelo. La volatilización es la conversión de un sólido o líquido a un estado gaseoso y está afectada por la temperatura y el vapor de presión del pesticida. El conocimiento del destino del material ayudará a determinar su persistencia en el ambiente sobre el terreno.

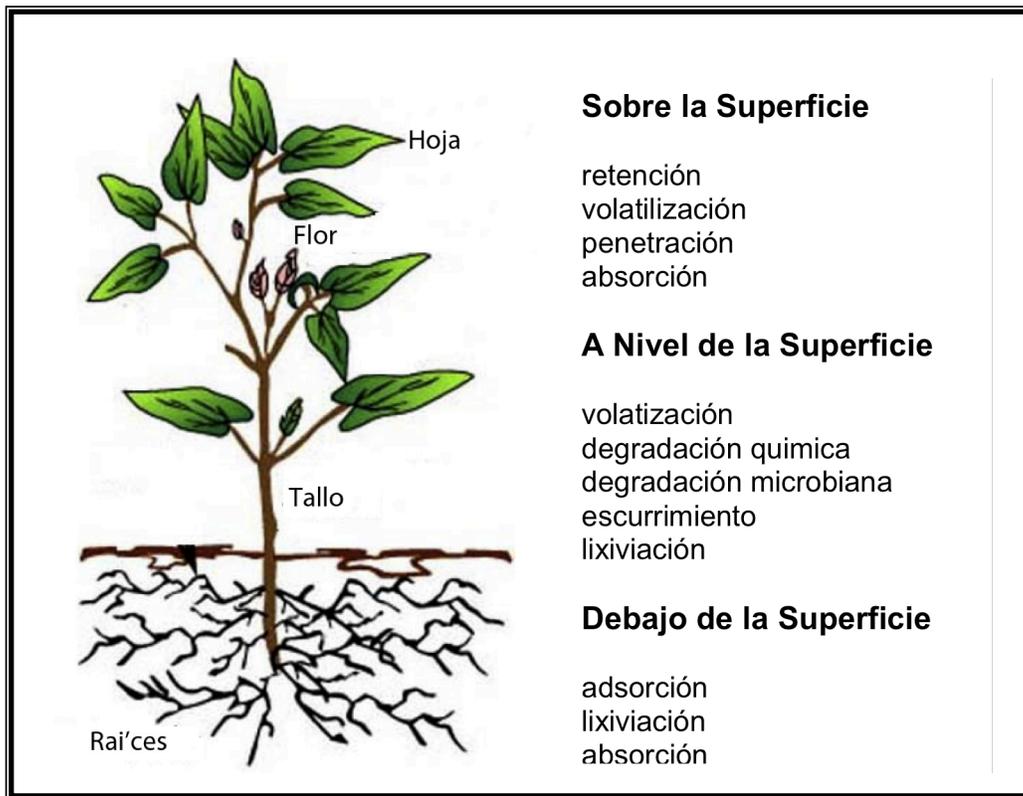
Los pesticidas que alcanzan el nivel del suelo tienen destinos similares al descrito anteriormente, por ejemplo, ellos se adsorben a la superficie del suelo, penetran a través del suelo o son volatilizados desde la superficie del suelo. Ellos pueden moverse también del lugar a través de la deriva, el escurrimiento o la lixiviación.

La mayor preocupación es el escurrimiento. Este es el movimiento del pesticida desde el lugar lateralmente en el agua, que puede ocurrir después de una lluvia o riego. El escurrimiento puede resultar en la contaminación de la superficie del agua o pozos mal construidos y poner en peligro la salud de las personas, animales domésticos y la vida silvestre. El escurrimiento está afectado por la pendiente de la tierra, con pendientes más pronunciadas aumenta la posibilidad de escurrimiento. Las barreras o terrazas pueden ser necesarias para reducir el escurrimiento. Si estas no son efectivas, lagunas de contención de aguas fluviales pueden ser construidas para capturar el agua.

El tipo de suelo influencia enérgicamente la probabilidad del escurrimiento. Los suelos arcillosos contienen muchos lugares de unión que pueden retener a los pesticidas en sus matrices. Los suelos arenosos tienen menos capacidad para retener a los pesticidas. Sin embargo, la arcilla no es tan fácilmente penetrada como la arena y una lluvia fuerte o riego puede llevarse los pesticidas desde la arcilla muy rápidamente. Franjas de vegetación, particularmente pasto, que están estratégicamente ubicadas alrededor de los campos pueden impedir el escurrimiento porque el pesticida puede ser tomado por la vegetación, haciéndolo no disponible para ser movido del lugar en el agua. La labranza frecuente, por otra parte, tiende a promover la erosión del suelo y a aumentar el escurrimiento.

Los pesticidas que se mueven debajo del terreno pueden ser adsorbidos a las raíces, penetrar las raíces, ser adsorbidos a las partículas del suelo lixiviarse afuera de la zona radicular. La adsorción al suelo está influenciada por la textura del suelo, permeabilidad, pH, temperatura y contenido de materia orgánica. Estos factores también influyen en la lixiviación. La lixiviación es el movimiento hacia abajo de los pesticidas que pueden resultar en la contaminación de las aguas subterráneas. Las propiedades del pesticida, particularmente su solubilidad y como tiende fuertemente a adsorberse a las raíces, influyen en su persistencia en la zona radicular. Además de los factores mencionados anteriormente, la lixiviación está también afectada por el método y tasa de aplicación del pesticida, cantidad de lluvia o riego y las prácticas de labranza.

La Figura abajo resume el destino de los pesticidas en varias ubicaciones. Los productores deben considerar muchos factores a medida que desarrollan sus estrategias de manejo para el uso de pesticidas. Las prácticas que aumentan la eficacia de las aplicaciones de pesticidas normalmente protegen el medio ambiente y reducen los costos.



Degradación del Pesticida

El entendimiento de la degradación del pesticida es importante, tanto para reducir los residuos y proteger el medio ambiente. Unos pocos pesticidas tienen como su ingrediente activo moléculas relativamente pequeñas que contienen elementos minerales tales como cobre, zinc o manganeso. Estos minerales tienden a permanecer en el suelo. La mayoría de los pesticidas son grandes moléculas orgánicas o agentes biológicos que están sujetos a los procesos de degradación en el ambiente. Aquellos que no son degradados de inmediato son considerados de ser indeseables debido a preocupaciones del medio ambiente. DDT es uno de esos pesticidas que fue usado a gran escala décadas atrás pero ha sido desaprobadado en la mayoría de los países debido a su persistencia en el ambiente y preocupaciones por la vida silvestre, tales como la reducción de las poblaciones de pájaros debido al adelgazamiento de la cáscara de los huevos.

Tres tipos de degradación de pesticidas serán discutidos: química, microbiana y foto degradación. Las combinaciones de estos procesos están normalmente involucradas.

Degradación Química

La degradación química toma lugar naturalmente sobre un período de tiempo. El período puede ser muy largo a menos que sea ayudado por otros procesos. Cada pesticida tiene su mitad de vida específica, el cual es el período de tiempo necesario para la mitad de la cantidad del pesticida a ser degradado por los procesos naturales bajo un conjunto particular de condiciones ambientales. Las temperaturas más cálidas y pH alcalino normalmente aumentan la tasa de degradación de las reacciones.

