

Los cultivos de cobertura como una estrategia de control de malezas con menor impacto ambiental.

Ing. Agr. Jorge Alberto Garay. EEA San Luis INTA.

Introducción

Desde la década del 90' y hasta muchos años más tarde, el uso continuo de glifosato como herbicida postemergente y de metsulfurón como herbicida preemergente elevó la presión de selección sobre las malezas a niveles elevados. Esta tendencia promovió en el mediano plazo el surgimiento de especies de malezas tolerantes y resistentes a los herbicidas mencionados, dificultando así el modo de controlarlas. Asimismo, esta situación se agravó por la falta de rotaciones de cultivos tanto estivales como invernales, y la menor utilización de herbicidas con efecto residual sobre malezas gramíneas y latifoliadas (Jaeggi, E., comunicación personal, 2016).

Hoy tenemos que hablar del problema que ocasionan las malezas tolerantes y resistentes en varias regiones de la zona agrícola de San Luis al afectar la producción de los principales cultivos agrícolas, maíz, soja, sorgo y girasol. Las primeras, producto de las características propias de la maleza que hace que el herbicida no tenga un control adecuado y las segundas, por el uso reiterado del mismo herbicida que va generando la selección de individuos que antes eran susceptibles y ahora ya no lo son. La presencia de las malezas resistentes a glifosato y a otros herbicidas (ALS), es un problema que preocupa cada vez más a productores y profesionales asesores de la provincia de San Luis. Yuyo colorado, rama negra, flor de santa lucía, siempre viva, pata de ganso, capín, sorgo de Alepo, gramilla, gramón, cortadera chica y otras especies causan una importante reducción de rendimiento en los cultivos agrícolas de la región, cuando no son controladas adecuadamente. La necesidad de implementar algún tipo de control químico para malezas difíciles en los cultivos de verano conlleva un incremento notable en los costos. Por ejemplo, en un cultivo de soja sin malezas difíciles de un campo de la localidad de Punilla, en la provincia de San Luis, se realizan anualmente tres aplicaciones de herbicida, que suman un volumen total de 7 litros por hectárea, a un costo aproximado de U\$S 50. Por el contrario, en el mismo campo y con un escenario con malezas tolerantes y resistentes, se aplican anualmente alrededor de 12 litros de herbicidas por hectárea, a un costo aproximado de U\$S 147.

Este incremento en el uso de herbicidas, además de tener implicancias en términos económicos, también repercute en el medio ambiente, a tal punto que puede ocasionar contaminaciones del suelo, aire y agua cuando las aplicaciones son realizadas de forma incorrecta. En la actualidad, esta problemática se está comenzando a revertir en algunas regiones del país, aunque no en la medida deseada.

Los CC son sembrados entre dos cultivos de cosecha y no son incorporados al suelo (a diferencia de los abonos verdes), pastoreados (a diferencia de los verdeos) o cosechados. Los residuos de los CC quedan en superficie, liberando los nutrientes contenidos en la biomasa vegetal al descomponerse.

La mayor cobertura de biomasa disponible de los CC proveen diferentes beneficios a los agroecosistemas, tales como la mitigación de la erosión del suelo, el secuestro de nutrientes/contaminantes; la provisión y/o liberación de nitrógeno, la producción de forraje y el **control de malezas**.

La germinación de las semillas de las malezas se inicia cuando se pierde el estado de dormición. Este proceso puede desencadenarse por señales ambientales tales como la exposición a la radiación solar, una amplia fluctuación de la temperatura diaria, una humedad de imbibición adecuada y presencia de oxígeno en el ambiente próximo a la semilla. Por un lado, los residuos de los CC pueden aumentar la emergencia de malezas al favorecer la retención de humedad en el suelo o la liberación de compuestos nitrogenados que, interactuando con las señales ambientales, pueden conducir a la ruptura de la dormición. Por otro lado, dichos residuos pueden inhibir la emergencia de malezas al atenuar las señales ambientales debido al aumento de la

impedancia física o a la liberación de compuestos fitotóxicos, en definitiva esto es lo que se busca al implantar CC. El mecanismo para esta interferencia física primaria se relaciona con el movimiento ascendente de la plántula durante la emergencia y con la penetración de la radiación solar en profundidad. La presencia de residuos vegetales de un CC disminuye la amplitud térmica del suelo, con la consecuente disminución de la emergencia de malezas.

