

ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS DEL KIFIX® EN SUELOS ARROCEROS EN EL ESTE DEL URUGUAY

SALDAIN, N. E. (INIA, Treinta y Tres/URUGUAY – nsaldain@tyt.inia.org.uy), SOSA, B. (INIA Treinta y Tres)

RESUMEN: Un bioensayo con muestras de suelo usando como planta indicadora el sorgo forrajero (SF) fue conducido en el invernáculo. Cuatro series de muestras de suelo fueron evaluadas provenientes de un experimento de secuencia de cultivos que incluía el arroz Clearfield® seguido de un raigrás sembrado después de la cosecha. Posteriormente, en la primavera siguiente sobre los restos vegetales desecados previamente se sembró directamente una variedad de arroz no Clearfield®. El experimento se repitió independientemente en RB (suelo franco arenoso) y en la UEPL (suelo franco limoso) en los años 2008-2009 y 2009-2010. Los muestreos se realizaron a los 0, 14, 30, 60, 90, 120, 180, 300 y 730 días después de la aplicación de 90 + 35 g a.e. ha⁻¹ de imazapir + imazapic en el arroz Clearfield® y en las parcelas correspondientes al testigo (sin imidazolinonas). Las muestras de suelos fueron tomadas a dos profundidades: 0-10 y 10-20 cm. Se detectó inhibición del crecimiento del SF en ambos horizontes en RB, aunque en menor medida en aquel a los 10-20 cm indicando que ocurrió movimiento de los herbicidas. Mientras en el suelo limoso con mayor contenido de materia orgánica de la UEPL, los herbicidas no estarían disponibles o se habrían degradado en mayor proporción dado que provocaron menos muestreos con inhibición del crecimiento del SF. La mayor disponibilidad de imazapir + imazapic en los suelos franco arenosos con menor contenido de materia orgánica podrían presentar mayor potencial de daño para las especies susceptibles.

Palabras claves: persistencia, tipo de suelo, imazapir + imazapic

INTRODUCCIÓN

El advenimiento de la tecnología Clearfield® con el uso del herbicida KIFIX® (imazapir + imazapic, relación 3:1) permitió controlar selectivamente el arroz maleza (*Oryza* spp.), especie congénere del arroz cultivado, junto a otras malezas de una manera sencilla y muy práctica.

El imazapir y el imazapic pertenecen a la familia de las imidazolinonas siendo ambos inhibidores de la ALS, enzima que participa en la síntesis de los aminoácidos ramificados leucina, isoleucina y valina. Ambos herbicidas pueden presentar una vida media en el suelo superior a los 100 días lo que indicaría que tienen el potencial de interferir con los cultivos subsiguientes en la rotación con el arroz (SENSEMAN, 2007).

La disipación en el suelo de estos herbicidas es dependiente de la actividad microbiana, de manera que su degradación es afectada por factores como el contenido de materia orgánica en el suelo, la presencia de oxígeno, la humedad, la temperatura, el pH de la solución del suelo y la textura (SHANER, et al., 2000 y VAN ACKER, 2005).

La alfalfa (*Medicago sativa*) y el raigrás (*Lolium multiflorum*) sembradas después del maíz IMI[®] redujeron su productividad (ALISTER et al., 2005), mientras que la siembra de raigrás y de trébol rojo (*Trifolium pratense*) después del arroz Clearfield[®] también fueron afectadas negativamente, especialmente cuando el contenido de arena fue mayor al 50% (SALDAIN, 2012).

El uso de la Tecnología Clearfield[®] en el cultivo de arroz está asociada a la inundación temprana para activar el herbicida en el suelo y complementar el control lo que podría promover una mayor persistencia de los componentes del KIFIX[®] (SALDAIN, 2007).

El objetivo del presente trabajo, fue determinar el crecimiento del sorgo forrajero (SF) como planta indicadora en un bioensayo con suelo sin la presencia de residuos de imazapir + imazapic y con suelo que contenía residuos de los mismos como manera de evaluar la actividad biológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Un experimento de secuencia de cultivos fue conducido de manera independiente en 2008-2009 y en 2009-2010. Los sitios fueron: Río Branco (RB) en un suelo Planosol Dístico Ócrico con textura franco arenoso y en la Unidad Experimental del Paso de La Laguna (UEPL) en un suelo Solod Melánico Ócrico con textura franco limoso. La secuencia consistió de un arroz Clearfield[®] seguido de raigrás sembrado a la semana de la cosecha. En la primavera siguiente sobre los restos vegetales previamente desecados se sembró directamente una variedad de arroz no Clearfield[®].

Los tratamientos herbicidas usados en la secuencia fueron: un testigo con aspersión de herbicidas que no fueran imidazolinonas y los otros tratamientos fueron 90 + 35 y 180 + 70 g a.e. ha⁻¹ de imazapir + imazapic aplicados en postemergencia. Cinco días después de la aspersión, se inundaron las parcelas con una lámina permanente de agua en función del desarrollo del arroz.

