

Control de malezas y fitotoxicidad en pasturas de leguminosas en la Región Semiárida Central de la Argentina mediante la aplicación pre y post-emergente del herbicida flumetsulam

Garay, J.A.¹; Gerardo, U.A.^{2,3}; Mayer, L.M.¹
¹EEA INTA San Luis; ²FAV-UNRC; ³Corteva Agriscience.



RESUMEN

La presencia de malezas puede desencadenar efectos adversos e irreversibles sobre las pasturas recién implantadas. La actividad de los herbicidas disponibles para evitar estos efectos, está sujeta a condiciones del ambiente climático y productivo, que pueden modificar su eficiencia de control o la fitotoxicidad sobre los cultivos. En la Región semiárida central de la Argentina (RSCA) estas condiciones en general, difieren de aquellas donde la práctica del control químico está más ajustada. En este trabajo se evaluó el control sobre las malezas presentes y la fitotoxicidad en pasturas de alfalfa y trébol de olor amarillo luego de la aplicación pre y post-emergente de distintas dosis del herbicida flumetsulam, solo y en mezclas con 2,4 D,B éster.

Palabras clave: alfalfa, *Medicago sativa*, L., trébol de olor amarillo, *Melilotus officinalis*, L., falso alcanfor, ortiga mansa.

INTRODUCCIÓN

Debido a su contenido de proteína cruda elevado, las pasturas de leguminosas constituyen un recurso forrajero clave para la producción de carne y leche bovinas (Rincón, 2011). Entre dichas especies, la alfalfa (*Medicago sativa*, L.) y el trébol de olor amarillo (*Melilotus officinalis*, L.) se distinguen por su capacidad de adaptación a diferentes ambientes y persistencia (mediante el rebrote y la resiembra, respectivamente) y por contribuir a sostener la estructura y fertilidad de los suelos (Turkington et al. 1978, Guiñazú et al. 2010). Estas características propician su uso en sistemas ganaderos de la Región semiárida central de la Argentina (RSCA), donde las condiciones de crecimiento pueden ser restrictivas y los suelos nutricionalmente pobres (Colazo, 2015).

Dentro del ciclo de vida de una pastura, la implantación y las etapas hasta

aproximadamente 110 días posteriores son críticas para asegurar que su productividad, calidad y persistencia sean elevadas (Montoya, 2017). La presencia de malezas durante dicha ventana de tiempo puede desencadenar efectos adversos e irreversibles sobre la pastura. En la RSCA, la susceptibilidad de los suelos a la erosión hídrica o eólica y a la pérdida de agua por evaporación limita la implementación de labores mecánicas para controlar malezas antes de la implantación. Incluso cuando son implementadas, dichas labores no garantizan su ausencia durante las etapas posteriores. Bajo este escenario y conforme a un programa de manejo integrado, la aplicación de herbicidas durante la implantación de las pasturas representa una de las tácticas válidas para reducir y prevenir la infestación de malezas.

Las malezas presentes en un lote pueden ser eliminadas antes de la siembra de las pasturas mediante la aplicación de herbicidas de acción sistémica o por contacto (glifosato, carfentrazone, paraquat y fluroxipir, entre otros). No obstante, puede ser complementada con una o más aplicaciones en pre-emergencia con herbicidas selectivos y residuales si se procura ampliar el periodo de control y/o el espectro de acción. Otra alternativa para controlar las malezas durante la implantación es efectuar aplicaciones post-emergentes de herbicidas selectivos a partir que la pastura posea al menos 3-5 hojas trifoliadas expandidas al momento de la aplicación (Rainero, 2003). Uno de los herbicidas más difundidos para las pasturas de alfalfa es el flumetsulam (Cibils & García, 2017), de acción sistémica que actúa inhibiendo la enzima acetolactato sintetasa (ALS) (CASAFE, 2015). Este producto ofrece versatilidad en cuanto a oportunidad de uso, pudiendo ser aplicado tanto en pre como post-emergencia de las pasturas con efectos fitotóxicos aparentemente ligeros (Anderson, 2001). Sin embargo, la información experimental es sumamente escasa respecto a su desempeño en

el control de malezas y su fitotoxicidad para cultivos bajo dosis y oportunidad de aplicación variables.