Los CC controlan a las malezas por: a) competencia, b) formar una barrera a la entrada de luz, c) regular la temperatura del suelo impidiendo la amplitud que favorecería la emergencia y d) también producen efectos alelopáticos.

El control de las malezas aumenta al incrementarse la producción de materia seca (MS) del CC. En nuestra región semiárida central, la producción de MS de centeno, triticale, avena, cebada, vicia y otros CC es variable según las condiciones climáticas del año y el manejo agronómico aplicado. No obstante, con producciones de MS de alrededor de 3.000-3.500 kg por hectárea se han obtenido controles satisfactorios de malezas otoñales (rama negra), invernales (Brasicáceas) y primaverales (algunas gramíneas anuales y primera cohorte de yuyo colorado).

Los cultivos de cobertura dentro del Manejo integrado de malezas.

Actualmente tenemos que hablar de Manejo Integrado de Malezas, en dónde se deberían poner en práctica todos los métodos posibles para el control: Control cultural, mecánico, genético, **cultivos de cobertura**, estudiar las dinámicas de emergencias de las malezas para implementar controles químicos oportunos y por ende más eficientes, rotar cultivos y herbicidas, cambiando año a año los modos de acción de los herbicidas, para evitar o demorar la aparición de la resistencia, con la premisa de lograr una rentabilidad adecuada cuidando el medioambiente.

Qué cultivos de cobertura conviene sembrar en nuestra región, en qué fechas y con qué manejo agronómico?

En cuanto a las especies a sembrar de acuerdo a los resultados de nuestros experimentos, se destacan algunas variedades de centeno por su resistencia al frío, plagas y enfermedades y por producción de MS, comparadas con avena, trigo, triticale y cebada; aunque estos últimos, también pueden tener un buen comportamiento en el control y supresión de malezas.

Lo ideal sería sembrar alrededor de la segunda a tercera semana de marzo, pero esto no siempre es posible, ya que para dicha fecha aún no se han cosechado la mayoría de los cultivos agrícolas, a excepción del girasol. Una posibilidad, es realizar siembras aéreas en esa fecha, aunque en la mayoría de los casos, los resultados son regulares en cuanto a logro de implantación, si se los compara con una siembra convencional. Si la siembra se hace demasiado temprano los centenos suelen encañarse rápidamente y en muchos casos con un porte muy erecto y acumulan poca biomasa. En general con densidades de alrededor de 35-40 kg de semilla por hectárea se han logrado resultados muy satisfactorios. Igualmente es recomendable conocer el peso de mil granos ya que son muy variables entre años y genotipos y tratar de sembrar alrededor de unas 200-250 semillas viables/m².

Para calcular la densidad a sembrar en kg/ha se procede de la siguiente manera:

Pls/m lineal x 1,92 x peso de mil semillas x 100

Kg/ha= -----

Poder germinativo x pureza x eficiencia de emergencia

En el caso de mezclar gramíneas con leguminosas como Vicia o Melilotus hay que tener en cuenta que estas últimas son de ciclo largos y necesitan parte de octubre y noviembre para generar biomasa y aportar nitrógeno. Por lo tanto al incluir estas especies, hay que tener en cuenta que los cultivos que siguen en la rotación, deberán sembrarse a partir del mes de diciembre, fecha que no es considerada como óptima, por el riesgo de que los cultivos sean afectados por heladas tempranas (febrero-marzo) y no puedan finalizar su ciclo.

La vicia villosa puede sembrarse sola o acompañada de gramíneas, dependiendo del objetivo por el que se implementa el CC. Cuando se siembra sola se recomienda utilizar una densidad de alrededor de 35 semillas por metro cuadrado. El peso de mil semillas es muy variable (25 a 50 gramos, con un promedio de 35 gramos). Si tomamos este valor de 35, la densidad sería de 12,2 a 15 kg. En ambientes arenosos se han obtenido buenas experiencias de mezclas de vicia con centeno, pero en la medida que el ambiente es mejor se recomienda sembrarla con especies de menor crecimiento inicial como triticale, para reducir la competencia.

En cuanto a las aplicaciones de herbicidas posteriores, los resultados serán en función de la biomasa producida por el CC y la presión de malezas de cada lote, pero en la mayoría de los casos se reducen las dosis de productos activos de un 20 a 50%.

