

DAÑOS EN CULTIVO POR RESIDUOS DE HERBICIDAS ANTE CONDICIONES DE SEQUÍA

by Dave Johnson a and Stephen Strachan

SUMARIO

- Año tras año, diferentes áreas experimentan condiciones de sequía. Estas condiciones pueden ocasionar un mayor nivel de residualidad por herbicidas, tanto los aplicados en la campaña previa como aquellos utilizados en el período de barbecho.
- Las concentraciones de herbicidas en los suelos depende de las propiedades del químico, de las condiciones ambientales y climáticas. El impacto también dependerá de la susceptibilidad que tenga al herbicida el nuevo cultivo a implantar.
- El mecanismo principal para la degradación de la mayoría de los herbicidas es a través de procesos microbianos. No obstante, la actividad microbiana se ve reducida en condiciones de sequía.
- Aunque los productores ven limitadas sus acciones para modificar la concentración de herbicidas presentes en el suelo, existen medidas que ayudan a reducir los riesgos de daño por residuos.
- El primer paso para evaluar el potencial de residualidad por herbicida consiste en examinar los registros de pulverizaciones y chequear los marbetes del producto.
- Comparar los intervalos de tiempo entre la aplicación del herbicida y la fecha de siembra proyectada del cultivo de rotación con los períodos de carencia indicados en el marbete

INTRODUCCIÓN

El potencial de daño por residuos de herbicida es determinado principalmente por dos factores:

1. La concentración de herbicida disponible que queda en el suelo al momento de la siembra del cultivo a rotar, que depende de las propiedades químicas del herbicida, las características del suelo y el clima.
2. La susceptibilidad del cultivo de rotación para con el herbicida en cuestión.

- Los cultivos a rotar difieren en la susceptibilidad según el herbicida. Algunos cultivos no presentan daños a pesar de la alta concentración de herbicidas, mientras que otros sufren severos daños ante bajas concentraciones.
- La condición de estrés que enfrenta un nuevo cultivo sembrado también puede afectar la respuesta. Las plántulas emergentes son más propensas a mostrar daños por residualidad de herbicidas si se complementa con factores de estrés tales como la compactación, frío y suelos húmedos residuales. Los marbetes de los herbicidas muestran los requerimientos sobre cuánto tiempo debe transcurrir entre su aplicación y la siembra de cultivos determinados. Asimismo, la respuesta de algunos productos difiere en función de otras variables. Por ejemplo: la dosis aplicada, la región geográfica donde se aplica, y las condiciones meteorológicas acontecidas desde la aplicación. Es decir, los distintos herbicidas tienen características diferentes e interactúan con los suelos y el clima de diversas maneras. Por consiguiente, no sería apropiado manejarse con recomendaciones generales. Comprender la interacción entre las propiedades del producto químico, las características del suelo, el clima y la susceptibilidad del cultivo resulta crítico para evaluar el riesgo de daño por residualidad. Si el riesgo aparenta ser elevado, ¿qué puede hacerse para minimizarlo?

DEGRADACIÓN DEL HERBICIDA POR EL SUELO

La degradación es la transformación de moléculas activas de herbicidas en productos que ya no tienen actividad. La tasa de degradación se describe a menudo como “vida media”, entendida como el tiempo requerido para que la mitad de las moléculas de los herbicidas se degraden en el suelo. Los herbicidas con vidas medias más prolongadas tienden a ser más persistentes, y a ocasionar una mayor posibilidad de contaminación por residuos.

El modo primario de degradación de muchos herbicidas es por microbios del suelo, ya que utilizan las moléculas de los herbicidas como fuente de energía y/o nutriente. La degradación no microbiana también puede ser importante para algunas clases de herbicidas. Esta puede ocurrir con el agua del suelo (hidrólisis) o por la exposición directa a la luz solar sobre la superficie del suelo (foto descomposición).

