

CULTIVOS DE COBERTURA: UNA ESTRATEGIA SUSTENTABLE AL MANEJO DE MALEZAS EN SISTEMAS DE SIEMBRA DIRECTA

TOMAS BAIGORRIA*¹, CRISTIAN ÁLVAREZ², CRISTIAN CAZORLA¹, PABLO BELLUCCINI¹, BETHANIA AIMETTA¹, VANESA PEGORARO¹, MONICA BOCCOLINI¹, BELÉN CONDE¹, VALERIA FAGGIOLI¹, JIMENA ORTIZ¹ & DANIEL TUESCA³

¹EEA INTA Marcos Juárez, Ruta N° 12 km 36, (2580) Marcos Juárez, Argentina.

²Agencia de Extensión Rural INTA General Pico.³UNR Zavalla, Santa Fe.

*Autor de contacto: baigorria.tomas@inta.gob.ar

*Una primer versión de este trabajo fue presentada en el Simpósio Internacional sobre **Inovações em Sistema de Manejo da Era Glyphosate** realizado en Londrina (Brasil). Las ponencias de dicho simposio fueron publicadas en un volumen con el mismo título por la Universidad de Londrina y el EMBRAPA, en Mayo de 2016. (Dana Katia Meschede y Dionisio Luis Pisa Gazziero, editores).*

INTRODUCCIÓN

En la campaña 2014/2015 la superficie de soja tolerante a glifosato fue de 20,5 millones de hectáreas, representando, al igual que en las últimas campañas, prácticamente el 100% de la superficie total de soja (Argenbio, 2015). Esto generó que el sistema productivo sea cada vez más dependiente de la utilización de herbicidas de amplio espectro (ej: glifosato). Asimismo en los sistemas agrícolas y mixtos agrícolas en los últimos 15 años se han incrementado las dosis y frecuencias de aplicaciones (Benbrook, 2005). La principal causa de esto se atribuye a la aparición de tolerancia y resistencia de ciertas malezas al glifosato (Rainero, 2008). El incremento en los costos de los herbicidas, sumado a las cuestiones ambientales, impulsa la necesidad de encontrar alternativas que reduzcan el uso del control químico. Para aumentar la sostenibilidad de las estrategias de manejo de malezas, el proceso de toma de decisiones debe incorporar una evaluación del impacto ambiental (Stewart *et al.*, 2011). El Coeficiente de Impacto Ambiental EIQ (sigla en inglés) puede ser usado para comparar diferentes plaguicidas o bien diferentes programas de manejo de las malezas de forma de obtener que programa o herbicida presenta un menor impacto medio ambiental. Este coeficiente no sólo considera algunas propiedades físicas y químicas de los plaguicidas sino que considera aspectos relacionados con la ecotoxicología y efectos sobre la salud humana de cada uno de los plaguicidas en forma específica (Kovach *et al.*, 1992).

Los cultivos de cobertura (CC) representan una práctica con potencial para, entre otros objetivos, reducir el uso de herbicidas en postemergencia de soja disminuyendo a su vez el impacto sobre el medio ambiente.

La supresión de las malezas aumenta al incrementar la producción de materia seca (MS) del CC, a su vez el control de la emergencia de malezas será consistente si el residuo del CC se encuentra de forma uniforme sobre la superficie del suelo (Creamer *et al.*, 1996; Teasdale & Mohler, 1993). Teniendo en cuenta que la producción de MS del CC es un factor importante en la supresión de las malezas, trabajos realizados con triticale como CC en la región sudeste de la provincia de Córdoba en suelos Argiudoles típicos, mostraron que la producción de MS es variable según el año y manejo aplicado. Por ejemplo en años con un adecuado perfil de humedad (entre 80 y 100% de la capacidad de campo) y aplicación de 100 kg N ha⁻¹ en forma de UREA se alcanzaron producciones de MS al momento de secado de 15940 kg ha⁻¹ (Bertolla *et al.*, 2012), mientras que en años con contenidos de humedad inferiores al 50% de la capacidad de campo a la siembra, se lograron producciones de 5560 kg ha⁻¹ (Baigorria & Cazorla, 2010).