Degradación Microbiana

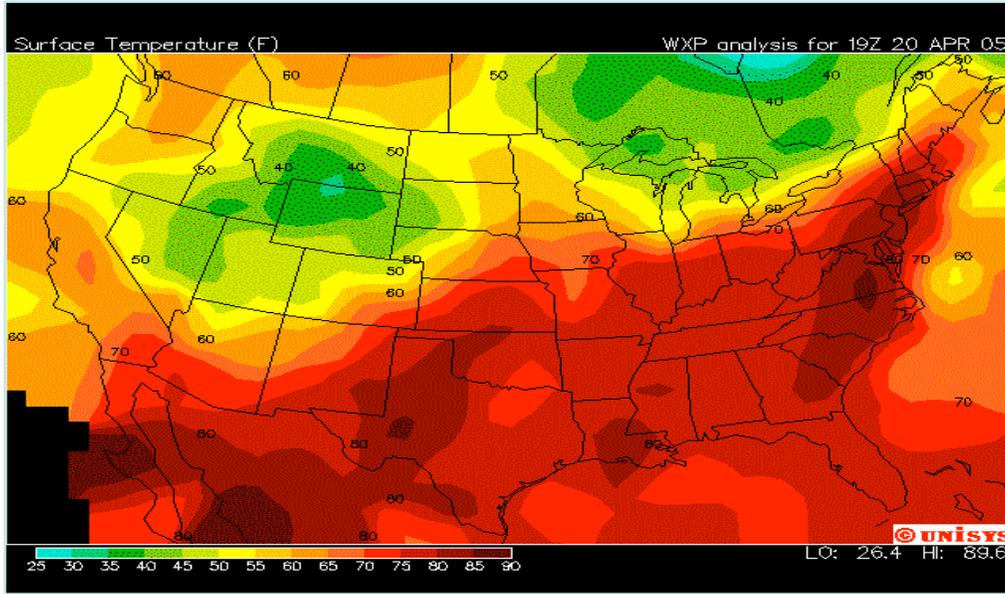
Los microbios en el suelo secretan enzimas que pueden degradar los pesticidas. Las condiciones de suelo que influyen la tasa de degradación microbiana incluyen contenido de humedad, temperatura, materia orgánica, aireación y pH.

El uso repetido de un pesticida específico en un lugar puede crear condiciones que son favorables para un aumento en la población de los microorganismos que metabolizan la sustancia. Estos son clasificados como suelos agresivos.

Los suelos agresivos han sido un problema con ciertos herbicidas en los Estados Unidos donde la población microbiana ha llegado a ser tan alta que el herbicida es degradado antes de que tenga su efecto total en el control de las malezas. La actividad microbiana es generalmente más alta en la zona radicular, con actividad moderada en el subsuelo y mínima actividad en las aguas subterráneas. Los pesticidas que se lixivian en las aguas subterráneas o entran vía pozos mal construidos pueden persistir allí por muchos años.

Foto degradación

La foto degradación, como el nombre lo implica, es causada por la luz ultravioleta atacando la molécula de pesticida. Las temperaturas más cálidas trabajan en combinación con la luz ultravioleta para acelerar el proceso. El siguiente mapa de los Estados Unidos muestra que las temperaturas de la superficie del suelo en los estados del sur y a lo largo del litoral son significativamente más altas que las del resto del país. Generalmente, se espera que los pesticidas se degraden más rápido en éstas áreas cálidas. El largo del día también es un factor en la foto degradación. Las regiones tropicales, especialmente cerca de la línea ecuatorial, donde hay poco cambio en el clima y el largo del día a través del año, pueden ser más predecibles con respecto a la persistencia en el medio ambiente.



Remoción de producto

Los residuos de pesticidas que permanecen en el producto a la cosecha son removidos del lugar. Esto elimina una fuente de acumulación de residuos de pesticidas en el suelo. Esto es también una razón convincente de que el uso de pesticidas debe ser manejado adecuadamente para asegurar que los residuos en la parte comestible del producto estén bajo la tolerancia y no causen daños a los consumidores.

Resumen

Para establecer regulaciones efectivas para el uso de los pesticidas, los científicos deben entender el destino de la sustancia una vez que ha entrado al medio ambiente.

En una situación ideal, los pesticidas tomarán acción sobre la plaga objetivo y luego rápidamente sea degradada a compuestos menos tóxicos.

Los científicos que estudian el destino de los pesticidas tienden a enfocarse en tres ubicaciones del ambiente de campo: sobre el terreno, en el terreno y bajo el terreno.

Los pesticidas pueden volatilizarse de la planta o del suelo y escapar hacia el aire.

El movimiento de los pesticidas hacia las aguas superficiales por escurrimiento o en las aguas subterráneas por lixiviación o vía pozos mal construidos, es una

preocupación para la seguridad de las personas, animales domésticos y vida silvestre.

El escurrimiento de los pesticidas y la lixiviación están influenciados por la topografía del campo y las características del suelo.

Los pesticidas pueden ser degradados por la acción de la luz, del calor, los productos químicos o microbios.

Los microbios que degradan pesticidas en el suelo se pueden multiplicar en altas poblaciones y degradar el pesticida antes de que éste pueda ejercer acción sobre la plaga. Estos son llamados suelos agresivos.

Algunos pesticidas son removidos del campo al cosechar el producto. Esta es una razón convincente para que con el manejo de los niveles de residuos se evite causar daño a los consumidores del producto.

Módulo 3

Movimiento del Pesticida y Degradación en la Planta

Introducción

La aplicación del pesticida resultará en que cierta cantidad del material entrará a la planta. El destino del pesticida dentro de la planta es extremadamente importante para la predicción de los niveles de residuos a la cosecha.

Internalización de los Pesticidas en las Plantas

El primer paso de internalización requiere que el pesticida logre entrar en los tejidos de las plantas. Esto puede ocurrir a través mecanismos pasivos o activos o ambos. Todos los órganos de la planta, por ejemplo hojas, flores, tallos, frutas, raíces y tubérculos tienen potenciales sitios de entradas.

Las plantas tienen una cantidad de aperturas naturales, tales como las estomas y las lenticelas, a través de las cuales los pesticidas pueden entrar pasivamente. El daño a las plantas, tales como roturas, machucones, raspaduras y rasguños también proveen un punto de entrada. Cualquier tipo de apertura en el tejido es un punto potencial de entrada pasiva.

La entrada activa de los pesticidas es un proceso biológico más complejo y no todos los pesticidas penetran de esta manera. Los pesticidas sistémicos son, por definición, designados para ser acarreados adentro de los tejidos de las plantas. Los mecanismos de vinculación y transporte para la translocación de los pesticidas a nivel celular están más allá del alcance de ésta discusión, pero podría estar clasificado como una entrada activa.

Las entradas pasiva y activa están influenciadas por la formulación del pesticida, las condiciones del clima, particularmente la temperatura y humedad relativa y la morfología de la planta. Las hojas cerosas pueden repeler la formulación mientras que las hojas con superficie velluda tienden a retener el material aplicado. Las temperaturas cálidas y la alta humedad pueden fomentar la entrada al aumentar la tasa de actividad metabólica de la planta causando que el pesticida persista en la superficie de la planta por un largo período de tiempo.

Distribución de Pesticidas en la Planta

El movimiento y la redistribución de los pesticidas dentro de las plantas puede ser un factor crítico en la actividad de la sustancia aplicada. Algunos pesticidas son aplicados al suelo, absorbidos por las raíces y son translocados a las partes aéreas de la planta donde tienen actividad contra las plagas que se alimentan de

las hojas. El entendimiento de el (los) mecanismo(s) de movimiento pueden dar una idea de la distribución del pesticida dentro de la planta.

Hay dos “zonas” generales para el movimiento del pesticida dentro de las plantas. La zona apoplásica ha sido caracterizada por algunos como tejidos no vivientes. Esta incluye el xilema y el espacio de la pared celular. Los químicos paredes celulares y los fisiólogos discrepan con la idea de que el apoplasto es un espacio muerto ya que hay actividad de enzimas y otros procesos metabólicos que ocurren dentro del xilema y las paredes celulares. Para esta discusión, el punto importante es que el agua se mueve relativamente libre en el apoplasto. Los compuestos solubles en agua y las sustancias levemente lipofílicas (liposolubles) son más propensos a ser transportados a través del sistema con el movimiento del agua.

