

Conocimientos generales: Uso de pesticidas y el medio ambiente

Uso de pesticidas y el medio ambiente - Objetivos a aprender

Después de estudiar esta sección, usted debería ser capaz de:

- ✓ Describir las características químicas que controlan el desplazamiento de los pesticidas en el medio ambiente.
- ✓ Identificar las diferentes formas en que los pesticidas se desplazan en el medio ambiente.
- ✓ Explicar los diferentes tipos de deriva de pesticidas y los factores que pueden afectar la deriva de pesticidas.
- ✓ Explicar por qué es importante proteger los recursos hídricos, especialmente los recursos hídricos subterráneos, de la contaminación por pesticidas.
- ✓ Enumerar los diferentes métodos que los aplicadores de pesticidas pueden usar para reducir o prevenir la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
- ✓ Explicar los posibles efectos de los pesticidas en los organismos no objetivo y los métodos para reducir o prevenir estos posibles efectos.
- ✓ Describir la Ley de Especies en Peligro de Extinción (*Endangered Species Act*) y cómo rige a las aplicaciones de pesticidas.

Uso de pesticidas y el medio ambiente

Después de que se aplica un pesticida, ya sea a una planta, a un animal, en el suelo, dentro de una estructura edificada, al aire libre o en cualquier otro lugar, se puede decir que el pesticida ha sido liberado en el medio ambiente. Los aplicadores de pesticidas deben hacerse algunas preguntas importantes:

1. ¿Permanecerá el pesticida en el lugar donde se aplicó, o se movilizará en el medio ambiente?
2. ¿Por cuánto tiempo seguirá siendo viable o eficaz el pesticida?
3. ¿Qué efecto podría tener el pesticida en especies no objetivo, plantas, y otras cosas existentes en el medio ambiente?

Se considera que todos los pesticidas se vuelven parte del medio ambiente al momento en que se liberan durante la aplicación.

**Cuatro
características
químicas básicas
que controlan el
movimiento de los
pesticidas:**

**La solubilidad es la
capacidad de un
pesticida para
disolverse en un
solvente,
normalmente agua.**

**La adsorción es la
capacidad de un
pesticida para
unirse a las
partículas del suelo.**

**La persistencia es la
capacidad de un
pesticida para
permanecer en su
forma activa
original y no
descomponerse en
una forma inactiva.**

**La volatilidad es la
capacidad de un
pesticida para
convertirse en gas o
vapor.**

Para responder estas preguntas, usted debe comprender cómo se desplazan los pesticidas en el medio ambiente y también debe saber cuáles son las propiedades químicas que controlan su movimiento. Hay cuatro características químicas básicas que contribuyen al desplazamiento de los pesticidas en el medio ambiente: solubilidad, adsorción, persistencia y volatilidad.

La solubilidad es la medida de la capacidad de un pesticida para disolverse en un solvente, generalmente agua. Cuanto mayor sea la solubilidad, más fácilmente se disuelve el pesticida. Los pesticidas que se disuelven fácilmente en agua pueden desplazarse a través de ella. En el caso de los pesticidas altamente solubles, es más probable que estos se desplacen a través del suelo y lleguen a las aguas subterráneas o superficiales causando daño accidental a plantas, animales, lugares e incluso a los humanos.

La adsorción es la capacidad de un pesticida para unirse a las partículas del suelo. La adsorción se produce porque el pesticida tiene una atracción eléctrica a la carga eléctrica superficial de una partícula del suelo, generalmente materia orgánica o partículas de arcilla. Un pesticida que se adsorbe a las partículas del suelo tiene menos probabilidades de moverse del lugar de aplicación.

La persistencia es la capacidad de un pesticida para permanecer en su forma original, activa y viable, antes de descomponerse químicamente para volverse inactivo. Una medida común de persistencia de los productos químicos se conoce como vida media. La vida media es el tiempo que tarda en descomponerse la mitad de la cantidad original del producto químico aplicado. Cuanto más larga sea la vida media de un producto químico o pesticida, más persistente será el producto químico o pesticida en el medio ambiente. En ocasiones, los pesticidas persistentes son preferidos porque proporcionan un control de plagas a largo plazo y porque reducen la necesidad de aplicaciones secundarias. Sin embargo, si los pesticidas persistentes se desplazan en el medio ambiente, pueden causar problemas futuros en lugares, plantas, animales o en los humanos. Es muy importante prevenir consecuencias no deseadas debido al manejo inadecuado de un pesticida persistente, su deriva, escorrentía, erosión o lixiviación.

La volatilidad es la medida de la tendencia de un pesticida a convertirse en gas o vapor. Algunos pesticidas son más volátiles que otros. Los pesticidas tienden a volatilizarse más fácilmente cuando las temperaturas son altas, los vientos son fuertes y la humedad relativa es baja en el lugar de la aplicación. El desplazamiento de los pesticidas en forma de gas o vapor se conoce como "deriva" y se explicará en detalle en la siguiente sección.

El destino predeterminado de los pesticidas en el medio ambiente juega un papel importante en su efectividad. Después de la aplicación, los pesticidas pueden descomponerse químicamente o permanecer viables en los residuos de plantas o en el suelo. La descomposición de herbicidas también se conoce como degradación. En ocasiones lo preferible es la degradación del producto químico. Por ejemplo, los herbicidas que se degradan sin permanecer como residuos en las plantas o en el suelo permiten una replantación más temprana. En otros casos, se prefiere evitar la degradación rápida del pesticida porque es posible que no persista el tiempo necesario para ser eficaz. La degradación se mide como la vida media del producto, o el tiempo que tarda en descomponerse la mitad de la cantidad aplicada. **La degradación de los pesticidas** ocurre por medio de las siguientes tres maneras:

- Acción microbiana: descomposición química o degradación de pesticidas por microorganismos del suelo, como hongos, bacterias, etc.
- Degradación química: descomposición de los componentes químicos de los pesticidas por métodos inorgánicos (no por organismos vivos).
- Fotodegradación: descomposición de los componentes químicos de los pesticidas al reaccionar con la luz solar. Esta es la razón por la que muchas instrucciones para la aplicación de pesticidas requieren que el pesticida se incorpore en el suelo, manteniéndolo así, fuera de la luz solar.

La mayor preocupación son los residuos de pesticidas que permanecen en las plantas, en los animales o en el suelo, ya que pueden contaminar el aire, las aguas superficiales o las aguas subterráneas. Para evitar problemas futuros por la aplicación de pesticidas:

- Lea, comprenda y siga las instrucciones de la etiqueta del pesticida.
- Calibre los equipos de aplicación.
- Evalúe las condiciones del lugar de aplicación y haga los ajustes necesarios para reducir la posibilidad de deriva.
- Use el pesticida adecuado para el lugar y la plaga objetivo.
- Realice la aplicación durante el momento más efectivo tomando en cuenta el ciclo de vida de la plaga.

¿Cómo se desplazan los pesticidas en el medio ambiente?

Lo ideal sería que los pesticidas permanecieran siempre en el lugar objetivo, como plantas individuales, campos de cultivo, bordes de carreteras, suelo o estructuras edificadas. Sin embargo, los pesticidas pueden desplazarse en el medio ambiente y, bajo ciertas condiciones, no siempre permanecen en el lugar objetivo a tratar. Los pesticidas pueden desplazarse por el aire, por el

La degradación de los pesticidas ocurre por medio de las siguientes tres maneras:

- **Acción microbiana**
- **Degradación química**
- **Fotodegradación**

Los residuos de pesticidas son los ingredientes activos del producto o los productos resultantes de su degradación que permanecen en el medio ambiente después de la aplicación.

El desplazamiento de pesticidas a través del aire hacia lugares no objetivo se conoce como deriva

El desplazamiento de pesticidas a través del aire hacia lugares no objetivo se conoce como deriva

La reducción al máximo del desplazamiento de un pesticida, la aplicación innecesaria a lugares no objetivo y los daños innecesarios son parte del trabajo de un aplicador de pesticidas.

agua y a través del suelo, lo que provoca daños y la exposición al medio ambiente, afectando a plantas y animales no objetivo. Los aplicadores son responsables de los daños que resulten por el desplazamiento de pesticidas fuera del lugar o plaga objetivo a tratar.

