

COMPORTAMIENTO DE HERBICIDAS PREEMERGENTES EN ARROZ: CLOMAZONE Y PENDIMETALINA EN INIA MERÍN

C. Marchesi¹

PALABRAS CLAVE: capín, inhibidor de división celular, inhibidor de síntesis de carotenoides

INTRODUCCIÓN

Los rendimientos de arroz en el país son muy elevados, con uno de los promedios más altos a nivel mundial (8,3 t/ha). Dentro de los manejos requeridos para alcanzar dichos rendimientos, el control de malezas desde etapas muy tempranas es condicional. Las pérdidas de rendimiento que el capín *-Echinochloa spp.-* principal maleza de nuestros sistemas puede ocasionar, se encuentran entre un 50 y un 80% (Marchesi y Lavecchia, 2011). Entre otros factores, se destaca la importancia de utilizar la rotación de arroz con otros cultivos y pasturas en el sistema, para reducir las poblaciones de malezas y diversificar la posibilidad de uso de herbicidas con diferentes modos de acción. Dentro de las estrategias de control químico en el cultivo de arroz, es muy relevante el uso de herbicidas en preemergencia (PRE) (Andres *et al*, 2013), para que el cultivo se inicie en óptimas condiciones, sin competencia. En la actualidad, la opción PRE mayormente utilizada es el clomazone, herbicida inhibidor de la síntesis de pigmentos carotenoides (grupo 13 según HRAC y WSSA, 2020). Es muy eficaz, pero presenta problemas asociados a su muy alta presión de vapor, que lo hace muy susceptible a volatilización y deriva, siendo potencialmente dañino para otros cultivos o pasturas próximos (Villalba *et al.*, 2016 y 2018). El clomazone puede provocar daños a las plántulas de arroz, según

la dosis que se utilice, la susceptibilidad de los cultivares, el tipo de suelos, y las condiciones climáticas que sucedan posterior a la aplicación (Saldain y Marchesi, 2012). Hay algunas referencias de que el cultivar INIA Merín, el de mayor superficie actual en Uruguay, es algo más susceptible al clomazone que sus predecesores. Por otro lado, se ha hecho disponible en el mercado la pendimetalina, molécula que pertenece al grupo de los inhibidores del ensamblaje de microtúbulos (grupo 3). Cuenta con una presión de vapor muy baja, lo cual lo hace no volátil, minimizando el riesgo de deriva. Dicho producto puede ser una alternativa interesante para alternar herbicidas en PRE, o mezclar, siempre apuntando a un muy buen control y disminuir el riesgo de evolución de resistencia. Al estudiar la pendimetalina (formulación CS), se incluye la evaluación en distintos momentos de aplicación previo a la emergencia. Esto es porque, según información de USA (Kendig, 2017), si las semillas de arroz se embeben con este herbicida, el riesgo de daño a las pequeñas plántulas puede ser importante. La recomendación de uso en otros países (USA), es de aplicarlo 7-10 días luego de la siembra para asegurarse de que el arroz haya “movido” la semilla antes de que el herbicida esté disponible, de forma de evitar su absorción y potencial daño.

El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar el efecto de la pendimetalina en el control de *echinochloas*, y sobre la implantación, desarrollo y rendimiento de arroz, tanto individual como en mezcla con clomazone, y en aplicaciones PRE y PREDEM.

¹ Ing. Agr. M.Sc., Ph.D., INIA. Programa Nacional de Investigación en Producción de Arroz. cmarchesi@inia.org.uy

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en las zafras 2018-2019 y 2019-2020 en la zona norte (Artigas), sobre suelos arcillosos de alta fertilidad (con un contenido de arcilla de 40%), en chacras proveniente de una rotación arroz-pasturas de baja intensidad. Se realizó un laboreo reducido en el otoño, se aplicó un herbicida total (glifosato) en setiembre, y se instalaron los experimentos con siembra directa sobre taipas. No se sembró semilla de capín de ninguna de las especies importantes, y se trabajó con la infestación presente en el sitio. Se utilizó un cultivar *indica* de ciclo largo, INIA Merín. Las siembras se realizaron el 8/10/18 y el 26/09/19 en parcelas de 2,5 m x 8 m, con una densidad de 488 semillas/m²

de arroz, y fertilizando acorde al análisis de suelo (NPK según Fertiliz-Arr, www.inia.org.uy). Las aplicaciones en PRE se cumplieron el mismo día de la siembra, y la PRE DEM, 7 días luego de la misma. Las aplicaciones se realizaron con una fumigadora de mochila presurizada con CO₂ (Herbicat, www.herbicat.com.br), con una barra de 2 m de ancho operativo, utilizando picos de abanico plano (Teejet 8002, Spraying Systems Co.), aplicando 110 l/ha a 200 kPa. Las aplicaciones se llevaron a cabo temprano en la mañana, evitando momentos de altas temperaturas y viento. Los herbicidas utilizados fueron clomazone (480 g ia/l), y pendimetalina (455 g ia/l), en formulaciones CE y CS, respectivamente, y el detalle de las dosis y mezclas, se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Detalle de los tratamientos de herbicida utilizados. Artigas, zafras 18/19 y 19/20.