En Argentina el secado del CC aplicando herbicidas es la práctica más utilizada por los productores. Existe otra alternativa menos riesgosa para el medio ambiente, pero poco conocida por los productores agrícolas de la región pampeana Argentina, que consiste en el control mecánico (rolado) de los CC. Esta práctica, se ha utilizado durante décadas en Brasil y Paraguay, mejorando con éxito el manejo de los CC y sus residuos (Derpsch *et al.*, 1991; Ashford & Reeves, 2003).

La susceptibilidad de una gramínea al rolado es dependiente de su estado fenológico, siendo mayor, mientras más avanzado esté el ciclo (Creamer & Dabney, 2002), aunque el periodo más recomendado para el secado es en antesis, minimizando de esta manera los riesgos de rebrote (Mirsky *et al.*, 2009). Si bien la utilización de los CC y su secado a través del rolado, son herramientas muy difundidas en los sistemas de siembra directa de agricultura orgánica de EE.UU (Mischler *et al.*, 2010; Curran & Ryan, 2010) en Argentina es escasa la información existente. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del residuo de los CC secado en forma química o mecánica en la composición y la biomasa de malezas a la cosecha del cultivo de la soja, la productividad del cultivo de soja y el efecto sobre el impacto ambiental de los diferentes manejos a través del índice EIQ.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en la EEA INTA Marcos Juárez (32°42'44.65''S, 62°05'46.07''O) en un Argiudol típico, capacidad de uso (I) (INTA, 1978),

durante las campañas 2012/2013, 2013/2014 y 2014/2015. En todos los años los experimentos se instalaron en lotes cuyo cultivo antecesor fue soja. El diseño experimental fue de bloques completamente aleatorizados y con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones. Las parcelas principales fueron triticale como CC y un testigo sin CC denominado barbecho (B), las subparcelas fueron dos métodos de secado de los CC: triticale secado con rolo (TR) y triticale secado con herbicida (TH) (Tabla 1).

La densidad de siembra del triticale fue de 220 plantas.m⁻² y se fertilizó al voleo con 60 kg N ha⁻¹ (urea 46%N). Tanto el rolado como la aplicación del herbicida se realizaron en antesis, (anteras amarillas visibles en 50% de las espigas)(6.5) en la escala fenológica (Zadoks *et al.*, 1974). Se determinó materia seca (MS) del triticale (kg ha⁻¹) al momento de secado y 40 días después del mismo (nº de macollos y tallos verdes) para evaluar el control que ejerció el rolo sobre el triticale. Se calculó el uso consuntivo (UC) de los CC, mediante la suma del contenido hídrico del suelo (150 cm) al momento de la siembra y las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del CC, a la cual se le restó el contenido hídrico del suelo al momento de finalizar el ciclo de los CC. La eficiencia en la utilización del agua (EUA) se determinó utilizando el cociente entre MS y UC. Se cuantificó la producción de granos de soja (kg ha⁻¹) y la biomasa total de malezas a la cosecha del cultivo de la soja (kg ha⁻¹) en cada tratamiento, discriminando por especie.

El programa de aplicaciones de herbicidas en los distintos experimentos se detalla en la (Tabla 2). Para el cálculo del EIQ se utilizó el método propuesto por Kovach *et al.*, (1992), los valores de EIQ de cada herbicida fueron tomados del siguiente sitio:

http://www.nysipm.cornell.edu/publications/eiq/files/EIQ_values_2012herb.pdf posteriormente a partir de las dosis, número de aplicaciones y el ingrediente activo se calcula el EIQ de campo como se muestra a continuación:

$$\text{EIQ de campo} = \text{EIQ} * \text{Porcentaje de ingrediente activo} * \text{Dosis} * \text{No de aplicaciones}$$

El rolo utilizado en este estudio tiene un ancho de labor de 2m y un diámetro de 0,5m. Posee cuchillas dispuestas en forma recta (sin filo) y un peso lleno con agua de 880 kg. Posterior al rolado de los CC, todas las parcelas incluidas las del tratamiento testigo, se sembraron con soja tolerante a glifosato. Para análisis de las variables se realizó análisis de varianza (ANAVA) y test de comparación de medias LSD de Fisher del programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2016).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos, manejo agronómico y precipitaciones del experimento.