El desplazamiento de pesticidas por medio del agua generalmente es el resultado de la **escorrentía** desde el lugar de aplicación a otro lugar o cuerpo de agua no objetivo, o **de la lixiviación** del suelo por causa del agua, que desplaza el pesticida hacia afuera y/o hacia abajo en el suelo. Esto puede causar daños innecesarios a plantas o animales, o contaminar las aguas superficiales o subterráneas.

El desplazamiento de pesticidas sobre o dentro de objetos incluyen:

- Los residuos de pesticidas en el equipo o la ropa utilizada por los aplicadores de pesticidas. Estos residuos pueden afectar a las plantas, la vida silvestre, el ganado, las mascotas y personas.
- Los pesticidas que han sido absorbidos en las partículas del suelo que posteriormente se desplazan por el viento o la **erosión hídrica** a un lugar no deseado.
- Los residuos de pesticidas en plantas que se transportan a otro lugar desde el lugar de aplicación. Como en el caso de partes de plantas, piensos o forraje, semillas u otros productos de origen vegetal.
- Los residuos de pesticidas en animales que han sido tratados con pesticida y trasladados a un nuevo lugar. Los residuos de pesticidas pueden estar en la carne, la leche, en el pelaje o la piel de los animales, en las heces de los animales u otros productos de desecho, etc.

La reducción al máximo del desplazamiento del pesticida, la aplicación innecesaria a lugares no objetivo y los daños innecesarios son responsabilidad y parte del trabajo de un aplicador de pesticidas.

Deriva de pesticidas

La deriva de pesticidas se define como el desplazamiento en el aire de gotas, vapor o polvos de pesticidas lejos del lugar de aplicación. El polvo o las gotas de pesticidas pueden ser arrastradas por el viento, por las inversiones de temperatura y otros factores afectando así a personas, animales y plantas por la exposición accidental al pesticida. La deriva de pesticidas se asocia con mayor frecuencia con aplicaciones de pesticidas agrícolas y paisajísticos. Sin embargo, la deriva también puede ocurrir en interiores. Las corrientes de aire causadas por sistemas de calefacción y refrigeración de aire forzado pueden dar lugar a la deriva de los pesticidas en interiores. La deriva de pesticidas es ilegal y puede causar daños a personas, animales y plantas. **El control de la deriva de es responsabilidad del aplicador de pesticidas.**

Los pesticidas aplicados en dirección ascendente; por ejemplo, la fumigación de árboles o la fumigación bajo los aleros de estructuras edificadas, y las aplicaciones de pesticidas realizadas por aeronaves tienen más probabilidades de provocar deriva de pesticidas que las aplicaciones dirigidas hacia el suelo o cerca de él.

Tipos de deriva de pesticidas

Hay dos tipos de deriva de pesticidas: deriva de partículas y deriva de vapor. La deriva al aire libre puede ocurrir durante aplicaciones agrícolas y de paisaje urbano, la deriva también ocurre en interiores, moviéndose en corrientes de aire a través de sistemas de ventilación.

La deriva de vapor La deriva de vapor ocurre cuando los residuos de pesticidas se transforman de forma sólida o líquida a gases o vapores al aplicarse el pesticida.

A este proceso se le conoce como volatilización. Una vez en el aire, los pesticidas volátiles pueden desplazarse a largas distancias desde la zona original de aplicación. Se consideran pesticidas fumigantes altamente volátiles a los pesticidas utilizados para tratar el suelo antes de plantar y para tratar estructuras como casas o contenedores de almacenamiento.

No todos los pesticidas son volátiles. El potencial de volatilización aumenta a medida que aumenta la temperatura. A temperaturas más altas, mayor será la volatilidad del pesticida aplicado. El etiquetado de los pesticidas indica las precauciones que se deben tomar para evitar daños que pudieran ocasionar los pesticidas volátiles.

La deriva de partículas se compone de polvo o pequeñas gotas de pulverización de pesticidas desplazadas por el movimiento del aire fuera del área objetivo durante la aplicación.

Factores que afectan la deriva

Hay muchos factores que afectan la cantidad de deriva de la pulverización de partículas. Los factores principales por considerar son **el tamaño de las gotas de pulverización y la velocidad del viento**, ya que son la causa de la mayoría de los problemas asociados con la deriva de la pulverización. El tamaño de las gotas producidas por el pulverizador, la velocidad de desplazamiento de las gotas y la dirección del viento impactan la deriva del producto aplicado por el pulverizador.

El tamaño de las gotas de pulverización de pesticida determina la rapidez con la que caen al suelo y la distancia a la que se desplazan. Las gotas pequeñas y

Hay dos tipos de deriva: la deriva de vapor (volatilidad química) y la deriva de partículas.

La deriva de vapor es el desplazamiento de vapores de pesticidas por medio del aire desde el área objetivo, hacia otras zonas

La deriva de partículas es el desplazamiento de polvo de pulverización o pequeñas gotas fuera del área objetivo al ser transportadas por el aire.

La temperatura influye en la volatilidad de los pesticidas.

El tamaño de las gotas de pulverización determina la rapidez con la que caen hacia el suelo y la distancia a la que puede desplazarse el pesticida. Las gotas pequeñas y ligeras caen más lentamente y tienen más tiempo para desplazarse.

A medida que aumenta el tamaño de las gotas, disminuye el potencial de deriva.

Cuanto mayor sea la velocidad del viento durante la aplicación de un pesticida, mayor será el riesgo de deriva.

ligeras caen muy lentamente y, en consecuencia, se alejan más del lugar objetivo de aplicación. El diámetro de las gotas de pulverización se mide en micras. Una micra es 1/1000 de milímetro (el diámetro de un cabello humano es de aproximadamente 50 micras). Las gotas que miden menos de 50 micras de diámetro son muy susceptibles a la deriva en condiciones de viento normales. En general, el rango de medida ideal del diámetro de las gotas para la aplicación de pulverización en el suelo es de 80 a 150 micras. El tiempo de caída y la deriva lateral de las gotas de pulverización de diferentes tamaños en diámetro se resumen en la Tabla 1.

A medida que aumenta el tamaño de las gotas, disminuye el potencial de deriva. Debido a esto, es preferible operar un pulverizador ajustándolo para producir gotas de tamaño grande según sea necesario, para conseguir una aplicación y cobertura adecuadas del área objetivo. Sin embargo, a medida que aumenta el tamaño de las gotas, también aumenta el volumen de agua necesario para proporcionar el mismo rango de cobertura.

Table 1: Influencia del tamaño de la gota en la distancia potencial de deriva

Tipo de gota	Diámetro (en micras)	Tiempo requerido para que las gotas caigan 10 pies.	Distancia lateral recorrida por las gotas ¹
Niebla	5	66 minutos	3 millas
Pulverización muy fina	20	2 minutos	1,110 pies
Pulverización fina	100	10 segundos	44 pies
Pulverización media	240	6 segundos	28 pies
Pulverización gruesa	400	2 segundos	8.5 pies
Lluvia fina	1,000	1 segundos	4.7 pies

¹Gota que cae 10 pies con un viento de 3 mph

La mayoría de los agricultores aplican pesticidas a menos de 25 galones de agua por acre para minimizar la cantidad de agua que debe transportarse al campo de cultivo. Para lograr una cobertura adecuada del lugar o área objetivo con estos volúmenes, especialmente con productos químicos post emergentes, es necesario equipar el equipo aspersor con boquillas que produzcan gotas pequeñas en tamaño. Estas pequeñas gotas aumentan el potencial de deriva. Por eso es fundamental prestar atención a los factores que influyen en la cantidad de desplazamiento de pesticidas fuera del área objetivo.

La velocidad del viento es otro factor que afecta a la deriva. Cuanto mayor sea la velocidad del viento, mayor será la deriva. El viento representa muy poco riesgo de deriva si se mantiene por debajo de 5 millas por hora (mph).

Durante la aplicación, casi todas las partículas de pulverización tendrán la oportunidad de depositarse sobre el suelo, penetrarlo o bien depositarse sobre el dosel de la planta. Cuando la velocidad del viento aumenta por encima de 5 mph, aumenta el potencial de deriva. Los vientos de más de 10 mph controlarán y desplazarán las partículas más pequeñas y pueden también causar la deriva de algunas de las partículas de pulverización de tamaño mediano y grande.