El objetivo de este trabajo fue evaluar (i) los niveles de control sobre las malezas presentes en pasturas monofíticas de alfalfa y trébol de olor amarillo, y (ii) la fitotoxicidad sobre los cultivos ante la aplicación pre o post-emergente de distintas dosis del herbicida flumetsulam en la RSCA.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un predio del INTA ubicado en la RSCA (Villa Mercedes, San Luis, 33° 39' S, 65° 22' O), durante el año 2009 se condujeron experimentos a campo sobre pasturas monofíticas de alfalfa y trébol de olor amarillo bajo condiciones de secano. Los experimentos se situaron sobre un suelo Haplustol Éntico de la serie Villa Reynolds con un perfil A-AC-C de textura franco arenosa (contenido de materia orgánica del horizonte A=1,5 %; pH= 6,0 - 7,5). Antes o después de la emergencia de cada pastura se apli-

caron tratamientos químicos diferentes (Tn) basados en dosis crecientes del herbicida flumetsulam en preemergencia y en postemergencia solo y en mezcla con el herbicida hormonal 2,4 D,B éster (100%) (Cuadro 1).

Los experimentos se instalaron sobre un lote con una historia agrícola breve (2 años) dentro de un abra del bosque de caldén (Prosopis caldenia Burkart) (Cabrera, 1976). Hacia fines del verano (1° marzo) se eliminaron las malezas del lote mediante la aplicación de 3,0 L ha⁻¹ de glifosato (66%) y 0,5 L ha⁻¹ 2,4 D éster (97%) y 30 días después se sembraron las pasturas de leguminosas a una densidad de 340-380 plantas m⁻². En cada uno de los experimentos, los tratamientos se distribuyeron con un diseño en bloques completamente aleatorizados con cuatro repeticiones. Las unidades experimentales consistieron en parcelas de 3 m de ancho por 12 m de largo. Los tratamientos de preemergencia (T₁-T₄) y postemergencia (T₅-T₁₂) se efectuaron 2 y 58 d después de la siembra, respec-

Cuadro 1. Detalle de los tratamientos de control químico (Tn) aplicados sobre las malezas de las pasturas monofíticas de alfalfa y trébol de olor amarillo en la RSCA

Tratamiento	Producto	Dosis de ingrediente activo	Oportunidad de aplicación
T ₀	Testigo, sin control	-	-
T ₁ *	Flumetsulam**	24 g ha ⁻¹	Pre-emergencia
T ₂	Flumetsulam	36 g ha ⁻¹	Pre-emergencia
T ₃	Flumetsulam	48 g ha ⁻¹	Pre-emergencia
T ₄	Flumetsulam	60 g ha ⁻¹	Pre-emergencia
T ₅	Flumetsulam	12 g ha ⁻¹	Post-emergencia
T ₆	Flumetsulam	18 g ha ⁻¹	Post-emergencia
T ₇	Flumetsulam	24 g ha ⁻¹	Post-emergencia
T ₈	Flumetsulam	30 g ha ⁻¹	Post-emergencia
T ₉	Flumetsulam + 2,4 DB***	12 g ha ⁻¹ + 750 g ha ⁻¹	Post-emergencia
T ₁₀	Flumetsulam + 2,4 DB	18 g ha ⁻¹ + 750 g ha ⁻¹	Post-emergencia
T ₁₁	Flumetsulam + 2,4 DB	24 g ha ⁻¹ + 750 g ha ⁻¹	Post-emergencia
T ₁₂	Flumetsulam + 2,4 DB	30 g ha ⁻¹ + 750 g ha ⁻¹	Post-emergencia

*T₁-T₁₂ incluyeron coadyuvante no iónico al 0,5 % [3-(polioxi-etileno) propilheptametiltrisiloxano 84 % pv].

**[N-(2,6-difluorofenil)-5-metil (1,2,4) triazol (1,5a) pirimidina-2-sulfonamida].

***éster butílico del ácido 4-2,4 dicloro fenoxibutírico.

** Flumetsulam 80% WG: Gránulos dispersables

*** 2,4DB éster 100% SC: Suspensión concentrada

Cuadro 2. Escala de la Sociedad Europea de Investigación en Malezas utilizada para la evaluación de la fitotoxicidad ejercida sobre las pasturas monofíticas de alfalfa y trébol de olor amarillo por parte de los tratamientos de control químico en la RSCA.