Por el contrario la zona simplásica, la cual incluye el floema, está muy viva. Las sustancias más lipofílicas son movidas en el simplasto (es la vía citoplasmática a través de los plasmodesmos) por transporte activo, el cual involucra “bombas” químicas que mueven sustancias desde una célula a otra a través de las membranas. Las enzimas, los cofactores y un sinfín de procesos metabólicos están involucrados en el transporte activo. Una molécula de pesticidas que está diseñada para ser transportada de ésta manera debe tener una estructura que soportará los rigores químicos del proceso. El movimiento a los centros de actividad metabólica, tales como las puntas de las raíces y brotes de hojas nuevas, ocurre vía transporte activo en el floema. La difusión de célula a célula es un proceso pasivo que ocurre en el sistema simplásico.

El movimiento de algunos productos químicos está restringido a una de éstas dos rutas, mientras que otros productos químicos son capaces de moverse a través de ambos sistemas.

Biotransformación, Degradación y Detoxificación

Los términos listados en el encabezamiento tienen definiciones similares pero hay algunas diferencias sutiles. La biotransformación, como el nombre lo implica, es la modificación de un compuesto a través de un proceso biológico que normalmente es mediado por una enzima. La degradación puede ocurrir durante la biotransformación, pero hay procesos de degradación que no son de origen biológico, discutidos en el módulo previo. La degradación no conduce necesariamente a la desintoxicación, la cual es la completa remoción o degradación de compuestos tóxicos. Algunos productos de degradación pueden aún ser tóxicos. Debemos ser precavidos en el uso de éstos términos indistintamente.

Las plantas, insectos, microorganismos y mamíferos, incluyendo humanos, todos tienden a metabolizar los compuestos extraños tales como los pesticidas por las mismas importantes vías metabólicas. Lo que sucede a los productos finales del

metabolismo a menudo difiere en las diferentes especies. Esto es obvio en una comparación directa de los mecanismos de desintoxicación en los animales y las plantas.

En mamíferos, las enzimas de biotransformación son producidas por el hígado. Ellas pueden estar activas sólo en el hígado o ser distribuidas a través del cuerpo. Un resultado clave del proceso de biotransformación es la conversión de las moléculas a formas más solubles en el agua, haciendo que los productos de degradación sean capaces de ser filtrados por los riñones y excretados en la orina. En cambio ellos tienden a ser depositados en sustancias grasas incluyendo la leche materna y la grasa del cuerpo y pueden persistir por un largo tiempo. Ellos también pueden estar presentes en la transpiración.

En plantas, las enzimas de biotransformación producidas a través de la planta son activas en el lugar de producción. Los productos de degradación pueden ser secretados en las vacuolas y almacenados dentro de las células. Otros productos pueden ser perdidos de la planta a través de la evapotranspiración.

Las plantas tienen mecanismos para la degradación o retención de muchos pesticidas. Este proceso es normalmente independiente del modo de acción del pesticida. El modo de acción se refiere a la manera en la cual un pesticida mata o controla la plaga.

La biotransformación está relacionada a grupos reactivos en la molécula del pesticida que son susceptibles a ataques químicos o de enzimas. Puede haber solo una reacción o una combinación de reacciones, para degradar o desintoxicar cualquier pesticida en particular. Cuando hay un número de reacciones que actúan secuencialmente, éstas son referidas como las vías o rutas.

A menudo hay más de una vía en la cual un organismo (planta, animal o microbio) degrada un producto químico y todos estos procesos tomarán lugar al mismo tiempo. Teniendo reacciones y vías múltiples actúan como un sistema de respaldo para ayudar a proteger a los organismos y para degradar los productos químicos tan rápido como sea posible. La tasa de biotransformación dentro de las partes de las plantas puede variar para el mismo pesticida. Esto está influenciado por factores ambientales tales como la temperatura y humedad relativa, la estación del año y la condición fitosanitaria general de la planta. Se han identificado tres fases de la biotransformación: transformación, conjugación y retención.

Fase I (transformación) ocurre de varias maneras y depende de la química de los ingredientes del pesticida, la formulación y la concentración de los productos aplicados. Numerosas enzimas están involucradas, incluyendo las esterasas, lipasas y proteasas. Las enzimas del citocromo P450 son de particular importancia. Los resultados de la Fase I son que los reactivos intermediarios

están formados con la degradación de la molécula primaria. Los reactivos intermediarios son productos químicos expuestos a lugares que pueden actuar por otros procesos en la próxima fase de la biotransformación.

Fase II (conjugación) es la retención de los reactivos intermediarios de la Fase I a los constituyentes de la planta que son naturales tales como carbohidratos o amino ácidos. Glutación-S-transferasa es una enzima importante en las reacciones de la Fase II. Los productos conjugados son solubles y pueden ser menos o más tóxicos que el compuesto original.

Fase III (retención) ocurre cuando las reacciones conjugadas de la Fase II quedan enlazadas a las estructuras insolubles dentro de la planta. Este residuo enlazado no extraíble ha restringido la movilidad en el simplasto. Las sustancias retenidas tóxicas están menos disponibles a la planta para causar efectos fisiológicos adversos.

Existen tres principales vías de retención. Las sustancias pueden ser transportadas en las vacuolas de la célula, las cuales actúan como “estanques de mantención” para las moléculas. Ellas también pueden ser exportadas al espacio extracelular y permanecer solubles. Finalmente, ellas pueden ser retenidas a la lignina u otros compuestos de la pared celular. Los productos retenidos en las plantas pueden o no estar disponibles en forma biológica a los predadores.

La generación más antigua de los pesticidas incluye compuestos tales como DDT, el cual tiene un amplio espectro en su actividad, es lipofílico y persistente en el medio ambiente. La nueva generación de pesticidas incluye materiales que son más específicos en su actividad, son solubles en agua y tienen una vida media de horas a semanas. Estos son menos probables de ser retenidos y más probables de ser degradados. Estos productos químicos más nuevos son generalmente considerados de ser más favorables al medio ambiente que los de generación más antigua.

Las plantas son muy eficientes al reciclar algunos pesticidas. Las células de las plantas usan productos metabólicos para sintetizar productos químicos para su propio uso. Esta ha llegado a ser un área emergente importante de investigación. El Centro Nacional de Investigación del Medio Ambiente patrocina estudios en el uso de las plantas para rehabilitar terrenos contaminados.

Factores de Postcosecha y Residuos

Una vez que la parte comestible de la planta ha sido cosechada, la degradación de los residuos de pesticidas puede continuar en postcosecha. El lavado puede remover algunos residuos si están sobre la superficie del producto pero los residuos de los pesticidas sistémicos no son significativamente reducidos. Dependiendo del producto, el transporte, el almacenamiento y la

comercialización pueden requerir desde unos días a meses después de la cosecha. Es importante caracterizar la persistencia de los residuos durante este período, aunque las tolerancias estén basadas en la fecha de la cosecha.

Como se indicó en el Módulo 1, el procesamiento puede concentrar o degradar los residuos dependiendo de la naturaleza del proceso, por ejemplo si involucra calor o tratamientos químicos. El enfoque de esta discusión es en productos frescos que serán consumidos crudos.

En los Estados Unidos, la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) tiene la responsabilidad de supervisar el registro de pesticidas, el cual requiere de extensos estudios sobre la toxicología y el desarrollo de perfiles de riesgo. La mayoría de la información está disponible sólo a través de solicitudes formales hechas bajo la Ley de Libertad de Información.

Previo a la aprobación de un pesticida, EPA requiere estudios de residuos sean conducidos al menos en un tubérculo o raíz, una hortaliza con hojas y una fruta o fruto vegetal. Colectivamente, estos estudios para el registro de pesticidas y para otros propósitos han identificado diferentes suertes, dependiendo de las propiedades del pesticida y de la planta en cuestión. En algunos casos los residuos han mostrado que permanecen mayormente como producto original, indicando que la planta no degrada substancialmente al pesticida. Para otras combinaciones de planta/pesticida, los residuos aparecen mayormente como metabolitos, indicando una degradación substancial por la planta. Los estudios también han mostrado que la ubicación final de los residuos varía ampliamente. Dependiendo de la combinación de pesticidas y planta, los residuos (ya sea como compuestos originales o como metabolitos) pueden mostrarse principalmente en las hojas, frutas, semillas, tubérculos, raíces, zarcillos y tallos.