Factores que afectan la residualidad de los Herbicidas

Características del Herbicida

La estructura química de un herbicida afecta su solubilidad en agua, la presión de vapor, adsorción del suelo y la susceptibilidad a la degradación química y microbiana. Estas características, junto a su interacción con el suelo y el clima, van a determinar la cantidad activa de herbicida que queda al momento de la siembra de los nuevos cultivos a sembrar en la siguiente campaña. Por ejemplo, los herbicidas que se unen fuertemente a las partículas del suelo probablemente no sean degradados por microbios.

Características del Suelo

Las características del suelo tienen una gran influencia en la persistencia del herbicida. Los suelos con mayor contenido de arcilla y materia orgánica tienden a retener más moléculas de herbicidas en su superficie (adsorción). Esto puede reducir su disponibilidad para la degradación microbiana. En el otro extremo en los suelos arenosos con bajo porcentaje de materia orgánica, donde el herbicida queda menos adsorbido y la actividad microbiana es menor, el herbicida persiste mayor tiempo.

El pH del suelo tiene un impacto en la degradación, ya que puede influir en la solubilidad del herbicida y también en la actividad microbiana. Los microbios del suelo (bacterias, hongos, etc.) tienden a ser más activos cerca de pH neutro. Los suelos con niveles de pH significativamente menores o mayores entre 6.5 a 7 pueden alterar las poblaciones relativas de las especies de microbios que crecen en el suelo y, por lo tanto, reducir la degradación. El pH del suelo también puede afectar a la degradación química. Algunos de los herbicidas, tales como los sulfonilureas, se degradan con mayor facilidad por procesos químicos con bajo pH del suelo. Por ende, sería menos probable que cause daños por residualidad a niveles de pH por debajo de 7. En contraste, las imidazolinonas, que son principalmente degradadas por microbios, están más fuertemente unidas a los coloides del suelo con pH bajo. Por consiguiente, probablemente generen daños por residualidad en suelos de bajo pH debido a una menor posibilidad de ser degradadas por microbios.

Condiciones del Clima

Las temperaturas y las precipitaciones tienen un relevante efecto en la persistencia de los herbicidas y la factibilidad de daños por residualidad. Los patrones climáticos que colaboran con la actividad de microbios (temperatura y humedad) también favorecen a la degradación y, por ende, disminuye el potencial de residualidad (Figura 1). La temperatura también puede influir en los procesos químicos. Las condiciones más cálidas favorecen la degradación.

En otras palabras, las condiciones de buena humedad y alta temperatura en el suelo favorecen la degradación de los herbicidas disminuyendo la residualidad de los mismos. Condiciones de suelo seco y/o frío aumentan la persistencia de los herbicidas y por ende el riesgo de fitotoxicidad en el cultivo posterior.

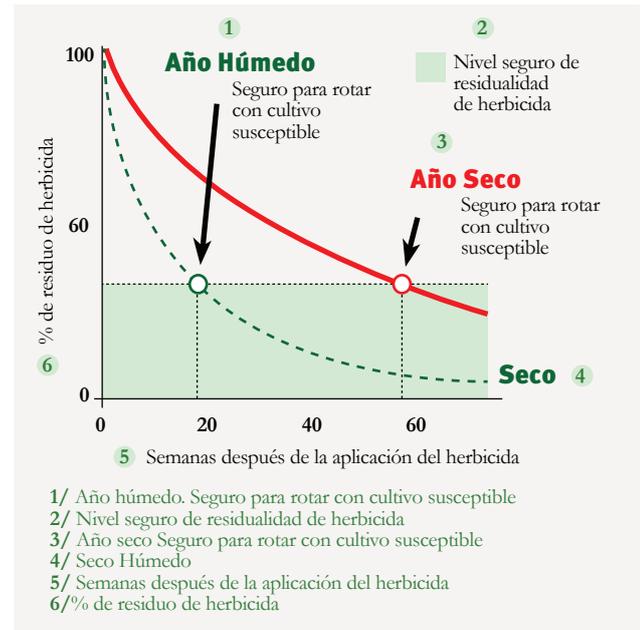


Figura 1. Ilustración sobre la persistencia del herbicida en el suelo en función a la humedad. Los herbicidas pueden persistir más tiempo en condiciones de sequía vs húmedos. Adaptación de Colquhoun, 2006.