Fitotoxicidad (%)	Efecto sobre la pastura
0,0 - 0,9	Sin efecto
1,0 - 3,4	Daños muy ligeros
3,5 - 6,9	Daños ligeros
7,0 - 12,4	Daños menores
12,5* - 19,9	Daños medios
20,0 - 29,9	Daños elevados
30,0 - 49,9	Daños muy elevados
50,0 - 99,9	Daños severos
100	Muerte completa

* Límite de aceptabilidad establecido en la escala, por encima del cual se manifiestan pérdidas de rendimiento

tivamente; utilizando una mochila a gas CO₂ (presión = 35 lb pulgada⁻², caudal = 110 L ha⁻¹) provista de cuatro picos con pastillas de cono hueco (110-05) separados a 0,5 m entre sí.

Para cada tratamiento, se estimó visualmente la cobertura verde de las malezas predominantes a los 60, 80 y 115 días desde la siembra de las pasturas (DDS). El nivel de control de cada maleza se cuantificó como el porcentaje de cobertura verde respecto a un tratamiento testigo sin aplicación de herbicidas (T₀); considerando un rango de variación desde 0 (cobertura verde igual a aquella del testigo) a 100% (cobertura verde nula). En cada momento de observación, también se determinó la fitotoxicidad en 10 plantas por parcela de cada pastura utilizando la escala visual propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS, por su sigla en inglés; Cuadro 2) (Püntener, 1981). Las precipitaciones diarias de toda la campaña se midieron *in situ* mediante el empleo de un pluviómetro.

Los valores de control sobre las malezas

y fitotoxicidad en las pasturas registrados en cada momento, se analizaron por medio de un modelo ANOVA a través del software InfoStat Profesional (2012) a fin de evaluar el efecto del tratamiento químico. Se utilizó la prueba LSD para detectar diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las medias de los tratamientos.

RESULTADOS

A lo largo del periodo en el que se instalaron y condujeron los experimentos, se registraron precipitaciones de 130, 99, 8, 10 y 25 mm durante marzo, abril, mayo, junio y julio, respectivamente. En ese periodo, el testigo (T₀) presentó niveles de cobertura total de malezas elevados en todos los experimentos (desde 84 % a los 60 DDS hasta 92 % a los 115 DDS). Se identificaron tres malezas prevalentes: falso alcanfor [*Heterotheca subaxillaris* (Lam.) Britton & Rusby], ortiga mansa [*Lamium amplexicaule* L.], cardo chileno [*Carduus acanthoides* L.] y cardo negro [*Cirsium vulgare* (Savi) Ten.] con una participación porcentual en la cobertura total promedio a través de los distintos momentos de 52, 34 y 9 %, respectivamente. Los tratamientos químicos aplicados en pre-emergencia (T₁-T₄) ejercieron controles elevados sobre las malezas (> 88 %, Figura 1), lo cual indicaría que las precipitaciones ocurridas permitieron niveles de humedad edáfica propicios para el establecimiento de las distintas especies vegetales (malezas y pasturas cultivadas), y para que el herbicida flumetsulam ejerza su actividad.

Tratamientos en pre-emergencia

En ambas pasturas, los tratamientos de pre-emergencia (T₁-T₄) ejercieron con-



troles elevados ($\geq 95\%$) sobre el falso alcanfor y en general se mantuvieron estables hasta la última fecha de medición (115 dds, Figura 1). Si bien dichas aplicaciones también ejercieron controles elevados sobre la ortiga mansa y los cardos hasta los 60 DDS ($\geq 90\%$), su eficacia se redujo con el avance del tiempo, a un ritmo mayor para las dosis más bajas del herbicida (T_1 , T_2), y para ortiga mansa (Figura 1).

Los niveles de control sobre las malezas por las aplicaciones de flumetsulamen pre-emergencia fueron similares entre las pasturas pero los niveles de fitotoxicidad resultaron diferentes, observándose a los 60 DDS daños muy ligeros a medios (2-15 %) en la pastura alfalfa, y muy ligeros a ligeros (1-6 %) en la detrébol de olor amarillo (Figura 1). En ambas pasturas, la fitotoxicidad correspondiente a las dosis más bajas (T_1 , T_2) descendió a niveles mínimos ($\leq 1\%$) a los 80 DDS; mientras que la correspondiente a las dosis más elevadas (T_3 , T_4) no evidenció cambios (Figura 1).