La biotransformación de los pesticidas en las plantas es un grupo altamente complejo de procesos. Los estudios de los mecanismos involucrados en la biotransformación son costosos pero necesarios para determinar si los pesticidas pueden ser usados sin efectos adversos en los humanos o el medio ambiente. Los cultivos con residuos que excedan la tolerancia o teniendo residuos para los cuales no existe tolerancia, pueden ser confiscados.

Resumen

La aplicación de un pesticida resultará en cierta cantidad de material entrando a la planta.

La entrada en la planta puede ocurrir activamente o pasivamente o por ambos mecanismos.

El movimiento y redistribución de los pesticidas en las plantas puede ser crítico para su modo de acción.

La biotransformación es la modificación de un pesticida a través de procesos biológicos que proporcionarán productos de degradación.

La desintoxicación es la modificación de la molécula de pesticida a un punto en el cual hay poco o nada de la toxicidad remanente.

Las tres fases de la biotransformación son transformación, conjugación y retención.

La degradación de los pesticidas continúa después de que el producto ha sido cosechado. Estudios de residuos son requeridos para determinar si los pesticidas pueden ser usados en forma segura.

La EPA es una agencia reguladora de los pesticidas en los Estados Unidos.

Módulo 4

Las Mejores Prácticas de Manejo para Pesticidas

Introducción

Los productores deben ser conscientes de las prácticas de manejo que proveen la mayor eficacia para el producto mientras evitan dañar a las personas, animales o el medio ambiente. Muchas de las subvenciones otorgadas a las universidades en los Estados Unidos tienen manuales de Buenas Prácticas y otras publicaciones disponibles en línea sin costo. Este Módulo es una visión global de los principios que serán cubiertos en detalle en un manual. Algunos de los puntos hechos en este Módulo son discutidos en otra parte de ésta Sección.

Las Fuentes de Exceso o Residuos de Pesticidas no Registrados

El uso indebido intencional de un pesticida es ilegal y penalizado por la ley.

La presencia de residuos de pesticidas no registrados, por ejemplo no registrado para el uso en el cultivo específico, o en exceso de un pesticida registrado, ambos hacen que el cultivo no sea comercializable. Si cualquiera de estos problemas ocurre a los productores deben analizar cada aspecto de su programa de control de plagas para determinar la causa del problema y para identificar una estrategia para prevenir que el problema ocurra nuevamente.

Las sustancias ilegales pueden estar presentes o los residuos legales pueden estar sobre la tolerancia por un número de razones. Podría haber habido un exceso de pesticidas por una aplicación descuidada a un lugar cercano o podría haber habido una deriva accidental desde otros lugares de aplicación. Un material registrado puede haber sido aplicado a muy alta dosis o muy frecuentemente. Esto puede resultar en residuos de un pesticida no aprobado sobre el producto o de un pesticida aprobado pero a un nivel muy alto.

Los residuos se pueden acumular en suelos de aplicaciones previas a un lugar, por la deriva al lugar, escurrimiento, lixiviación, sobre aplicación de agua de riego o de depósitos de partículas de suelos contaminados acarreados por el viento o el agua.

Los productores de cultivos menores están en desventaja porque los pesticidas pueden no estar registrados para este cultivo en particular. Como se discutió en otro lugar, el costo de registrar los pesticidas es muy alto. Si los fabricantes no ven la oportunidad para recuperar esta inversión a través de las ventas, ellos pueden elegir no registrar un material para un cultivo menor para el cual las ventas del producto serían bajas. Los productores de productos menores pueden no entender que un pesticida no está permitido en un cultivo menor cuando ellos usan el mismo material sobre otros cultivos del campo. No obstante,

la etiqueta es la ley y los productores deben seguir las indicaciones de la etiqueta todo el tiempo. En los Estados Unidos, se provee financiamiento para investigación IR-4 en cultivos menores de manera que los pesticidas puedan ser registrados para su uso.

Registros Esenciales

Hay un número de programas informáticos de utilidad disponibles a los productores para ayudar a mantener un seguimiento de todas las aplicaciones de pesticidas. La información de la etiqueta del pesticida está escrita en el programa. Cuando los productores ingresan la información acerca de una aplicación, el programa los alertará de cualquier problema que les impida hacer la aplicación específica. Los programas ofrecen la ventaja adicional de preservar los seguimientos de uso del pesticida, lo cual es requerido por ley en la mayoría de los lugares.

Por ley federal de los Estados Unidos, la mantención de los registros o seguimientos es requerida para los pesticidas clasificados como Pesticidas de Uso Restringido (RUP = PUR). Muchos estados tienen requerimientos adicionales que exceden la ley federal. Ellos pueden requerir que los registros sean mantenidos para productos adicionales (no sólo PUR). Los productores deberían verificar con la agencia de regulación dentro de su estado para información específica sobre que información es necesaria. Las recomendaciones de abajo incluyen el mínimo de requisitos para cumplir con el estándar federal como también las mejores prácticas. Ellas deberían ser aplicadas a todos los pesticidas usados, independientemente de si son PUR.

Los registros o seguimientos deben incluir la marca y el nombre del producto; el número de registro de la EPA; la cantidad total aplicada; el tamaño del área tratada; el cultivo o árbol frutal; el producto; producto almacenado o lugar en el cual la aplicación fue hecha; ubicación de la aplicación; mes, día y año de la aplicación; y el nombre y certificación del aplicador. Una hoja de registro de la aplicación del pesticida debe incluir los datos de las cosechas incluyendo la variedad, fecha de plantación, código de rastreo del producto, etc. Las condiciones de clima en el lugar de tratamiento y la fecha de la última calibración del equipo debería ser anotado.

La capacitación del trabajador también debería ser documentada. Los registros de capacitación deben incluir el (los) nombre(s) de el (los) individuo(s) capacitados, sus fechas de contrato, fechas de capacitación, el título del trabajo o descripción de sus deberes, los nombres de la capacitación y la institución responsable para la conducción de la capacitación. Un certificado firmado por el capacitador debe ser firmado y mantenido en el registro.

Protección de las Fuentes de Agua

Los temas del agua fueron introducidos en el Módulo 2. La protección de las fuentes de agua es una consideración extremadamente importante que los productores deben considerar a medida que ellos desarrollan sus programas de control de plagas.

Los productores deberían identificar todas las condiciones en sus campos que pudieran hacer una fuente de agua vulnerable a la contaminación. La selección de pesticidas debería posponerse hasta que el riesgo de análisis haya sido conducido para el lugar. Tales áreas deben incluir suelos arenosos, presencia de hundimientos, pozos, aguas superficiales subterráneas o aguas en superficie de áreas cercanas que pueden estar contaminadas con aguas de escurrimiento.

El manejo de la aguas de escurrimiento fue abordado en el Módulo 2. A menos que la etiqueta le indique de hacerlo así, no aplique pesticidas al terreno desnudo y no aplique antes de una lluvia. Ambas prácticas pueden conducir a la contaminación de la superficie y/o del agua usada para el riego. El uso de agua contaminada para el riego o para la mezcla de pesticidas puede conducir a residuos ilegales.

La siguiente ilustración gráfica muestra varios de los factores que contribuyen al riesgo de lixiviación de los pesticidas en las aguas subterráneas. Si varias de estas condiciones existen en el campo y el productor concluye que el sitio es vulnerable a la lixiviación sería prudente considerar productos y métodos de aplicación que redujeran en riesgo.



Arrastre de Pesticida y Resistencia

El arrastre de pesticidas significa simplemente que alguna cantidad de pesticida permanece en el lugar después que el ciclo del cultivo está completado. Si el mismo cultivo es plantado continuamente y si los mismos pesticidas son usados repetidamente, los residuos pueden acumularse eventualmente en el suelo. Estos residuos pueden ser absorbidos por el cultivo y el efecto aditivo de la aplicación adicional de pesticida puede resultar en residuos en la planta que están sobre el nivel de tolerancia.

