

XIV Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, Valencia, 2013**Efecto de la dosis de rimsulfuron y la densidad de infestación sobre poblaciones de *Sorghum halepense* en maíz**

J. Barroso*^a, B.D. Maxwell*, C. Fernández-Quintanilla**, D. Andújar**, C. San Martín**, J. Dorado**

* Montana State University, 59717 Bozeman, MT (USA),

^a judit.barroso@montana.edu

** Instituto de Ciencias Agrarias (CSIC), Serrano 115B, 28006 Madrid

Resumen: De cara a estimar el efecto a corto y largo plazo del manejo localizado con dosis variables de herbicida, se evaluaron los principales procesos demográficos de *Sorghum halepense* (“cañota”) en relación a su densidad y a la aplicación de un herbicida específico. Se ensayaron varias dosis de rimsulfuron (desde 0 hasta la dosis recomendada en la etiqueta del producto) y varias densidades de cañota (desde 0 hasta 100 plantas m⁻²). En este estudio no se observaron eficacias mayores del herbicida en densidades bajas de infestación de cañota. Estos resultados sugieren que se debería aplicar la misma dosis de rimsulfuron independientemente de la densidad de cañota. El mayor porcentaje de control se obtuvo con la dosis recomendada en la etiqueta del producto, aunque dicha dosis no garantizó una disminución de la densidad de infestación en el siguiente año, cuando la densidad de cañota procedente del año anterior fue menor de 30 plantas m⁻².

Palabras clave: cañota, densidad de mala hierba, dosis variable de herbicida, porcentaje de control.

1. INTRODUCCIÓN

El *Sorghum halepense* L. (cañota) es una mala hierba perenne muy problemática en maíz debido fundamentalmente a su alta capacidad competitiva. Su gran vigor vegetativo y su alta capacidad reproductiva, tanto por semillas como por rizomas, le confieren dicha característica. El control de cañota en monocultivo de maíz se basa fundamentalmente en el empleo de herbicidas de post-emergencia (nicosulfuron, foramsulfuron, rimsulfuron). Estos productos aplicados a las dosis recomendadas han demostrado realizar un control adecuado de esta especie (Damalas & Eleftherohorinos, 2001; Baghestani *et al.*, 2007).

Desde un punto de vista tanto económico como medioambiental, una forma adecuada de reducir el uso de estos productos consistiría en la aplicación localizada sobre los rodales de esta mala hierba, la cual ha demostrado estar distribuida espacialmente de forma agregada (Andújar *et al.*, 2011). Otra alternativa sería reducir la cantidad de herbicida a aplicar mediante el uso de dosis variables. El empleo de dosis variable (Lutman & Miller, 2007), consiste en aplicar las dosis altas para controlar rodales con alta densidad, mientras que las dosis reducidas se utilizan para controlar zonas del campo con baja densidad de malas hierbas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de diferentes densidades de cañota a diferentes dosis de rimsulfuron. Específicamente, se evaluó el efecto del herbicida sobre diferentes parámetros de esta especie (índice de supervivencia, producción de semillas,

producción de biomasa y producción de yemas de rizoma) y sobre la infestación de esta especie en la siguiente campaña. Asimismo, también se evaluó el efecto conjunto de la dosis de herbicida y la densidad de cañota sobre el rendimiento del maíz.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante 2009 y 2010 en la finca experimental La Poveda (Arganda del Rey, Madrid). En ambos años el experimento se estableció en dos zonas libres de cañota. El diseño experimental fue un split-plot con 3 repeticiones, donde cada bloque (13,5 m × 2,5 m) incluía los siguientes tratamientos distribuidos al azar: i) factor principal, dosis de rimsulfuron (Titus®, DuPont Ibérica S.L., 250 g kg⁻¹) = 0X, 0,25X, 0,5X, y 1X (la dosis completa X = 12,5 g ha⁻¹); ii) factor secundario, densidad de cañota = 0, 5, 20, 50, y 100 plantas m⁻². Las parcelas experimentales de 2,5 m de largo en dirección a las líneas de cultivo y 1.5 m de ancho perpendicular a las líneas de cultivo, incluían 3 líneas de maíz.

El establecimiento y manejo del cultivo de maíz se realizó de acuerdo a las prácticas habituales de la zona. La siembra se realizó con una densidad de 80.000 plantas ha⁻¹ y una separación entre líneas de 0,75 m a principios de abril. Coincidiendo con la siembra del maíz, se sembraron las diferentes densidades de cañota utilizando fragmentos de rizoma que contenían dos nudos por fragmento. El herbicida rimsulfuron se aplicó cuando el cultivo tenía 5 hojas en el primer año y 3-4 hojas en el segundo año, usando un pulverizador de 3 m de ancho con boquillas de chorro plano Hardi ISO F 02 amarilla (caudal = 200 L ha⁻¹; presión = 2 bar; velocidad = 4 km h⁻¹) a mediados de mayo. El resto de malas hierbas en la zona del ensayo se eliminó mediante escardas manuales periódicas.