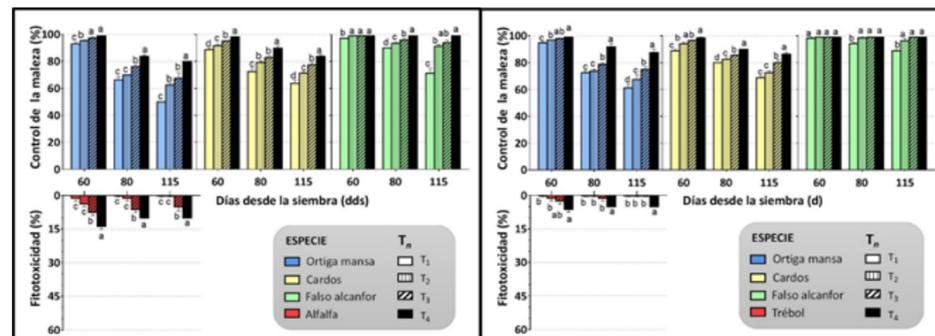


Figura 1. Evolución del nivel de control de las malezas presentes en pasturas monofíticas de alfalfa (panel izquierdo) y trébol de olor amarillo (panel derecho) y su respectivo grado de fitotoxicidad, ejercidos por los distintos tratamientos químicos (T_n) aplicados durante pre-emergencia en la RSCA (T_1 - T_4 , Cuadro 1).

Los niveles de control sobre las malezas por las aplicaciones de flumetsulamen pre-emergencia fueron similares entre las pasturas pero los niveles de fitotoxicidad resultaron diferentes

Tratamientos en post-emergencia

Mayormente, las aplicaciones de flumetsulamen post-emergencia, como las de pre-emergencia, lograron controlar eficazmente el falso alcanfor en ambas pasturas hasta los 115 DDS ($\geq 95\%$, Figura 2). La aplicación de las dosis más reducidas de flumetsulam durante post-emergencia (T_5 , T_6) generó controles de la maleza ligeramente más bajos, oscilando entre valores de 90-95 % a los 80 DDS, y 75-90 % a los 115 DDS (Figura 2). Independientemente de las pasturas, la eficacia en el control de los cardos por parte de los tratamientos post-emergentes estuvo sujeta principalmente al agregado del herbicida 2,4 D,B éster. Los tratamientos que incluyeron 2,4 D,B éster (T_9 - T_{12}) tuvieron niveles de control a los 80 y 115 DDS semejantes a los obtenidos con las aplicaciones de pre-emergencia (70-90%) y aquellos sin 2,4 D,B éster (T_5 - T_8) fueron más bajos en dichas fechas de medición (60 y 50 %, en promedio,

respectivamente) (Figura 2). En ambas pasturas, los controles logrados sobre la ortiga mansa mediante las aplicaciones post-emergentes fueron en su mayoría inferiores a los obtenidos mediante las aplicaciones en pre-emergencia (45-70 % a los 80 DDS y 25-60 % a los 115 DDS) (Figura 2). Además, los tratamientos con agregado de 2,4 D,B éster (T_9 - T_{12}) tendieron a ser más eficaces en el control de la ortiga mansa (T_5 - T_8) (Figura 2). Independientemente, del agregado de 2,4 D,B éster, las dosis crecientes de flumetsulam condujeron a un mayor control de la maleza, aspecto que resultó menos notorio en los cardos (Figura 2).

Los daños observados en ambas pasturas por las aplicaciones post-emergentes de flumetsulam solo (T_5 - T_8), fueron comparables a los provocados por los tratamientos en pre-emergencia (3-10 % a los 80 DDS y 0,5-7 % a los 115 DDS) (Figura 2). En contraposición, las mezclas con 2,4 D,B éster (T_9 - T_{12}) aplicadas en post-emergencia produjeron daños de magnitudes considerablemente mayores (15-55 % entre los 80 y 115 dds) y acorde a la dosis de flumetsulam utilizada ($T_9 \leq T_{10} \leq T_{11} \leq T_{12}$) (Figura 2). La pastura de trébol de olor amarillo tendió a presentar daños mayores (30-



55 %) que la de alfalfa (15-40 %) (Figura 2). Especialmente en esta última, los niveles de daños se redujeron con el tiempo transcurrido con una pérdida de 10-15 puntos porcentuales entre fechas de medición (Figura 2). La posible manifestación de estos efectos fue reportada previamente para ambientes de menor aridez y suelos con mayor contenido de materia orgánica (Frene 2015).