Los cultivos rotatorios pueden no tener una tolerancia para el(los) pesticida(s) usados en cultivos previos. Para evitar residuos ilegales, los productores deben verificar la etiqueta para restricciones en contra de plantar ciertos cultivos en terrenos previamente tratados. Espere el tiempo adecuado, como se especifica en la etiqueta, antes de plantar cultivos rotatorios si existe un riesgo de contaminación.

La resistencia de los pesticidas puede ocurrir cuando una población ha sido repetidamente expuesta al mismo pesticida. Las plagas individuales sensibles mueren con cada subsecuente aplicación del pesticida, dejando sólo individuos con resistencia conductual y fisiológica al material. Estas plagas resistentes se reproducen y pasan la resistencia a los genes de la próxima generación. Sobre un período de tiempo el pesticida pierde su efectividad para el control de la plaga.

Una vez que la resistencia ha empezado a desarrollarse, toma más y más del pesticida para lograr el mismo nivel de control. En respuesta, los productores pueden elevar la dosis de aplicación o incrementar el número de aplicaciones. Cualquiera de éstos puede resultar en la presencia de residuos sobre la tolerancia.

Los programas de Control Integrado de Plagas (CIP) fueron discutidos antes y son altamente recomendados. Bajo CIP, los cultivos son evaluados por el productor conocedor o profesional quien determina la población de plagas y hace las recomendaciones de la aplicación de pesticidas basados sobre aplicaciones calendario. Las medidas de control no químico también pueden ser apropiadas. CIP puede ayudar a que los productores reduzcan los costos, residuos y evitar el desarrollo de Resistencia.

Los Intervalos de Pre-cosecha (IPC)

El tiempo que pasa entre una aplicación de pesticida y la cosecha es conocido como el intervalo de pre-cosecha (IPC). Las etiquetas de pesticidas normalmente son muy específicas acerca de los requisitos de IPC. El IPC es necesario para permitir el tiempo entre los procesos de biotransformación dentro de la planta para reducir los niveles de pesticida dentro de la tolerancia.

El IPC varía dependiendo del cultivo, la parte del cultivo que es consumido (raíz, fruto, etc.), el uso previsto para el cultivo (alimento humano vs. alimento animal), la dosis de aplicación, tipo de suelo y clima. El punto importante para el productor se acuerde de seguir las indicaciones de la etiqueta porque todos estos factores fueron tomados en consideración cuando la etiqueta fue escrita.

Deriva

La deriva se refiere al movimiento del pesticida en el aire. La deriva de vapor ocurre con algunos productos que se volatilizan durante condiciones cálidas (normalmente sobre los 30°C) y son llevados fuera del lugar por la presión de aire. Si un producto es conocido en ser volátil la etiqueta especificará la temperatura de corte sobre la cual el producto no debería ser aplicado.

El tipo más común de deriva es cuando partículas muy finas de líquido del material asperjado son acarreadas por el viento. La deriva de algunos pesticidas, tales como los herbicidas, pueden dañar seriamente a los cultivos cercanos. La deriva de los pesticidas con alta toxicidad para los humanos puede provocar riesgos para la salud de los trabajadores en el campo como también a aquellos en áreas residenciales cercanas. Aunque es pensado que la mayoría de los incidentes de deriva generalmente no son una amenaza para los efectos de salud crónicos, pueden ocasionalmente ser una preocupación válida. Las escuelas, hospitales y hogares de ancianos son áreas particularmente sensibles. En cualquier caso, la deriva de cualquier material presenta el riesgo de residuos ilegales sobre cualquier cultivo cercano.

Los aplicadores de pesticidas deben estar conscientes de la velocidad y dirección del viento. Los anemómetros son relativamente baratos y son muy útiles para las condiciones de medida a nivel de campo si el aplicador tiene cualquier duda acerca del riesgo de la deriva. El viento puede también acarrear partículas de suelo a las cuales el pesticida es adsorbido. Si hay cualquier duda acerca del riesgo de la deriva del viento entonces la aspersion debe posponerse hasta que mejoren las condiciones.

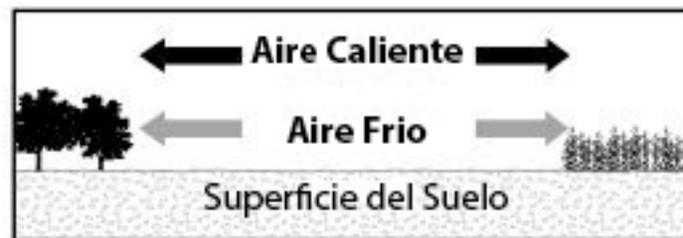
La viscosidad, o espesor, de la formulación afecta su habilidad de deriva. Las emulsiones invertidas son gruesas y presentan un bajo riesgo de deriva. Las formulaciones basadas en el agua son afectadas no sólo por el viento, pero por la temperatura y humedad relativa la cual influencia la tasa de evaporación.

Los tamaños de las gotas en la boquilla de descarga influyen altamente el potencial de deriva. Las gotas más grandes son menos propensas a la deriva que las gotas más pequeñas de manera que se prefieren las boquillas con orificios más grandes. Es prudente para los productores determinar el tamaño más grande de las gotas que proveen un buen control de plagas. Aplicar con la presión más baja posible y el varillaje o brazo debe bajarse para reducir la distancia donde la gota debe caer antes de impactar en el blanco. Los

fabricantes de equipos tienen tablas disponibles que muestran el tamaño de la gota basado en los orificios y presión de la boquilla. Verificar la etiqueta del pesticida por cualquier restricción específica en cuanto a las necesidades y preocupaciones de una aplicación aérea.

El clima es también un factor. Con temperaturas más altas las gotas grandes se evaporan rápidamente en gotas más pequeñas. Este proceso es más lento con humedad relativa más alta.

Las inversiones de temperaturas pueden resultar en una deriva en largas distancias. Una inversión se forma cuando el aire a nivel del terreno se ha enfriado y el aire más caliente que sostiene al pesticida se ha elevado sobre el campo como se indica en la fotografía. Las inversiones normalmente se desarrollan al anochecer y pueden continuar a través de la noche. La capa de aire caliente puede dispersarse por una larga distancia.



Los productores deben considerar el uso de un adyuvante para controlar la deriva. Los adyuvantes cambian la viscosidad de la mezcla de pesticidas de manera que sea menos propensa a la deriva. Hay cierto desacuerdo entre los expertos acerca de la efectividad del adyuvante y si los productos funcionan bien. Los productores deben pedir asesoría de una fuente imparcial, tal como un Especialista en Extensión Agrícola y conducir sus propias evaluaciones.

Mezcla de Pesticidas

Las cuatro mayores preocupaciones para la mezcla de pesticidas son la protección de la cosecha, la fuente de agua, el suelo y los trabajadores. Siempre mezclar los pesticidas a la concentración especificada por la etiqueta para el cultivo. No mezclar ni cargar pesticidas cerca de una superficie de agua, pozos o drenajes. No mezclar en el mismo lugar cada vez a menos que usted tenga un lugar adecuado construido para la mezcla y la carga. Cuando este llenando los estanques, este seguro de mantener un espacio de aire entre el agua aplicada y el nivel de la mezcla. Los aparatos para el reflujó deberían instalarse en la línea para la fuente del agua y deben ser evaluados periódicamente para asegurar que ellos funcionan efectivamente. Permanecer con estanque mientras esta siendo llenado y nunca dejar el área sin supervisión. Los derrames pueden ocurrir desde un estanque demasiado lleno o de un accidente como una manguera rota, resultando en la contaminación del área de carga y posible

derrame a las fuentes de agua o campos cercanos. Los trabajadores deben adherirse a las guías de manejo seguro.

Método de Aplicación

Aplicar los productos sólo por los métodos permitidos en la etiqueta del pesticida. Estas instrucciones están diseñadas para asegurar un cubrimiento adecuado y evitar la sobre aplicación la cual puede resultar en excesos de residuos.

