

Proyecto Malezas CREA

Evaluación de herbicidas en suelo y *carry over*.

PROYECTO MALEZAS **CREA**

Participaron de esta acción:



Bayer CropScience



Estudio Gonzalez
Montaner



Introducción

En los últimos años, la aparición de nuevas resistencias y la selección de especies tolerantes a herbicidas han aumentado el número de intervenciones y la complejidad del control de malezas en los principales ambientes productivos del mundo en general, y de Argentina en particular. Esta situación derivó en un incremento en la cantidad total de herbicidas utilizados y en cambios relativos en las proporciones de los diferentes mecanismos de acción de los herbicidas empleados. En términos generales, se incrementó la utilización de viejas moléculas herbicidas, que se usaban antes de que los cultivos fueran resistentes a glifosato y, en muchos casos cambió el posicionamiento de los mismos respecto al usual de aquella época. Además se produjo un aumento en la utilización de herbicidas que actúan desde el suelo y que tienen la característica de ser residuales. Asimismo, se observó una fuerte tendencia al uso repetido de los mismos modos de acción (incrementando la presión de selección) y al incremento de las dosis aplicadas de los mismos herbicidas (a igual especie, frecuencia y tamaño, la dosis empleada es mayor). Estos cambios impactan de diferente modo en los sistemas de producción extensivos. Uno de los efectos recientemente observados se relaciona a la fitotoxicidad de las moléculas herbicidas en el suelo sobre los cultivos siguientes en la rotación.

La persistencia o residualidad de un herbicida en el suelo puede definirse como el período de tiempo durante el cual permanece en forma activa (Comfort et al., 1994). Desde el punto de vista de control de malezas esta es una propiedad deseada, pero puede convertirse en riesgosa cuando la persistencia afecta o restringe la rotación de cultivos. La fitotoxicidad hacia los cultivos depende en gran parte del principio activo utilizado, las condiciones ambientales (características del suelo y el clima) y de la especie cultivada de que se trate. El estudio del efecto del herbicida sobre el cultivo sucesivo, es frecuentemente conocido como "Carry over".

En algunas regiones productivas del país, desde hace unos años, comenzaron a verse los efectos de acumulación de herbicidas. En muchos de estos casos, la rotación de cultivos está fuertemente condicionada por las prácticas que se realizaron en cultivos previos y en otros se ven efectos de carry over de herbicidas que afectan el crecimiento y/o desarrollo de los cultivos sucesivos llegando, a veces, a afectar fuertemente el rendimiento. Entre los síntomas más frecuentes se destacan los cultivos cloróticos en manchones, restricciones en crecimiento y desarrollo y acortamiento de entre nudos o deformaciones en hojas, entre otros.

Como Proyecto Nacional Malezas CREA, recibimos el número creciente de notificaciones de este tipo de problemas y notamos que son cada vez más frecuentes en distintas regiones del país. Por ello y todo lo expuesto anteriormente, en el marco del proyecto, se comenzó a trabajar sobre la detección de residuos de herbicidas y sus efectos en los sitios donde se llevaron adelante los módulos de prueba de estrategias de manejo de malezas difíciles de AACREA.

Objetivo

El objetivo de este trabajo fue evaluar la presencia y persistencia en el suelo de los herbicidas más usados en el cultivo de soja de nuestro país y su efecto sobre los cultivos de invierno sucesivos, en condiciones de campo.

Metodología de trabajo

Las pruebas y mediciones se llevaron adelante en las parcelas que formaron parte de los módulos de evaluación de estrategias para el manejo de malezas correspondientes a la campaña 15/16 (Figura 1). Las regiones CREA que participaron fueron Mar y Sierras, Litoral Sur, Oeste, Sudeste, Centro y Norte de Buenos Aires. En cada sitio se evaluó la concentración y efectos de distintos activos pertenecientes a tres grandes mecanismos de acción: (i) Inhibidores de la enzima protoporfirinógeno oxidasa (PPO), (ii) Inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa (ALS) e (iii) Inhibidores de la fotosíntesis en el Fotosistema II.