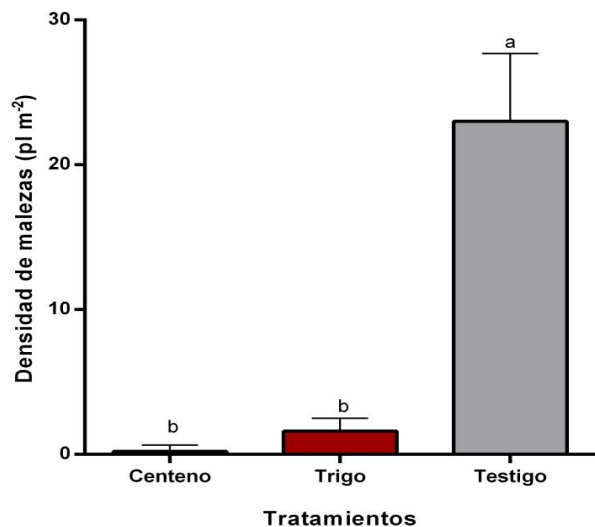
La mayoría de los cultivos de centeno u otras gramíneas no requieren aplicaciones de herbicidas durante su ciclo, en su mayoría necesitan solo para el secado, no obstante hay otros que requieren aplicaciones de herbicidas hormonales como 2,4,D, Dicamba o Picloram.

En lotes con suelos arenosos, pobres en materia orgánica, se recomienda el agregado de N a la siembra o macollaje para favorecer la producción de macollos.

El momento de secado de las gramíneas depende del objetivo con que se hacen las coberturas. En general se recomiendan los secados desde encañazón en adelante, ya que si se seca antes el rastrojo se descompone muy rápidamente, tener en cuenta que a medida que avanza el ciclo se incrementa el consumo hídrico, sobre todo en estadios reproductivos.

A continuación se presentan resultados de algunos experimentos realizados en la provincia evaluando la incorporación de diferentes CC y sus resultados en el control de malezas.

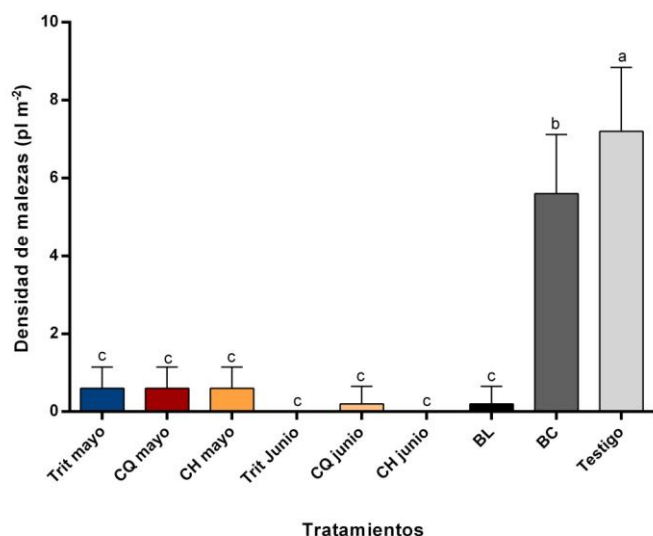
Figura 1. Control de malezas con cultivos de trigo y centeno vs testigo sin cultivo. Campo experimental de la EEA San Luis INTA. Octubre de 2014



Como se observa en la figura 1, la densidad de las malezas evaluada en el mes de octubre (principalmente **Conyza bonariensis (L.) Cronquist**: rama negra, seguida de **Amaranthus palmeri S. Watson**: yuyo colorado, **Carduus acanthoides L**: cardo chileno y **Cirsium vulgare (Savi) Ten**: Cardo negro, estos dos últimos en baja densidad inicial) en los tratamientos con CC, es significativamente inferior al tratamiento testigo, que tuvo una aplicación de 1.100 gr ea/ha⁻¹ de Glifosato en el mes de julio, sin CC.