Mantener el equipo de aplicación en buenas condiciones. Esto puede prevenir la sobre aplicación a través de boquillas o conexiones que se filtran y prevenir mayores filtraciones o derrames desde las líneas de suministro reventadas.

Calibre su equipo adecuadamente después de cualquier cambio en el establecimiento o cuando usted cambie los productos. La mantención y calibración de los equipos ayuda a: asegurar una buena cobertura mientras que se minimiza la probabilidad de la deriva; lograr la entrega de la dosis del producto en la etiqueta para maximizar el control de plagas, y; evitar la sobre aplicación y prevenir el depósito del pesticida fuera del lugar. Operar el aplicador a una velocidad constante para la cual ha sido calibrada.

Seguir las indicaciones de la etiqueta del pesticida. En los Estados Unidos cada pesticida está etiquetado de acuerdo con instrucciones específicas y ellos son materia de la ley. La etiqueta especifica: sitio o cultivo; método de aplicación; tipo de equipo; dosis de aplicación dependiendo de la plaga o del tipo de suelo; el momento de aplicación de acuerdo a la temporada; estado de la plaga o del cultivo; número de aplicaciones permitidas por persona; intervalos de pre-cosecha y precauciones para la seguridad de los humanos, vida silvestre y el medio ambiente.

Tomar medidas protectoras para las áreas sensibles. Seguir las restricciones para los diferentes tipos de suelos o regiones geológicas. Por ejemplo, un pesticida puede no estar registrado para la aplicación a suelos arenosos o formaciones geológicas tales como las formaciones kársticas con conducto directo a las aguas subterráneas. Observar la distancia al agua superficial, los pozos u otras áreas sensibles. Usar franjas de protección con un cultivo de cobertura para ayudar a prevenir el escurrimiento y cuando sea apropiado usar una franja no tratada como una zona de separación.

Estar conscientes de cualquier regulación en cuanto a la alimentación del cultivo a los animales. Las frutas y hortalizas de desecho de una empacadora a menudo son eliminadas para la alimentación de animales domésticos. Los animales para el consumo humano no deben tener residuos sobre la tolerancia. Leer la etiqueta y estar conscientes de las restricciones para la alimentación.

Conclusión

La etiqueta es la ley. Adherirse a las indicaciones de la etiqueta que ayudará a asegurar que los niveles de tolerancia no sean excedidos y proveer al productor y al aplicador una medida de protección en contra de los riesgos de protección. Siguiendo prácticas de manejo adecuadas reducirá el riesgo de contaminación del medio ambiente y del daño a los trabajadores.

Resumen

Los productores deben estar atentos a las prácticas de manejo que proveen la mayor eficacia del producto mientras evitan daño a las personas, animales y al medio ambiente. El mal uso intencionado de un pesticida es ilegal y está penado por la ley.

Si un exceso de residuos es descubierto, los productores deben investigar la fuente del residuo y toma los pasos para prevenir una reaparición.

La protección de las fuentes de aguas es de gran preocupación para los programas de las Mejores Prácticas de Manejo.

El arrastre del pesticida significa que algunos pesticidas permanecerán en el suelo después de completar un ciclo del cultivo. Idealmente los productores manejarán su producción de manera que no exista el arrastre.

La resistencia a los pesticidas puede ocurrir cuando una plaga ha sido expuesta repetidamente al mismo pesticida o una clase de pesticidas con el mismo modo de acción.

Los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) pueden minimizar el uso de los pesticidas, arrastre, resistencia y residuos.

El intervalo de pre-cosecha es el tiempo que pasa entre la aplicación de pesticida y la cosecha de un cultivo para permitir que los residuos se degraden a un nivel esperado.

La deriva es el movimiento no deseado de los pesticidas en el aire a lugares que no están destinados. Los productores deben estar conscientes de las condiciones que favorecen la deriva y diseñar sus programas de control de plagas para evitarla.

Los pesticidas deben ser mezclados de una manera que evite la contaminación del medio ambiente, dañe a los trabajadores o se sobre aplique al cultivo.

Los equipos para las aplicaciones de pesticidas se deben mantener en buenas condiciones.

La etiqueta es la ley.

Module 5

Minimizando la Exposición Humana a los Pesticidas

Introducción

La mayoría de los países que son grandes productores de frutas y hortalizas tienen estándares oficiales para proteger a los trabajadores, tales como las Normas de Protección de los Trabajadores (NPT) de los Estados Unidos para el manejo de los pesticidas. Tales estándares provistos para protecciones específicas a los empleadores para ser provistos a los trabajadores en el campo que podrían estar expuestos a los residuos. La adherencia a estos estándares es requerida por ley. Copias del material de capacitación de NPT están disponibles en línea de los sitios web de muchas subvenciones otorgadas por las universidades.

Este Módulo proporciona una visión global de los riesgos potenciales para la salud humana a través de la exposición de los pesticidas como también las buenas prácticas para minimizarla.

Vías de la Exposición Humana

Hay tres rutas de entrada de los pesticidas al cuerpo humano: oral, o a través de la boca; por inhalación o a través de los pulmones, y; cutánea o a través de la piel. La exposición oral es más propensa a ocurrir si el trabajador come o fuma durante el manejo de pesticidas o no se lava las manos adecuadamente después de manejarlos. La inhalación de humos tóxicos o gases puede ocurrir durante la mezcla de los pesticidas o por la entrada a áreas de almacenamiento mal ventiladas. El contacto por la piel cuenta como la mayor exposición hasta un 97% del cuerpo expuesto es por ésta vía.

Las diferentes partes del cuerpo absorben pesticidas con eficiencias diferentes. Estudios que investigan lo rápido que los pesticidas han penetrado varias partes del cuerpo de voluntarios han mostrado que la ingle o área genital absorbe pesticidas más rápido; el cuero cabelludo, la frente y el canal auditivo absorben pesticidas moderadamente rápido; y los pies, las manos y los antebrazos absorben pesticidas con una relativa lentitud. Sin embargo, debe ser notado que las manos y los antebrazos se ven sometidos a la mayor exposición a través del trabajo del día y los pesticidas que permanecen en estas áreas eventualmente van a penetrar a través de la piel.

Los escenarios de exposición más comunes para los aplicadores de pesticidas son durante la mezcla o carga del material concentrado, por derrames, fugas o limpieza y mantención inadecuada del equipo, durante la aplicación, por la contaminación a través del uso de artículos de cuero tales como guantes,

zapatos, cinturones o bandas adentro de los sombreros que no pueden ser descontaminados, o por el re-uso de equipo de protección contaminado.

Los pesticidas también pueden ser acarreados al hogar y contaminar a otras personas. Los trabajadores pueden acarrear el pesticida a sus hogares en sus zapatos, la ropa o equipo de protección que debió haber sido removido antes de irse a la casa. Los trabajadores se deben lavar las manos muy bien antes de saludar a los miembros de su familia. La ropa usada mientras se manejan pesticidas, incluyendo ropa y equipo protector, debe siempre ser lavada en forma separada de otros artículos del hogar.

La deriva del pesticida puede entrar a los hogares a través de ventanas y puertas abiertas. Los pesticidas nunca deben ser almacenados adentro del hogar y los contenedores vacíos no deberían ser reusados para propósitos del hogar. Envenenamientos y muertes dentro de los hogares han ocurrido a través de varias de las prácticas mencionadas aquí.

Efectos Adversos Potenciales de la Exposición al Pesticida

La intoxicación por pesticida está clasificada como aguda, crónica (retardada) o alérgica.

La intoxicación aguda está definida como la ocurrencia de síntomas dentro de 24-48 horas después de la exposición. Los síntomas pueden ocurrir casi inmediatamente si el individuo es expuesto a muy alta concentración o si el pesticida es extremadamente tóxico.

