

Conocimiento general: El uso de plaguicidas y el medio ambiente

Objetivos de aprendizaje sobre el uso de plaguicidas y el medio ambiente

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

- ✓ Describir las características químicas que controlan el movimiento de los plaguicidas en el medio ambiente.
- ✓ Describir las diferentes formas en que los plaguicidas pueden desplazarse en el medio ambiente.
- ✓ Describir los diferentes tipos de deriva de plaguicidas y los factores que pueden afectarla.
- ✓ Explicar por qué es importante proteger los recursos hídricos, especialmente los recursos de agua subterránea, de la contaminación por plaguicidas.
- ✓ Enumerar los diferentes métodos que los aplicadores de plaguicidas pueden utilizar para reducir o prevenir la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
- ✓ Explicar los posibles efectos de los plaguicidas en organismos no objetivo y los métodos para reducir o prevenir dichos efectos.
- ✓ Describir la Ley de Especies en Peligro de Extinción y cómo se aplica a la aplicación de plaguicidas.

El uso de plaguicidas y el medio ambiente

Una vez aplicado un plaguicida, ya sea a una planta, un animal, el suelo, dentro de una estructura, al aire libre o en cualquier otro lugar, este se ha introducido en el medio ambiente. Los aplicadores deben hacerse algunas preguntas importantes:

1. ¿El plaguicida permanecerá en el lugar donde se aplicó o se movilizará en el medio ambiente?
2. ¿Cuánto tiempo seguirá siendo viable o eficaz el plaguicida?
3. ¿Qué efecto podría tener el plaguicida sobre plantas, animales u otros elementos del medio ambiente que no sean su objetivo?

Una vez aplicados, se considera que todos los plaguicidas han sido introducidos en el medio ambiente.

Cuatro características químicas básicas controlan el movimiento de los plaguicidas:

La solubilidad es la capacidad de un plaguicida para disolverse en un disolvente, generalmente agua.

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

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

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

Para responder a estas preguntas, debe comprender cómo se mueven los plaguicidas en el medio ambiente y las propiedades químicas que controlan el movimiento. Existen cuatro características químicas básicas que controlan el movimiento de los plaguicidas en el medio ambiente: solubilidad, adsorción, persistencia y volatilidad.

La solubilidad es una medida de la capacidad de un plaguicida para disolverse en un disolvente, generalmente agua. Cuanto mayor sea la solubilidad, más fácilmente se disolverá el plaguicida. Los plaguicidas que se disuelven fácilmente en agua pueden desplazarse con ella. Los plaguicidas altamente solubles tienen más probabilidades de desplazarse a través del suelo y llegar a las aguas subterráneas o superficiales, causando daños a lugares, plantas y animales no previstos, incluidos los seres humanos.

La adsorción es la capacidad de un plaguicida para unirse a las partículas del suelo. La adsorción se produce porque el plaguicida tiene una atracción eléctrica hacia la carga eléctrica superficial de una partícula del suelo, generalmente materia orgánica o partículas de arcilla. Es menos probable que un plaguicida que se adsorbe a las partículas del suelo se desplace desde el lugar de aplicación.

La persistencia es la capacidad de un plaguicida para permanecer en su forma original, activo y viable, antes de descomponerse químicamente y volverse inactivo. Una medida común de la persistencia en las sustancias químicas se denomina vida media. La vida media es el tiempo que tarda en descomponerse la mitad de la cantidad original de sustancia química aplicada. Cuanto mayor sea la vida media declarada de una sustancia química o plaguicida, más persistente será dicha sustancia química o plaguicida en el medio ambiente. En ocasiones, los plaguicidas persistentes son deseables porque proporcionan un control de plagas a largo plazo y reducen la necesidad de aplicaciones repetidas. Sin embargo, los plaguicidas persistentes también pueden causar problemas posteriores en lugares, plantas, animales o seres humanos no previstos si además son móviles en el medio ambiente. Si utiliza un plaguicida persistente, es muy importante prevenir consecuencias no deseadas derivadas de una manipulación inadecuada, la deriva, la escorrentía, la erosión o la lixiviación.

La volatilidad es una medida de la tendencia de un plaguicida a convertirse en gas o vapor. Algunos plaguicidas son más volátiles que otros. Los plaguicidas tienden a volatilizarse con mayor facilidad cuando las temperaturas son altas, hay fuertes vientos y la humedad relativa es baja en el lugar de aplicación. El desplazamiento de los plaguicidas en forma de gas o vapor también se conoce como "deriva" y se tratará en la siguiente sección.

El destino de los plaguicidas en el medio ambiente desempeña un papel importante en su eficacia. Tras su aplicación, los plaguicidas pueden descomponerse o permanecer viables en los residuos vegetales o en el suelo. La descomposición de los herbicidas también se conoce como degradación. A veces, la degradación es deseable. Por ejemplo, los herbicidas que no permanecen en los residuos vegetales ni en el suelo permiten una replantación más temprana. En otras ocasiones, la degradación rápida no es deseable, ya que el plaguicida puede no persistir el tiempo

suficiente 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 plaguicidas** se produce de tres maneras básicas:

- Acción microbiana: descomposición química o degradación de plaguicidas por microorganismos del suelo, como hongos, bacterias, etc.
- Degradación química: descomposición de los componentes químicos de los plaguicidas por métodos inorgánicos (no por organismos vivos).
- Fotodegradación: descomposición de los componentes químicos de los plaguicidas por reacción con la luz solar. Por este motivo, muchas instrucciones de aplicación de plaguicidas exigen que el plaguicida se incorpore al suelo, lejos de la luz solar directa.

La mayor preocupación es que los plaguicidas que se convierten en residuos en las plantas, en los animales o en el suelo pueden contaminar el aire, las aguas superficiales o las aguas subterráneas. Los problemas con las aplicaciones de plaguicidas pueden evitarse:

- Leer, comprender y seguir las instrucciones de la etiqueta del plaguicida.
- Calibrar el equipo.
- Evaluar las condiciones del sitio y realizar los ajustes necesarios para reducir la posibilidad de deriva.
- Utilizar el plaguicida adecuado para el lugar y la plaga en cuestión.
- Realizar la aplicación durante el momento más efectivo del ciclo de vida de la plaga.

¿Cómo se desplazan los plaguicidas en el medio ambiente?

Lo ideal sería que los plaguicidas permanecieran siempre en el lugar de aplicación, como por ejemplo plantas individuales, campos de cultivo, arcones de carreteras, suelo o estructuras. Sin embargo, los plaguicidas pueden desplazarse por el medio ambiente y, bajo ciertas condiciones, no siempre permanecen en el lugar de destino. Los plaguicidas pueden desplazarse por el aire, el agua y a través del suelo, provocando daños ambientales y la exposición de plantas y animales no objetivo. Los aplicadores son responsables de los daños resultantes del movimiento de plaguicidas fuera del objetivo.

El desplazamiento de plaguicidas en el agua suele ser consecuencia de la **escorrentía** desde el lugar de aplicación hacia un sitio o cuerpo de agua no deseado, o de la **lixiviación** del suelo por el agua, que se desplaza hacia afuera y/o hacia abajo en el suelo. Esto puede causar daños no deseados a las plantas o los animales, o contaminar las aguas superficiales o subterráneas.