La susceptibilidad del cultivo de rotación

Los cultivos difieren en la susceptibilidad a diferentes herbicidas. Esta es la razón por la que la mayoría de los herbicidas están registrados para algunos cultivos, y no para otros. Por lo tanto, la elección de los cultivos a implantar, después de una aplicación de herbicida específica en el año anterior, puede influir en el riesgo de daño. Por ejemplo, el maíz es altamente tolerante a la atrazina, pero la soja es relativamente susceptible. Si el residuo de atrazina es considerable, sería oportuno sembrar maíz (o sorgo), y así evitar posibles problemas.

Todos los factores desarrollados anteriormente - propiedades de los herbicidas, características del suelo, las condiciones climáticas y el cultivo de rotación seleccionado - interactúan entre sí impactando en los potenciales daños por residualidad. Estos factores condicionantes también varían de campo a campo y en diferentes ambientes de un mismo lote, generalmente conduciendo a respuestas diversas a los residuos de herbicidas, aún dentro de un mismo lote.



Figura 2. Respuesta desigual del maíz a los residuos de imazaquin aplicado a la soja el año.



Figura 3. Respuesta desigual de la soja ante residuos de atrazina aplicada al maíz el año anterior.

Fomesafen: ejemplo de un herbicida de uso general con indicaciones de restricciones en la rotación.

El desarrollo de malezas resistentes al glifosato, especialmente especies de Amarantho, causaron un mayor uso de varios herbicidas más antiguos. Su modo primario de degradación es por microorganismos del suelo, por lo que los factores que reducen la actividad microbiana, tal como suelos secos, pueden aumentar la vida promedio del producto y, por lo tanto, la persistencia y la capacidad de residualidad.

Muchos productores están utilizando productos que contienen Fomesafen en soja para controlar *Amaranthus* y otras especies, a veces en combinación con otros herbicidas de la clase PPO. Sembrar maíz sin respetar el período de carencia necesario puede implicar problemas para el cultivo. Se pueden observar síntomas característicos como Buggy-whipping, quebradura de la nervadura media y clorosis foliar. Ante condiciones de sequía esto se vería magnificado y de no revertirse la situación el potencial de rendimiento puede verse comprometido.



Figura 4. Síntoma de buggy-whipping por residuos de herbicidas PPO en maíz.



Figura 5. Síntomas de clorosis foliar y quebrado de la nervadura media en maíz provocados por residuos de fomesafen.



Figura 6. Síntoma de clorosis foliar causado por residuos de fomesafen.

Herbicidas residuales utilizados en barbechos

Muchos productores argentinos utilizan herbicidas residuales en los barbechos. En los últimos años, debido a la mayor frecuencia de lotes con rama negra de difícil control con glifosato, esta práctica se convirtió en más habitual, utilizando herbicidas que no son selectivos para el cultivo a sembrar y que precisan degradarse para no causar fitotoxicidad. En barbechos de soja podemos mencionar el uso de atrazina o metsulfurón en mezclas con glifosato y hormonales para el control de rama negra. Algunos productores también suelen usar metsulfurón en barbechos de maíz (aunque no es un herbicida específicamente recomendado para este cultivo). Hay que prestar especial atención a problemas que pueden causar estos herbicidas en algunas situaciones, como por ejemplo:

- Cambio de cultivo: en un lote destinado a soja se decide cambiar a maíz., así como uno barbechado con atrazina para maíz se decide cambiar a soja o girasol.
- Lote perdido de trigo que tuvo aplicación de sulfonilureas y se desea resembrarlo.
- Años secos y/o fríos que demoran la descomposición de los herbicidas utilizados en el barbecho: especial atención con metsulfurón en maíz.
- Excesivas lluvias que produzcan acumulación de herbicidas en los sectores bajos del lote.

¿Qué sucede después de la sequía?

