

MEZCLAS DE PLAGUICIDAS

Ing. Agr. Jorge Raimondo
Sección Manejo de Malezas - EEOC

Los usuarios de plaguicidas combinan con frecuencia uno o más productos y los aplican al mismo tiempo. Estas mezclas permiten ahorrar tiempo, trabajo, combustible y maquinaria. Algunos plaguicidas ya vienen mezclados en el envase que el usuario compra.

Sin embargo, no todos los plaguicidas son efectivos cuando se mezclan con otros. Ellos deben ser compatibles, o sea: la mezcla no debe reducir su eficiencia o su seguridad. Mientras mayor sea la cantidad de plaguicidas que se mezclan, aumenta la posibilidad de efectos indeseables.

Algunas mezclas de plaguicidas que son físicamente incompatibles son prácticamente imposibles de aplicar y taponan los equipos, bombas y tanques. Estas reacciones a menudo causan que el plaguicida forme grumos, geles, precipitados en el fondo del tanque, o separaciones en capas que no pueden volver a unirse.

A veces la mezcla crea una reacción química que no puede observarse a simple vista. Sin embargo el cambio químico puede resultar en:

- Pérdida de efectividad contra la plaga que se desea controlar
- Incremento de la toxicidad hacia el aplicador
- Daño sobre la superficie tratada

Algunas etiquetas enumeran los plaguicidas cuya compatibilidad es conocida. Las listas de compatibilidad están disponibles en algunas recomendaciones de manejo de plagas.

Las combinaciones de plaguicidas generalmente alteran la absorción por parte de las plantas y su traslocación así como el metabolismo y toxicidad en

el sitio de acción de uno o más de los plaguicidas mezclados.

Existen básicamente cuatro tipos de interacciones que cambian la eficacia de las combinaciones de plaguicidas:

- **Adición:** ocurre cuando la mezcla de dos plaguicidas suministra la misma respuesta que los efectos combinados de cada material cuando se aplican por separado. Ningún producto afecta la acción del otro. Estas mezclas ahorran tiempo, trabajo y uso de la maquinaria
- **Sinergismo:** a menudo se confunde con efectos aditivos y ocurre cuando dos plaguicidas suministran una respuesta mayor que los efectos sumados de cada producto cuando se aplican por separado. A diferencia de lo que ocurre en la adición, en el sinergismo los productos no son neutrales entre sí, ya que interactúan de tal manera que incrementan sus efectos y pueden aumentar el control. Cuando ocurre sinergismo, a menudo se pueden reducir las dosis de plaguicidas sin disminuir el control. Un ejemplo es el agregado de butóxido de piperonilo a los insecticidas piretroides.
- **Antagonismo.** Ocurre cuando la aplicación conjunta de dos plaguicidas produce menos control que su uso en forma separada. Además de la reducción de control, el antagonismo también puede incrementar el efecto de fitotoxicidad en las plantas
- **Refuerzo:** es otro tipo de interacción, pero no entre dos plaguicidas. Ocurre cuando se mezcla un plaguicida con un aditivo para tener una mejor respuesta que el uso del plaguicida solo. Un ejemplo común de refuerzo es la mezcla de un coadyuvante con un plaguicida.

Tabla 1. Algunos ejemplos conocidos de interacciones entre herbicidas

Efecto	Ejemplos
Adición	Glifosato + herbicidas pre-emergentes como Herbadox® (pendimetalin).
Antagonismo	Iloxan® (diclofop) + herbicidas fenoxis (2,4-D, MCPA, Banvel® (dicamba)
	Iloxan® (diclofop) + Sencorex® (metribuzin)
	Poast® (sethoxydim) + 2,4-D, Banvel® (dicamba), Bromotril® (bromoxynil)
	Poast® (sethoxydim) + 2,4-D o glifosato con agua de tanque de pH alcalino (elevados niveles de bicarbonato de sodio)
	Glifosato + 2,4-D + Banvel® (dicamba) (sobre algunas malezas)
Sinergismo	Mezcla de tres productos; 2,4-D, 2,4-DP, MCPA o Banvel® (dicamba). Son más efectivos cuando se usan combinados y a dosis menores que cuando se emplean por separado
	La mayoría de los herbicidas post-emergentes + surfactante, aceite vegetal o coadyuvante
	Fertilizante nitrato de amonio + Poast® (sethoxydim)
Refuerzo	Graminidas + aceite

DOSIS, MODO DE ACCIÓN y PREVENCIÓN de DERIVA

No todos los cambios son positivos, pueden ocurrir efectos negativos tales como reducción del control de las plagas, fitotoxicidad y problemas de incompatibilidad entre materiales.