Los signos de daño observados en las pasturas difirieron entre tratamientos. Sin agregado de 2,4 D,B éster (T_1 - T_4) las plantas manifestaron clorosis y detención del crecimiento y con agregado

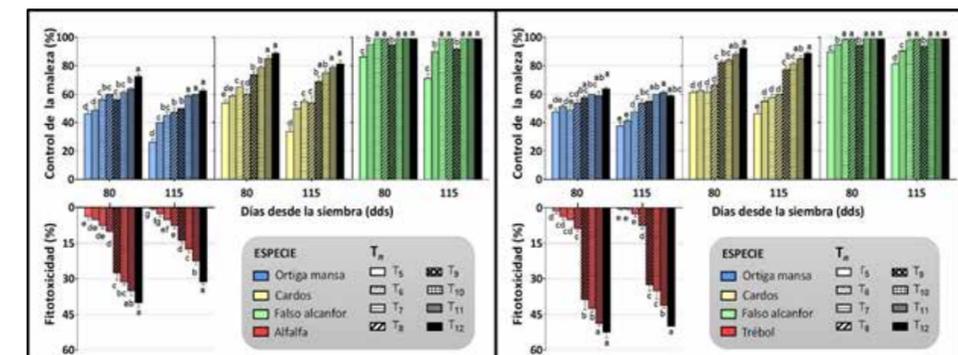


Figura 2. Evolución del nivel de control sobre las malezas presentes en pasturas monofíticas de alfalfa (panel izquierdo) y trébol de olor amarillo (panel derecho), y su respectiva fitotoxicidad ejercidos por los distintos tratamientos químicos aplicados (T_n) durante post-emergencia en la RSCA (T_5 - T_{12} , Cuadro 1).

de 2,4 D,B éster (T_9 - T_{12}) manifestaron además, retorcimiento de tallos y deformación de folíolos.

CONCLUSIONES

Las aplicaciones pre-emergentes de 40-60 g ha⁻¹ de flumetsulam (T_3 , T_4) ejercieron inicialmente (60 DDS) controles eficaces (≥ 95 %) sobre el falso alcanfor, cardos y ortiga mansa en ambas pasturas. Sin embargo, sobre las últimas se redujo a 80-90 % hacia el final de la ventana de tiempo crítica para las pasturas (115 DDS).

La aplicación post-emergente de 24-30 g ha⁻¹ de flumetsulam (T_7 , T_8) generó controles elevados (≥ 95 %) sobre el falso alcanfor pero deficientes sobre el resto de las malezas (≤ 65 %), con niveles de fitotoxicidad equiparables a los de los tratamientos pre-emergentes. El control diferencial sobre los cardos y la ortiga mansa entre las aplicaciones pre y post-emergentes resultó evidente incluso cuando se empleó la misma dosis ($T_1 > T_7$). Esto destaca la importancia de la aplicación temprana de flumetsulam para incrementar su eficacia en el control sobre algunas malezas. El agregado de 2,4 D,B éster en las aplicaciones post-emergentes de 24-30 g ha⁻¹ de flumetsulam aumentaron considerablemente la eficacia de los controles sobre los cardos (hasta 80-95 %) a lo largo de la ventana crítica (80-115 dds), pero fue leve sobre ortiga mansa (hasta 60-70 %). El agregado de 2,4 DB incrementó la fitotoxicidad en ambas leguminosas que sobrepasó ampliamente el límite de aceptabilidad (25-50 %) sobre todo en trébol de olor amarillo.

Lo expuesto hasta aquí, sugiere que bajo las condiciones en las que se efectuaron los experimentos, la aplicación de flumetsulam solo, tanto en pre como postemergencia, constituiría una táctica de control químico eficaz para pasturas de leguminosas infestadas con falso alcanfor (*Heterotheca subaxillaris*). Sin embargo, no sería suficiente



para optimizar la productividad, calidad y persistencia de pasturas altamente infestadas con ortiga mansa y/o cardos. La aplicación de flumetsulam en dosis superiores a las empleadas en este trabajo, como las sugeridas para otras situaciones (90 g ha⁻¹ en pre) o (40 g ha⁻¹ en postemergencia) en (CASAFE, 2015), no constituiría una alternativa adecuada para prolongar el control sobre dichas malezas, porque en contrapartida aumentaría sustancialmente los riesgos de daño para las pasturas.