Campaña	Trat.	Fecha de siembra CC	Fecha de secado CC(*)	Fecha de siembra soja	Precipitaciones acumuladas (mm)		
					20 DAS(+)	SCC-SSj(++)	SSj-SjR8(#)
2012/2013	TH-TR	16/04/2012	11/10/2012	27/12/2012	91,5	815	371,5
	B			27/12/2012		815	371,5
2013/2014	TH-TR	09/05/2013	15/10/2013	19/11/2013	30,5	540,2	471,2
	B			19/11/2013		540,2	471,2
2014/2015	TH-TR	24/06/2014	31/10/2014	06/12/2014	4	284,9	545,8
	B			06/12/2014		284,9	545,8

(*) La fecha de secado corresponde al estado fenológico 6,5 escala de Zadocks (antesis)

(+) DAS: Días antes del secado

(++) SCC-SSj: período desde siembra CC a siembra de cultivo de soja

(#) SSJ-SjR8: período desde siembra de soja a cosecha de soja

Tabla 2. Programa de control de malezas en los distintos experimentos. Momento de la aplicación de herbicida (glifosato); Pre-siembra de triticale (PST), siembra de la soja (SSj), secado del triticale (SeT), soja en V1 (SjV1), soja en V3 (SjV3), dosis de herbicida y total necesarias para mantener libres de malezas los diferentes tratamientos: B (barbecho), TR (triticale secado con rolo) y TH (triticale secado con herbicida) para las tres campañas.

Campaña	Tratamiento	Momento	Dosis	Total
			kg p.a. ha ⁻¹	
2012/2013	B	Abril	1,44	4,973
		Septiembre	0,993	
		SSj	1,34	
	TR	SjV3	1,2	2,64
		PST	1,44	
		SjV1	1,2	
TH		PST	1,44	4,08
		SeT	1,2	
		SjV3	1,44	
2013/2014	B	Abril	0,96	6,7

		Agosto	1,12	
		Septiembre	1,34	
		Noviembre 2,4D*+ G	0,45+1,34	
		SjV3	1,49	
	TR	PST	1,44	2,934
		SjV1	1,494	
	TH	PST	0,96	
		SeT	1,34	3,794
		SjV3	1,494	
	B	Junio	1,12	
		Octubre	1,12	3,36
		SjV1	1,12	
2014/2015	TR	PST	1,12	1,12
	TH	PST	0,96	2,304
		SeT	1,344	

(*)Sal dimetilamina del ácido 2,4-Diclorofenoxiacético(30%) + Glifosato(74.7%)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de materia seca, uso consuntivo y eficiencia del uso del agua del cultivo de cobertura

Se observó un efecto significativo del año en la producción de MS ($p < 0,05$) (Tabla 3). Promedio de las tres campañas, el triticale produjo 11368 Kg ha⁻¹. Este valor es coincidente con los resultados de Bertolla *et al.* (2011) quienes reportaron producciones de biomasa de triticale en antesis superiores a los 10000 Kg ha⁻¹ en experimentos que se realizaron sobre un suelo Argiudol Típico del INTA Marcos Juárez. A su vez, en otro experimento desarrollado en el INTA Manfredi sobre un suelo Haplustol éntico donde el triticale se corto el ciclo en inicio de encañazon las producciones de MS fueron entre 4000 – 440 kg ha⁻¹ (Basanta *et al.*, 2012). En las campañas 2012/2013, 2014/2015 la producción de MS se redujo en un 26% y 48% respectivamente comparado con la campaña 2013/2014. Esto pudo deberse en la primer campaña por las heladas temprana y en la segunda por fechas de siembra tardía.

En cuanto al rebrote se observó un efecto significativo del año ($p < 0,05$) en el tratamiento TR. En tanto que no existió cuando el ciclo se corto con herbicida. El mismo efecto se produjo al atrasar la fecha de siembra del CC, probablemente la ausencia de rebrote en TR en la última campaña este asociado a las altas temperaturas de noviembre que facilitaron el secado del CC. En investigaciones previas realizas utilizando centeno como CC, no se encontraron diferencias

significativas en el rebrote atrasando la fecha de siembra (Mirsky *et al.*, 2009). Posiblemente el rebrote este condicionado por múltiples factores (cultivar, especie, manejo, condiciones climáticas).