Incompatibilidad física:

Involucra a los ingredientes inertes de cada uno de los productos mezclados. Se traduce en la formación de cristales, geles, aceites o grasas que trancan las pastillas pulverizadoras

¿Cuándo ocurre? sucede generalmente cuando se mezclan productos emulsionables con floables, especialmente si el orden de mezclado no es el correcto. El producto emulsionable puede ocasionar la precipitación del floable. Esto ocurre con algunas simazinas y trifluralinas

También en las mezclas de concentrados emulsionables de diferente naturaleza (funguicidas, herbicidas, insecticidas), y cuando se mezcla con fertilizantes (no siempre).

Los productos granulados en general ocasionan menos problemas.

Incompatibilidad química:

Algunos productos con ingredientes activos "iónicos" y trazas de microelementos pueden reaccionar cuando se mezclan. Sus moléculas consisten en dos partes, una con una carga positiva y otra con carga negativa. Por ejemplo, 2,4-D amina consiste en un ion 2,4-D cargado negativamente y un ion amina cargado positivamente. La mezcla con sulfato de cobre produce un gel formado por cobre + 2,4-D

El sulfato de Zn también reacciona con 2,4-D amina, pero en una forma menos obvia pero tal vez mas perjudicial. Zn + 2,4-D no precipitará porque el 2,4-D está fuertemente unido al Zn. Como resultado, los constituyentes ingresan a las células de la planta más suavemente: la mezcla de tanque aparenta ser satisfactoria, pero el control de malezas seguramente será menor. El Calcio, en aguas duras o alcalinas puede tener el mismo efecto.

En el éster de 2,4-D las moléculas están formadas por 2,4-D y un alcohol ligado químicamente a otro (esterificado). Las dos partes n pueden separarse en iones. Además el éster de 2,4-D está contenido en gotitas de xileno emulsificado en agua pero separado de ella. No pueden ocurrir reacciones iónicas, por lo que los ésteres de 2,4-D no tienen estos problemas de compatibilidad

Prueba de compatibilidad (a): (prueba de la jarra)

Esta prueba es una manera recomendable para conocer si la mezcla de productos es compatible.

En primer lugar, se debe usar equipo protector y al menos el equipamiento requerido por la etiqueta de alguno de los plaguicidas a mezclar, protección ocular, delantal y guantes resistentes a productos químicos. Usar un recipiente grande, limpio y transparente, como una jarra. Emplear la misma agua (u otro diluyente) que se usará al preparar la mezcla final. Agregar el agua sobre cada producto en las mismas proporciones que las mezclaría. A menos que la etiqueta de los productos indique lo contrario, agregar los pesticidas al diluyente (usualmente agua) respetando el siguiente orden:

- **Agregar una parte del diluyente (agua) en primer lugar**
- **Los Polvos mojables, Secos Floables y gránulos dispersables en agua**
- **Agitar la mezcla y agregar el resto del diluyente**
- **Agregar los productos líquidos, tales como soluciones, tensioactivos y líquidos floables**
- **Agregar los concentrados emulsionables al final**

Agitar la jarra vigorosamente. Tocar los lados para observar si la mezcla se calienta. Si es así, la mezcla puede estar sufriendo una reacción química y los plaguicidas no deberían combinarse. Dejar en reposo la jarra por 15 min y observar nuevamente la aparición de calor

Si se forma nata en la superficie, si se observan grumos, o si hay precipitados en el fondo (excepto para polvos mojables) probablemente la mezcla no sea compatible.

Finalmente, si no aparecen signos de incompatibilidad, probar la mezcla sobre una pequeña área de la superficie a tratar

Prueba de compatibilidad de mezclas en tanque (b):

Realice una prueba en pequeña escala. Cada vez que se prueba una nueva mezcla es una buena idea hacerla.