Para la realización del bioensayo en el invernáculo, se muestrearon simultáneamente las parcelas del testigo y aquellas a las que se les habían aplicado la dosis más baja de imazapir + imazapic. Los momentos de muestreo fueron a los 0, 14, 30, 60, 90, 120, 180, 300 y 730 días después de la aspersión de los tratamientos. Se tomaron seis submuestras de 2,5 cm de diámetro por 10 cm de longitud por parcela a dos profundidades: 0-10 y 10-20 cm. Se secaron en estufa por debajo de 38°C con remoción del aire, congelándose posteriormente para su almacenamiento en un freezer a -25°C.

Con las seis submuestras por parcela, se realizó una muestra compuesta y se molió, distribuyendo el suelo obtenido en cuatro cubitos de 6,5 x 6,5 cm de lado por 5,5 cm de altura. Se sembraron 2 semillas de SF (*Sorghum bicolor* x *S. sudanensis*) cv. ACA 764 por cubito, dejándose una plántula a los 5 días de la siembra. Se les suministró riego por la base de los cubitos y con 3 hojas se le agregó nitrógeno a razón de 46 kg ha⁻¹ en forma de urea. Se cultivó el SF hasta las cuatro semanas después de la siembra (4SDS) en las muestras tomadas a los 0-10 cm y hasta 5SDS en aquellas correspondientes a los 10-20 cm de profundidad. Se midieron la altura de cada planta desde el suelo hasta la punta de la hoja más larga y el peso fresco cortando al ras del suelo. Los tratamientos se dispusieron en bloques al azar con seis repeticiones.

El análisis estadístico se realizó para cada uno de los momentos de muestreo usando los datos de los dos años de evaluación por profundidad de muestreo para cada sitio. Se usaron los procedimientos Proc Mixed, macros y otros procedimientos del paquete estadístico SAS Institute Inc. Carey, NC, USA. v. 9.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico detectó interacción entre los tratamientos y el año de recolección de las muestras de suelo para la mayoría de los muestreos en las variables estudiadas. Al mostrar menor variabilidad, se presentan los resultados obtenidos de altura de la planta de SF para las profundidades de 0-10 cm (Figura 1) y de 10-20 cm (Figura 2) por año para cada sitio.

Para la profundidad de 0-10 cm en RB con un suelo franco arenoso (47% y 48% de arena en 2008-2009 y 2009-2010; respectivamente), el crecimiento del SF fue significativamente inferior cuando se usó el suelo con imazapir + imazapic comparado con el testigo en todos los muestreos según la prueba de Fischer ($P \leq 0,05$) independientemente del año considerado. A los 300 DDA, la diferencia entre los tratamientos en el año 2009-2010 es mayor que en el año 2008-2009 (33,8 vs 25,5 cm). Sin embargo en la UEPL con un suelo franco limoso (46% de limo en los dos años), no se detectó una reducción significativa del crecimiento después de los 14 DDA para el año 2008-2009, mientras que solamente se observó a los 0 y 90 DDA para el año 2009-2010.

Para la profundidad de 10-20 cm en RB, el suelo contenía 50 y 45% de arena en el año 2008-2009 y 2009-2010; respectivamente. Se detectaron significativamente reducciones en el crecimiento del SF en los muestreos de los 14, 30 y desde los 90 hasta los 180 DDA para el año 2008-2009, mientras que aquel fue afectado significativamente en todos los muestreos del año 2009-2010. En los suelos usados en la UEPL con 43% y 45% de limo para los años 2008-2009 y 2009-2010; respectivamente, se detectaron únicamente reducciones significativas en el crecimiento del SF a los 60 DDA para el año 2008-2009 y a

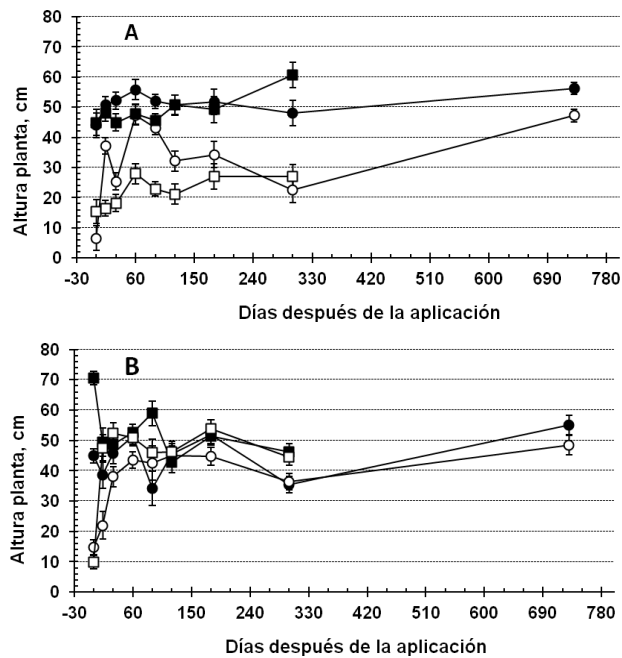


Figura 1. Altura de la planta del sorgo forrajero (cm) a las 4SDS para la mezcla de imazapir + imazapic a 0 + 0 (●=2008-09; ■=2009-10) y 90 + 35 g a.e. ha⁻¹ (○=2008-09; □=2009-10) correspondiente a los momentos de muestreo estudiados para la profundidad de 0-10 cm en función del año de recolección. A: RB (franco arenoso) y B: UEPL (franco limoso). Villa Sara, 2010. Los círculos y cuadrados representan la media ± EE (n=6), 4SDS=cuatro semanas después de la siembra.