Figura 2. Resultados en el control de malezas según distintos tratamientos. Establecimiento Huelucan. Buena Esperanza. Pret Sur. Octubre 2015

Referencias: Trit mayo: Trítale sembrado en mayo
CQ mayo: Centeno Quehue sembrado en mayo
CH mayo: Centeno bolsa blanca sembrado en mayo
Idem para CC junio
BL: Barbecho largo iniciado en mayo
BC: Barbecho corto iniciado en octubre
Testigo: Sin tratamiento



En esta experiencia los CC sembrados en junio y mayo tuvieron, a mediados del mes de octubre densidades de malezas significativamente inferiores a los tratamientos de barbecho corto (ver en Coeficiente de impacto ambiental, cuadro nro.3) y testigo y similares a la del barbecho largo (Ver en Coeficiente de impacto ambiental cuadro nro. 2 y 4). No hubo diferencias significativas en el control de malezas entre las dos fechas de siembra ni entre los dos cultivos. En cuanto a las malezas presentes, al momento de la siembra, el 5 de mayo, en baja densidad y en orden de importancia fueron: **Conyza bonariensis L**: Rama negra; **Pappophorum caespitosum**: Cortadera chica; **Amaranthus palmeri S. Watson**: Yuyo colorado; **Heterotheca subaxillaris (Lam.) Britton & Rusby**: Falso alcanfor y **Bowlesia incana Ruiz y Pav.**: Perejilillo.

Figura 3. Est Huelucan, CC Trítale a la derecha, centeno a la izquierda. Foto de septiembre de 2015.



Figura 4: Se comparan distintas densidades de malezas latifoliadas y gramíneas en siembra tardía de soja y de maíz, con cultivos de cobertura de centeno vs testigos sin CC, en distintos Establecimientos agrícolas, pertenecientes al proyecto Chacras de AAPRESID regional San Luis.
Fuente: Ing. Agr. Vanesa Barbero

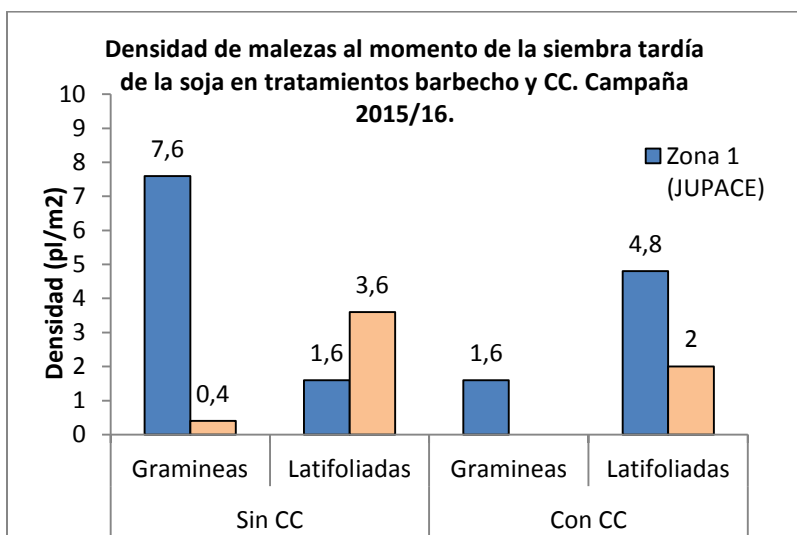
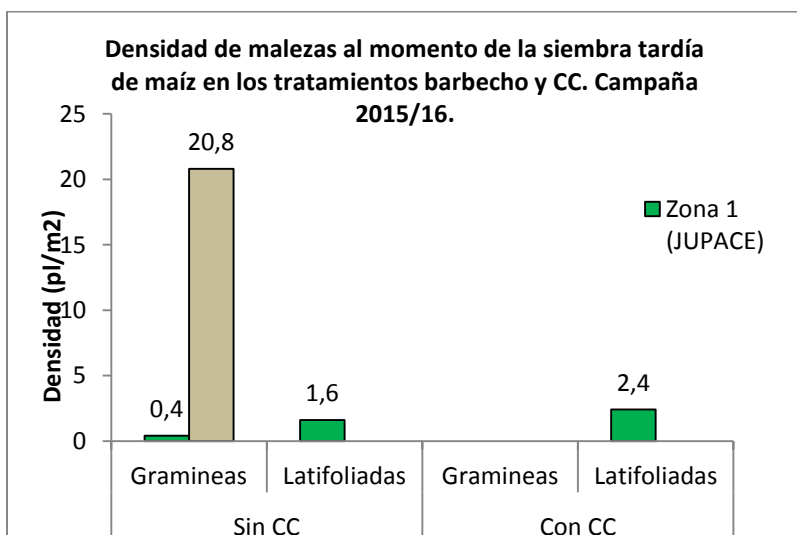


Figura 5: Idem anterior en maíz



El coeficiente de impacto ambiental

El Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ, por su 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 o mayor 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).