- ☐ Verificar el ph: muchas incompatibilidades resultan de un ph excesivamente alcalino (u ocasionalmente ácido) en el tanque. Si fuera necesario, se pueden agregar correctores de ph para contrarrestar este problema.
- ☐ Hacer una aplicación de prueba: es siempre una buena idea hacer una aplicación de prueba cada vez que se use un producto o mezcla de productos que no se usaron antes. Esta prueba puede exponer cualquier fitotoxicidad o antagonismo antes de realizar una aplicación a gran escala. Si se superponen alguna franjas de la aplicación, se puede observar también cuánto margen de seguridad se tiene. Se deben esperar algunos días para que los síntomas se tornen visibles.
- ☐ Tener cuidado con los fertilizantes. Si se agregan fertilizantes, pueden tener efectos sobre la mezcla de productos, especialmente sobre el ph
- ☐ No mezclar sulfato de hierro con herbicidas fenoxiacéticos. El sulfato de hierro es incompatible con formulaciones aminas de algunos herbicidas fenoxiacéticos y puede causar un precipitado que obstruye el equipo de aplicación
- ☐ No mezclar más de un producto soluble o un emulsionable con cualquier producto insoluble como polvo mojable o floable
- ☐ Evitar la mezcla de productos muy alcalinos con productos muy ácidos
- ☐ Realizar la aplicación sin demoras. Las mezclas que permanecen varias horas en el tanque

pueden degradarse, especialmente si el pH es alcalino

El agitador del tanque debe estar funcionando permanentemente mientras se realiza la mezcla. Después de hacer el agregado de cada producto agitar vigorosamente la mezcla antes de agregar el siguiente. Podría necesitarse agregar un agente de compatibilidad para mantener suspendidos los componentes de la mezcla y prevenir su reacción. Estos agentes de compatibilidad son adyuvantes que reducen el riesgo de incompatibilidad en las combinaciones entre plaguicidas y de plaguicidas + fertilizantes. A veces las etiquetas recomiendan su uso, pero aún cuando no lo hagan, muchos aplicadores lo hacen siempre que trabajan con mezclas. Si se usa un agente de compatibilidad, debería ser lo primero que se agregue en el tanque

□ pre mezcla: se debe hacer en un recipiente más pequeño, o en un tanque si fuera necesario para varias formulaciones

□ Polvos mojables: hacer una pasta en un recipiente separado agregando pequeñas cantidades de agua

Orden de mezclado de las formulaciones

- 1.-Llene casi totalmente el tanque.
- 2.-Agregue el polvo mojable.
- 3.-Agregue el Seco Floable (FW o DF)
- 4.-Agregue Líquidos solubles (Rup).
- 5.-Agregue el Concentrado Emulsionable
- 6.-Agregue el surfactante.

Consideraciones a tener en cuenta:

Cuando se prepara una mezcla de tanque, es recomendable preparar un registro de los siguientes aspectos:

- . el orden de mezcla de los productos
- . las dosis recomendadas para cada producto
- . capacidad del tanque del equipo aplicador
- . cantidad de mezcla a aplicar por ha
- . tipos y cantidades de los aditivos
- . superficie cubierta por cada tanque
- . tipos de pastillas a usar
- . presión de trabajo en psi
- . velocidad de aplicación

Esta información, además de el lugar de aplicación, ubicación del área a tratar y fecha de la aplicación suministran una importante referencia.

Es necesario programar la aplicación de plaguicidas cuando la plaga está en su estadio de desarrollo más vulnerable. Cuando se usan dos o más plaguicidas para controlar diferentes plagas, es crítico que la mezcla se aplique cuando en el momento adecuado del ciclo de vida de las plagas. Esta programación es especialmente importante cuando se aplican herbicidas. Si se aplican sobre plantas marchitas o con stress, la eficacia podría ser menor que la esperada e incluso podría haber un riesgo sobre el cultivo.

LIMPIEZA DE TANQUES DE PULVERIZADORAS

El mantenimiento y uso apropiados de las pulverizadoras son esenciales para una operación eficiente y sin problemas. La limpieza es un componente crítico del mantenimiento que prolongará la vida del equipo, prevendrá reparaciones y tiempo innecesarios, reducirá la contaminación potencial del suelo y del agua subterránea, y elimina daños a cultivos por la contaminación del equipo.

La limpieza cuidadosa de las pulverizadoras es importante después de cada aplicación de plaguicidas, pero es aún más crítica después del uso de ciertos herbicidas debido al daño potencial a ciertos cultivos, debido a los residuos de pulverizaciones en las siguientes aplicaciones.

Los herbicidas reguladores de crecimiento tales como Banvel 2,4-D, y Tordon, tienen un riesgo mayor de daño en cultivos por la contaminación del tanque de la pulverizadora que la mayoría de los otros plaguicidas. Estos herbicidas tienen actividad sistémica y son muy selectivos, aún a dosis extremadamente bajas. Así, cantidades pequeñas de herbicidas restantes en el fondo o en grietas de la pulverizadora, paredes del tanque, o en las mangueras del botallón pueden ocasionar serios daños en el cultivo. Las aplicaciones de postemergencia directamente sobre el follaje tendrán mayor daño potencial que las aplicaciones realizadas al suelo.