| Tratamientos | Herbicidas y momento | Dosis g ia/ha ¹ | Dosis PC l/ha ² |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | Testigo sin aplicación | 0 | 0 |
| 2 | clomazone PRE | 480 | 1 |
| 3 | clomazone PRE DEM | 480 | 1 |
| 4 | pendimetalina PRE | 1365 | 3 |
| 5 | pendimetalina PRE DEM | 1365 | 3 |
| 6 | pendimetalina PRE DEM | 2275 | 5 |
| 7 | clomazone + pendimetalina PRE | 384 + 910 | 0,8 + 2 |
| 8 | clomazone + pendimetalina PRE DEM | 384 + 910 | 0,8 + 2 |

¹ gramos de ingrediente activo por hectárea; ² producto comercial en litros por hectárea.

La inundación del cultivo se estableció entre los 21 y 30 días después de la emergencia (DDE), previa aplicación de urea. Se evaluó la implantación de arroz, la población de capín presente a los 10 DDE, las alturas de planta de arroz a los 30 DDE y previo a la cosecha, y una evaluación fenotípica de daño. La colecta se realizó con una cosechadora Foton LOVOL, en un área de 16 m² (2 m x 8

m) por parcela, corrigiéndose los rendimientos a 13% de humedad. El diseño del experimento fue en BCA, con tres repeticiones, y para el análisis estadístico se utilizó Infostat aplicando modelos mixtos y ANOVA, separando las medias por la prueba de la mínima diferencia significativa (MDS) 5%. Además, se realizaron contrastes ortogonales entre los tratamientos de mayor interés.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el análisis primario (2 años), el efecto más relevante fue el “año”, por lo que se presentan los resultados en forma independiente (Cuadro 2). Las condiciones climáticas predominantes en la zafra 2019-2020, resultaron en excelentes rendimientos y mínimas diferencias entre los tratamientos de herbicidas aplicados. La implantación de INIA Merín no tuvo inconvenientes bajo ninguno de los tratamientos utilizados, siendo superadas las 250 plantas/m². En las situaciones que

se detectó alguna diferencia (2019-2020), ésta fue a favor del uso de clomazone o pendimetalina en PREDEM vs PRE (P=0,048 y P=0,0029, respectivamente). Respecto al control de la maleza evaluado temprano, hay importantes diferencias entre años. En 2018-2019 no se logró un buen control, excepto con pendimetalina o la mezcla en PRE, mientras que en 2019-2020, hubo una respuesta importante de todos los herbicidas respecto al testigo (P=0,0015). No se observaron diferencias en el crecimiento del cultivo, evaluado como altura de arroz a 30 DDE y a cosecha, y evaluación fenotípica a 30 DDE (datos no mostrados).

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos herbicidas en la población de INIA Merín, el control del capín, el crecimiento y el rendimiento de arroz. Artigas, zafra 2018-2019 y 2019-2020.

| Herbicida-Momento-l/ha | Población arroz | | Control 10 DDE | | Altura planta a cosecha | | | | Rendimiento t/ha | |
|----------------------------------|-----------------|-------------|----------------|-------------|-------------------------|------------|------------|------------|------------------|-------------|
| | 18-19 | 19-20 | 18-19 | 19-20 | 18-19 | 19-20 | 18-19 | 19-20 | 18-19 | 19-20 |
| Testigo | 344 | 318 | 66 | 67 | 43 | 40 | 99 | 78 | 9,5 | 11,5 |
| Clomazone PRE-1 | 322 | 300 | 52 | 11 | 41 | 41 | 96 | 86 | 10,1 | 12,2 |
| Clomazone PREDEM-1 | 319 | 341 | 78 | 37 | 41 | 39 | 97 | 79 | 10,2 | 12,7 |
| Pendimetalina PRE-3 | 294 | 281 | 24 | 13 | 42 | 38 | 98 | 79 | 10,5 | 12,1 |
| Pendimetalina PREDEM-3 | 334 | 350 | 66 | 5 | 45 | 37 | 98 | 80 | 9,7 | 10,9 |
| Pendimetalina PREDEM-5 | 326 | 304 | 60 | 0 | 43 | 38 | 96 | 77 | 10,6 | 12,9 |
| Clom 0,8 + Pend PRE-2 | 341 | 326 | 25 | 37 | 43 | 41 | 98 | 83 | 11,2 | 11,6 |
| Clom 0,8 + Pend PREDEM-2 | 312 | 283 | 76 | 11 | 41 | 39 | 98 | 80 | 10,6 | 12,4 |
| <i>MDS (α=0,05)</i> | <i>41,5</i> | <i>40,9</i> | <i>40,6</i> | <i>36,1</i> | <i>3,7</i> | <i>3,6</i> | <i>3,0</i> | <i>6,5</i> | <i>0,89</i> | <i>2,16</i> |
| Contrastes | p-value | | | | | | | | | |
| Efecto “herbicida” | ns | * | ns | * | ns | ns | ns | ns | * | ns |
| Clomazone vs pendimetalina | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Mezclas herbicidas vs herbicidas | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ** | ns |
| Clomazone PRE-1 vs PREDEM-1 | ns | * | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns | ns |
| Pend PRE-3 vs PREDEM-3 | ns | ** | * | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Pendimetalina PREDEM-3 vs 5 | ns | * | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Herbicidas vs testigo | ns | ns | ns | ** | ns | ns | ns | ns | * | ns |