El movimiento sobre o dentro de los objetos incluye cosas como:

La degradación de los plaguicidas se produce de tres maneras básicas:

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

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

La deriva es el desplazamiento de plaguicidas a través del aire hacia lugares no objetivo.

Minimizar el desplazamiento de los plaguicidas y la consiguiente aplicación no deseada y los daños que puedan ocasionar forma parte del trabajo del aplicador de plaguicidas.

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

La deriva de vapores es el desplazamiento de los vapores de los plaguicidas desde la zona objetivo, transportados por el aire.

La deriva de partículas es el desplazamiento de pequeñas gotas de aerosol o polvo desde el área objetivo, transportadas por el aire.

- **Residuos** de plaguicidas en los equipos o la ropa utilizados por los aplicadores de plaguicidas. Estos residuos pueden afectar a plantas, animales salvajes, ganado, mascotas y personas de forma no deseada.
- Plaguicidas que se han adsorbido en partículas del suelo y que posteriormente son transportados a un lugar no deseado por la **erosión** del viento o del agua.
- **Residuos** de plaguicidas en plantas que se retiran del lugar. Pueden ser partes de plantas, piensos, semillas u otros productos de origen vegetal.
- **Residuos** de plaguicidas en o sobre animales que han sido tratados y trasladados a un nuevo lugar. Los residuos pueden encontrarse en la carne, la leche o la fibra que consumen las personas, en el pelaje o la piel de los animales, en las heces de los animales u otros productos de desecho, etc.

Minimizar el desplazamiento de los plaguicidas y los consiguientes daños no deseados a zonas no objetivo forma parte del trabajo del aplicador de plaguicidas.

Deriva de plaguicidas

La deriva de plaguicidas se define como el desplazamiento aéreo de gotas, vapor o polvo de plaguicidas pulverizados desde el lugar de aplicación. El polvo o las gotitas de plaguicidas pueden ser transportados por el viento, las inversiones térmicas y otros factores, lo que provoca exposiciones accidentales de personas, animales y plantas. La deriva de plaguicidas se asocia con mayor frecuencia a las aplicaciones de plaguicidas en la agricultura y el paisajismo. Sin embargo, la deriva también puede producirse en interiores. Las corrientes de aire causadas por los sistemas de calefacción y refrigeración por aire forzado pueden provocar la deriva de plaguicidas en interiores. La deriva es ilegal y puede causar daños a personas, animales y plantas. **El control de la deriva es responsabilidad del aplicador de plaguicidas.**

Es más probable que los plaguicidas aplicados hacia arriba, por ejemplo, rociándolos sobre árboles o debajo de los aleros de los edificios, así como las aplicaciones realizadas desde aeronaves, provoquen deriva que las aplicaciones dirigidas hacia el suelo o cerca de él.

Tipos de deriva de plaguicidas

Existen dos tipos de deriva de plaguicidas: la deriva de partículas y la deriva de vapores. La deriva puede producirse en exteriores durante aplicaciones agrícolas y paisajísticas urbanas o en interiores, desplazándose con las corrientes de aire a través de los sistemas de ventilación.

La deriva de vapor se produce cuando los residuos de plaguicidas en la superficie cambian de estado sólido o líquido a gaseoso o vapor después de la aplicación del plaguicida. Este proceso se llama volatilización. Una vez dispersados en el aire, los plaguicidas volátiles pueden desplazarse a grandes distancias desde el lugar de aplicación. Los plaguicidas fumigantes que se utilizan para tratar el suelo antes de la siembra y para tratar estructuras como viviendas o almacenes son especialmente volátiles.

No todos los plaguicidas son volátiles. El potencial de volatilización aumenta a medida que aumenta la temperatura. A temperaturas más elevadas, una mayor

cantidad del plaguicida aplicado se convertirá en su forma volátil. El etiquetado de los plaguicidas describe las precauciones que se deben tomar para evitar los daños causados por los plaguicidas volátiles.

La **deriva de partículas** se compone de pequeñas gotas de plaguicida pulverizado o polvo transportado por el movimiento del aire desde el área objetivo durante la aplicación.

Factores que afectan la deriva

Muchos factores influyen en la cantidad de deriva de partículas de pulverización. Los factores que generan mayor preocupación 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 las gotas y la dirección del viento influyen en la deriva de la pulverización.

El tamaño de las gotas de pulverización determina la velocidad con la que caen al suelo y la distancia a la que derivan. Las gotas pequeñas y livianas caen muy lentamente y, en consecuencia, derivan más lejos del sitio objetivo. El diámetro de las gotas de pulverización se mide en micrones. Un micrón es 1/1000 de un milímetro (el diámetro de un cabello humano es de aproximadamente 50 micrones). Las gotas de menos de 50 micrones son muy susceptibles a la deriva en condiciones normales. El rango ideal de diámetros de gotas de pulverización para aplicaciones generales de pulverización terrestre es de 80 a 150 micrones. La tasa de caída y la deriva lateral de las gotas de pulverización de diferentes tamaños se resumen en la Tabla 1.

A medida que aumenta el tamaño de las gotas, el potencial de deriva disminuye. Por esta razón, es conveniente operar un pulverizador de manera que produzca las gotas más grandes que proporcionen una cobertura adecuada del área objetivo. Sin embargo, a medida que aumenta el tamaño de las gotas, también aumenta el volumen de agua necesario para lograr el mismo grado de cobertura.

Tabla 1: Influencia del tamaño de las gotas en la distancia potencial de deriva

Tipo de gota	Diámetro (en micrones)	Tiempo necesario para que las gotas caigan 10 ft.	Distancia lateral recorrida por las gotas ¹
Niebla	5	66 minutos	3 millas
Pulverización muy fina	20	2 minutos	1110 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	1000	1 segundo	4,7 pies

1 gota que cae 10 pies en un viento de 3 mph

La mayoría de los agricultores aplican plaguicidas en menos de 25 galones de agua por acre para minimizar la cantidad de agua que necesita transportarse al campo. Para

La temperatura influye en la volatilidad de los plaguicidas.

El tamaño de las gotas pulverizadas determina la velocidad a la que caen y la distancia a la que puede dispersarse el plaguicida. Las gotas pequeñas y ligeras caen más lentamente y tienen más tiempo para desplazarse.

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

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

Tenga en cuenta la dirección del viento al planificar la aplicación de un plaguicida. No aplique plaguicidas cuando el viento sople hacia un cultivo susceptible, una masa de agua u otro lugar sensible.

Los vientos suelen ser más suaves a primera hora de la mañana o a primera hora de la tarde. Estos son los mejores momentos del día para aplicar plaguicidas.

lograr una cobertura adecuada del área objetivo con estos volúmenes, especialmente con productos químicos post-emergencia, es necesario equipar el pulverizador con boquillas que produzcan gotas de tamaño pequeño. Estas pequeñas gotas aumentan la posibilidad de deriva. Es fundamental prestar atención a los factores que influyen en la cantidad de dispersión de plaguicidas fuera del área de aplicación.

La velocidad del viento es otro factor que influye en la deriva. Cuanto mayor sea la velocidad del viento, mayor será la deriva. Por debajo de 5 millas por hora (mph), el viento representa muy poco riesgo de deriva. Casi todas las partículas pulverizadas tendrán la posibilidad de depositarse en el suelo, o dentro o sobre el follaje de las plantas. Cuando la velocidad del viento supera las 5 mph, aumenta la posibilidad de deriva. Los vientos de más de 10 mph controlarán y transportarán todas las partículas pequeñas y pueden provocar la deriva de algunas de las partículas medianas y grandes.