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 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 calculó el EIQ de campo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{EIQ de campo} = \text{EIQ} * \text{Porcentaje de ingrediente activo} * \text{Dosis} * \text{N}^{\text{o}} \text{ de aplicaciones}$$

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.

A continuación se muestra un caso de cálculo del coeficiente de impacto ambiental de campo, comparando diferentes CC (Centeno y Triticale), con tratamientos de aplicación de herbicidas en un tratamiento de barbecho largo y corto para los cultivos de maíz y barbecho largo para soja. (Establecimiento Huelucan de Buena Esperanza, San Luis, 2016).

Resultados:

Coeficiente de impacto ambiental de campo

Cuadro 1. Cultivo de Cobertura, centeno y triticale para maíz:

Herbicida	EIQ	la(%)	Dosis Lt/kg/ha	Nro de aplicaciones	Total Coef Imp amb de campo
Para el secado del CC: Glifosato	15,33	0,48	3	1	22
En presiembra de maíz Glifosato	15,33	0,48	2	1	14
Atrazina	22,85	0,90	2	1	41
Total					77

Cuadro 2. Barbecho largo, comienzo en agosto, para el cultivo de maíz.

Herbicida	EIQ	la(%)	Dosis Lt/kg/ha	Nro de aplicaciones	Total Coef Imp amb de campo
Inicio de barbecho (agosto) Glifosato	15,33	0,48	3	1	22
2,4,D	16,67	0,8	0,7	1	9
Dicamba	26,33	0,6	0,1	1	2
Sub total					33

En presiembra de maíz	15,33	0,48	3	1	22
Glifosato					
Atrazina	22,85	0,90	2,5	1	51
S-Metolacoloro	22	0,96	1	1	21
Sub total					94
Total					127

Cuadro 3. Barbecho corto para maíz

Herbicida	EIQ	la(%)	Dosis Lt/kg/ha	Nro de aplicaciones	Total Coef Imp amb de campo
Glifosato	15,33	0,48	3	1	22
Atrazina	22,85	0,90	2,5	1	51
S-Metolacoloro	22	0,96	1	1	21
Total					94

Cuadro 4. Total EIQ de campo Barbecho largo y posemergencia (Soja)

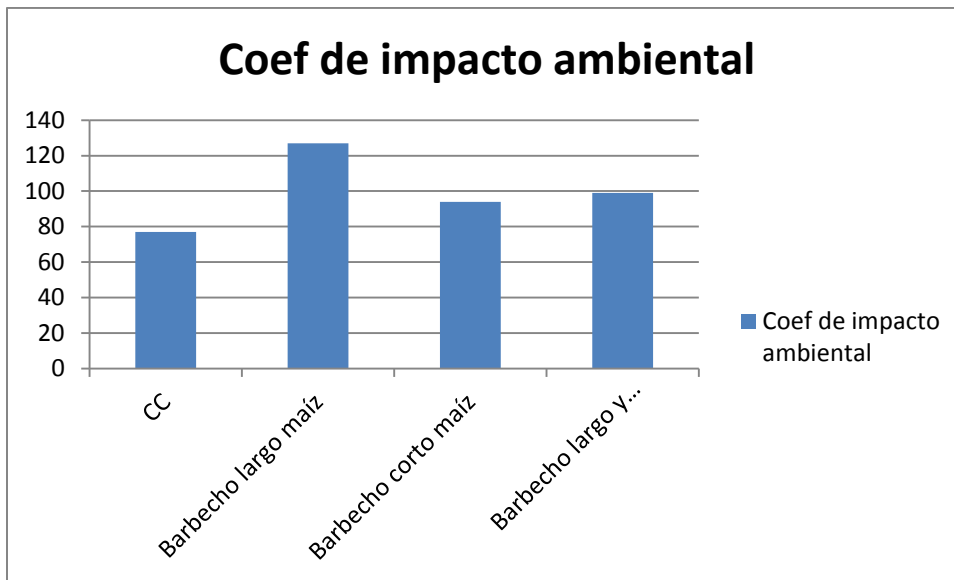
Herbicida	EIQ	la(%)	Dosis Lt/kg/ha	Nro de aplicaciones	Total Coef Imp amb de campo
Inicio de barbecho (agosto)	15,33	0,48	3	1	22
Glifosato					
2,4,D	16,67	0,8	0,7	1	9
Dicamba	26,33	0,6	0,1	1	2
Sub total					33
En presiembra de soja	15,33	0,48	3	1	22
Glifosato					
Sulfentrazone	12,00	0,50	0,3	1	2
S-Metolacoloro	22	0,96	1	1	21
Sub total					45
En posemergencia	15,33	0,48	2	1	15
Glifosato	24	0,25	1		6
Fomesafen					
Sub total					21
Total					99