ns = no significativo; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,0001

En cuanto a los rendimientos en grano, en 2018-2019 se manifestó una diferencia a favor de todos los tratamientos herbicidas superando al testigo sin aplicación ($P=0,0125$), que no se repitió en la siguiente zafra, en que todos los rendimientos fueron muy elevados (promedio=12 t/ha). En 2018-2019 se obtuvo además una ventaja del uso de la mezcla clomazone + pendimetalina, sobre el uso individual de cualquiera de ellos ($P=0,0122$), independiente del momento de aplicación (PRE o PRE DEM). Este resultado es de especial interés ya que estaría alineado con el concepto de diversificar opciones de control, con la mezcla de principios activos diferentes para un mismo objetivo, en este caso, el control de *Echinochloa* spp. Resulta auspicioso, además, que incluso el tratamiento con dosis elevada de pendimetalina en este tipo de suelos, que simula un error en la aplicación, no resultó perjudicial para la obtención de altos rendimientos.

CONCLUSIONES

El uso de la pendimetalina formulación H₂O en PRE o PREDEM no altera la implantación del arroz, en suelos arcillosos de alta fertilidad. Tampoco el crecimiento del cultivo se ve afectado durante su ciclo, logrando excelentes rendimientos en grano.

En la zafra que se dieron diferencias entre rendimientos, las mismas fueron a favor de la mezcla de ambos herbicidas (pendimetalina + clomazone), aplicado tanto en PRE como en PRE DEM. Este hecho nos asegura que podemos trabajar con ambos principios activos con un doble objetivo: un buen control de malezas y enlentecer la posible evolución de resistencia de las malezas a los herbicidas.

Queda pendiente ampliar el estudio a situaciones de suelos más livianos y de menor fertilidad, donde el uso de preemergentes debe de hacerse con mayores cuidados.

BIBLIOGRAFÍA

Andres, A.; Concenco, G.; Theisen, G.; Vidotto, F.; Ferrero, A. 2013. Selectivity and weed control efficacy of pre- and post-emergence applications of Clomazone in Southern Brazil. *Crop Protection*, 53:103-108.

Kendig, A. 2019. Delayed Pre “Trick” Programs For Rice Weed Control. Rice Weed 101, University of Missouri Extension. 2019. Disponible en: <http://agebb.missouri.edu/murice/research/weedcont/art5.php> . Acceso en 07 jun 2019.

Marchesi, C.; Lavecchia, A. 2011. Evaluación de herbicidas para el control de capin en las zonas Norte y Centro In: INIA (Ed.), Presentación Resultados Experimentales de Arroz 2010-2011. Tacuarembó: INIA, p.12-23 (INIA Serie Actividades de Difusión 652)

Saldain, N., Marchesi, C. 2012. Evaluación del Clomazone microencapsulado en el control del capin In: INIA Ed. Arroz: Resultados Experimentales 2011-12. Treinta y Tres: INIA Treinta y Tres, cap. 5, p. 3-8 (INIA Serie Actividades de Difusión 686)

Villalba, J.; Besil, N.; Rezende, S.; Collazo, M.; Cesio, V. 2018. Deposition of Clomazone in cultivation of rice and volatilization posterior to the application, in: INIA Ed. Arroz 2018. Montevideo: INIA, p. 70-72 (INIA Serie Técnica 246).

Villalba, J., Collazo, M., Besil, N., Rezende, S., Cesio, V. 2016. Clomazone: factores afectando la volatilización y su manejo, in: INIA Ed. Presentación Resultados Experimentales de Arroz 2015-2016. Montevideo: INIA, p. 29-32. (INIA Serie Actividades de Difusión 766)