En general, la velocidad del viento disminuye justo antes del amanecer y justo después del atardecer. El aire suele ser más turbulento a media tarde. Los aplicadores también deben tener en cuenta la dirección del viento antes de aplicar los plaguicidas. No aplique plaguicidas cuando el viento sople hacia un cultivo susceptible adyacente, una masa de agua, un sitio sensible, etc.

Varios otros factores menores influyen en la posibilidad de deriva. Estos factores deben tenerse en cuenta al operar en condiciones favorables para la deriva.

- **Propiedades físicas de los líquidos:** La viscosidad de un líquido es una medida de su resistencia al flujo. Por ejemplo, la mayonesa es más viscosa que el agua. A medida que aumenta la viscosidad del líquido, aumenta el tamaño de las gotas de la pulverización. La adición de agentes espesantes a la pulverización de plaguicida aumenta el número de gotas grandes y reduce la deriva. Entre los agentes de control de la deriva se incluyen aditivos espumantes, emulsiones inversas y espesantes. Las investigaciones realizadas con pulverizadores terrestres indicaron que la adición de un espesante de pulverización redujo la deriva de la pulverización entre un 66 y un 90 por ciento. Sin embargo, algunos herbicidas de postemergencia requieren gotas pequeñas para un rendimiento óptimo, por lo que las técnicas que aumentan el tamaño de las gotas pueden reducir el control de malezas. Siga siempre las instrucciones de la etiqueta con respecto al uso de cualquier aditivo de pulverización.
- **Estabilidad del aire:** La turbulencia del aire está influenciada 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 que está por encima de él, el aire cálido se eleva y el aire frío se asienta, lo que produce una suave mezcla del aire. Esta condición se presenta a primera hora de la mañana y al atardecer. Estos son los mejores momentos para aplicar plaguicidas, ya que cualquier plaguicida liberado a la atmósfera se dispersará lentamente.

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 de arriba, causando condiciones ventosas. Estas condiciones de viento se dan al mediodía, y la velocidad del viento puede superar las 10 mph.

La inversión térmica se produce cuando hay aire frío cerca de la superficie, debajo de una capa de aire caliente. Las inversiones térmicas suelen ocurrir temprano en la mañana. Una inversión térmica permite muy poca mezcla vertical del aire, incluso con viento. Los daños causados por la deriva de la pulverización son más graves durante las inversiones térmicas, ya que las pequeñas gotas o vapores de la pulverización quedan suspendidos en la capa de aire frío a la altura del cultivo durante largos periodos de tiempo.

- Humedad y temperatura: La baja humedad relativa y/o la alta temperatura aumentan la tasa de evaporación de las gotas de agua pulverizada. La evaporación reduce el tamaño de las gotas y, a su vez, aumenta el potencial de deriva de las gotas. Las gotas mayores de 150 micrones 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 suelen producir gotas de pulverización más grandes que se liberan más cerca del objetivo que las pulverizaciones aéreas. Los movimientos irregulares del aire alrededor de las alas fijas de los aviones o de las palas giratorias de los helicópteros también aumentan el potencial de deriva de la pulverización.

Mantenga la barra de aspersión lo más baja posible para disminuir los efectos del viento, pero permita que la pulverización recomendada se superponga entre las boquillas. No ajuste la pluma 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 amplio permite colocar la barra de aspersión más cerca del suelo, lo que reduce el potencial de deriva.

- Boquillas de pulverización: Las boquillas de pulverización de plaguicidas son una parte integral del equipo de aplicación de plaguicidas. La buena uniformidad de la aplicación depende de la correcta selección de la boquilla. Las boquillas ayudan a controlar la cantidad de plaguicida aplicado y el tamaño de las gotas. El tamaño de las gotas depende tanto de la boquilla como de la presión. El tamaño de las gotas disminuye con la alta presión y aumenta con la baja presión. Cuanto mayor sea la gota, menos probable será que derive.

Las boquillas pueden estar fabricadas con diversos materiales, como acero inoxidable, nailon, aluminio, latón o cerámica. Algunos materiales, como el acero inoxidable, son muy duraderos. Las boquillas fabricadas en latón se desgastan rápidamente, especialmente cuando se utilizan polvos humectables.

Algunos tipos básicos de boquillas incluyen:

- Boquillas de abanico o de abanico plano: Estas boquillas se utilizan para la aplicación de herbicidas e insecticidas. Aplican la pulverización en un patrón en forma de abanico, con menos material aplicado en el borde del patrón, por lo que el patrón de pulverización debe superponerse para obtener una cobertura uniforme.
- Boquillas de cono hueco: Estas boquillas producen un patrón de pulverización en forma de cono, con el líquido en la parte exterior del cono.

La baja humedad relativa y/o la alta temperatura aumentan la tasa 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 ayuda a mantener una aplicación uniforme, controlando tanto la cantidad de plaguicida aplicado como el tamaño de las gotas de plaguicida.

La presión de pulverización influye en el tamaño de las gotas que se forman. El aumento de presión produce gotas más pequeñas, que son más susceptibles a la deriva.

No aplique plaguicidas en condiciones de viento fuerte o rachas de viento.

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

Las boquillas de cono hueco generalmente producen las gotas más pequeñas y se utilizan cuando la penetración y la cobertura son fundamentales.

- Boquillas de cono completo: Este tipo de boquilla produce un patrón de pulverización en forma de cono, con el líquido aplicado en todo el cono. Se utilizan con frecuencia para herbicidas de aplicación al suelo.
- Presión de pulverización: La presión de pulverización influye en el tamaño de las gotas que forma la boquilla de pulverización. Aumentar la presión de la boquilla incrementará el número de gotas pequeñas que son susceptibles a la deriva. Es importante utilizar presiones dentro de las pautas del tipo de boquilla específico. Operar fuera del rango sugerido puede distorsionar el patrón, lo que resulta en una cobertura no uniforme y, a menudo, en una mayor deriva.

Minimizar la deriva de los plaguicidas:

- El tamaño de las gotas es uno de los factores más importantes que afectan la deriva. Las gotas pequeñas tienen más probabilidades de sufrir deriva que las gotas grandes. Para las pulverizaciones, utilice formulaciones que produzcan gotas de pulverización de gran diámetro (150 - 200 micrones o más).
- El uso de boquillas de pulverización de cono sólido o de abanico producirá gotas de mayor tamaño que las boquillas de cono hueco.
- No aplique plaguicidas en condiciones de viento fuerte o rachas de viento. Lea y siga las instrucciones de control de deriva en la etiqueta del plaguicida. Utilice un anemómetro para determinar la velocidad del viento y controlar las ráfagas.
- Utilice una zona de amortiguación para garantizar que no se produzca deriva fuera del área objetivo.
- Seleccione un método de aplicación y una formulación que tengan menos probabilidades de provocar deriva. Es mucho menos probable que los gránulos de plaguicida sufran deriva que las pulverizaciones de plaguicida.
- Cuando sea apropiado, utilice agentes de control o reducción de la deriva.
- No pulverice cuando las condiciones meteorológicas favorezcan las inversiones térmicas. Esto ocurre cuando el aire más cercano al suelo está más frío que el aire que se encuentra por encima de él.
- Evite pulverizar a temperaturas superiores a 90 F, idealmente no más de 85 F.
- Familiarícese con su entorno. Determine la ubicación de las áreas sensibles cerca del sitio de aplicación, incluyendo tierras de cultivo, viviendas, escuelas, hospitales, instalaciones de estacionamiento diurno, aguas superficiales, instalaciones de tratamiento de agua y colonias de abejas.