El UC mostro diferencias significativas ($p < 0,05$), sin encontrarse relación ($R^2 = 0,041$) con la MS, a diferencia de Basanta *et al.*, (2012) que encontraron una relación lineal positiva ($R^2 = 0,87$) utilizando triticale como CC en un suelo Haplustol éntico, serie Oncativo. En cuanto a la EUA se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$), con una EUA promedio de $50,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, mientras que Scianca *et al.*, (2006) obtuvieron valores de $23 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ en triticale sobre un suelo Hapludol Típico de Gral. Villegas. Huang *et al.*, (2003), afirman que un mismo cultivo puede tener diferentes EUA, dependiendo de la rotación en la que esté, y esto puede ser atribuido a las diferencias entre años de las precipitaciones y del almacenaje del agua del suelo.

Tabla 3. Precipitaciones en el ciclo del cultivo de cobertura (Pp CC), producción de materia seca (MS) del triticale al momento de secado, rebrote seis semanas posterior al secado (6SPS) en los tratamientos triticale secado con rolo (TR) y triticale secado con herbicida (TH), uso consuntivo del agua (UC) y eficiencia del uso del agua (EUA) para las tres campañas evaluadas. Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre campañas.

Campaña	Pp CC mm	MS			UC mm	EUA $\text{kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$
		Secado	6SPS			
		Triticale kg ha^{-1}	TR kg ha^{-1}	TH kg ha^{-1}		
2012/2013	394,4	11398 B	726,2 A	0	307,97 A	37,06 B
2013/2014	78	15476,6 A	743,7 A	0	222,63 B	70,14 A
2014/2015	137,9	8041,1 C	0 B	0	183,72 C	43,99 B

Composición y biomasa de malezas a la cosecha del cultivo de la soja

En los tres años de estudio se observó una gran supresión de malezas residuales en los CC respecto de B (Figura 1). La biomasa total de las malezas (BTM) residuales varió entre $3,5$ y $1169,9 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 2). Tanto en el análisis por campaña como en el conjunto, los CC presentaron valores significativamente menores de BTM respecto al tratamiento B ($p < 0,05$). El método de secado no tuvo incidencia significativa en el análisis por campaña ni en conjunto ($p > 0,05$). En el promedio de

las tres campañas, la BTM en CC fue de 93,6 kg ha⁻¹, mientras que en B fue de 704,1 kg ha⁻¹. Esto representa una reducción del 86% asociada con la presencia del residuo del CC.

Se registraron reducciones en los CC respecto de B del 77 % y 100% en “ortiga mansa” (*Lamium amplexicaule* L.) y “peludilla” *Gamochaeta spicata* (Lam.) en la campaña 2012/2013, mientras que se observaron reducciones del 72%, 82% y 93% en “ortiga mansa”, “cebadilla criolla” *Bromus uniolooides* (Kunth) y “perejilillo” *Bowlesia incana* (Ruiz & Pav) en la campaña 2013/2014.



Figura 1. En (a) fotografía de postcosecha de soja del barbecho convencional con abundante presencia de perejilillo y ortiga mansa y en (b) fotografía de postcosecha de soja de TR con escasa presencia de malezas residuales (campaña 2013/2014).

En la última campaña la disminución fue del 98% y 99% en “peludilla” y “bolsa de pastor” *Capsella bursa-pastoris* (L.) respectivamente. Es importante resaltar la ausencia de “rama negra” (*Conyza bonariensis* (L.) Cronquist) en los CC en las campañas 2012/2013 y 2014/2015 promediando reducciones en su presencia del 97% respecto de B. Cabe destacar que esta maleza ha ocasionado grandes problemas en las últimas campañas, debido a su baja susceptibilidad a los tratamientos con glifosato cuando los mismos se realizan en estados fenológicos avanzados (Rainero, 2008). La presencia de triticale en el tratamiento TR, evidencia que el rolado no es completamente eficiente en el secado, sin embargo los niveles de producción de MS son muy bajos con valores de 65,9; 8,2 y 0,39 Kg ha⁻¹ para las tres campañas estudiadas.