La densidad de cañota se evaluó en cuatro momentos, unos días antes de la aplicación del herbicida, 3 semanas después de la aplicación de herbicida (3SDH), en el momento de la cosecha y en la primavera siguiente en los dos años que se repitió el ensayo, usando marcos de 1 m × 0,5 m en las parcelas de alta infestación (50 y 100 plantas m⁻²), o bien todo el espacio interlínea de maíz (0,75 m × 2,5 m) en las parcelas de moderada infestación (20 plantas m⁻²) y el área de toda la parcela (1,5 m × 2,5 m) en aquellas de baja infestación (5 plantas m⁻²). En el momento de la cosecha, además de la supervivencia de las plantas también se estimó la biomasa y la producción de semillas. El rendimiento del maíz se determinó mediante la recolección manual de la línea central de cultivo de cada parcela y la producción de rizomas se estimó mediante su extracción cavando el suelo en 0,5 m × 0,5 m a una profundidad de 0,3 m.

El efecto de las diferentes dosis de herbicida sobre diferentes procesos demográficos de cañota, así como sobre la infestación en la siguiente campaña, se analizó mediante regresiones no lineales con el software R (R v. 2.11, 2010), en concreto con funciones asintóticas del tipo $Y = Y_m * e^{-f \text{Density}}$, donde Y_m es el valor máximo de la variable dependiente (Lindquist *et al.*, 1995). Cuando la variable dependiente fue significativa con el efecto del herbicida, el parámetro ' Y_m ' se sustituyó por una curva dosis-respuesta similar a la descrita por Streibig *et al.* (1993). La relación entre el rendimiento de maíz y la densidad de cañota se exploró con una función hiperbólica $Y = Y_{\max} (1 - c \text{Densidad} / (1 + c \text{Densidad} / a))$ (Cousens, 1985), sustituyendo el parámetro 'a' por una curva dosis-respuesta.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. *Procesos demográficos de la cañota.* El índice de supervivencia 3SDH y en la cosecha fueron diferentes dependiendo del año, siendo mayores en 2009 que en 2010. El índice de supervivencia 3SDH disminuyó con el aumento de la dosis de rimsulfuron, pero no con la densidad de cañota en ambos años. Sin embargo, al final del ciclo, la supervivencia de cañota resultó ser dependiente de la densidad en ambos años y con el herbicida en 2010. Con la dosis de rimsulfuron recomendada, el índice de supervivencia al final del ciclo varió desde 0,47 a 0,39 con una densidad de 5 y 100 plantas m^{-2} , respectivamente, y con dosis 0 de herbicida varió desde 1,18 hasta 0,98 para 5 y 100 plantas m^{-2} , respectivamente (Fig. 1a). Contrariamente a lo observado para otras especies de malas hierbas y herbicidas (Pannacci & Covarelli, 2009; Liebman *et al.*, 2008), el efecto del rimsulfuron fue ligeramente mayor sobre altas densidades de cañota. Este hecho se pudo deber a la competencia intra-específica de esta especie, que unida al efecto del herbicida, podría haber causado una peor recuperación de las plantas de cañota cuando éstas se desarrollan en alta densidad respecto a cuando lo hacen en baja densidad.