Por lo general, la velocidad del viento se reduce justo antes del amanecer y justo después del atardecer. El aire suele ser más turbulento durante la media tarde. Los aplicadores de pesticidas deben tener en cuenta la dirección del viento antes de planificar una aplicación. No aplique pesticidas cuando el viento sople hacia un cultivo susceptible adyacente, un cuerpo o extensión de agua, otra zona susceptible, etc.

Hay muchos otros factores que influyen en el potencial de deriva. Estos factores deben tenerse en cuenta cuando se hagan aplicaciones en condiciones favorables para la deriva.

- Propiedades físicas de los líquidos: La viscosidad de un líquido es la medida de su resistencia al flujo. Por ejemplo, la mayonesa es más viscosa que el agua. A medida que aumenta la viscosidad de un líquido, aumenta el tamaño de la gota de aspersión. La adición de agentes espesantes al pesticida aumenta el número de gotas grandes durante la aspersión, reduciendo así la deriva. Algunos ejemplos de agentes para el control de deriva son los aditivos espumosos, las emulsiones invertidas y los espesantes. Las pruebas de investigación realizadas con rociadores terrestres indican que la adición de un espesante al pesticida para una aplicación por aspersión reduce la deriva de la pulverización entre un 66 y un 90 por ciento. Sin embargo, algunos herbicidas post emergentes requieren que su aplicación sea en pequeñas gotas de aspersión para lograr un rendimiento óptimo, por lo que las técnicas que aumentan el tamaño de las gotas para evitar la deriva pueden reducir la eficacia del proceso para controlar la mala hierba. Siga siempre las instrucciones de la etiqueta con respecto al uso de cualquier aditivo para aspersores de pesticidas.
- Estabilidad del aire: La turbulencia del aire se produce por la temperatura a nivel del suelo y la temperatura del aire sobre él. Cuando el aire cerca de la superficie del suelo es más cálido que el aire sobre ella, el aire caliente se eleva y el aire frío se asienta, lo que resulta en una mezcla suave del aire. Estas condiciones se presentan durante las primeras horas de la mañana y al comienzo del atardecer. Estos son los mejores momentos para aplicar pesticidas, ya que cualquier pesticida liberado a la atmósfera se dispersará lentamente.

Tenga en cuenta la dirección del viento cuando planifique una aplicación de pesticidas. No aplique pesticidas cuando el viento sople en dirección hacia un cuerpo o extensión de agua, cultivo u otra zona susceptible.

Los vientos son generalmente más tranquilos durante las primeras horas de la mañana o temprano en la tarde. Estos son los mejores momentos del día para aplicar pesticidas.

La humedad relativa baja y/o la alta temperatura aumentan el índice de evaporación de las gotas de pulverización.

La deriva de la pulverización suele ser mayor en las aplicaciones aéreas que en las terrestres.

La selección adecuada de la boquilla de pulverización ayuda a lograr una aplicación uniforme al controlar tanto la cantidad de pesticida aplicado como el tamaño de las gotas.

A medida que aumenta la temperatura cerca del suelo, el aire caliente se eleva más rápido y se mezcla rápidamente con el aire más frío que se encuentra por encima de él, lo que provoca condiciones de viento. Estas condiciones de viento ocurren durante el mediodía y la velocidad del viento puede superar las 10 mph.

La inversión de temperatura ocurre cuando circula aire frío cerca de la superficie, debajo de una capa de aire cálido. Las inversiones de temperatura a menudo ocurren temprano en la mañana. Una inversión de temperatura permite muy poca mezcla vertical de aire, incluso con viento. El daño por la deriva de la pulverización es más grave si se aplica el pesticida durante las inversiones de temperatura, ya que las pequeñas gotas o vapores de pulverización quedarán suspendidas en la capa de aire frío a la altura del cultivo durante largos períodos de tiempo.

- Humedad y temperatura: La humedad relativa baja y/o la alta temperatura aumentan el índice de evaporación de las gotas de agua pulverizadas. La evaporación reduce el tamaño de las gotas y, a su vez, aumenta el potencial de deriva de las gotas. Las gotas que miden más de 150 micras no se ven afectadas significativamente por la evaporación.
- Método de aplicación: La deriva de la pulverización suele ser mayor en las aplicaciones aéreas que en las terrestres. Los pulverizadores terrestres de baja presión generalmente producen gotas de rociado más grandes que se liberan más cerca del objetivo. Por el contrario, la distancia al objetivo y los movimientos irregulares del aire alrededor del ala fija de los aviones o de las palas giratorias de los helicópteros aumentan la posibilidad de deriva de la pulverización.

Posicione las barras de aspersión montadas lo más bajo posible para disminuir los efectos del viento, asegurándose de permitir el rociado superpuesto recomendado entre las boquillas. No ajuste la barra a una altura inferior a la recomendada para el tipo de boquilla que esté utilizando. Las puntas de abanico plano están disponibles en varios ángulos de boquilla. El uso de una punta de ángulo ancho permite que la barra de aspersión se coloque más cerca del suelo, lo que reduce la posibilidad de deriva.

- Boquillas de pulverización: Las boquillas de pulverización de pesticidas son una parte integral del equipo de aplicación. La buena uniformidad de la aplicación depende de la selección adecuada de la boquilla. Las boquillas ayudan a controlar la cantidad de pesticida aplicado y el tamaño de las gotas. El tamaño de la gota depende tanto de la boquilla como de la presión. El tamaño de las gotas disminuye a presión alta y aumenta cuando la presión es baja. Cuanto más grande sea la gota, menos probable es que se desplace en la deriva.

Las boquillas pueden ser fabricadas de una variedad de materiales como los son: el acero inoxidable, nailon, aluminio, latón o cerámica. Algunos materiales son de gran durabilidad, como el caso del acero inoxidable. Las boquillas hechas de latón se desgastan rápidamente, en especial cuando se aplican polvos humectables.

Algunos tipos de boquillas son:

- Boquillas de abanico o abanico plano: Estas boquillas se utilizan para aplicaciones de herbicidas e insecticidas. Dispersan el pesticida en un patrón con forma de abanico aplicando menos producto químico en el borde del patrón, por lo que el patrón de rociado debe superponerse para obtener una cobertura uniforme.
- Boquillas de cono hueco: Estas boquillas producen un patrón de pulverización en forma de cono. Aplican el líquido en el exterior del cono. Las boquillas de cono hueco generalmente producen las gotas más pequeñas y se utilizan cuando la penetración en el objetivo a tratar y la cobertura son críticas.
- Boquillas de cono lleno: Este tipo de boquilla produce un patrón de pulverización en forma de cono. Aplica el líquido en toda el área del cono. A menudo se utilizan para la aplicación de herbicidas al suelo.
- Presión de pulverización: El tamaño de las gotas de pulverización depende de la presión aplicada. El incremento de la presión en la boquilla producirá gotas más pequeñas las cuales por su tamaño son más susceptibles a la deriva. Es importante seguir las pautas de presión específicas a cada tipo de boquilla. Si se realiza la aplicación fuera del rango de presión sugerido, se distorsionará el patrón de aplicación, la cobertura no será uniforme y en muchos casos, aumentará la deriva.

Minimización de la deriva de pesticidas:

- El tamaño de las gotas es uno de los factores más importantes que influye en la deriva. Es mucho más probable que las gotas pequeñas se desplacen más que las gotas grandes. Para los equipos aspersores, use formulaciones que produzcan gotas de rociado con diámetro grande (150 a 200 micras o más).
- El uso de boquillas de pulverización de cono lleno o de abanico producirá gotas de mayor tamaño que las boquillas de cono hueco.
- No aplique pesticidas en condiciones de viento o ráfagas. Lea y siga las instrucciones para el control de la deriva en la etiqueta del pesticida. Use un medidor de viento para determinar su velocidad y monitorear las ráfagas.

El tamaño de las gotas de pulverización depende de la presión aplicada. El incremento de la presión produce gotas más pequeñas, las cuales son más susceptibles a la deriva

No aplique pesticidas en condiciones de viento o ráfagas

Evite rociar a temperaturas superiores a 90 F, idealmente no más de 85 F.

Un acuífero es una formación geológica de la que se puede extraer agua subterránea. Puede ser una capa de arena, grava u otros componentes del suelo, o una sección de lecho rocoso con fracturas a través de las cuales puede fluir el agua.