Al analizar los momentos y dosis de herbicidas en los distintos tratamientos y años (Tabla 2) se observa que en los CC se reduce tanto el número de aplicaciones como

la cantidad de principio activo comparado con el tratamiento B. En el promedio de las tres campañas, en TR se redujo el número de aplicaciones y las dosis en 58% y 55,4% respecto a B mientras que en TH la reducción fue de 33% y 32% respectivamente. La necesidad de realizar una aplicación en postemergencia en las campañas 2012/2013 y 2013/2014, coincide con Williams *et al.*, (1998), que concluyen que la supresión de malezas por el residuo del CC por sí solos, es inconsistente e inadecuada, y requieren ser integrados a un programa de manejo de malezas que incluya tácticas adicionales. De acuerdo a estos resultados los CC podrían constituirse en una herramienta importante para reducir las dosis y el número de aplicaciones, como así también la población de malezas presentes al momento de cosecha de la soja. Esto permitiría encadenar a la rotación otro cultivo de siembra temprana, sin la necesidad de realizar una aplicación de herbicida previo a la siembra.

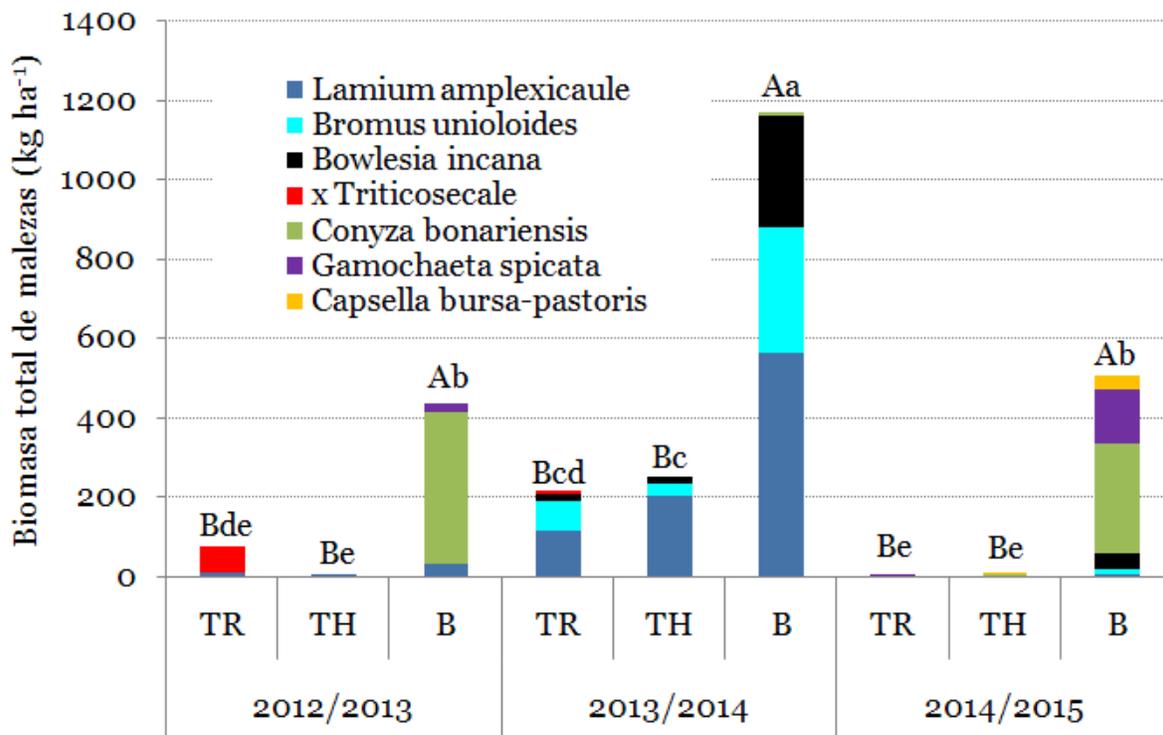


Figura 2. Biomasa total de las malezas a la cosecha de la soja en triticale secado con rolo (TR), triticale secado con herbicida (TH) y barbecho (B). Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas para el análisis por campaña y letras minúsculas distintas para el análisis conjunto de las tres campañas según test LSD ($p < 0,05$).

Rendimiento de soja

Durante las campañas analizadas los rendimientos de soja variaron entre 3000 y 4281 kg ha⁻¹ (Figura 3). En el análisis por campaña no se observaron diferencias significativas ($p>0,05$) entre tratamientos, mientras que sí las hubo en el análisis conjunto ($p<0,05$). Promediando las tres campañas, no se observaron diferencias significativas ($p>0,05$) por introducir un CC, ni por el método de secado con respecto al barbecho.