En estudios de investigación con envenenamiento agudo, los científicos a menudo usan términos como LD₅₀ (Dosis Letal 50%) y LC₅₀ (Concentración Letal 50%). Puesto que la estructura genética influye como los animales, incluyendo los humanos, responden a una sustancia tóxica, la dosis promedio para causar la muerte es usada como la mejor estimación. Por lo tanto LD₅₀ identifica la dosis encontrada a ser letal para el 50% de los animales analizados. Similarmente, LC₅₀ identifica la concentración en el aire o agua que podría ser letal para el 50% de los animales evaluados.

LD₅₀ y LC₅₀ son medidas estándares en estudios de toxicología y proveen una estimación de la toxicidad aguda relativa de diferentes pesticidas a través de diferentes rutas de exposición. LD₅₀ y LC₅₀ están presentados en términos de mg de pesticida por kg de peso del cuerpo. Por eso, un pesticida con bajo LD₅₀ y LC₅₀ es más tóxico que un pesticida con alto LD₅₀ y LC₅₀.

Los efectos crónicos, o demorados, ocurren cuando un individuo está repetidamente expuesto a un pesticida sobre un largo periodo de tiempo. La probabilidad de causar efectos crónicos está estimada por la dosis máxima permitida en la vida de un individuo. Es importante entender que LD₅₀ y LC₅₀

miden los efectos agudos y no proveen una estimación de la probabilidad de tener un efecto crónico. Un pesticida con alta LD₅₀ (toxicidad aguda baja) puede tener el potencial de causar efectos crónicos y, por otra parte, con una baja LD₅₀ (toxicidad aguda alta) pueden no estar asociados con cualquiera de los efectos crónicos.

Los efectos alérgicos son más idiosincráticos y pueden ser más difíciles de caracterizar. Normalmente la primera exposición sensibiliza al individuo a la sustancia extraña. Exposiciones adicionales causan que el individuo exhiba síntomas alérgicos los cuales pueden ser expresados en una variedad de formas tales como sarpullido de la piel o condiciones respiratorias crónicas. Tener una reacción alérgica a un pesticida no indica una probabilidad mayor de tener un efecto agudo o un efecto crónico de un pesticida. Los individuos que presentan reacciones alérgicas a un pesticida deben aumentar el nivel del equipo de protección personal (EPP) y las precauciones de manejo o parar de usar un pesticida en particular como también otros pesticidas en la misma clase de productos químicos que causan la reacción.

Las prácticas que minimizan la exposición a los pesticidas minimizarán la probabilidad de tener cualquier respuesta adversa, aguda, crónica o alérgica, a un pesticida.

Equipo de Protección Personal (EPP)

El Equipo de Protección Personal (EPP), como el nombre lo implica, es usado específicamente para la protección del trabajador. El uso apropiado de EPP puede reducir dramáticamente el riesgo a la exposición.

Todos los artículos de ropa usados durante el manejo del pesticida son EPP y es asumido que ellos están contaminados después del manejo. Siempre usar pantalones largos, una camisa de manga larga, calcetines, zapatos y/o botas, y guantes resistentes a los productos químicos mientras se manejan los pesticidas. Usar un sombrero si la aspersión es sobre la cabeza.

Usar cualquier EPP requerido por la etiqueta del pesticida tales como gafas de seguridad o un respirador. Notar que una máscara protectora no es un respirador y no previene la inhalación de pesticidas. Cuando se mezclen o carguen pesticidas concentrados, usar un delantal resistente a los productos químicos. No usar artículos de cuero durante el manejo, ya que el cuero no puede ser efectivamente limpiado o descontaminado y la re-exposición continuará ocurriendo. Si se usan zapatos o botas de cuero, es de especial importancia usar botas resistentes a los productos químicos sobre ellos mientras se esté mezclando, cargando o aplicando los pesticidas o mientras se camina a través de las áreas tratadas.

No usar EPP para otras tareas que no sean el manejo de pesticidas. Lavar el EPP separadamente de la ropa de la familia en agua caliente con detergente. Secar las prendas colgándolas al aire libre o en una máquina secadora, ya que el sol y el calor ayudan a descomponer los residuos de pesticidas. Después que el EPP está adecuadamente limpio, guardarlo separadamente de otra ropa. Si el EPP no puede ser limpiado inmediatamente, guardarlo en una bolsa plástica y mantenerlo separado de la ropa del hogar u otras ropas.

Estrés por Calor

El riesgo de estrés por calor aumenta mientras se usa PPE. Los trabajadores pueden evitar el estrés por calor al tomar descansos adecuados y al usar un sombrero liviano con ala para evitar la exposición directa al sol. Beber suficiente agua pero recuerde de lavarse las manos antes de beberla.

Los síntomas de estrés por calor son similares a los síntomas de sobre exposición a los pesticidas organofosforados y carbamatos. Los trabajadores y supervisores deben conocer los diferentes síntomas del estrés por calor y del envenenamiento por pesticida así cualquiera que exhibe los síntomas puede ser tratado inmediatamente. Cualquiera vez que un trabajador este con serias molestias, la atención médica debe ser provista sin demoras. Los trabajadores del campo, supervisores y gerentes o jefes no son profesionales médicos y deben buscar asistencia de profesionales capacitados. Las similitudes y diferencias con la exposición al pesticida y al estrés por calor son resumidas en la siguiente Tabla.

Comparación de Síntomas	
Exposición al Pesticida	Estrés por Calor
<ul style="list-style-type: none"> • Transpiración • Dolor de Cabeza • Fatiga • La Mayoría de las Membranas Normales • Pulso Lento • Náusea y Diarrea • Pupilas Normales o Pequeñas • Depresión del Sistema Nervioso Central <ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de Coordinación - Confusión - Coma 	<ul style="list-style-type: none"> • Transpiración • Dolor de Cabeza • Fatiga • Membranas Secas • Pulso Rápido • Náusea • Pupilas Dilatadas • Depresión del Sistema Nervioso Central <ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de Coordinación - Confusión - Coma

Factores que Afectan la Respuesta Humana a la Exposición

La respuesta de una persona a la exposición de un pesticida depende de un número de factores. El programa y la duración de la exposición son significativos. Exposiciones largas o frecuentes pueden superar las capacidades del cuerpo para la biotransformación y causar un envenenamiento agudo. Las exposiciones cortas seguidas por períodos sin exposición pueden permitir al cuerpo el tiempo para metabolizar el pesticida a un nivel que está debajo del que causa una respuesta tóxica, la cual es llamada el umbral del efecto tóxico.

La nutrición humana es también otro factor. Una dieta adecuada es necesaria para mantener los niveles adecuados de las enzimas de la biotransformación. El consumo de alimentos que son altos en anti-oxidantes se cree que proveen alguna protección en contra de la acción de muchas sustancias tóxicas. En el cuerpo los antioxidantes son recolectores que atrapan los radicales libres que causan daño a las células.

El tamaño, edad y género de la persona, todos impactan la respuesta a la exposición de los pesticidas. Los individuos más grandes pueden absorber y metabolizar en forma segura más altas dosis que las personas más pequeñas. Los lactantes y personas mayores pueden tener niveles más bajos de las enzimas de la biotransformación y ser más susceptible a exposiciones por daño. Finalmente, las hormonas de hombres y mujeres afectan las vías de la biotransformación en formas que no están bien definidas. Para algunas sustancias, las mujeres son más probables de exhibir un efecto adverso, mientras que en otros casos los hombres son más propensos.

El fumar o masticar tabaco u otras hojas tienen muchas consecuencias negativas. Puede servir como un medio de ingestión directa del pesticida si las manos no son lavadas antes de fumar o masticar. Así mismo, predispone al individuo a enfermedades respiratorias las cuales pueden tener un efecto negativo sinérgico cuando los pesticidas entran al cuerpo.

El consumo de alcohol también tiene efectos negativos. El uso de alcohol excesivo disminuye o puede deteriorar permanentemente la función hepática (del hígado), el cual disminuye la capacidad del cuerpo para metabolizar otros productos químicos. Es imposible evaluar todas las combinaciones del alcohol y los pesticidas para su efecto en el cuerpo. Entendiendo que la combinación puede resultar en una consecuencia negativa más severa permitirá a los individuos tomar decisiones acerca de su conducta personal que disminuyen sus riesgos.