- Realice el mantenimiento y calibre sus equipos periódicamente.
- Compruebe si su sistema de rociado tiene fugas. Las pequeñas fugas bajo presión pueden producir gotitas muy finas.
- Al realizar la quimigación, utilice brazos expulsores en lugar de boquillas dirigidas hacia arriba y apague la pistola final.
- Todo lo que haya hecho para controlar la deriva será en vano si no determina y tiene en cuenta la dirección del viento.

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 que repone continuamente las reservas de agua. El ciclo hidrológico mueve el agua entre la tierra, la atmósfera y los océanos.

Los principales procesos que mueven el agua son la evaporación, la transpiración, la condensación y la precipitación. **La evaporación** se produce cuando la energía del sol convierte el agua líquida de la superficie terrestre en vapor de agua, que pasa a la atmósfera. El vapor de agua abandona las plantas en un proceso llamado **transpiración**. En conjunto, estos dos procesos se conocen como **evapotranspiración**. Cuando el vapor de agua en la atmósfera se enfría y forma nubes, se denomina **condensación**. Cuando el agua de la atmósfera vuelve a caer a la Tierra en forma de lluvia o nieve, se llama **precipitación**. Las precipitaciones y el deshielo contribuyen al agua superficial en arroyos, ríos, lagos, estanques, etc.

Las precipitaciones también penetran en la tierra o se infiltran, reponiendo el agua en el suelo. Parte de esta agua continúa infiltrándose bajo el suelo. Esta agua subterránea se acumula en las grietas de la roca madre o llena los espacios entre las partículas de 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 la roca o los 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 de roca con fracturas a través de las cuales puede fluir el agua. El agua subterránea es la fuente de agua para pozos y manantiales, que son la fuente de agua potable para muchas comunidades.

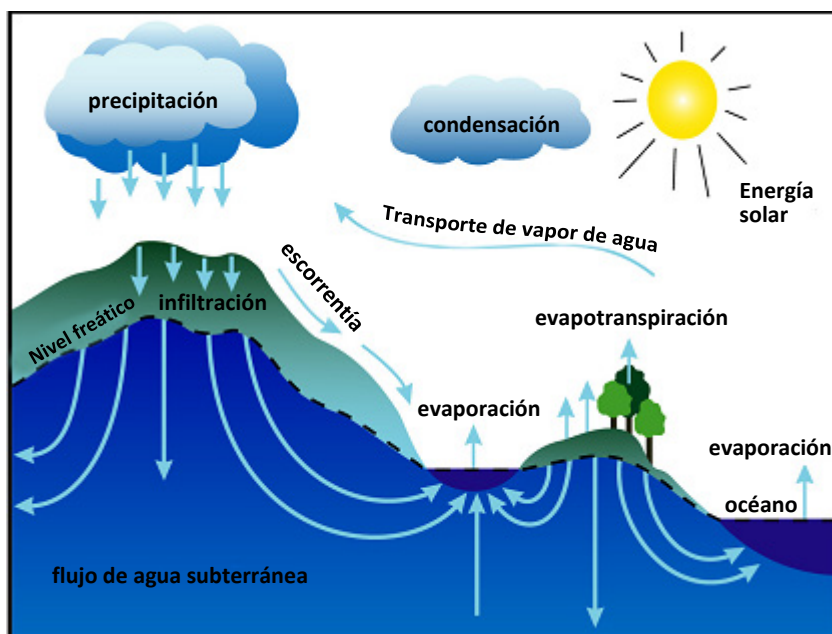
Un acuífero es una formación geológica de la cual se puede extraer agua subterránea. Puede ser una capa de arena, grava u otros materiales del suelo, o una sección de lecho de roca con fracturas a través de las cuales puede fluir el agua.

El agua subterránea se utiliza ampliamente para el suministro de agua doméstico y de riego.

Una vez que las aguas subterráneas se contaminan, su descontaminación resulta difícil y costosa.

Los plaguicidas pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas tanto desde fuentes puntuales como desde fuentes difusas.

Las sustancias químicas en la superficie del suelo pueden convertirse en contaminantes de las aguas subterráneas si son transportadas hacia abajo por el agua de recarga.



El ciclo del agua

Aguas subterráneas: El agua que penetra en el suelo se filtra gradualmente hacia abajo o lateralmente hasta convertirse en agua subterránea. Este proceso hidrológico se denomina **recarga**. Las aguas subterráneas no consisten en grandes lagos o arroyos subterráneos. Más bien, es agua que se mueve lentamente a través de espacios irregulares dentro de las fracturas de roca o entre partículas de arena, grava o arcilla. El agua subterránea puede eventualmente descargarse (salir) a través de manantiales o filtrarse hacia cuerpos de agua superficiales como arroyos o lagos.

El agua subterránea suele ser muy limpia porque se filtra al pasar a través de los espacios porosos de la roca. Cuando el agua subterránea se contamina, solucionar el problema es difícil y prohibitivamente caro. La degradación de los plaguicidas en las aguas subterráneas es extremadamente lenta debido a las bajas temperaturas, la escasa actividad microbiana y la ausencia de luz.

Aguas superficiales: Los recursos hídricos superficiales incluyen el agua de los océanos, ríos, lagos, arroyos y acequias. Las aguas superficiales están conectadas con las aguas subterráneas mediante la recarga a través de cuerpos de agua como arroyos y lagos. La mayoría de las zonas agrícolas y urbanas drenan hacia los sistemas de aguas superficiales, lo que hace que estas aguas sean especialmente vulnerables a la contaminación por plaguicidas. Cuando los plaguicidas llegan a las aguas superficiales, pueden ser transportados río abajo y dispersarse por ríos, arroyos, lagos y océanos.

Contaminación por plaguicidas y recursos hídricos

Los plaguicidas pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas tanto desde fuentes puntuales como desde fuentes difusas. Las fuentes puntuales provienen de lugares específicos, como sitios de derrames, vertederos, deriva de

plaguicidas durante las aplicaciones y la aplicación de plaguicidas para controlar plagas acuáticas. Actualmente, las fuentes difusas son las principales responsables de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, y pueden incluir la escorrentía agrícola y urbana, la erosión, la lixiviación de los lugares de aplicación y las precipitaciones que se han contaminado por las aplicaciones realizadas a barlovento. Los plaguicidas suelen llegar a las aguas superficiales cuando la lluvia o el riego superan la capacidad de infiltración del suelo, es decir, la capacidad del suelo para absorber el agua. La escorrentía resultante transporta posteriormente los plaguicidas a arroyos, ríos y otras masas de agua superficiales.