A pesar de la elevada producción de MS de los CC, el rendimiento del cultivo de soja no fue afectado negativamente, coincidiendo con lo reportado por Ruffo *et al.*, (2004) y Capurro *et al.*, (2010). Bajo las condiciones climáticas en que se desarrollaron estos experimentos, el secado tardío de los CC no redujo significativamente el rendimiento con respecto al barbecho. Sin embargo, en un estudio de 8 campañas de evaluación en General Villegas, Lardone *et al.* (2012) observaron que CC de triticale secados en agosto y septiembre permitieron rendimientos de soja mayores o iguales respecto a un testigo sin CC, mientras que aquellos secados tardíamente (fines de octubre) afectaron negativamente los rendimientos de soja en el 12% de los años analizados.

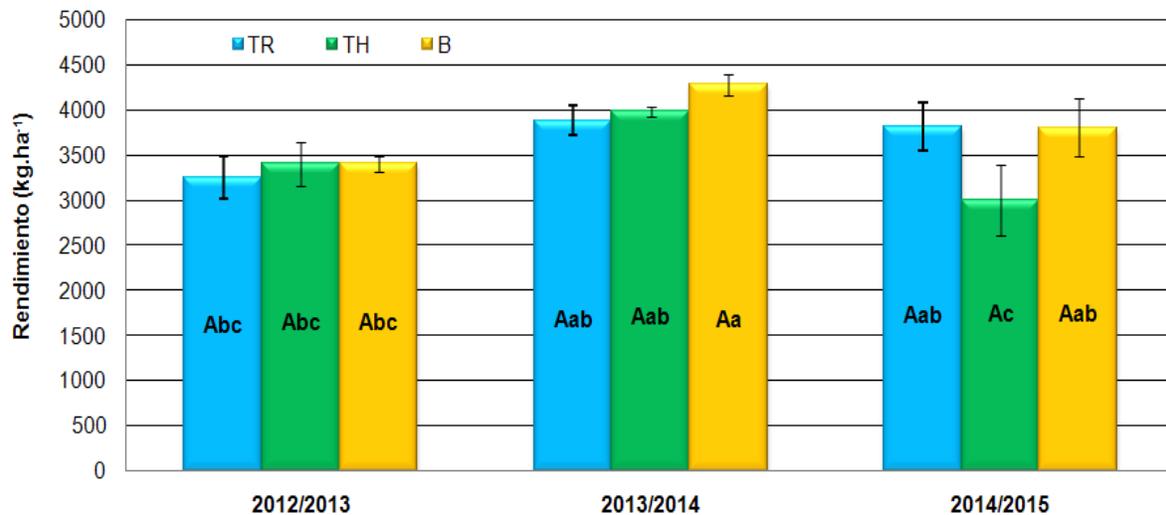


Figura 3. Rendimiento del cultivo de soja para todos los tratamientos. Las barras indican el error estándar. Letras distintas mayúsculas indican diferencias significativas según test LSD ($p<0,05$) para el análisis por campaña y minúsculas para el conjunto.

Evaluación de impacto ambiental

Los valores de EIQ presentaron la misma tendencia en las tres campañas TR<TH<B (Figura 4). En el promedio de las tres campañas el EIQ en TR se redujo 55,9% respecto a B mientras que en TH la reducción fue de 32,9% respectivamente. Es importante destacar que el EIQ se redujo significativamente utilizando CC sin reducir los rendimientos de la soja. A su vez TR mantuvo valores medios (<45) de EIQ en las dos primeras campañas mientras que en la última fue bajo (<20), Stewart *et al.* (2011) clasifican el nivel de riesgo ambiental como muy bajo, bajo y medio a los valores de <5, <20, y <45 respectivamente. A su vez en B los valores de EIQ siempre fueron >45, el mayor efecto en el aumento del EIQ con respecto a los otros tratamientos se da por la mayor cantidad de herbicida utilizado hasta la implantación de la soja.