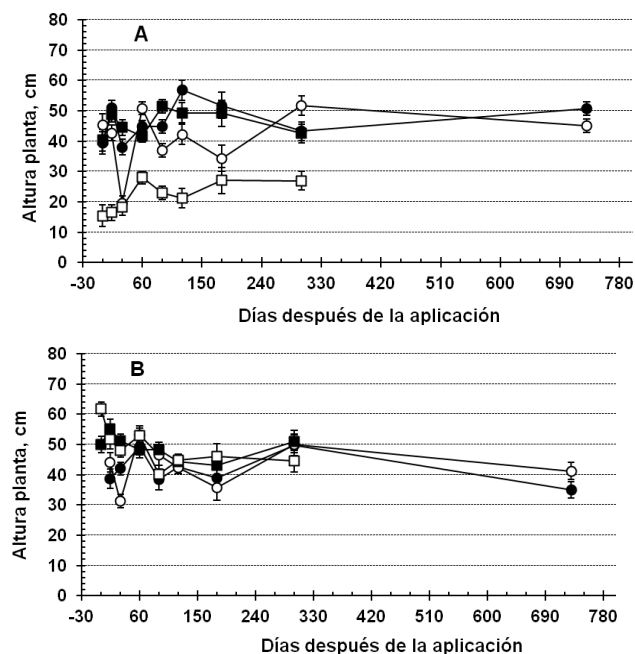


Figura 2. Altura de la planta del sorgo forrajero (cm) a las 5SDS para la mezcla de imazapir + imazapic a 0 + 0 (●=2008-09; ■=2009-10) y 90 + 35 g a.e. ha⁻¹ (○=2008-09; □=2009-10) correspondiente a los momentos de muestreo estudiados para la profundidad de 10-20 cm en función del año de recolección. A: RB (franco arenoso) y B: UEPL (franco limoso). Villa Sara, 2010. Los círculos y cuadrados representan la media ± EE (n=6), 5SDS=cinco semanas después de la siembra.

los 90 DDA para el año 2009-2010.

Los suelos con mayor contenido de arena tenían menos materia orgánica que podría haber dejado más herbicida disponible en la solución del suelo y moverse por debajo de los 10 cm cuando transcurre la inundación en el cultivo de arroz. El hecho que se detectará inhibición del crecimiento del SF en ambos horizontes en RB, aunque en menor medida en aquel a los 10-20 cm, sugiere el movimiento hacia abajo. Mientras que en el suelo limoso con mayor contenido de materia orgánica de la UEPL, los herbicidas no estarían disponibles o se habría degradado en mayor proporción. Lo observado concuerda con la determinación por medios analíticos de un perfil de acumulación de los residuos del imazetapir hacia la base del horizonte superficial cuando el arroz Clearfield® se cultivó bajo siembra directa (KRAEMER, 2009).

CONCLUSIONES

El uso del imazapir + imazapic en el arroz Clearfield® tiende a dejar residuos que persisten con actividad biológica para las especies susceptibles, siendo mayor la disponibilidad en los suelos franco arenosos con menor contenido de materia orgánica y por lo tanto con mayor potencial de daño.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) la financiación parcial de las actividades reportadas en el presente resumen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALISTER, C. et al. Efficacy of imidazolinones herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover effect on rotational crops. **Crop Protection**, v.24, p.375-379, 2005.

KRAEMER, A.F. et al. Lixiviação do imazethapyr em solo de várzea sob dois sistemas de manejo. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1660-1666, 2009.

SALDAIN, N.E. et al. Efecto del KIFIX® (imazapir + imazapic) asperjado en el arroz Clearfield® sobre las plantas forrajeras subsiguientes en el este del Uruguay. Capítulo 5 p32-37. **SAD 686 Arroz Resultados Experimentales 2011-2012**. Treinta y Tres, 2012.

SALDAIN, N.E. Efecto de la dosis de Ki + Fix (BAS 714 H) bajo distintos manejos del riego en el control del arroz rojo. Capítulo 5 p25-32. **SAD 502 Arroz Resultados Experimentales 2006-2007**. Treinta y Tres, 2007.

SHANER, D. et al. **The imidazolinone herbicides**. CRC Press. 2000.

SENSEMAN, S.A. **Herbicide Handbook, Ninth Edition**. Weed Science Society of America, 2007.

VAN ACKER, R.C. Soil Residual Herbicides: Science and Management. **Topics in Canadian Weed Science Volume 3**. Canadian Weed Science Society, 2005.