- Añada una zona *buffer* o de amortiguación para evitar la deriva fuera del área o lugar objetivo.
- Seleccione un método de aplicación y una formulación que sea menos probable que cause deriva, como es el caso de los gránulos de pesticidas, cuyo desplazamiento es menos probable si los comparamos con los pesticidas aplicados por aspersión.
- Cuando sea apropiado, utilice agentes de control o reducción de deriva.
- No use el método de aspersión cuando las condiciones climáticas favorezcan las inversiones térmicas. Las cuales ocurren cuando el aire a nivel del suelo es más frío que la capa de aire por encima de él.
- Evite aplicaciones de aspersión a temperaturas superiores a 90 F, idealmente no más de 85 F.
- Familiarícese con su entorno. Determine la ubicación de las áreas susceptibles cerca a la zona de aplicación, como las tierras de cultivo, las casas, las escuelas, los hospitales, los estacionamientos públicos de uso diario, las aguas superficiales, las plantas de tratamiento de agua y las colonias de abejas melíferas.
- Realice el mantenimiento y la calibración de su equipo aplicador con regularidad.
- Revise su sistema de aspersión para identificar posibles fugas. Bajo presión, las fugas pequeñas pueden producir gotas muy finas.
- Al quimigar, use barras de aspersores con caída en lugar de boquillas dirigidas hacia arriba y si es el caso, apague la pistola de aplicación final (*end gun*).
- Si no se determina y toma en cuenta la dirección del viento, todos los esfuerzos para controlar la deriva de un pesticida serán en vano.

Recursos hídricos

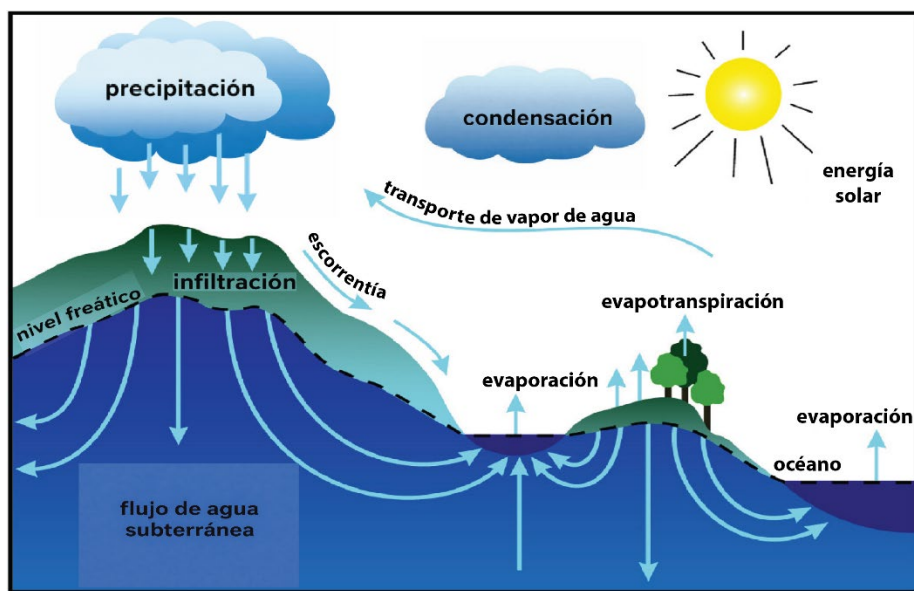
El ciclo del agua o ciclo hidrológico es uno de los sistemas de reciclaje más antiguos de la tierra. Nunca se crea agua nueva. En cambio, el agua circula a través de un sistema complejo alimentado por el sol, el cual repone continuamente los suministros de agua. El ciclo hidrológico mueve el agua entre la superficie terrestre, la atmósfera y los océanos

Los principales procesos que mueven el agua son la evaporación, la transpiración, la condensación y la precipitación. La **evaporación** ocurre cuando la energía del sol convierte el agua líquida en la superficie de la Tierra en vapor de agua, para luego ingresar a la atmósfera. El vapor de agua

emerge de las plantas en un proceso llamado **transpiración**. En conjunto, estos dos procesos se denominan **evapotranspiración**. Cuando el vapor de agua en la atmósfera se enfría y forma nubes, se llama **condensación**. Cuando el agua de la atmósfera vuelve a la Tierra en forma de lluvia o nieve, se denomina **precipitación**. Las lluvias y el deshielo contribuyen a las aguas superficiales de arroyos, ríos, lagos, estanques, etc.

La precipitación también se satura o se infiltra en el suelo, reponiendo así el agua en el suelo. Una porción de esta agua continúa infiltrándose por debajo del suelo. Esta agua subterránea se acumula dentro de las grietas en el lecho rocoso o llena los espacios entre las partículas del suelo y las rocas. La capa de agua subterránea en la que todos los espacios disponibles están llenos de agua se denomina zona saturada. La línea divisoria entre la zona saturada y las rocas o sedimentos no saturados suprayacentes se denomina nivel freático.

La formación geológica a través de la cual fluye el agua subterránea se llama acuífero. Puede ser una capa de arena, grava u otros suelos, o una sección de lecho rocoso con fracturas a través de las cuales puede fluir el agua. El agua subterránea es la fuente de agua para pozos domésticos y manantiales, que son la fuente de agua potable para muchas comunidades.



El ciclo del agua

Agua subterránea: El agua que penetra al suelo se filtra gradualmente hacia abajo o lateralmente para convertirse en agua subterránea. Este proceso hidrológico se conoce como **recarga**. El agua subterránea no consiste en grandes lagos o arroyos subterráneos; más bien, es agua que se mueve lentamente a través de espacios irregulares dentro de fracturas de roca o

El agua subterránea se usa ampliamente para el suministro de agua doméstica y de riego.

Una vez que el agua subterránea ha sido contaminada, es difícil y muy costoso descontaminarla.

Los pesticidas pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas tanto de fuentes puntuales (localizadas) como de fuentes no puntuales (no localizadas).

Los productos químicos en la superficie del suelo pueden convertirse en contaminantes de las aguas subterráneas si son transportados hacia abajo por el agua de recarga.

La lixiviación es el transporte de pesticidas hacia abajo o hacia los lados a través de la tierra en el suelo.

entre partículas de arena, grava o arcilla. El agua subterránea puede eventualmente descargarse (salir) a través de manantiales o filtrarse en cuerpos de agua superficiales como arroyos o lagos.

El agua subterránea suele ser muy limpia porque se filtra a medida que se cuela a través de los espacios porosos de la roca. La contaminación de agua subterránea es un problema cuya solución es difícil y excesivamente costosa. La degradación de los pesticidas en las aguas subterráneas es extremadamente lenta debido a las bajas temperaturas, la baja actividad microbiana y la ausencia de luz.

Aguas superficiales: Los recursos de agua superficial incluyen el agua en los océanos, ríos, lagos, arroyos y acequias. Las aguas superficiales están conectadas a las aguas subterráneas por medio de la recarga a través de cuerpos de agua como los arroyos y lagos. La mayoría de las zonas agrícolas y urbanas drenan el agua en los sistemas de aguas superficiales, lo que hace que las aguas superficiales sean especialmente vulnerables a la contaminación por pesticidas. Cuando los pesticidas entran en las aguas superficiales, pueden ser transportados por la corriente abajo y esparcidos a través de ríos, arroyos, lagos y océanos.