Los plaguicidas también llegan a las aguas superficiales por efecto de la deriva. La contaminación de las aguas subterráneas puede ser consecuencia directa de derrames cerca de bocas de pozo mal selladas y de la aplicación de plaguicidas mediante sistemas de riego mal diseñados o que funcionan incorrectamente. La contaminación de las aguas subterráneas también puede producirse indirectamente por la percolación del agua de riego agrícola y urbano a través de las capas del suelo hacia las aguas subterráneas, y a partir de residuos de plaguicidas en aguas superficiales, como zanjas de drenaje, arroyos y aguas residuales municipales.

El siguiente diagrama ilustra las vías de introducción de plaguicidas en arroyos y aguas subterráneas. También ilustra la interacción que se produce entre las aguas superficiales y las subterráneas. Tenga en cuenta que los plaguicidas 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 término que se utiliza para describir el transporte de plaguicidas hacia abajo o hacia los lados a través del suelo. Algunos plaguicidas se desplazan fácilmente a través de suelos bien drenados, arenosos o con bajo contenido de materia orgánica. Los suelos arenosos tienen una baja capacidad de retención de agua, albergan poblaciones más pequeñas de microorganismos que pueden descomponer plaguicidas y carecen de arcilla y materia orgánica para fijar los productos químicos. Debido a estos factores, el riesgo de contaminación de las aguas

La lixiviación es el término que se utiliza para describir el transporte de plaguicidas hacia abajo o hacia los lados a través del suelo.

El riesgo de contaminación de las aguas subterráneas es mayor cuando se aplican plaguicidas en suelos arenosos o con grava.

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

La escorrentía y la erosión transportan los plaguicidas a las masas de agua superficiales, como arroyos o lagos.

Prevenir la contaminación de las aguas subterráneas es responsabilidad del aplicador de plaguicidas.

Lea, comprenda y siga siempre las instrucciones y precauciones que aparecen en la etiqueta del producto.

Los plaguicidas solo deben utilizarse cuando y donde sea necesario y solo en cantidades adecuadas para controlar las plagas.

El uso de plaguicidas de forma inconsistente con las instrucciones de la etiqueta conlleva sanciones tanto civiles como penales.

subterráneas es mayor cuando se aplican plaguicidas en suelos arenosos o con grava que en otros tipos de suelo.

El potencial de desplazamiento de plaguicidas en el suelo varía según la naturaleza del plaguicida, las propiedades del suelo, las prácticas de aplicación utilizadas, el riego y las precipitaciones. Cuanto más cerca esté el nivel freático de la superficie del suelo, mayor será la posibilidad de contaminación. El etiquetado de los plaguicidas describe los riesgos ambientales y puede incluir advertencias sobre las aguas subterráneas. Estas instrucciones pueden prohibir el uso del producto en zonas donde las aguas subterráneas son vulnerables a la contaminación por plaguicidas. Por ejemplo, algunas etiquetas de productos aconsejan a los usuarios que no apliquen el plaguicida en suelos arenosos o franco-arenosos en zonas donde el nivel freático está cerca de la superficie.

La **escorrentía** es el proceso por el cual el agua se desplaza sobre la superficie del suelo u otras superficies duras cuando llega más rápido de lo que puede penetrar en el suelo. La escorrentía suele producirse por la lluvia, el deshielo o el agua de riego, y puede aumentar en terrenos con pendientes más pronunciadas y poca vegetación. Algunos plaguicidas acaban depositándose en el suelo o en las superficies pavimentadas. A medida que el agua se escurre y el suelo se erosiona, los plaguicidas son arrastrados junto con el agua y las partículas de suelo. La escorrentía, y la erosión que provoca, arrastra los plaguicidas ladera abajo hacia arroyos, ríos, estanques y lagos.

La escorrentía puede producirse en todo tipo de lugares, incluidas zonas agrícolas, pastizales, suelos compactados y franjas de terreno adyacentes a las carreteras. Los plaguicidas aplicados en áreas urbanas a estructuras y paisajes pueden ser una fuente importante de contaminación de las aguas superficiales. Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), debido a las superficies impermeables como los tejados y el pavimento, una manzana urbana produce nueve veces más escorrentía que una zona boscosa del mismo tamaño. Cuando la escorrentía urbana entra en los desagües pluviales, puede transportar contaminantes de plaguicidas directamente a arroyos y ríos.

Protección de los recursos hídricos

Prevenir la contaminación del agua por plaguicidas es responsabilidad de todo aplicador de plaguicidas. Siga estas pautas para la aplicación de plaguicidas:

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

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

clasificación de uso (general o restringido), palabras de advertencia (peligro-veneno, peligro, advertencia, precaución) y símbolos (calavera y tibias cruzadas), declaración de precaución, declaración de primeros auxilios, instrucciones de uso, declaración sobre el uso indebido, información sobre la reentrada, instrucciones de almacenamiento y eliminación, residuos y declaración restrictiva. Las etiquetas de los plaguicidas contienen información sobre la protección de los recursos hídricos y la prevención de la contaminación.

El uso de un plaguicida de forma contraria a lo indicado en la etiqueta conlleva sanciones tanto civiles como penales. Practique siempre lo siguiente:

- **Mida los plaguicidas con cuidado.** Los plaguicidas siempre deben utilizarse en la dosis especificada en la etiqueta. Lea siempre la etiqueta antes de empezar a mezclar el plaguicida para asegurarse de que dispone de un dispositivo de medición que permita medir con precisión la cantidad correcta de plaguicida necesaria. Mida los plaguicidas con cuidado, precisión y seguridad.
- **Dirija las aplicaciones de plaguicidas al sitio objetivo.** Evite rociar el suelo en exceso para prevenir la posible introducción del plaguicida en el agua. Las aplicaciones que se dirigen eficazmente al objetivo reducen la dispersión y tienen menos probabilidades de contaminar las fuentes de agua.
- **Deseche los plaguicidas correctamente.** Una vez finalizada la aplicación del plaguicida, el aplicador debe tener cuidado al desechar el plaguicida sobrante y el envase del mismo. Siga las instrucciones de la etiqueta para la correcta eliminación de plaguicidas y así evitar la contaminación de las aguas subterráneas. Enjuague tres veces o enjuague a presión los envases de plaguicidas para prepararlos para su eliminación. Vierta el agua de enjuague de nuevo en el tanque de pulverización y utilícela para tratar el terreno o el cultivo. La mejor medida preventiva contra los problemas de eliminación de plaguicidas es una buena planificación. Esto comienza con la compra y la mezcla de la cantidad adecuada de plaguicida.
- **Almacene los plaguicidas de forma segura.** La ley exige que los plaguicidas se almacenen en un lugar seguro, protegido y claramente identificado. Los plaguicidas deben almacenarse siempre en su envase original, debidamente etiquetado, con la etiqueta claramente visible. Guarde los plaguicidas en un lugar fresco, bien ventilado y seguro (bajo llave), lejos de pozos, bombas u otras fuentes de agua. Cierre herméticamente los envases de plaguicidas y revíselos periódicamente para detectar fugas, corrosión, roturas, etc.
- **Mantenga registros de los plaguicidas utilizados.** La información que contienen estos registros puede ayudar a prevenir la contaminación futura de las aguas subterráneas y a proteger al aplicador en caso de que surjan preguntas sobre los tratamientos en el futuro. Los aplicadores privados deben llevar un registro de las aplicaciones de plaguicidas y conservarlo durante dos años para posibles inspecciones.
- **Retrase las aplicaciones si se esperan precipitaciones.** No aplique plaguicidas si se esperan precipitaciones. Los plaguicidas pueden ser arrastrados por las aguas superficiales y contaminar tanto las aguas superficiales como las subterráneas.