La adición del herbicida hormonal 2,4 D,B éster en las aplicaciones post-emergentes de flumetsulam no mejoró la propuesta, ya que los controles sobre ortiga mansa no fueron satisfactorios y produjeron una fitotoxicidad excesiva. Queda como interrogante para su constatación en forma experimental, cuál sería el nivel de fitotoxicidad derivado de estas aplicaciones y si las mismas se traducen efectivamente en mermas de productividad en cada una de las pasturas.

Frente a estas evidencias surge el desafío de diseñar nuevas tácticas de

Queda como interrogante para su constatación en forma experimental, cuál sería el nivel de fitotoxicidad derivado de estas aplicaciones y si las mismas se traducen efectivamente en mermas de productividad en cada una de las pasturas.

control químico para ambientes semiáridos con suelos pobres, basadas en dosis ajustadas de uno o más ingredientes activos como (2,4 D,B; bentazón, bromoxinil; diflufenicán; flumetsulam, MCPA y prometrina, entre otros (Cibils,

y García, 2017, Montoya, 2017), que garanticen un control eficaz y duradero sobre un espectro amplio de malezas y la mayor inocuidad para las pasturas de leguminosas. «

Bibliografía

- ANDERSON A (2001) The effects of Acetolactate Synthase (ALS) inhibiting herbicides on the growth, yield, nodulation and nitrogen fixation of selected legumes. Tesis doctoral, Faculty of Agricultural and Natural Resources Sciences, Adelaide University, Adelaide, Australia.
- CABRERA AL (1976) Regiones Fitogeográficas Argentinas. En: Tomo, Fascículo II (Ed.), Enciclopedia Argentina de Agricultura y Ganadería, 2a. edición. Acme S.A.C.I., Buenos Aires, Argentina.
- CASAFE (2015) Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina. Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes. 17° ed. 1200 pp.
- CIBILS X & GARCÍA A (2017) Protección de pasturas durante la implantación. Revista INIA, 48:17-21.
- COLAZO JC (2015) Evaluación de suelos y tierras para diferentes fines. En: Gestión de suelo y agua en sistemas productivos de la provincia de San Luis. Sáenz, C.A. y Colazo, J.C. (Eds.). Ediciones INTA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, pp. 1-8.
- COLLINO DJ, DARDANELLI JL, DE LUCA MJ & RACCA RW (2005) Temperature and water availability effects on radiation and water use efficiencies in alfalfa (*Medicago sativa* L.). Australian Journal of Experimental Agriculture 45: 383-390.
- FRENE RL (2015) Pautas técnicas para control de malezas en implantación de pasturas consociadas. http://www.elcencerro.com/wp-content/uploads/2015/12/control_quimico_pasturas.pdf (acceso 04/10/2018).
- GUIÑAZÚ LB, ANDRÉS JA, DEL PAPA MF, PISTORIO

M & ROSAS SB (2010) Response of alfalfa (*Medicago sativa* L.) to single and mixed inoculation with phosphate-solubilizing bacteria and *Sinorhizobium meliloti*. Biology and Fertility of Soils 46: 185-190.

INFOTAT PROFESIONAL (2012) Infostat - Software estadístico InfoStat. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

JEFFERIES RA, BRADSHAW AD & PUTWAIN PD (1981) Growth, nitrogen accumulation and nitrogen transfer by legume species established on mine spoils. Journal of Applied Ecology 18(3): 945-956.

MONTOYA JC (2017) Alternativas de manejo de malezas en pasturas perennes en base a alfalfa. En: Malezas en pasturas perennes en base a leguminosas. Montoya JC, Berhongaray G & Romano N.

PÜNTENER W (1981) Manual for field trials in plant protection. 2° ed. Basle, Switzerland: Ciba-Geigy Limited.

RAINERO HP (2003) Actualización en el control de malezas en alfalfa. Sitio Argentino de Producción Animal. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/45-malezas.pdf (acceso 04/10/2018).

RINCÓN J (2011) Establecimiento y manejo de leguminosas arbóreas de importancia forrajera en zonas semiáridas de Venezuela. En: Innovación y Tecnología en la Ganadería Doble Propósito. González-Stagnaro C, Madrid-Bury N & Soto Belloso E (Eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Capítulo XXIX: 277-289.

TURKINGTON RA, CAVERS PB & REMPEL E (1978) The biology of Canadian weeds: 29. *Melilotus alba* Desr. and *M. officinalis* (L.) Lam. Canadian Journal of Plant Science 58(2): 523-537.