Recursos hídricos y la contaminación por pesticidas

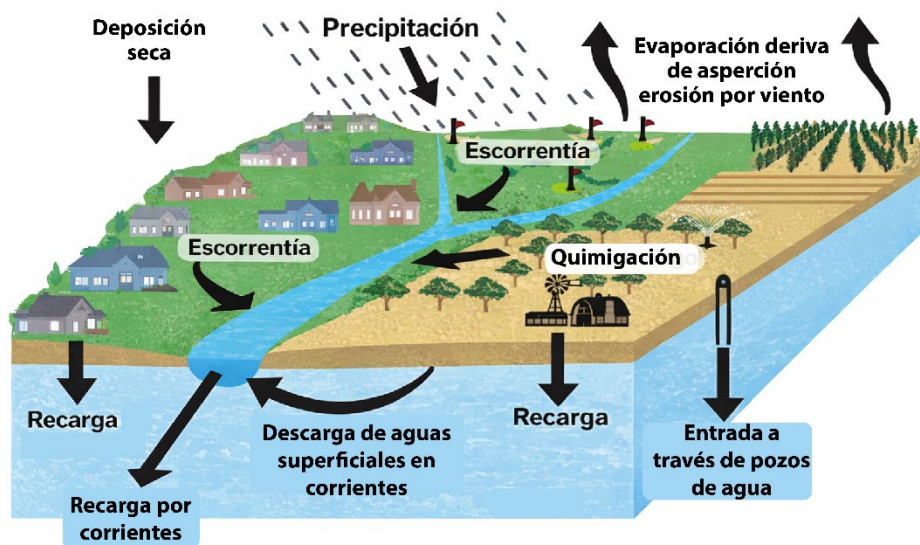
Los pesticidas pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas tanto de fuentes puntuales (fuentes localizadas) como de fuentes no puntuales (no localizadas o difusas). Las fuentes puntuales provienen de lugares específicos, como sitios de derrames, sitios de eliminación, deriva de pesticidas durante las aplicaciones y de la aplicación de pesticidas para controlar plagas acuáticas. Los principales contribuyentes a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas son las fuentes no puntuales como la escorrentía agrícola y urbana, la erosión, la lixiviación de los lugares de aplicación y las precipitaciones que se han contaminado con las aplicaciones a contra viento. Los pesticidas suelen entrar en las aguas superficiales cuando las lluvias o el riego superan la capacidad de infiltración del suelo, o la capacidad del suelo para absorber el agua. La escorrentía resultante transporta los pesticidas a arroyos, ríos y otros cuerpos de agua superficiales.

Los pesticidas también entran en las aguas superficiales a través de la deriva. La contaminación de las aguas subterráneas puede ser el resultado directo de derrames de pesticidas cerca de bocas de pozos de agua mal selladas y de aplicaciones de pesticidas realizadas con sistemas de riego mal diseñados o que funcionan incorrectamente. La contaminación de las aguas subterráneas también puede ocurrir indirectamente por la percolación del agua de riego agrícola y urbana a través de las capas del suelo, hacia las aguas

subterráneas y por los residuos de los pesticidas en las aguas superficiales, las zanjas de drenaje, arroyos y aguas residuales municipales.

El siguiente diagrama ilustra las rutas de entrada de pesticidas en arroyos y aguas subterráneas. También ilustra la interacción que se produce entre las aguas superficiales y las aguas subterráneas. Tenga en cuenta que los pesticidas que llegan a las aguas superficiales también pueden contaminar las aguas subterráneas a través de estas interacciones.

(Modificado de Gilliom y otros, 2006.)



La **lixiviación** es el transporte de pesticidas hacia abajo o hacia los lados a través de la tierra en el suelo. Algunos pesticidas se mueven fácilmente a través de suelos bien drenados, arenosos o con poca materia orgánica. Los suelos arenosos tienen baja capacidad de retención de agua, albergan poblaciones muy pequeñas de los microorganismos que pueden descomponer los pesticidas, y carecen de arcilla y materia orgánica que facilite la adhesión de los productos químicos. Debido a estos factores, el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas es mayor cuando los pesticidas se aplican a suelos de grava o arenosos en comparación con otros tipos de suelo.

El potencial de desplazamiento de pesticidas en el suelo varía de acuerdo con el tipo de pesticida, las propiedades del suelo, las prácticas de aplicación utilizadas, el riego y la precipitación. Cuanto más cerca esté el nivel freático de la superficie del suelo, mayor será la posibilidad de contaminación. El etiquetado de los pesticidas describe los riesgos ambientales y puede incluir declaraciones de advertencia sobre la contaminación de las aguas

El riesgo de contaminación de las aguas subterráneas es mayor cuando los pesticidas se aplican en suelos de grava o arena.

Cuanto más cerca esté el nivel freático de la superficie del suelo, mayor será la posibilidad de contaminación

La escorrentía y la erosión trasladan los pesticidas a los cuerpos de agua superficiales, como los arroyos o lagos.

La prevención de la contaminación de las aguas subterráneas es responsabilidad del aplicador de pesticidas.

**Siempre lea,
comprenda y siga
las instrucciones y
precauciones en la
etiqueta del
producto.**

**Use pesticidas solo
cuándo y dónde sea
necesario y en
cantidades
adecuadas para
controlar las plagas.**

**Existen sanciones
civiles y penales por
el uso de pesticidas
de una manera
inconsistente con
las instrucciones de
la etiqueta.**

subterráneas. Estas instrucciones pueden prohibir el uso del producto pesticida en zonas donde el agua subterránea es vulnerable a la contaminación por pesticidas. Por ejemplo, algunas etiquetas de productos pesticidas aconsejan a los usuarios que no apliquen el pesticida en suelos arenosos o arcillosos en zonas donde el nivel freático está cerca de la superficie.

La escorrentía es el proceso por el cual el agua se mueve a través de la superficie del suelo u otras superficies duras; ocurre cuando el agua que fluye sobre la superficie del suelo se acumula más rápido de lo que puede infiltrarse en el suelo. La escorrentía suele producirse por la lluvia, la nieve derretida o el agua de riego y puede incrementar en terrenos con pendientes muy pronunciadas y poca vegetación. Algunos pesticidas eventualmente terminan en el suelo o en superficies pavimentadas. A medida que el agua se escurre y el suelo se erosiona, los pesticidas son arrastrados junto con el agua y las partículas del suelo. La escorrentía, y la erosión que causa, desplaza los pesticidas cuesta abajo hacia arroyos, ríos, estanques y lagos.

La escorrentía puede originarse en todo tipo de lugares, incluyendo las zonas agrícolas, pastizales, suelos compactados y derechos de paso al borde de las carreteras. Los pesticidas que se aplican en zonas urbanas, estructuras edificadas y áreas verdes, son una fuente significativa de contaminación de las aguas superficiales. Según EPA de EE. UU., debido a las superficies impermeables como los techos y el pavimento, una cuadra de la ciudad produce nueve veces más escorrentía que un área boscosa del mismo tamaño. Cuando la escorrentía urbana ingresa a los desagües pluviales, puede transportar contaminantes pesticidas directamente a arroyos y ríos.

Protección de los recursos hídricos

La prevención de la contaminación del agua por pesticidas es responsabilidad de cada aplicador. Siga estas pautas para la aplicación de pesticidas:

Siga las instrucciones de la etiqueta del pesticida. La etiqueta del pesticida está diseñada para proporcionar al aplicador información útil e importante para aplicar el pesticida de manera eficiente, segura y legal. Hay cuatro momentos en los que se debe leer la etiqueta del pesticida: (1) antes de comprar un pesticida, (2) antes de mezclar y aplicar el pesticida, (3) antes de almacenar el pesticida y (4) antes de desechar el contenedor del pesticida.

Las etiquetas de los pesticidas contienen la siguiente información: el nombre de la marca, el nombre común, el tipo de formulación, la declaración de ingredientes, el contenido neto, el nombre y la dirección del fabricante, el número de registro y establecimiento de EPA, la clasificación de la

declaración de uso (uso general o restringido), las palabras de advertencia (peligro-veneno, peligro, advertencia, precaución) y los símbolos (cráneo y huesos cruzados), declaración de precaución, declaración de primeros auxilios, instrucciones de uso, declaración de uso indebido, información para el reingreso al área tratada, instrucciones de almacenamiento y desecho, residuos y declaración restrictiva. Las etiquetas de los pesticidas también contienen información sobre la protección de los recursos hídricos y la prevención de la contaminación.