Lea, comprenda y siga la información e instrucciones que aparecen en la etiqueta del plaguicida con respecto a la eliminación segura de plaguicidas y su almacenamiento.

Mantenga registros de las aplicaciones de plaguicidas, según sea necesario.

Otros métodos de protección de las aguas subterráneas, como la planificación del riego, evitar la escorrentía del agua de riego y la inspección y el mantenimiento periódicos de los pozos de agua, pueden ayudar a prevenir la contaminación de las aguas subterráneas.

Fitotóxico: sustancia química venenosa para las plantas que les causa daños o la muerte.

- **Programe el riego:** Si es posible, retrase el riego uno o más días después de la aplicación de un plaguicida. Retrasar el riego da a las plantas y al suelo más tiempo para absorber el plaguicida. Esto reduce la cantidad de plaguicida disponible para su desplazamiento a través del suelo con el riego y disminuye las posibilidades de que el plaguicida llegue a las aguas subterráneas.
- **Evite la escorrentía del riego.** Esto reduce la erosión del suelo y disminuye las posibilidades de que el plaguicida llegue a las aguas superficiales y subterráneas. Se debe tener especial cuidado al regar y aplicar plaguicidas en suelos arcillosos, ya que son especialmente susceptibles a la escorrentía.
- **Inspeccione los pozos para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas.** Un pozo actúa como una tubería directa hacia las aguas subterráneas. Las aguas subterráneas pueden contaminarse si los plaguicidas u otros contaminantes entran en un pozo directamente desde la superficie, a través de aberturas en o debajo de la base de una bomba o a través del suelo adyacente al pozo. La construcción adecuada de un pozo puede prevenir la contaminación de las aguas subterráneas. Ubique los pozos lejos de fuentes de contaminación que puedan contaminarlos. Un sellado adecuado entre la bomba y la base de la bomba ayuda a evitar la entrada de contaminantes. Los sellos entre el revestimiento del pozo y la pared del orificio pueden evitar que el agua cercana a la superficie del suelo entre en el pozo y posiblemente contamine las aguas subterráneas. En Nevada, un pozo debe sellarse desde la superficie del suelo hasta una profundidad de al menos 50 pies con cemento puro.

El mantenimiento adecuado de los pozos existentes ayuda a prevenir la contaminación de las aguas subterráneas. Inspeccione periódicamente los pozos y las bombas para detectar fugas y asegurarse de que el sellado sea adecuado para evitar que los plaguicidas penetren en las aguas subterráneas. Revise las tuberías de riego para detectar fugas que puedan contaminar las aguas subterráneas.

Efectos de los plaguicidas en organismos no objetivo

Los efectos de los plaguicidas sobre organismos no objetivo pueden implicar daños directos e inmediatos o pueden deberse a las consecuencias de una contaminación ambiental prolongada. Pueden verse afectadas plantas valiosas no objetivo, abejas y otros insectos beneficiosos, mascotas, ganado y fauna silvestre.

Efectos de los plaguicidas en plantas no objetivo

Casi todos los plaguicidas pueden causar daños a las plantas, especialmente si se aplican en dosis demasiado altas, en el momento equivocado o en condiciones ambientales desfavorables. **La fitotoxicidad** se refiere al daño que sufren las plantas debido a la exposición a una sustancia química. Los daños fitotóxicos pueden ocurrir en cualquier parte de la planta: raíces, tallos, hojas, flores o frutos.

La mayoría de los daños fitotóxicos se deben a herbicidas que persisten en el lugar de aplicación. Los productos plaguicidas persistentes también pueden dañar los cultivos posteriores o las plantas adyacentes que no son el objetivo, a medida que crecen sus raíces.

Los daños a los cultivos u otras plantas en las zonas adyacentes se deben con mayor frecuencia a la deriva, aunque en ocasiones pueden ser consecuencia de la escorrentía superficial, especialmente en zonas con pendiente.

Efectos de los plaguicidas en las abejas

Las abejas polinizan muchos cultivos frutales, hortalizas y extensivos. Siempre observe si hay actividad de abejas antes de aplicar plaguicidas. La prevención de daños o pérdidas de abejas es responsabilidad conjunta del aplicador, el agricultor y el apicultor. Antes de aplicar plaguicidas tóxicos para las abejas, avise a los apicultores comerciales de la zona para que puedan proteger o trasladar sus colonias de abejas. Además, siga los siguientes pasos para proteger a las abejas:

- Lea la etiqueta y siga las recomendaciones de la etiqueta.
- Aplique los productos químicos por la tarde o a primera hora de la mañana, antes de que las abejas busquen alimento. Las aplicaciones vespertinas son generalmente más seguras que las matutinas. Si las temperaturas vespertinas inusualmente cálidas hacen que las abejas busquen alimento más tarde de lo habitual, retrase la aplicación del plaguicida.
- No rocíe los cultivos en floración, excepto cuando sea necesario.
- No trate un campo o área completa si los tratamientos localizados controlarán la plaga.
- Siempre que sea posible, utilice insecticidas u otros plaguicidas que sean relativamente inocuos para las abejas.
- Elija las formulaciones de plaguicidas menos peligrosas. Los concentrados emulsionables son más seguros que los polvos humectables; los gránulos son los más seguros y tienen menos probabilidades de dañar a las abejas.
- Determine si hay abejas buscando alimento en el área objetivo para que se puedan tomar medidas de protección.
- Tenga en cuenta que las aplicaciones aéreas son más peligrosas para las abejas que las aplicaciones terrestres.

Efectos de los plaguicidas sobre los insectos beneficiosos

Los insectos beneficiosos, además de las abejas, también pueden verse perjudicados por los plaguicidas. A pesar de que son valiosos aliados para mantener las poblaciones de plagas por debajo de niveles perjudiciales, a menudo los pasamos por alto en nuestros esfuerzos de control de plagas. Cuando aplicamos plaguicidas, con frecuencia logramos reducir la cantidad de insectos beneficiosos con la misma eficacia que la de las propias plagas. Esto permite que el resurgimiento de la población de plagas sea más rápido y mayor, ya que los depredadores beneficiosos han sido eliminados o tardan más en recuperarse.

Tenga en cuenta la actividad de las abejas al aplicar plaguicidas.

Antes de aplicar plaguicidas tóxicos para las abejas, avise a los apicultores de la zona.

Utilice insecticidas que sean relativamente inocuos para las abejas siempre que sea posible.

Aplique los plaguicidas por la tarde o temprano por la mañana, cuando las abejas no estén buscando néctar activamente.

Los insectos beneficiosos, además de las abejas, también pueden verse perjudicados por los plaguicidas. Realice un estudio de la población de insectos y tenga precaución al aplicar plaguicidas.

Mantenga a las mascotas alejadas de las zonas tratadas durante las aplicaciones y cubra los recipientes de comida y agua de las mascotas.

Aplicar un plaguicida a un cultivo forrajero que no figure en la etiqueta y luego alimentar al ganado con ese forraje puede provocar enfermedades o la muerte de los animales.

Los plaguicidas pueden afectar la vida silvestre de muchas maneras. Pueden matar animales salvajes, debilitarlos, destruir su fuente de alimento o interferir en la reproducción.