La mayor parte de la degradación de herbicidas se da por el resultado de la actividad microbiana durante el verano y principios de otoño, después de la aplicación del herbicida. Los microbios responsables de la degradación del herbicida son más activos en suelos cálidos (no calientes) y húmedos. Las condiciones de suelo más favorables para el desarrollo vegetal son las mismas que para la máxima actividad microbiológica.

La actividad microbiana es menor en suelos calientes y secos, lo que aumenta el riesgo potencial de residualidad para aquellos herbicidas que se degradan principalmente por la actividad microbiana. A pesar de que las condiciones de sequía fueron superadas, un cierto potencial de residualidad puede continuar latente, sobre todo si la recuperación de humedad ocurrió primordialmente en los meses de invierno. Las bajas temperaturas del suelo disminuyen la actividad microbiana, y la humedad durante el invierno puede no hacer crecer sustancialmente las poblaciones microbianas para aumentar la velocidad de degradación del herbicida. Al elevarse la temperatura del suelo en primavera, los microbios actúan más activamente. Pero el tiempo relativamente corto hasta la siembra limitará la cantidad de degradación que se puede producir.

Hasta el momento, la incidencia por parte de los productores para modificar la cantidad de residuos de herbicidas presentes en los lotes resulta ser acotada.

Sin embargo, existen ciertas **alternativas que pueden llegar a reducir el riesgo de daño al cultivo:**

- Revisar los registros de pulverización para cada campo y examinar los marbetes de los productos para ver las restricciones indicadas

Muchos marbetes especifican el tiempo y las precipitaciones requeridas entre la aplicación de herbicidas y la siembra de un cultivo de rotación (ver tabla 1). La siembra antes del tiempo especificado aumenta el riesgo de perjuicio. Además, los marbetes también sugieren las condiciones en que un cultivo en particular puede ser sembrado o no. Por consiguiente, es muy importante leer los marbetes a conciencia. Después de un año de sequía, probablemente la mejor opción sea tomar una estrategia más conservadora.

- Minimizar las condiciones de estrés para facilitar un mejor desarrollo de planta ante residuos de herbicidas

Incluye que hagamos que el pH del suelo y los niveles de fertilidad sean óptimos para el cultivo, reduciendo la compactación y evitar sembrar en suelos fríos y húmedos. Otros tipos de estrés en siembra pueden exacerbar la respuesta a residuos de herbicidas (incluso a herbicidas aplicados en la campaña actual).

- Cambiar la rotación de Cultivos

En algunos casos puede ser necesario cambiar el cultivo a

sembrar, utilizando uno que el marbete del herbicida en cuestión lo indique como apto para la rotación. Esta consideración tiene la mayor incidencia para reducir el riesgo de daño al cultivo y es fundamental su consideración en campos con alto riesgo.

- Demorar la Siembra

En años secos, las tasas de degradación de herbicidas son probablemente más lentas de lo normal, por lo que una mayor cantidad de tiempo puede ser necesario para la degradación. Con temperaturas primaverales, humedad y calentamiento del suelo, los microbios empiezan a actuar de nuevo para degradar los residuos de herbicidas. Sin embargo, es poco probable que esto tenga un impacto significativo al inicio de la primavera, y el incremento de rendimiento esperable por una siembra temprana podría perderse debido al daño por herbicida. Los productores pueden planificar sembrar más tarde para dar mayor tiempo a que se produzca la degradación. Las plántulas en campos sembrados más tarde, a menudo experimentan menor estrés y mayor tasa de desarrollo que los lotes sembrados temprano, lo que podría ayudar a sobreponerse más rápido del daño por efecto de residuos acumulados.

- Modificar el sistema de labranza

La labranza puede diluir el herbicida en el perfil del suelo, proporcionar aireación y acelerar el calentamiento del mismo para estimular la actividad microbiana. No obstante, los resultados de esta práctica no son siempre contundentes y positivos. Los productores que tienen sus campos en sistemas de siembra directa, y deciden realizar labranzas para intentar reducir el riesgo por residualidad de herbicidas, estarán sacrificando beneficios acumulados y obtenidos a lo largo de los años, posiblemente sin un gran impacto en la respuesta del cultivo de ese año.