Existen sanciones civiles y penales por usar un pesticida de una manera inconsistente a la información en la etiqueta. Recuerde siempre hacer lo siguiente:

- **Mida las dosis de pesticidas cuidadosamente.** Los pesticidas siempre deben aplicarse de acuerdo con la dosis especificada en la etiqueta. Siempre lea la etiqueta antes de comenzar a mezclar el pesticida y asegúrese de tener un dispositivo de medición adecuado que medirá con precisión la cantidad correcta de pesticida requerida. Mida los pesticidas cuidadosamente, de manera precisa, segura.
- **Aplicaciones directas de pesticidas en el lugar objetivo.** Evite rociar el suelo en exceso para evitar la posible introducción del pesticida en el agua subterránea. Las aplicaciones de pesticidas dirigidas eficazmente al objetivo reducirán la deriva haciendo menos probable la contaminación de las fuentes de agua.
- **Deseche los pesticidas correctamente.** Una vez que la aplicación del pesticida haya terminado, el aplicador de pesticidas debe tomar las precauciones necesarias para desechar el sobrante del pesticida y el recipiente. Siga la información en la etiqueta para la eliminación adecuada de pesticidas para evitar la contaminación de las aguas subterráneas. Para desechar los recipientes de pesticidas, triple enjuague o enjuague a presión los recipientes. Vierta el agua de enjuague nuevamente en el tanque de rociado y úsela para tratar la zona objetivo o el cultivo. Lo mejor que puede hacer para prevenir los problemas de eliminación de pesticidas es una buena planificación. Esto comienza con la compra y mezcla de la cantidad correcta del pesticida.
- **Almacene los pesticidas de forma segura.** La ley exige que los pesticidas se almacenen en un lugar seguro y bien identificado. Los pesticidas siempre deben almacenarse en el envase original con la etiqueta claramente visible. Almacene los pesticidas en un lugar fresco, bien ventilado, seguro (bajo llave), lejos de pozos de agua, bombas u otras fuentes de agua. Selle herméticamente los recipientes de pesticidas y revíselos periódicamente para ver si hay fugas, quebraduras o roturas por corrosión, etc.

Lea, comprenda y siga la información y las instrucciones en la etiqueta del pesticida con respecto a la eliminación y el almacenamiento seguro de pesticidas.

Elabore y mantenga al día los registros de las aplicaciones de pesticidas, según sea necesario.

La elección del momento adecuado para el riego, evitar la escorrentía, y la inspección con regularidad de los pozos de agua son otros métodos adicionales que ayudan a prevenir la contaminación de las aguas subterráneas

- **Mantenga actualizados los registros de los pesticidas que utilice.** La información de estos registros puede ayudar a prevenir la contaminación del agua subterránea en el futuro y ayudar a proteger al aplicador en caso de que surjan preguntas legales sobre los tratamientos con pesticidas. Los aplicadores privados deben mantener registros de las aplicaciones de pesticidas al día y tenerlos disponibles para posibles inspecciones durante un período de dos años.
- **Postponga la aplicación de pesticidas si se pronostican precipitaciones.** No aplique pesticidas si se pronostican precipitaciones. Los pesticidas pueden deslavarse de la zona de aplicación a través de la escorrentía de aguas superficiales y contaminar tanto las aguas superficiales como las subterráneas.
- **Programa el riego:** Si es posible, postponga el riego por uno o más días después de la aplicación del pesticida. Un aplazamiento en el riego brinda a las plantas y al suelo más tiempo para absorber el pesticida. Esto reduce la posible cantidad de pesticida que pudiera desplazarse a través del suelo con el riego y las posibilidades de que el pesticida llegue al agua subterránea.
- **Evite la escorrentía de riego.** Esto reduce la erosión del suelo y disminuye las posibilidades de que el pesticida llegue a las aguas superficiales y subterráneas. Se debe tener mucho cuidado al regar y aplicar pesticidas en suelos arcillosos por su susceptibilidad a la escorrentía.
- **Inspeccione los pozos de agua para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.** Un pozo de agua actúa como una tubería directa a las aguas subterráneas. El agua subterránea puede contaminarse si los pesticidas u otros contaminantes ingresan directamente desde la superficie del suelo al pozo, a través de las aberturas dentro o debajo de la base de una bomba o a través del suelo adyacente al pozo. La construcción adecuada de pozos de agua puede prevenir la contaminación de las aguas subterráneas. Ubique los pozos lejos de las posibles fuentes de contaminación. Los sellos adecuados entre la bomba y la base de la bomba ayudan a evitar la entrada de contaminantes. Los sellos entre la carcasa del pozo y la pared del pozo ayudan a evitar que el agua cerca de la superficie del suelo ingrese al pozo y posiblemente contamine el agua subterránea. En Nevada, un pozo de agua debe sellarse con cemento puro desde la superficie del suelo hasta una profundidad de al menos 50 pies.

El mantenimiento adecuado de los pozos de agua existentes ayuda a prevenir la contaminación de las aguas subterráneas. Inspeccione los pozos y las bombas con regularidad para detectar fugas y asegurarse de que el sello

este en buenas condiciones para evitar que los pesticidas ingresen a las aguas subterráneas; también revise las tuberías de riego e identifique fugas que puedan provocar la contaminación de las aguas subterráneas.

Efectos de los pesticidas en los organismos no objetivo

Los efectos de los pesticidas pueden ocasionar daños directos e inmediatos en organismos o consecuencias a largo plazo ocasionadas por la contaminación ambiental. Las plantas no objetivo, las abejas, insectos beneficiosos, las mascotas, el ganado y la vida silvestre son ejemplos de los organismos que pueden verse afectados por los pesticidas.

Efectos de los pesticidas en las plantas no objetivo

Casi todos los pesticidas causan daños a las plantas, especialmente si se aplican en dosis demasiado altas, en el momento equivocado o en condiciones ambientales desfavorables. **Fitotoxicidad** es la lesión que sufre la planta por exposición a químicos. Las lesiones fitotóxicas pueden ocurrir en cualquier parte de las raíces, tallos, hojas, flores o frutos de una planta.

La mayoría de las lesiones fitotóxicas se deben a herbicidas que persisten en el lugar de la aplicación. Los productos pesticidas persistentes también pueden afectar cultivos sucesivos o plantas adyacentes no objetivo a medida que crece su raíz.

Los daños a los cultivos u otras plantas en las áreas adyacentes se deben con mayor frecuencia a la deriva, aunque los daños a veces pueden ser consecuencia de la escorrentía superficial, particularmente de las áreas con terrenos inclinados.

Efectos de los pesticidas en las abejas

Las abejas polinizan muchos cultivos extensivos de frutas y verduras. Siempre monitoree si existe la presencia de abejas antes de aplicar pesticidas. La prevención del daño o la aniquilación de abejas es responsabilidad conjunta del aplicador del pesticida, el agricultor y el apicultor. Antes de aplicar pesticidas que son tóxicos para las abejas, notifique a los apicultores comerciales de la zona para que puedan proteger o trasladar las colonias de abejas. Además, tome las siguientes medidas para proteger a las abejas:

- Lea la etiqueta y siga las recomendaciones de la etiqueta.
- Aplique los productos químicos por la noche o durante las primeras horas de la mañana antes de que las abejas salgan a buscar alimento. Las aplicaciones nocturnas son generalmente más seguras que las aplicaciones matutinas. Si las temperaturas nocturnas inusualmente

Fitotóxico: Químico venenoso que causa daño o muerte a las plantas.

Tenga en cuenta la presencia de las abejas al aplicar pesticidas.

Antes de aplicar pesticidas que son tóxicos para las abejas, notifique a los apicultores de la zona.

Siempre que sea posible, use insecticidas que sean relativamente no peligrosos para las abejas.

Realice la aplicación de pesticidas por la noche o temprano en la mañana cuando las abejas no estén activamente buscando alimentos.

Los insectos beneficiosos, además de las abejas, también pueden verse afectados por los pesticidas. Inspeccione la población de insectos y tome precauciones al aplicar pesticidas.

cálidas hacen que las abejas se alimenten más tarde de lo habitual, postponga la aplicación del pesticida.

- No rocíe los cultivos en flor, excepto cuando sea necesario.
- No aplique pesticidas a un área o campo de cultivo en su totalidad si existe la posibilidad de utilizar tratamientos pesticidas que se puedan aplicar solo y específicamente en las áreas donde se encuentra la plaga.
- Siempre que sea posible, use insecticidas u otros pesticidas que sean relativamente no peligrosos para las abejas.
- Elija las formulaciones de pesticidas menos dañinas. Los concentrados emulsionables son más seguros que los polvos humectables. Los gránulos son los más seguros y los menos propensos a dañar a las abejas.
- Determine si las abejas están buscando alimento en la zona objetivo a tratar para que se puedan tomar las medidas necesarias de protección.
- Tenga en cuenta que las aplicaciones aéreas son más peligrosas para las abejas que las aplicaciones terrestres.