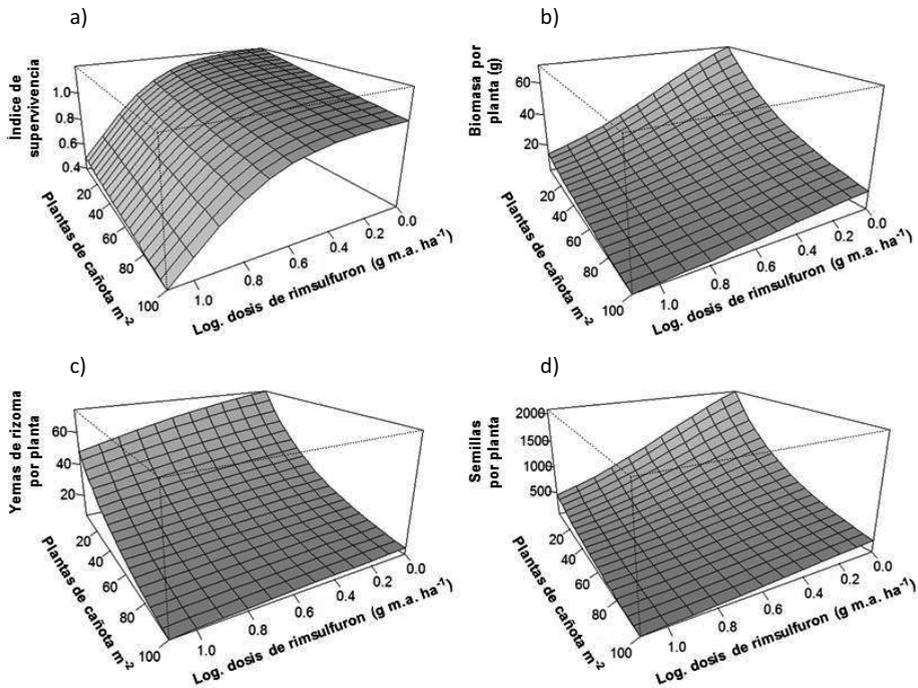


Figura 1. Efecto de la dosis de rimsulfuron y de la densidad de cañota sobre: **a)** el índice de supervivencia de la especie, **b)** la biomasa por planta, **c)** el número de yemas de rizoma por planta y **d)** el número de semillas por planta.

El número de semillas por planta, yemas de rizoma por planta y biomasa por planta no fueron diferentes con el año pero sí con la dosis de rimsulfuron y la densidad de cañota, decreciendo cuando la dosis de rimsulfuron y la densidad de cañota aumentaban (Fig. 1b, 1c y 1d). El número

de semillas por planta y la biomasa por planta fueron los dos procesos demográficos más afectados por la dosis de rimsulfuron, mientras que la supervivencia final de la planta y el número de yemas de rizoma por planta mostraron menores efectos al tratamiento con rimsulfuron. El número de semillas por planta se redujo un 37,8%, 61,2% y 78,6% con dosis 0,25, 0,5 y 1X, respectivamente. Sin embargo, de acuerdo a nuestras estimaciones, hubiera sido necesario el doble de la dosis completa para reducir a la mitad la cantidad de yemas de rizoma por planta. Si bien el rimsulfuron parece tener un efecto mayor sobre el número de semillas que sobre el número de yemas de rizoma, la densidad de planta influyó de forma similar en ambos procesos, al igual que en el desarrollo de biomasa, observándose una rápida disminución en la producción de semillas, rizomas y biomasa según aumentaba la densidad de esta mala hierba (Fig. 1b, 1c, 1d). El número de yemas por planta, sin dosis de herbicida, disminuyó desde 73 para una densidad de 5 plantas m^{-2} hasta 10 para una densidad de 100 plantas m^{-2} (Fig. 1c).

Un tratamiento herbicida se considera efectivo no sólo cuando es capaz de prevenir pérdidas de rendimiento importantes, sino cuando además ayuda a disminuir la infestación en los años siguientes. En nuestra evaluación de la infestación de cañota realizada durante la campaña siguiente, cuyos resultados no fueron diferentes en ambos años, observamos una mayor tasa de crecimiento poblacional (λ = relación entre la densidad de cañota en un año y la densidad de cañota en el año anterior) cuando en la campaña anterior se reducía la dosis de rimsulfuron aplicada y, también, cuando disminuía la densidad de cañota, siendo el efecto de la densidad más marcado que el del herbicida (Fig. 2a). Por ejemplo, la tasa de crecimiento poblacional fue un 95% superior en las parcelas experimentales con densidad previa de 5 plantas m^{-2} respecto a las parcelas con una densidad previa de 100 plantas m^{-2} . En cambio, la tasa de crecimiento poblacional sólo fue un 75% superior en las parcelas con dosis cero de rimsulfuron respecto a las parcelas donde se aplicó la dosis completa de herbicida. Considerando la interacción entre las dos variables, observamos que la dosis completa de herbicida logró disminuir la densidad de infestación ($\lambda < 1$) en la siguiente campaña cuando la infestación de cañota procedente del primer año fue mayor de 30 plantas m^{-2} .

3.2. Rendimiento de maíz. La dosis completa de rimsulfuron fue la única que incrementó de forma significativa el rendimiento de maíz con respecto a las parcelas sin tratamiento herbicida. Sin embargo, aunque ésta dosis aumentó el rendimiento un 145% de media con respecto a las parcelas sin tratamiento herbicida, no pudo evitar pérdidas medias de rendimiento de 6,5% con respecto al control donde el maíz crecía libre de cañota (Fig. 2b). Las pérdidas medias de rendimiento con dosis 0,5 y 0,25 fueron de 17,3% y 24,8%, respectivamente. La densidad de cañota, al igual que la dosis de rimsulfuron también tuvo un efecto muy importante en el rendimiento. En las parcelas sin tratar, densidades de 100 plantas m^{-2} produjeron una disminución del rendimiento de un 48%. Las dosis reducidas de rimsulfuron produjeron menor control de cañota y no evitaron una disminución inaceptable del rendimiento de maíz.

4. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó gracias a la financiación concedida a Judit Barroso con un contrato JAEDoc (CSIC) y una beca Fulbright (Gobierno de España) y gracias al proyecto AGL 2008-04670-C03 (CICYT).

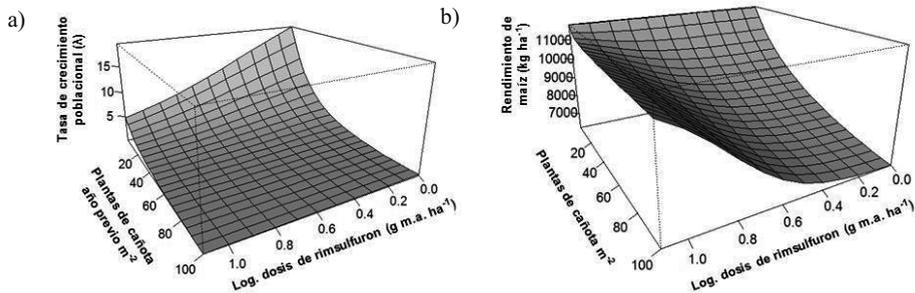


Figura 2. Efecto de la dosis de rimsulfuron y de la densidad de cañota sobre a) la tasa de crecimiento poblacional y b) el rendimiento de maíz.

5. REFERENCIAS

- Andújar D, Ruiz D, Ribeiro A, Fernández-Quintanilla C and Dorado J (2011). Spatial distribution patterns of johnsongrass (*Sorghum halepense*) in corn fields in Spain. *Weed Science*, 59, 82-89.
- Baghestani MA, Zand E, Soufizadeh S, Eskandari A, PouAzar R, Veysi M and Nassirzadeh N (2007). Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection*, 26, 936-942.
- Cousens R (1985). A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology*, 107, 239-252.
- Damalas CA & Eleftherohorinos IG (2001). Dicamba and Atrazine antagonism on sulfonylureas herbicides used for Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 15, 62-67.
- Liebman M, Gibson LR, Sundberg DN, Heggenstaller AH, Westerman PR, Chase CA, Hartzler RG, Menalled FD, Davis AS, and Dixon PM (2008). Agronomic and economic performance characteristics of conventional and low-external-input cropping systems in the central corn belt. *Agronomy Journal*, 100, 600-610.
- Lindquist JL, Maxwell BD, Buhler DD and Gunsolus JL (1995). Modeling the population dynamics and economics of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) control in corn (*Zea mays*)-soybean (*Glycine max*) rotation. *Weed Science*, 43, 269-275.
- Lutman PJW & Miller PCH (2007). Spatially variable herbicide application technology; opportunities for herbicide minimization and protection of beneficial weeds. *Research Review* No. 62, (http://www.hgca.com/document.aspx?fn=load&media_id=3469&publicationId=3824).
- Pannacci E & Covarelli G (2009). Efficacy of mesotrione used at reduced doses for post-emergence weed control in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection*, 28, 57-61.
- R Development Core Team (2005). R: A language and environment for statistical computing, reference index version 2.2.1. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Streibig JC, Rudemo M and Jensen JE (1993). Dose-response curves and statistical models. In JC Streibig and P Kudsk, eds. *Herbicide Bioassay*. pp 29-55. CRC Press, Boca Raton.

Summary: *Effect of rimsulfuron dose and infestation density on Sorghum halepense populations in maize.* In order to assess the potential short and long-term effects of site-specific management with variable herbicide rate, the major demographic processes of S. halepense were quantified in relation to its density and a specific herbicide for this weed. In this study, various doses of rimsulfuron (0 to the recommended dose by the product label) were applied to different densities of S. halepense (0 to 100 plants m⁻²). In this study, higher herbicide efficacy was not observed at low densities, suggesting that the same rimsulfuron dose should be applied regardless of the S. halepense density. The highest percentage of control was obtained with the full rimsulfuron dose. However, it did not guarantee a decrease of the infestation in the following season in the field areas where the initial S. halepense density was lower than 30 plants m⁻².

Keywords: Johnsongrass, weed density, variable herbicide dose, percentage of control.