Se tomaron muestras de suelo en más de 130 parcelas a dos profundidades (0-5 cm y 5-20 cm), generando más de 300 muestras de suelo para su posterior análisis. Las mismas fueron rápidamente refrigeradas y enviadas al Instituto de Tecnología de Alimentos del INTA Castelar para las determinaciones con cromatógrafo de los distintos herbicidas residuales. El análisis realizado reportó la **concentración de los distintos principios activos encontrados en el suelo, en cada parcela muestreada, a dos profundidades**. A su vez, con posterioridad a la cosecha de soja, en cada sitio se sembró un cultivo de trigo y/o cebada que fue utilizado como bioindicador de fitotoxicidad. Durante el ciclo del cultivo (ya sea para trigo o cebada) se realizaron mediciones con un sensor óptico de Índice Verde Normalizado (NDVI) tipo **Green seeker**, de mano, entre los estados fenológicos Zadoks 22 y Zadoks 31, con el fin de detectar y cuantificar restricciones tempranas del crecimiento. Finalmente, se realizó la cosecha de algunas parcelas del cultivo bioindicador para tener una medida de rendimiento logrado.



Figura 1. Ubicación de los ensayos.

Resultados y Discusión

Se observaron diferencias de sensibilidad entre los bioindicadores (cultivos de invierno) a los herbicidas usados en el cultivo de soja. El cultivo de cebada fue más susceptible que el trigo al efecto de los herbicidas que habían sido aplicados previos al cultivo de soja de la campaña anterior, para todos los casos estudiados en todas las localidades en las que se los comparó. Si bien los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico no fueron significativos, para la mayoría de los casos de cebada, la aplicación de herbicidas ALS's en pre-emergencia del cultivos de soja (campaña anterior) afectaron negativamente el crecimiento temprano de la cebada siguiente. Estas observaciones se reflejan en el bajo porcentaje (%) de NDVI en relación al testigo (parcela con tratamiento vs testigo sin herbicida) medido en las primeras etapas del ciclo del cultivo. En particular, las mediciones de NDVI de cada parcela (tratada con 4 herbicidas diferentes) fueron menores en comparación a un testigo apareado de cada parcela (donde el testigo es índice 100; Figura 2).

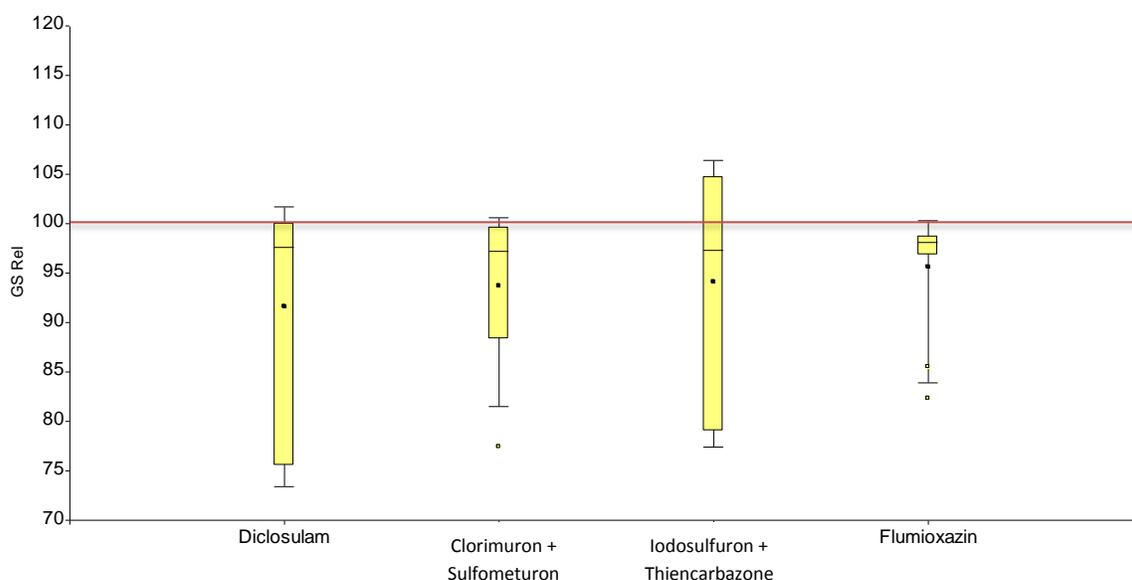


Figura 2. NDVI relativo al testigo sin tratar (%) medido en cultivo de cebada entre Z 2,2 y Z 3,1 en función del principio activo aplicado.