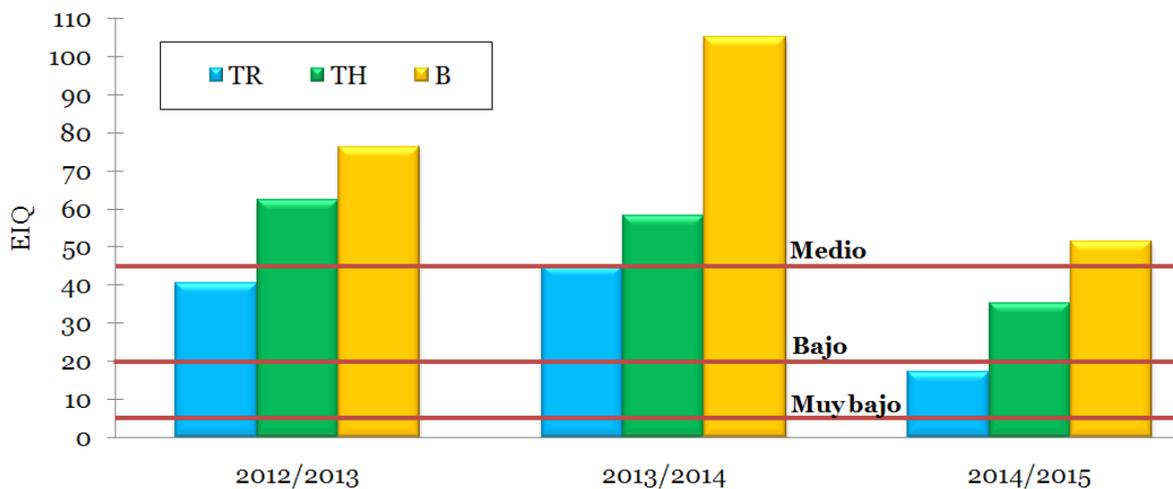


Figura 4. Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ) de campo para los herbicidas utilizados en cada campaña para los diferentes tratamientos. Las líneas rojas indican los diferentes niveles propuestos por Stewart *et al.* (2011).

CONCLUSIÓN

La utilización de CC reduce significativamente la biomasa de malezas tanto invernales como estivales. El sistema de CC y su control mecánico mediante rolado, permiten reducir significativamente las dosis y el número de aplicaciones de herbicidas. Es posible interrumpir el ciclo del cultivo de triticale mediante la utilización del rolo sin afectar el rendimiento del cultivo de soja. La utilización de CC y el rolado de los mismos, es una estrategia importante para elaborar planes de control de malezas, minimizando de esta manera el impacto sobre el medio ambiente, sin afectar el rendimiento del cultivo de soja. Este sistema permitiría un

uso más sustentable de los recursos naturales y además sería una opción promisoría en áreas con restricciones en la aplicación de herbicidas (agricultura orgánica y zonas periurbanas).

AGRADECIMIENTOS

A D. Villarruel, A. Nievas, A. Ferrari y L. Pereyra (INTA Marcos Juárez), por su constante apoyo en el trabajo de campo. A E. Arce y A. Andreucci (INTA Marcos Juárez) por el suministro de datos climáticos. Al Ingeniero Agrónomo P. Vallone (INTA Marcos Juárez) quien financió la adquisición del rolo. A la empresa JLS por la ayuda brindada para el diseño del implemento. Al personal del área de mejoramiento genético de trigo y de soja (INTA Marcos Juárez), quienes se brindaron con trabajo de campo e información para el desarrollo de estos ensayos.

BIBLIOGRAFÍA

- Argenbio.2015. Cultivos aprobados y adopción. Disponible en: <http://www.argenbio.org/index.php?action=cultivos&opt=5> (Fecha verificación: 06/07/2015).
- Ashford, DL & DW Reeves. 2003. Use of a mechanical roller-crimper as an alternative kill method for cover crops. *Am. J. Altern. Agric.* 18:37-45.
- Baigorria, T & C Cazorla. 2010. Eficiencia del uso del agua por especies utilizadas como cultivos de cobertura. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, AACS. Rosario 2010.
- Basanta, M; C Alvarez; JP Giubergia & E Lovera. 2012. Cultivos de cobertura en sistemas de agricultura continua en la región central de Córdoba. En: C Alvarez; A Quiroga; S Diego & M Bodrero (Eds). *Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción*. 1ª Ed. Pp. 50 – 57. La Pampa, Ediciones INTA.
- Benbrook, CM. 2005. Rust, resistance, rundownsoils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTechInfoNet*, artículo técnico n.º 8, enero.
- Bertolla, AM; T Baigorria; DT Gómez; CR Cazorla; M Cagliero; A Lardone; M Bojanich & B Aimetta. 2012. Efecto de la fertilización sobre la eficiencia del uso del agua de especies invernales utilizadas como cultivos de cobertura. En: C Alvarez; A Quiroga; S Diego & M Bodrero (Eds). *Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción*. 1ª Ed. Pp. 138 – 147. La Pampa, Ediciones INTA.