- Realizar un análisis biológico o químico

Algunos productores realizan ensayos de cultivos para observar si aparecen algunos síntomas (Figura 7). Sin embargo, para que estos tengan valor y que la interpretación de los resultados no sea engañosa, es necesario que sean realizados con cuidado y rigurosidad. Los análisis de laboratorio tienen gran exactitud en los resultados. Empero, son costosos y sólo muestran la concentración del herbicida presente. Como se mencionó anteriormente, los perjuicios por arrastre están influidos por muchos factores, más allá de la cantidad de herbicida presente. Las diferencias en la susceptibilidad inherente de los diferentes cultivos ante cada herbicida condicionará cómo se deben interpretar los resultados de concentración obtenidos.



Figura 7. Bioensayo que muestra la respuesta de la alfalfa (izquierda y centro) a Fomesafén aplicados a la soja de la campaña anterior. La maceta de la derecha muestra el crecimiento de alfalfa en el suelo de una parte no tratada del campo.

CONCLUSIONES

Luego de un año con condiciones de sequía, es esperable encontrar mayores síntomas por residualidad de herbicidas en suelo. La incidencia del productor en la gestión de la cantidad de herbicida disponible en la siembra resulta limitada. No obstante, la posibilidad de minimizar el riesgo es posible a través de varias opciones:

- Analizar y evaluar no sólo cuales herbicidas se aplicaron el año anterior o en el barbecho sino también los intervalos de siembra de los cultivos de rotación indicados en el marbete
- Procurar para minimizar el estrés que la semilla afronta cuando germina, emerge y se desarrolla
- Revisar los cultivos a sembrar, y
- en algunos casos, retrasar la siembra para extender el tiempo de degradación de los herbicidas y reducir el estrés por frío.

REFERENCIAS

- Colquhoun, J. 2006. Herbicide persistence and carryover. University of Wisconsin Extension publication A3819. <http://corn.agronomy.wisc.edu/Management/pdfs/A3819.pdf>
- Senseman, S. (Ed). 2007. Herbicide Handbook, 9th Edition. Weed Science Society of America, Lawrence KS. 458 pp.
- Strachan, S. 2012. Degradation of herbicides under dry conditions. Agronomy Research Summary. DuPont Pioneer, Johnston, IA. <https://www.pioneer.com/home/site/us/agronomy/research-summaries/degradation-of-herbicides/>

Revisado por el departamento de Agronomía de DuPont Pioneer- Argentina

Riesgo de daño por residualidad de los herbicidas comúnmente usados para el maíz y la soja. El riesgo puede ser mayor en condiciones de sequía.

MOA/FAMILIA	EJEMPLO	MODO DE DEGRADACIÓN PRIMARIA	RIESGO DE PERJUICIO DESPUÉS DEL AÑO DE SER APLICADA	
			MAIZ	SOJA
EPSP	glifosato	adsorción, microbiano	muy baja	muy baja
GS	glufosinato	microbiano	muy baja	muy baja
ALS/ IMI	imazaquin	microbiano	alto	muy baja
ALS/ IMI	imazethapyr	microbiano	moderate	muy baja
ALS/SU	chlorimuron	química, microbiano	baja a moderada	muy baja
PSII	altrazina	microbiano	muy baja	alta
PSII	metribuzin	microbiano	baja	baja
PPO	fomesafen	microbiano	moderada	muy baja
PPO	flumioxazin	microbiano	baja	muy baja
PPO	saflufenacil	microbiano	muy baja	baja
PPO	sulfentrazone	microbiano	baja	muy baja
HPPD	mesotrione	microbiano	muy baja	moderada
HPPD	topramezone	microbiano	muy baja	baja
HPPD	tembotrione	microbiano	muy baja	baja
HPPD	isoxaflutole	microbiano	muy baja	baja

*Las sugerencias no son determinantes.

*Ante cualquier inquietud, consultar el marbete de los productos y ratificarlo con el asesor de su zona.