Sin embargo, si bien se observó el efecto mencionado sobre el crecimiento inicial del cultivo, no se observó un efecto negativo estadísticamente significativo sobre el rendimiento de las parcelas. Asimismo, como puede verse en los gráficos siguientes (Figuras 3 y 4), tanto para trigo como para cebada, no fue posible identificar una relación o tendencia entre la concentración de los distintos activos encontrada en el suelo y el rendimiento de los cultivos.

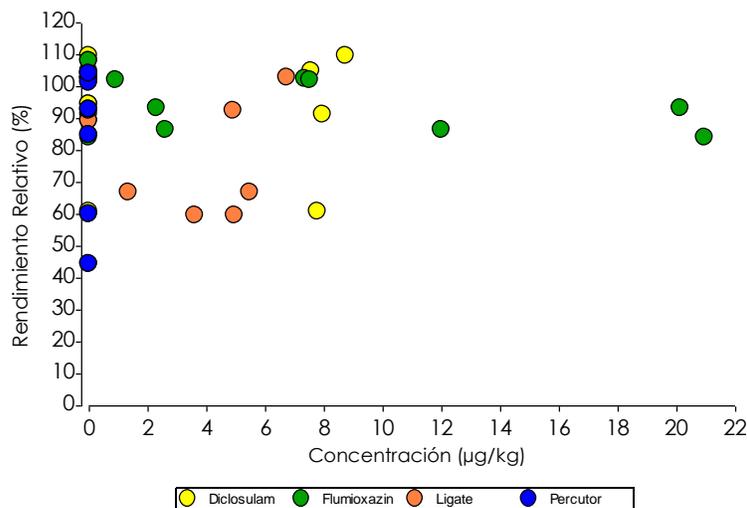


Figura 3. Rendimiento relativo al testigo sin tratar (%) medido en cultivo de cebada en función de la concentración de principio activo encontrado en el suelo ($\mu\text{g}/\text{ha}$). Los puntos corresponden a distintos puntos de muestreo.

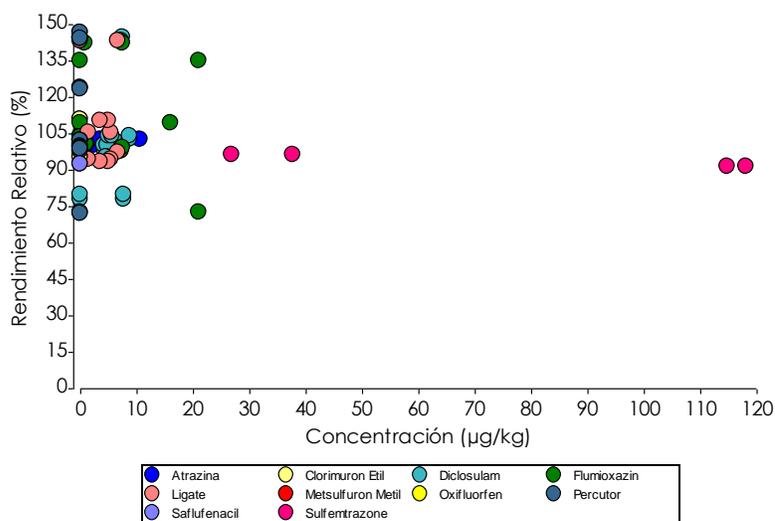


Figura 4. Rendimiento relativo al testigo sin tratar (%) medido en cultivo de trigo en función de la concentración de principio activo encontrado en el suelo ($\mu\text{g}/\text{ha}$). Los puntos corresponden a distintos puntos de muestreo.

Es reconocido que el efecto de carry over está relacionado con las condiciones ambientales luego de la aplicación en cada región estudiada. Las zonas más frías y arenosas fueron las que se vieron más afectadas en este estudio. Por ejemplo, al observar el efecto de Diclosulam en las localidades de suelos más arenosos, las distintas dosis aplicadas de este producto tendieron a correlacionar positivamente con las distintas concentraciones del activo medidas en suelo.

Un punto importante a destacar es que la dosis de ingrediente activo que se utiliza en los herbicidas pertenecientes a algunos mecanismos de acción, suelen ser muy bajas. Por



ejemplo, en inhibidores de la ALS la detección de residuos con cromatógrafo es dificultosa. De esta forma, para este grupo de herbicidas (ALS), es probable que la medición de contenido de ingrediente activo en el suelo medido con cromatógrafo, no sea la mejor medida para detectar y anticipar problemas de carry over. Sin embargo, grupos de herbicidas pertenecientes a otros mecanismos de acción como PPO's e Inhibidores de Fotosistema II, generalmente se utilizan en dosis más altas de ingrediente activo por hectárea de cultivos y, por lo tanto, mostraron mayores diferencias al comparar el resultado de concentración en suelo entre ambientes, dosis y momento de aplicación. Es decir, las lecturas con cromatógrafo, serían en estos casos una herramienta más útil para anticipar problemas de carry de estos modos de acción.