Efectos de los pesticidas en los insectos beneficiosos

Además de las abejas, hay muchos otros insectos beneficiosos que pueden verse afectados por los pesticidas. A pesar de que son aliados valiosos para mantener las poblaciones de plagas por debajo de los niveles dañinos, a menudo nos olvidamos de su importancia en nuestro intento de controlar las plagas. Desafortunadamente, cuando aplicamos pesticidas, también reducimos el número de insectos beneficiosos con la misma eficacia que reducimos las plagas. Por consecuencia, el resurgimiento de la población de plagas es más rápido y mayor porque los depredadores beneficiosos han sido eliminados o tardan más tiempo en repuntar.

Efectos de los pesticidas en las mascotas

Mantenga a las mascotas alejadas de las áreas objetivo durante las aplicaciones de pesticida. Cubra los recipientes de comida y agua para mascotas. Pudiera ser que después de caminar por las áreas tratadas, las mascotas puedan lamerse las patas exponiéndose al producto químico, por lo que es aconsejable mantener a las mascotas fuera de las áreas tratadas hasta que el pesticida se haya secado por completo.

Aplique cebos rodenticidas y cebos para insectos en las trampas colocándolas en lugares donde las mascotas no puedan alcanzarlos. Puede encontrar información sobre las trampas de cebo y las instrucciones para colocar el cebo, en las etiquetas de los pesticidas.

Algunos pesticidas se fabrican específicamente para su uso en mascotas. Lea, comprenda y siga cuidadosamente las instrucciones de la etiqueta. Es especialmente importante utilizar este tipo de productos solo para las especies animales enumeradas en la etiqueta. Por ejemplo, no use productos pesticidas etiquetados para perros en gatos, ya que podrían causar una reacción adversa en el gato.

Efectos de los pesticidas en el ganado

El envenenamiento del ganado por pesticidas se produce como resultado de agua, piensos o forrajes contaminados. Esto a menudo se debe a un descuido, y puede ser el resultado de un mal almacenamiento, así como también la transportación, manipulación, aplicación o eliminación inadecuada de pesticidas.

Si usted aplica un pesticida a un cultivo forrajero que no figura en la lista de la etiqueta, y posteriormente alimenta al ganado con ese forraje, podría provocar enfermedades o la muerte de los animales

Algunas etiquetas de pesticidas enumeran restricciones de pastoreo e indican los períodos de tiempo en los que el ganado debe ser excluido del área tratada después de la aplicación del pesticida. Las restricciones al pastoreo previenen los efectos adversos que podrían producirse como resultado del uso de pesticidas en los campos y pastizales ya que el ganado y los productos ganaderos pudieran sufrir daños por la exposición a dichos pesticidas.

Efectos de los pesticidas en la vida silvestre

Los efectos adversos de los pesticidas en la vida silvestre pueden diferir ampliamente. Por ejemplo, los rodenticidas aplicados de una manera que no es consistente con las instrucciones de la etiqueta pueden matar especies no objetivo, como las aves y los mamíferos. Algunos pesticidas, especialmente los insecticidas, son muy tóxicos para los peces y otras formas de vida acuática y pueden sufrir efectos adversos cuando estos productos químicos se desplazan a la deriva o llegan a las vías fluviales. Los insecticidas pueden matar importantes insectos beneficiosos que ayudan a controlar plagas y polinizadores y que además son una parte vital de la cadena alimenticia. Por otro lado, el uso de herbicidas puede también acabar con hábitats valiosos para insectos, aves y mamíferos.

En ocasiones, los insecticidas y rodenticidas se utilizan indebida e intencionalmente para matar la vida silvestre no muy deseada. **Esto es una violación del etiquetado de pesticidas.** También es una violación grave de las leyes y regulaciones estatales y federales que protegen la vida silvestre.

Mantenga a las mascotas alejadas de las áreas objetivo durante las aplicaciones de pesticidas. Cubra los recipientes de comida y agua para mascotas.

Si usted aplica un pesticida a un cultivo forrajero que no figura en la lista de la etiqueta del pesticida, y posteriormente alimenta al ganado con ese forraje, podría provocar enfermedades o la muerte a los animales.

Los pesticidas pueden afectar a la vida silvestre de muchas maneras. Pueden provocar la muerte, acabar con su fuente de alimento, debilitarla o interferir con su proceso de reproducción.

Los efectos letales son aquellos que causan directamente la muerte por exposición a pesticidas.

Los efectos subletales no causan la muerte, pero interfieren con la supervivencia y la reproducción.

La bioacumulación o bioconcentración es la acumulación de pesticidas persistentes en el cuerpo de los animales.

Para la vida silvestre, los insecticidas y rodenticidas son generalmente más tóxicos que los herbicidas que se aplican para el control de plagas. Hoy en día se conocen pocos efectos agudos o crónicos en la vida silvestre que estén relacionados con el uso de herbicidas.

La vida silvestre se expone a un producto químico al comer alimentos contaminados, al beber agua contaminada, al respirar el producto químico, al absorber el producto químico a través de la piel o al tragar el producto químico mientras se acicala. Las aves jóvenes pueden morir a causa de los insecticidas al comer o ser alimentadas con insectos que han sido contaminados. Estos se denominan **efectos letales**.

Los insecticidas también pueden dañar el sistema nervioso central de la fauna silvestre de tal manera que el animal no muere, sino que muestra un comportamiento anormal. Su capacidad para sobrevivir o reproducirse también se ve afectada. Estos se denominan **efectos subletales**.

Los insecticidas afectan a la vida silvestre indirectamente al matar insectos que no son plagas de cultivos. Los insectos son ricos en proteínas necesarias para el buen crecimiento de las aves. El crecimiento de las aves jóvenes, como los patitos, se atrofia porque no hay suficientes insectos para comer si viven en áreas donde los insecticidas se usan frecuentemente.

Los peces también se alimentan de insectos, así como de animales acuáticos muy diminutos llamados zooplancton. Los científicos dicen que los peces también pueden mostrar un crecimiento atrofiado si su hábitat se encuentra en áreas en las que el uso de insecticidas es extremo, ya que los insecticidas matan tanto a los insectos acuáticos como el zooplancton. Esto, a su vez, afecta el proceso de reproducción de los peces porque el número de huevos que puede producir un pez está directamente relacionado con su tamaño y estado de salud.

Algunos pesticidas persistentes son particularmente preocupantes porque pueden acumularse en el tejido graso del cuerpo de los animales. Este proceso se conoce como **bioacumulación o bioconcentración**. Muchos de los hidrocarburos clorados (DDT, heptacloro, clordano) son persistentes y acumulativos. Estas propiedades representan la mayoría de los problemas ambientales asociados con su uso. Como resultado, EPA ha prohibido el uso de la mayoría de los hidrocarburos clorados.

Los pesticidas acumulativos también se depositan y acumulan en la cadena alimenticia. Una **cadena alimenticia** describe la secuencia por la cual un animal se alimenta de una planta, animal o microorganismo en particular y, a su vez, es ingerido por otro animal y así sucesivamente hasta que llegamos al animal en la parte superior de la cadena. Por lo general, en cada nivel

subsiguiente, un animal se come a otros animales de un "nivel inferior". Por ejemplo, los pájaros comen insectos, y luego los pájaros más grandes se comen a los pájaros más pequeños. Por lo tanto, un pesticida acumulativo puede concentrarse cada vez más a medida que asciende en la cadena alimenticia. Este proceso se conoce como **biomagnificación**. Por ejemplo, en un estudio en el que los niveles de DDT en el suelo eran de 10 partes por millón (ppm), se encontró una concentración de 141 ppm en lombrices de tierra y 444 ppm en pájaros petirrojos.

Peligros de la aplicación

Cualquier método de aplicación o práctica agrícola que permita una deriva o escorrentía considerable, es potencialmente dañino para la vida silvestre. Los insecticidas aplicados desde el aire pueden contaminar accidentalmente humedales cercanos al área objetivo. En 1987, una aplicación aérea del insecticida organofosforado paratión etílico en los campos de girasol adyacentes a los humedales de Dakota del Norte provocó la muerte del 96 por ciento de los patitos ánade real que vivían en los humedales. Cuando se le indicó al piloto que evitara estas áreas, no ocurrieron más muertes.

Los insecticidas granulares y rodenticidas captan la atención de las aves. Algunas aves pueden morir por tragar incluso un solo gránulo de algunos de estos productos pesticidas.