- Capurro, J; J Surjack; J Andriani; MJ Dickie & MC González. 2010. Evaluación de distintas especies de cultivos de cobertura en secuencias soja-soja en el área sur de la provincia de Santa Fe. Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Rosario, pp. 224.
- Creamer, NG; MA Bennett; BR Stinner; J Cardina & EE Regnier. 1996. Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. Hortscience 31:410–413.
- Creamer, NG & SM Dabney. 2002. Killing cover crops mechanically: review of recent literature and assessment of new research results. Am. J. Altern. Agric. 17:32–40.
- Curran, W; M Ryan & S Mirsky. 2010. Cover crop rollers for Northeastern grain production. Proc. USDA-ARS. <http://extension.psu.edu/pests/weeds/cover-crop-rollers-for-northeastern-grain-production> (Fecha verificación: 06/07/2015).
- Derpsch, R; CH Roth; N Sidiras; & U Köpke. 1991. Controle da erosão no Paraná, Brazil: Sistemas de cobertura do solo, plantio directo e prepare conservacionista do solo. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, SP 245, Germany.
- Di Rienzo JA; F Casanoves; MG Balzarini; L Gonzalez; M Tablada & CW Robledo InfoStat Versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. [URL http://www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar).
- Huang, M; M Shao; L Zhang & Y Li. 2003. Water use efficiency and sustainability of different long-term crop rotation systems in the Loess Plateau of China. Soil Till. Res. 72: 95-104.
- INTA. 1978. Secretaria de Agricultura y Ganadería de la Nación. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3363-17. Marcos Juárez.
- Kovach, J; C Petzoldt; J Degni & J Tette. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. N.Y. Food Life Sci. Bull. 139:139–146.
- Lardone, AV; M Barraco; C Scianca; C Álvarez & M Díaz-Zorita. 2012. Cultivos de cobertura en sistemas con soja bajo siembra directa. Actas del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Argentina. 16 al 20 de abril de 2012 (CD-ROM).
- Mirsky, SB; WS Curran; DA Mortensen; MR Ryan & DL Shumway. 2009. Control of cereal rye with a roller/crimper as influenced by cover crop phenology. Agron J. 101:1589–1596.

- Mischler, RA; SW Duiker; WS Curran & D Wilson. 2010. Hairy vetch management for no-till organic corn production. *Agron. J.* 102: 355-362.
- Rainero, HP. 2008. Problemática del manejo de malezas en sistemas productivos actuales. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Boletín de Divulgación Técnica N° 3. Abril 2008.
- Ruffo, ML; DG Bullock & GA Bollero. 2004. Soybean yield as affected by biomass and nitrogen uptake of cereal rye in winter cover crop rotations. *Agron. J.* 96:800–805.
- Scianca, C; C Álvarez; M Barraco; M Pérez & A Quiroga. 2006. Cultivos de cobertura en sistemas orgánicos. Aporte de carbono y dinámica de malezas. Pp. 370. *En: XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta-Jujuy. Argentina.*
- Stewart, CL; RE Nurse; LL Van Eerd; RJ Vyn; & PH Sikkema. 2011. Weed control, environmental impact, and economics of weed management strategies in glyphosate-resistant soybean. *Weed Technology* 25:535–541.
- Teasdale, JR & CL Mohler. 1993. Light transmittance, soil–temperature, and soil–moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agron. J.* 85:673–680.
- Williams, M.M.; Mortensen, D.A.; Doran, J.W. 1998. Assessment of weed and crop fitness in cover-crop residues for integrated weed management. *Weed Sci.* 46:595–603.
- Zadoks, JC; TT Chang & CF Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals *Weed Res.*, 14: 415–421.