El daño al cultivo por pulverizadoras contaminadas puede incluso ocurrir varios meses después de usar la maquinaria sin una limpieza apropiada y después de varios usos subsecuentes. Los residuos del herbicida que se adhieren a las paredes y a las grietas del tanque de la pulverizadora pueden incorporarse al caldo por medio del agregado de un herbicida o un coadyuvante subsecuente que actúan como solvente.

Los tanques plásticos y las mangueras de polietileno requieren una limpieza más profunda que los tanques de acero inoxidable.

Agentes limpiadores

El lavado y posterior enjuague con agua son suficientes para eliminar algunos herbicidas de la pulverizadora, pero en otros casos se requieren agentes adicionales para una limpieza profunda.

El mejor agente de limpieza depende del plaguicida y su formulación. Se pueden usar diferentes materiales como agentes limpiadores, incluso productos caseros así como productos específicos para pulverizadoras. Los agentes limpiadores pueden tener varias funciones, incluyendo dilución, solubilización y/o desactivación.

El enjuague con agua es una forma de dilución. Varios enjuagues repetidos con pequeñas cantidades de agua tienen mayor efecto de dilución y limpieza que un solo enjuague con una mayor cantidad de agua.

Muchos agentes limpiadores mejoran la dilución y limpieza incrementando la solubilidad del herbicida en la solución de enjuague. Por ejemplo, una solución de amoníaco aumenta el pH y la solubilidad de las sulfonilureas. El amoníaco podría no descomponer o desactivar a los herbicidas, pero es el agente de limpieza recomendado para remover este

DOSIS, MODO DE ACCIÓN y PREVENCIÓN de DERIVA

tipo de herbicidas de la pulverizadora. Por otro lado, una solución de hipoclorito de sodio mejora la descomposición de las sulfonilureas y de varios herbicidas pero es menos efectivo que el amoníaco en disolver y remover los residuos de sulfonilureas del tanque, especialmente de grietas y rajaduras.

El hipoclorito de sodio no debe agregarse nunca al amoníaco ya que los dos materiales reaccionan formando gas clorhídrico, que puede causar irritación de ojos, nariz, gargantas y mucosas.

Solventes con base oleosa, como gasoil son efectivos para remover productos con base oleosa, tales como ésteres y concentrados emulsionables. Se debe enjuagar luego con un detergente para remover los residuos oleosos.

Los detergentes remueven muchos materiales, incluso herbicidas en base acuosa y oleosa. Los agentes comerciales de limpieza de pulverizadoras normalmente se comportan mejor que los detergentes caseros.

La mejor fuente de información acerca de agentes y procedimiento de limpieza es la etiqueta o marbete del producto utilizado.

El carbón activado desactiva herbicidas orgánicos. Una suspensión de 3% de carbón activado en agua puede agregarse y recircular por el sistema para retener y desactivar muchos residuos de plaguicidas. La suspensión debe eliminarse apropiadamente y enjuagar el tanque con agua para remover restos de carbon activado para evitar que éste desactive una parte del próximo plaguicida a usar.

Procedimiento de limpieza:

- Las pulverizadoras deben limpiarse tan pronto como sea posible después de su uso. Los residuos secos de plaguicidas son mucho mas difíciles de remover que los que permanecen en solución

- Prepare sólo la cantidad de plaguicida requerida y aplique el contenido completo en el campo de acuerdo a las especificaciones del producto. Elimine los excesos aplicándolos sobre el cultivo.

- Enjuague minuciosamente el tanque con agua, haga circular el agua a través del sistema de la pulverizadora y, si es posible, aplique el agua de enjuague en el campo

- Llene el tanque hasta la mitad con agua y agregue el agente de limpieza recomendado en la etiqueta del producto. Si no hay un agente de limpieza recomendado, agregue una mezcla de agua y detergente. Haga circular la solución por el sistema. Se deben enjuagar adecuadamente las paredes del tanque así como el exterior de la pulverizadora. Deje el tanque cargado con esta mezcla por varias horas, preferentemente toda la noche, luego realice la aplicación de la solución en el campo.

- Retirar pastillas y filtros y limpiar con la solución de limpieza y enjuagar con agua.