Las mayores concentraciones de PPO's en suelo fueron encontradas en la región central de país (Región CREA Centro) donde los problemas con especies del género *Amaranthus* son crecientes desde hace ya unos años y el uso de herbicidas pertenecientes a este mecanismo de acción está muy difundido. Por su parte, los herbicidas inhibidores de la ALS se encontraron en mayor concentración en el sur de la provincia de Buenos Aires, zona típica triguera, donde las especies como *Conyza bonariensis* y *Lolium multiflorum*, entre otras, son malezas objetivo o *drivers* de las tecnologías de control. El mayor uso de este tipo de herbicidas y las menores temperaturas de la región colaborarían a demorar la degradación y aumentar el efecto carry over en las etapas iniciales de los cultivos de invierno.

Los resultados presentados hasta aquí sugieren que sería posible pensar que, tal como está descrito en la bibliografía, el efecto por carry over va a depender de la especie maleza que tengamos (define el herbicida residual a utilizar), del sistema productivo regional (rotación principalmente) y de las condiciones climáticas del lugar. A estos factores deberíamos agregar las propiedades físicas y químicas del suelo (pH, textura, materia orgánica, etc), de la forma de degradación del herbicida y de la susceptibilidad del cultivo sucesivo a ese residuo.

Por último debe mencionarse que en muchos casos se encontraron valores contrastantes de concentración de ingrediente activo en suelo, con diferencias significativas respecto al detectado en las parcelas testigo sin aplicación de herbicidas. Sin embargo, estas diferencias, en muchos casos, no se reflejaron en caídas en el crecimiento y desarrollo del cultivo bioindicador. Es decir las mediciones con el sensor Green seeker no establecieron diferencias significativas entre parcelas tratadas con herbicida (Diclosulam y Flumioxazin en trigo) y testigo en etapas tempranas del cultivo, ni en su rendimiento a la cosecha del cultivo (Figuras 5 y 6).

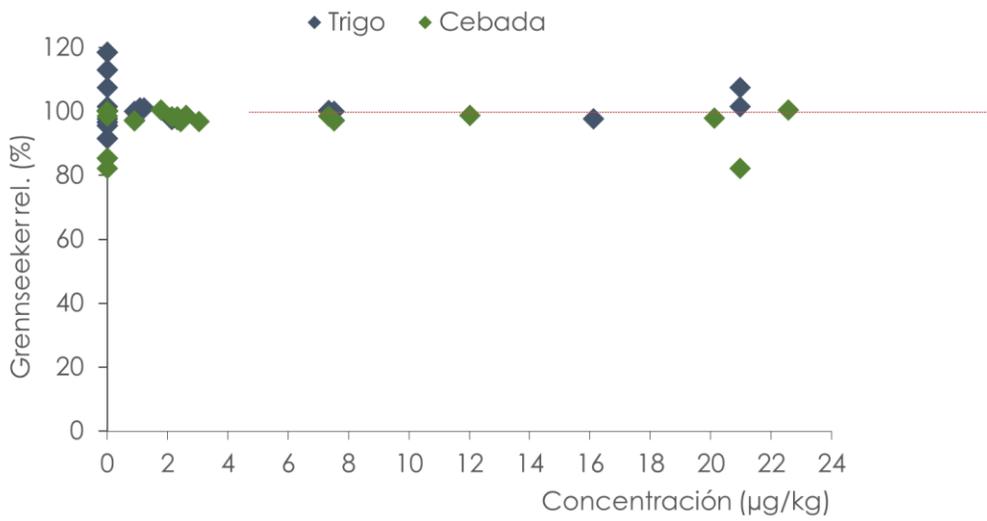


Figura 5. NDVI medido con Green seeker relativo (%) en función de la concentración de Flumioxazin en suelo (ug/kg). Los puntos corresponden a distintos puntos de muestreo.