Usted puede minimizar los impactos de los pesticidas en la vida silvestre siguiendo las recomendaciones en esta guía de estudio. Si aplica pesticidas cerca de humedales u otro hábitat de vida silvestre, considere las siguientes estrategias:

- Evite contaminar las áreas de humedales cuando fumigue desde el aire. Indique a los aplicadores que eviten rociar humedales u otras áreas naturales intactas.
- Utilice zonas de amortiguamiento con cultivos no fumigados o franjas de césped para proteger los humedales u otras áreas naturales intactas.
- Plante y proteja las franjas de césped filtrantes del Programa de Conservación de Reservas (*Conservation Reserve Program* - CRP, por sus siglas en inglés) por lo menos de 66 a 99 pies, alrededor de las áreas de humedales.
- Al aplicar pesticidas, elija productos químicos que no sean peligrosos para la vida silvestre. Evite el uso de piretroides en áreas donde puedan escurrirse hacia el agua de estanques y arroyos cercanos. Los piretroides son una buena alternativa en las zonas de montaña porque tienen baja toxicidad en aves y mamíferos.

La biomagnificación es la acumulación de pesticidas persistentes en los animales en concentraciones crecientes a medida que ascienden en la cadena alimenticia.

Cualquier método de aplicación o práctica agrícola que permita una deriva o escorrentía considerable, es potencialmente dañino para la vida silvestre.

Para obtener más información sobre las especies en peligro de extinción:

**Nevada Natural Heritage Program,
Department of Conservation and Natural Resources
901 South Stewart Street, Suite 5002
Carson City, NV
89701-5245**

Teléfono: 775-684-2900

Fax: 775-684-2909

<https://heritage.nv.gov/>

**Nevada Department of Agriculture
405 South 21st Street
Sparks, NV 89431**

Teléfono: 775-353-3600

<http://agri.nv.gov/>

**University of Nevada, Reno Extension
4955 Energy Way
Reno, NV 89502**

Teléfono: 775-784-4848

Fax: 775-784-4881
<https://extension.unr.edu>

- Evite drenar los humedales para plantar en ellos, y evite cultivar y usar pesticidas en los bordes de los humedales, y en los humedales que se secan en años de sequía. Los humedales que se cultivan en años de sequía podrían volver a estar húmedos al año siguiente; algunos productos químicos podrían permanecer en el suelo y entonces pueden ser dañinos tanto para la vida silvestre como para el hábitat.
- Utilice el programa RAATS – (por sus siglas en inglés (*Reduced Agent and Area Treatments*)) para aplicar insecticidas en los pastizales. El índice de insecticidas durante la aplicación se reduce alternando franjas no tratadas con franjas tratadas.

Protección de especies en peligro de extinción

La Ley de Preservación de Especies en Peligro de Extinción (*Endangered Species Preservation Act*) fue aprobada por el Congreso en 1966 y enmendada a la Ley de Especies en Peligro de Extinción (ESA por sus siglas en inglés - *Endangered Species Act*) en 1982. El Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE. UU. y el Servicio Nacional de Pesca Marina son las agencias federales designadas como responsables de impartir esta ley.

El objetivo principal de ESA es mantener la diversidad natural de plantas y animales y los ecosistemas de los que dependen. A partir del 2010, la lista de especies en peligro de extinción del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE. UU. enumera más de 1,060 especies de plantas y animales. Otras 317 especies de plantas y animales figuran bajo amenaza de extinción. En Nevada, hay 40 especies de plantas y animales catalogadas a nivel federal como en peligro de extinción o bajo amenaza de extinción.

Una vez catalogada como en peligro de extinción o bajo amenaza, una especie tiene plena protección legal bajo la Ley de Especies en Peligro de Extinción. Todas las agencias federales están obligadas a llevar a cabo programas para la conservación de especies amenazadas y en peligro de extinción. Se les prohíbe autorizar, financiar o llevar a cabo cualquier acción que pueda poner en peligro a una especie incluida en la lista o destruir o modificar su "hábitat crítico" (el área limitada donde vive una especie en peligro de extinción).

Al programa de ESA le concierne el impacto que las limitaciones o restricciones del uso de pesticidas tienen en las personas que necesitan efectuar aplicaciones de pesticidas. Para minimizar estos impactos, EPA promueve índices más bajos de aplicación de pesticidas en lugar de la prohibición total del uso de pesticidas en áreas donde las especies en peligro de extinción o amenazadas y sus hábitats podrían verse afectadas por pesticidas. El uso de índices más bajos de aplicación de pesticidas reduce la

exposición de especies en peligro de extinción y amenazadas, a pesticidas potencialmente dañinos.

El programa de conservación requiere que algunos fabricantes de pesticidas agreguen una declaración más en la etiqueta. Esta declaración instruye a los usuarios de pesticidas a determinar si existen limitaciones de uso del pesticida visitando el sitio web de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés - *U.S. Environmental Protection Agency's Endangered Species*) "Bulletins Live" (Boletines en Vivo)

<https://epa.gov/endangered-species>. Si se enumeran restricciones de uso, es necesario que el usuario comprenda bien la información y que cumpla con las restricciones de uso del pesticida. Los boletines contienen mapas que señalan la ubicación de los hábitats de las especies. Estos mapas pueden ayudar a los usuarios de pesticidas a determinar si una aplicación de pesticidas tiene el potencial de afectar a una especie amenazada o en peligro de extinción. EPA está trabajando en conjunto con el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE. UU., el Departamento de Agricultura de EE. UU., el Programa de Patrimonio Natural y agencias estatales para garantizar la precisión de los mapas. Comuníquese con la Línea Directa de Especies en Peligro de Extinción de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), al 1-800-447-3813, para saber qué condados de todo el país están actualmente incluidos en el programa.

Debido a los cambios constantes en el Programa de Protección de Especies en Peligro de Extinción de EPA, le recomendamos consultar regularmente con el Departamento de Agricultura de Nevada para conocer los cambios en las restricciones de uso de pesticidas y para saber qué boletines están disponibles. **Recuerde, si usa pesticidas, usted es responsable de saber si una especie en peligro de extinción, bajo amenaza de extinción o su hábitat puede verse afectada por el uso de pesticidas en su área.** Lea atentamente la etiqueta de cada pesticida, obtenga la información adicional que necesita y luego cumpla con las restricciones necesarias para asegurar la protección de especies en peligro de extinción y sus hábitats. Cuando cumple con sus responsabilidades como aplicador de pesticidas, usted ayuda a garantizar que los beneficios del uso de pesticidas superen los riesgos.

La página web del Patrimonio Natural de Nevada, <http://heritage.nv.gov>, enumera todas las especies amenazadas y en peligro de extinción en el estado de Nevada. Consulte con regularidad para obtener posibles actualizaciones. Las especies en peligro de extinción y amenazadas también están protegidas en Nevada por los Estatutos Revisados de Nevada (NRS, por sus siglas en inglés) 501 Fauna (animales), NRS 527 Flora (plantas) y la Ley de Cactus y Yucca con la excepción del pez *Warner sucker* (*Catostomus*

U.S. Environmental Protection Agency Pesticides: Protecting Endangered Species from Pesticides,
<https://epa.gov/endangered-species>

U.S. Fish & Wildlife Service, Endangered Species Program,
<https://www.fws.gov/program/endangered-species>

Recuerde, si usa pesticidas, usted es responsable de saber si una especie en peligro de extinción, bajo amenaza de extinción o su hábitat puede verse afectada por el uso de pesticidas en su área.

Intencionalmente en Blanco

warnerensis) en el condado de Washoe, que no está en la lista del estado de Nevada).

Conclusión

Tome las precauciones necesarias al aplicar pesticidas. Lea, comprenda y siga las instrucciones de la etiqueta. Lea toda la etiqueta. Haga todo lo posible para evitar la deriva de pesticidas. Tenga en cuenta que los pesticidas pueden afectar negativamente a las plantas y animales no objetivo. Los pesticidas también pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas si no se aplican correctamente. Use los pesticidas con cuidado y consideración.

Publicado originalmente en 1987 como *Pesticide Use and the Environment, Nevada Pesticide Applicator's Certification Workbook*, SP-87-07, por W. Johnson, J. Knight, C. Moses, J. Carpenter, y R. Wilson.

Actualizado en 2018 por M. Hefner, *University of Nevada, Cooperative Extension*, y B. Allen and C. Moses, *Nevada Department of Agriculture*.

Actualizado en 2023 por M. Hefner, *University of Nevada, Reno Extension* y B. Allen y R. Saliga, *Nevada Department of Agriculture*.