Las drogas, ya sean de venta libre, con prescripción médica o drogas ilegales recreacionales, todas pueden competir por la misma biotransformación de enzimas como los pesticidas. El uso de drogas puede resultar en un aumento de la toxicidad de la droga o inactivación de la droga por el pesticida. Las

interacciones pueden ser aditivas, sinérgicas o antagónicas. Al igual que el caso con el alcohol, es imposible evaluar los efectos de las combinaciones de todas las drogas y pesticidas.

Las prácticas de higiene personal del individuo son críticas. Los trabajadores se deben lavar sus manos antes de comer, beber o fumar para prevenir la transferencia de residuos a través de la boca. Ellos también se deben lavar antes de usar el inodoro para prevenir la transferencia a las áreas genitales de alta absorción del cuerpo. Los trabajadores se deben duchar al final del día y siempre ponerse ropa limpia para empezar el día de trabajo. La ropa y los zapatos que pueden estar contaminados del día anterior del trabajo no debería nunca ser reusada sin lavarla.

Las buenas prácticas de manejo de pesticidas minimizan la exposición, ayudan a prevenir accidentes y reducen la probabilidad de efectos adversos. Los aplicadores deben tener cuidado de no caminar o conducir a través de la aspersión. Ellos deben tomar precauciones adicionales, tales como usar un delantal resistente a los productos químicos, gafas de seguridad y respirador o una máscara completa para la cara mientras se mezcla y carga porque estas actividades ponen la probabilidad más alta a la exposición.

Las áreas tratadas deberían tener la señalización apropiada. Nadie debería ser permitido de entrar a las áreas tratadas antes del tiempo de re-entrada especificado en la etiqueta a menos que el trabajador haya sido específicamente capacitado y adecuadamente equipado y que la etiqueta muestre tal re-entrada. La etiqueta para algunos pesticidas permite la re-entrada temprana pero sólo si las condiciones especificadas son cumplidas por PPE y la capacitación del trabajador.

Protección de las Especies Sensibles Otras que los Humanos

Aunque éste Módulo está dedicado a la exposición humana, es importante mencionar otras especies sensibles en el medio ambiente. Ha habido una amplia publicidad acerca de la posible reducción de las poblaciones de abejas debido al uso de pesticidas y otras especies son susceptibles también a ciertos pesticidas. La aplicación de pesticidas puede causar la muerte directa, reducción del hábitat o la reducción en la fertilidad de las especie, todas las cuales conducen a una reducción general en la población.

Los productores deben ser conscientes de las condiciones locales sensibles o de las poblaciones. Esto incluye cultivos cercanos, especies en extinción, parásitos y predadores que contribuyen al control biológico y a los polinizadores incluyendo las abejas. Si la aplicación de pesticida es necesaria, se deberían tomar medidas de protección tales como la aplicación a cierta hora del día cuando las especies sensibles no están presentes o estableciendo refugios no tratados.

Almacenamiento y Eliminación de los Pesticidas

El manejo inadecuado, el almacenamiento y la eliminación de los pesticidas o el uso de contenedores vacíos, tienen muchas consecuencias negativas. Un mal manejo que conduce a la contaminación cruzada de los pesticidas puede resultar en la generación de residuos ilegales cuando el producto es aplicado. La contaminación del medio ambiente y ponen en peligro a los humanos ya otros animales también son unas preocupaciones serias.

Almacenar todos los pesticidas con la etiqueta intacta, pegada al contenedor y legible. Los herbicidas deben ser almacenados de todos los otros pesticidas o fertilizantes. Las fugas o derrames del herbicida en otros productos puede resultar en residuos ilegales o este puede matar a los cultivos directamente.

Los pesticidas deberían ser almacenados en un lugar seguro que este lejos de los alimentos y los contenedores de los alimentos. La instalación de almacenamiento debería tener su propia señalización, buena iluminación y ventilación, un techo para evitar la exposición a la lluvia o al sol, una cerca para mantener a los animales afuera y una cerradura o candado para mantener a los niños alejados y otras personas no autorizadas. Idealmente los pesticidas deberían ser almacenados en un edificio con un piso de concreto de manera que los derrames puedan ser contenidos. El almacenamiento no debería estar en un área abierta. Los productos no deberían estar expuestos a temperaturas extremas. La congelación puede dañar algunos pesticidas y destruir su utilidad.

El exceso o las mezclas de pesticidas sobrantes deben ser eliminados adecuadamente. El método preferido es aplicar el material de acuerdo a las indicaciones de la etiqueta sobre un cultivo registrado o sitio a la dosis recomendada. Otra opción es eliminar a un vertedero con materiales peligrosos, lo cual puede ser muy costoso. Cualquier otro método de eliminación puede resultar en las consecuencias negativas mencionadas previamente.

Los contenedores vacíos deberían ser limpiados primero de acuerdo a los procedimientos recomendados en la etiqueta. Ellos pueden entonces ser eliminados a un vertedero adecuado a menos que la etiqueta permita otros métodos de eliminación. Como se ha señalado anteriormente, los contenedores vacíos no deberían nunca ser reusados para otros propósitos. Esto puede ser una gran fuente de intoxicación o envenenamiento por el pesticida.

Una práctica típica para la descontaminación de un contenedor con una formulación líquida sería enjuagar el contenedor inmediatamente después que queda vacío en el estanque del pulverizador. Llenar el contenedor a cerca de $\frac{1}{4}$ de su capacidad con los diluyentes adecuados, los cuales son normalmente agua o aceite. Reemplazar la cerradura (tapa, casquete, tapón, etc.) y rotar el contenedor unas pocas veces. Agregar el enjuague al estanque de pulverización

y repetir el procedimiento dos veces más. Cuando el enjuague esté completo, perforar la parte de encima y de abajo del contenedor para prevenir ser reusado.

Para los contenedores con formulaciones secas, vaciar el contenido en el estanque mientras se agita enérgicamente para remover tanto residuo como sea posible. Tener cuidado de no inhalar el polvo y tratar de asegurar que el polvo no escape a las áreas circundantes. Después que el contenedor es vaciado, abrir ambos lados para ayudar a remover cualquier residuo adicional en el estanque y prevenir ser reusado.

Conclusión

La salud y seguridad de los trabajadores es lejos más importante que el valor del pesticida o del cultivo. Los gerentes y supervisores tienen obligaciones éticas y legales para seguir la ley y para tomar todos los pasos razonables para proteger al personal.

Resumen

La mayoría de los países que son productores importantes de frutas y hortalizas tienen Normas de Protección de los Trabajadores (NPT) que están designadas para promover la salud y seguridad del personal.

Las tres vías para que los pesticidas entren al cuerpo son oral, por inhalación y cutánea. Hasta un 97% de la exposición es a través de la piel.

El Equipo de Protección Personal (EPP) incluye toda la ropa y equipo especializado usado para proteger al trabajador de la exposición.

El estrés por calor tiene síntomas similares a la intoxicación por los pesticidas. Los gerentes, supervisores y otros trabajadores deben ser conscientes de los síntomas y entender las prácticas que ayudan a prevenir la ocurrencia.

Los efectos adversos de la exposición al pesticida son clasificados por los investigadores y profesionales médicos como agudos, crónicos o alérgicos.

La respuesta de una persona a la exposición del pesticida está afectada por el programa y la duración de la exposición y la condición nutricional de la persona, tamaño, edad, género, consumo de tabaco, alcohol o drogas y la higiene personal.

Los productores deben estar atentos no solamente a la protección de la persona sino también a la protección de otras especies sensibles tales como las abejas.

Los pesticidas deben ser almacenados en un área que los proteja del medio ambiente y prevenga el acceso de niños u otras personas no autorizadas.

Los sobrantes de los pesticidas deben ser eliminados de acuerdo con las indicaciones de la etiqueta.

Los contenedores vacíos deben ser limpiados en forma adecuada antes de ser eliminados y no deberían ser nunca reusados.