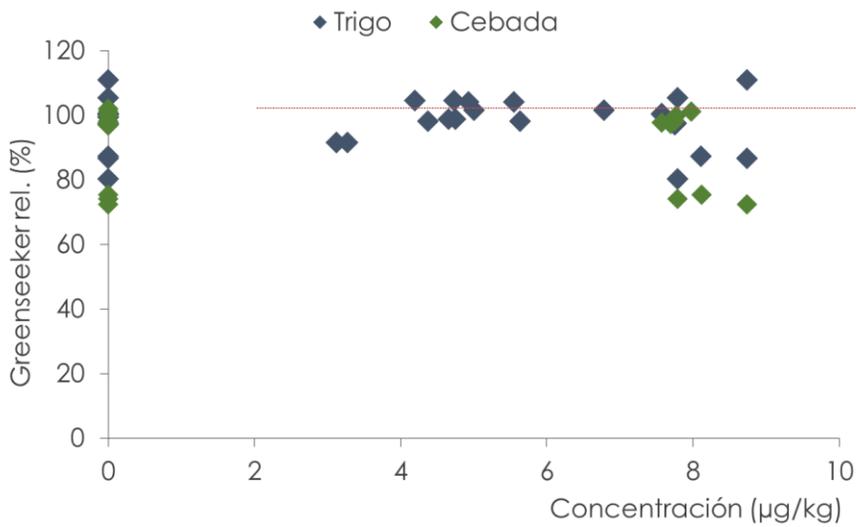


Figura 6. NDVI medido con sensor Green seeker relativo (%) en función de la concentración de Diclosulam en suelo (ug/kg). Los puntos corresponden a distintos puntos de muestreo.

Conclusiones

El presente trabajo confirmó la presencia residual de herbicidas ligados a las prácticas más frecuentemente adoptadas para el control de malezas en los sistemas productivos extensivos, así como una evaluación preliminar de sus efectos en los cultivos siguientes. Esto pone en evidencia que es necesario continuar trabajando en conocer tales efectos para poder anticiparnos a posibles futuros problemas que reduzcan el rendimiento, el crecimiento, o afecten el desarrollo y/o la resiliencia de los cultivos. Incluso donde no se encontró una tendencia clara, es esperable que estos residuos afecten la resiliencia de los cultivos, es decir su capacidad de absorber perturbaciones, sin alterar su condición original, dejándolos más expuestos a factores de estrés ambiental. Asimismo, se observó que los efectos aparecieron en forma variable entre regiones y entre ambientes productivos, lo que sugiere que el conocimiento a desarrollar debería ser específico o local, para cada caso en particular.

En cuanto al efecto sobre los bioindicadores, se observó que la susceptibilidad a *carry over* de herbicidas diferiría entre cultivos. La cebada fue siempre más susceptible que el trigo. Por otro lado, no fue posible asociar mermas en el rendimiento según los principios activos encontrados -o no- en el suelo, donde se encontraban implantados los cultivos bioindicadores.

Con respecto a los ingredientes activos que fueron evaluados, aparece como necesario conocer los mecanismos de degradación de los productos en el suelo al momento de elegir la estrategia para el manejo de malezas problema. En la mayor parte de los casos, la degradación depende no solo de las características del ambiente a nivel de suelo, sino también de las condiciones climáticas (sobre todo precipitaciones y temperatura) las que, sin lugar a dudas, deberían ser consideradas, registradas y analizadas desde el momento de aplicación de herbicidas residuales para mejorar la comprensión de sus efectos en los cultivos siguientes. Además, sería interesante usar distintos mecanismos de acción en los planteos productivos, de manera tal de disminuir la acumulación del mismo principios activo o de un mismo mecanismo en el suelo.

Por último, es importante mencionar que la acumulación en el tiempo de herbicidas en el suelo o *carry over* apareció como un problema complejo que afectaría a gran parte de los sistemas productivos del país. Tal como describe la bibliografía en base a experiencias previas, no es posible obtener resultados concluyentes de *carry over* con el análisis de datos correspondientes a una (1) sola campaña. Sin embargo, los resultados preliminares de este estudio permitieron detectar algunos indicadores que pueden servir para tomar precauciones de manejo y definir líneas de acción futuras. El presente informe resumió los principales aprendizajes alcanzados, destacando la importancia y necesidad de continuar trabajando sobre el tema.

Proyecto Malezas CREA

malezas@crea.org.ar

+54 11 4382 2076 int. 233

Sarmiento 1236 – CABA