Efectos de los plaguicidas en las mascotas

Mantenga a las mascotas alejadas de las zonas tratadas durante las aplicaciones y cubra los recipientes de comida y agua de las mascotas. Tras transitar por zonas tratadas, las mascotas pueden lamerse las patas y exponerse al producto químico, por lo que es recomendable mantenerlas alejadas de dichas zonas hasta que el plaguicida se haya secado por completo.

Aplique cebos rodenticidas en estaciones de cebo y cebos para insectos en lugares donde las mascotas no puedan alcanzarlos. La información sobre las estaciones de cebo y la ubicación del cebo se puede encontrar en las etiquetas de los plaguicidas.

Algunos plaguicidas se fabrican específicamente para su uso en mascotas. Lea, comprenda y siga atentamente las instrucciones de la etiqueta. Es especialmente importante utilizar este tipo de productos únicamente para la especie animal indicada en la etiqueta. Por ejemplo, no utilice en gatos productos plaguicidas etiquetados para perros, ya que podrían causarle una reacción adversa.

Efectos de los plaguicidas en el ganado

La intoxicación del ganado por plaguicidas se produce como consecuencia de piensos o forrajes contaminados o de agua potable contaminada. Esto suele deberse a la negligencia y puede ser consecuencia del transporte, almacenamiento, manipulación, aplicación o eliminación inadecuados de los plaguicidas.

Aplicar un plaguicida a un cultivo forrajero que no figure en la etiqueta y luego alimentar al ganado con ese forraje puede provocar enfermedades o la muerte de los animales.

Algunas etiquetas de plaguicidas indican restricciones de pastoreo, que son períodos de tiempo durante los cuales el ganado debe mantenerse alejado del área tratada después del tratamiento. Las restricciones al pastoreo previenen los efectos adversos que podrían sufrir el ganado y los productos ganaderos como consecuencia del uso de plaguicidas en pastos y zonas de pastoreo.

Efectos de los plaguicidas en la vida silvestre

Los efectos adversos de los plaguicidas sobre la vida silvestre pueden variar mucho. Por ejemplo, los rodenticidas aplicados de una manera que no se ajusta a las instrucciones de la etiqueta pueden matar especies no objetivo, como aves y mamíferos. Algunos plaguicidas, especialmente los insecticidas, son muy tóxicos para los peces y otros organismos acuáticos. Cuando estos productos se dispersan o llegan a los cursos de agua, las especies acuáticas pueden sufrir efectos adversos. Los insecticidas pueden matar insectos importantes que son una parte vital de la cadena alimentaria, insectos beneficiosos que ayudan a controlar las plagas y polinizadores. El uso de herbicidas puede eliminar hábitats valiosos para insectos, aves y mamíferos.

En ocasiones, los insecticidas y rodenticidas se utilizan indebidamente de forma intencionada para matar vida silvestre molesta. **Esto constituye una violación del etiquetado de plaguicidas.** También constituye una grave violación de las leyes y regulaciones estatales y federales sobre la vida silvestre.

Los insecticidas y rodenticidas son generalmente más tóxicos que los herbicidas para la vida silvestre. Actualmente se conocen pocos efectos agudos o crónicos sobre la vida silvestre relacionados con el uso de herbicidas.

La fauna silvestre puede exponerse a una sustancia química al ingerir alimentos contaminados, al beber agua contaminada, al inhalar la sustancia química, al absorberla a través de la piel o al ingerirla durante el acicalamiento. 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, pero muestra un comportamiento anormal que afecta su capacidad de sobrevivir o reproducirse. Estos se denominan **efectos subletales**.

Los insecticidas también pueden afectar indirectamente a la fauna silvestre al matar insectos que no son plagas de los cultivos. Los insectos son muy ricos en proteínas, necesarias para el crecimiento de las aves. El crecimiento de las aves jóvenes, como los patitos, se ve atrofiado en las zonas donde se utilizan muchos insecticidas porque no tienen suficientes insectos para comer.

Los peces también se alimentan de insectos, así como de animales acuáticos muy pequeños llamados zooplancton. Los científicos afirman que los peces también pueden presentar un crecimiento atrofiado en zonas con un uso intensivo de insecticidas, debido a la muerte tanto de los insectos acuáticos como del zooplancton. Esto, a su vez, afecta la reproducción de los peces porque la cantidad de huevos que produce un pez está directamente relacionada con su tamaño y salud.

Algunos plaguicidas persistentes son especialmente preocupantes porque pueden acumularse en el tejido graso del organismo de los animales. Este proceso se denomina **bioacumulación o bioconcentración**. Muchos de los hidrocarburos clorados (DDT, heptacloro, clordano) son persistentes y acumulativos. Estas propiedades son responsables de la mayoría de los problemas ambientales asociados a su uso. Como resultado, la EPA ha prohibido el uso de la mayoría de los hidrocarburos clorados.

Los plaguicidas acumulativos pueden acumularse en la cadena alimentaria. Una **cadena alimentaria** describe la secuencia mediante la cual un animal se alimenta de una planta, animal o microorganismo en particular y, a su vez, es comido por otro animal, y así sucesivamente, hasta llegar al animal que se encuentra en la cima de la cadena. En cada nivel sucesivo, un animal normalmente se come a varios individuos de un "nivel inferior". Por ejemplo, los pájaros pueden comer insectos, y luego los pájaros más grandes pueden comerse a los más pequeños. Por lo tanto, un plaguicida acumulativo puede llegar a concentrarse cada vez más a medida que asciende en la cadena alimentaria. Este proceso se denomina **biomagnificación**. Por ejemplo, en un estudio donde los niveles de DDT en el suelo eran de 10 partes por millón (ppm), alcanzó una concentración de 141 ppm en las lombrices de tierra y de 444 ppm en los petirrojos.

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

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

La bioacumulación o bioconcentración es la acumulación de plaguicidas persistentes en los cuerpos de los animales.

La biomagnificación es la acumulación de plaguicidas persistentes en los animales en concentraciones cada vez mayores a medida que ascienden en la cadena alimentaria.

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

Para obtener información adicional sobre especies en peligro de extinción:

**Programa de Patrimonio Natural de Nevada,
Departamento de Conservación y Recursos Naturales
901 South Stewart Street, Suite 5002
Carson City, NV
89701-5245
Teléfono: 775-684-2900
Fax: 775-684-2909
<https://heritage.nv.gov/>**

Peligros de aplicación

Cualquier método de aplicación o práctica agrícola que permita una deriva o escorrentía considerable es potencialmente perjudicial para la vida silvestre. Los insecticidas aplicados por vía aérea cerca de humedales pueden contaminar estas zonas. En 1987, una aplicación aérea de etil paratión, un insecticida organofosforado, a campos de girasoles adyacentes a humedales en Dakota del Norte provocó la muerte del 96 por ciento de los patitos de ánade real en los humedales. Cuando se ordenó al piloto evitar esas zonas, no se produjeron muertes.

Los insecticidas y rodenticidas granulados resultan atractivos para las aves. Algunas aves pueden morir al ingerir incluso un solo gránulo de algunos de estos productos.

Siguiendo las mejores prácticas de manejo descritas en esta guía de estudio, podrá minimizar el impacto de los plaguicidas en la fauna silvestre. Si aplica plaguicidas cerca de humedales u otros hábitats de fauna silvestre, considere las siguientes estrategias:

- Evite contaminar las áreas de humedales al fumigar desde el aire. Indique a los aplicadores que eviten rociar humedales u otras áreas naturales.
- Utilice zonas de amortiguación formadas por cultivos no fumigados o franjas de césped para proteger los humedales u otras áreas naturales.
- Plante y proteja franjas filtrantes de pasto del Programa de Reserva de Conservación (CRP, por sus siglas en inglés) de al menos 66 a 99 pies alrededor de las áreas de humedales.
- Al aplicar plaguicidas, elija productos químicos que no sean peligrosos para la fauna silvestre. Cerca de estanques y arroyos, evite usar piretroides donde puedan escurrirse hacia el agua. Los piretroides son una buena alternativa en zonas altas porque tienen baja toxicidad para las aves y los mamíferos.
- Evite drenar los humedales para la siembra y evite cultivar y usar plaguicidas en los bordes de los humedales y en los humedales que estén secos en años de sequía. Los humedales que se cultivan en años secos pueden volver a estar húmedos al año siguiente. Algunos productos químicos pueden permanecer en el suelo y ser perjudiciales tanto para la fauna silvestre como para su hábitat.
- Utilice el programa RAATS (Tratamientos de Área y Agentes Reducidos) para la aplicación de insecticidas en pastizales. La dosis de insecticidas aplicada se reduce alternando franjas sin tratar con franjas tratadas.

Protección de las especies en peligro de extinción

La Ley de Preservación de Especies en Peligro de Extinción fue aprobada por el Congreso en 1966 y modificada a la Ley de Especies en Peligro de Extinción (ESA) en 1982. El Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE. UU. y el Servicio Nacional de Pesca Marina son las agencias federales designadas responsables de administrar la ley.

El objetivo final de la ESA es mantener la diversidad natural de plantas y animales y los ecosistemas de los que dependen. En 2010, la lista de especies en peligro de extinción del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE. UU. contenía más de 1060 especies de plantas y animales. Otras 317 especies de plantas y animales están catalogadas como amenazadas. De estas, 40 especies de plantas y animales están catalogadas a nivel federal como en peligro de extinción o amenazadas en Nevada.

Una vez catalogada como en peligro de extinción o amenazada, una especie goza de plena protección jurídica bajo la Ley de Especies en Peligro de Extinción. Todas las agencias federales están obligadas a emprender programas para la conservación de especies en peligro de extinción y amenazadas. Se les prohíbe autorizar, financiar o llevar a cabo cualquier acción que ponga en peligro una especie incluida en la lista o que destruya o modifique su "hábitat crítico", el área limitada donde vive una especie en peligro de extinción.

El programa de la ESA se preocupa por el impacto que las limitaciones o restricciones de uso de plaguicidas tienen en las personas que los utilizan. Para minimizar estos impactos, la EPA pone énfasis en tasas de aplicación de plaguicidas más bajas en lugar de prohibir por completo su uso en áreas donde las especies en peligro de extinción o amenazadas y sus hábitats podrían verse afectados por los plaguicidas. El uso de tasas más bajas reduce la exposición de especies en peligro de extinción y amenazadas a plaguicidas potencialmente dañinos.

El programa requiere que algunos fabricantes de plaguicidas coloquen una declaración genérica en la etiqueta. Esta declaración instruye a los usuarios de plaguicidas a determinar si existen limitaciones de uso visitando el sitio web "Bulletins Live" de Especies en Peligro de Extinción de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, <https://epa.gov/endangered-species>. Si se enumeran limitaciones de uso, el usuario deberá comprender la información y cumplir con sus restricciones. Los boletines contienen mapas de ubicación del hábitat, que señalan la ubicación exacta del hábitat de las especies. Los mapas pueden ayudar a los usuarios de plaguicidas a determinar si una aplicación de plaguicidas tiene el potencial de afectar a una especie amenazada o en peligro de extinción. La EPA está trabajando 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, 1-800-447-3813, para saber qué condados del país están actualmente incluidos en el programa.

Debido a que el Programa de Protección de Especies en Peligro de Extinción de la EPA cambia constantemente, consulte periódicamente con el Departamento de Agricultura de Nevada para conocer los cambios en las restricciones de uso de plaguicidas y para conocer qué boletines están disponibles. **Recuerde, si usa**

**Departamento de
Agricultura de
Nevada**
405 South 21st Street
Sparks, NV 89431
Teléfono: 775-353-
3600
<http://agri.nv.gov/>

**Extensión de la
Universidad de
Nevada, Reno**
4955 Energy Way
Reno, NV 89502
Teléfono: 775-784-
4848
Fax: 775-784-4881
[https://extension.
unr.edu](https://extension.unr.edu)

**Agencia de
Protección Ambiental
de Estados Unidos**
**Plaguicidas:
Protección de
especies en peligro
de extinción frente a
los plaguicidas,**
[https://epa.gov/
endangered-species](https://epa.gov/endangered-species)

**Servicio de Pesca y
Vida Silvestre de los
Estados Unidos,
Programa de
Especies en Peligro
de Extinción,**
[https://www.fws.go
v/program/endanger
ed-species](https://www.fws.gov/program/endangered-species)

Recuerde, si usa plaguicidas, usted es responsable de saber si una especie en peligro de extinción o su hábitat pueden verse afectados por el uso de plaguicidas en su área.

plaguicidas, usted es responsable de saber si una especie en peligro de extinción o amenazada o su hábitat pueden verse afectados por el uso de plaguicidas en su área. Lea atentamente la etiqueta de cada plaguicida, obtenga la información adicional que necesita y luego observe las limitaciones necesarias que se aplican a las especies en peligro de extinción o sus hábitats. Cuando usted cumple con sus responsabilidades como aplicador de plaguicidas, ayuda a garantizar que los beneficios del uso de plaguicidas superen los riesgos.

El sitio web de Nevada Natural Heritage, <http://heritage.nv.gov>, enumera todas las especies amenazadas y en peligro de extinción en Nevada. Consulte el sitio web periódicamente para obtener actualizaciones. Las especies en peligro de extinción y amenazadas también están protegidas en Nevada por los Estatutos Revisados de Nevada (NRS) 501 Fauna (animales), NRS 527 Flora (plantas) y la Ley de Cactus y Yuca (con la excepción del matalote de Warner en el condado de Washoe, que no está incluido en la lista del estado de Nevada).

Conclusión

Tenga cuidado al aplicar plaguicidas. Lea, entienda y siga las instrucciones de la etiqueta. Lea la etiqueta completa. Haga todo lo posible por limitar la dispersión de plaguicidas. Tenga en cuenta que los plaguicidas pueden afectar negativamente a plantas y animales no objetivo. Los plaguicidas también pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas si no se aplican correctamente. Utilice los plaguicidas con cuidado y de forma responsable.

Publicado originalmente en 1987 como El uso de plaguicidas y el medio ambiente, Manual de certificación para aplicadores de plaguicidas de Nevada, 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 (Extensión Cooperativa de la Universidad de Nevada), y B. Allen y C. Moses, Nevada Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de Nevada).
Actualizado en 2023 por M. Hefner, Extensión de la Universidad de Nevada, Reno y B. Allen y R. Saliga, Nevada Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de Nevada).