Como se puede apreciar en este caso, la inclusión de cultivos de cobertura con buen manejo, para lograr una óptima cantidad de biomasa permite un buen control de malezas otoñales-invernales-primaverales y de esta forma se disminuye la aplicación de herbicidas, con el consiguiente beneficio para la salud humana, animal y ambiental.

Cuadro. 5. Coeficientes de impacto ambiental de sistemas con CC, barbecho largo y barbecho corto.

Tratamiento	Coef de impacto ambiental
CC	77
Barbecho largo maíz	127
Barbecho corto maíz	94
Barbecho largo y posemergencia soja	99

Figura 6. Coeficiente de impacto ambiental de campo según diferentes tratamientos en el control de malezas



Consideraciones finales

Por lo expuesto, a corto plazo los beneficios de incluir CC en las secuencias de cultivos agrícolas de verano se asocian a un ahorro en herbicidas con el consiguiente beneficio ambiental. Dicha reducción en el uso de herbicidas podría ser mayor, en caso de implementar el rolado para secar los cultivos de cobertura. Los beneficios a largo plazo se relacionan con una mejor estructuración e infiltración de los suelos, balances más favorables de carbono, disminución de la erosión e interrupción del ciclo de malezas, entre otros. No obstante los beneficios mencionados, aún es escasa la superficie destinada a cultivos de cobertura en el país y en nuestra provincia. Entre las principales causas mencionadas para no adoptarlos figuran la falta de conocimiento en el manejo de los productores, el costo y el consumo de agua en zonas semiáridas, lo que puede repercutir negativamente en el rendimiento de los cultivos de verano.

Bibliografía consultada

Alvarez, C; Quiroga, A; Santos D; Bodrero, M. 2012. Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Tirada de 1000 ejemplares Junio de 2013 EDICIONES INTA EEA INTA Anguil Ing. Agr. Guillermo Covas (6326) Anguil, La Pampa, Argentina. / edición literaria a cargo de Cristián Alvarez [et.al.].1a ed. La Pampa. Ediciones INTA, 2012. 170 p. 28x20 cm.

Baigorria, T. ; Alvarez, C. ; Cazorla, C. ; Belluccini, P. ; Aimetta, B. ; Pegoraro, V. ; Boccolini, M. ; Conde, B. ; Faggioli, V. ; Ortiz, J. y Tuesca, D. Cultivos de cobertura: una estrategia sustentable al manejo de malezas en sistemas de siembra directa. XXIV. Congreso AAPRESID. Resiliar. 2016.

Barbero, V. 2016. Cultivo de cobertura como alternativa a barbechos invernales en el semiárido puntano. La experiencia de la Chacra San Luis. XXIV Congreso AAPRESID (Resiliar) 3-5 de agosto de 2016.

Barraco, M; Alvarez, C. 2018. sitio Agroconsultas online. Abril, Mayo, Agosto 2018

Buratovich, M.V. Acciaresi, H.A. Cultivos de cobertura como moduladores de la emergencia de malezas naturales. 2017. Revista de Tecnología Agropecuaria (RTA) / Vol 10 / N°35 Diciembre 2017.

Capurro, J. ; Dickie, M. J. ; Ninfi, D. ;Zazzarini, A. ;Tosi, E.; González, M.C. Gramíneas y leguminosas como cultivos de cobertura para soja. 2012. PARA MEJORAR LA PRODUCCION 47 - INTA EEA OLIVEROS 2012 XXIII Congreso Argentino y IXX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata 2012.

Colazo, J.C.2017.Cultivos de cobertura, aliados para producir y cuidar los recursos. Entrevista INTA Informa. 23 de marzo de 2017.

Colazo, J.C.; Saenz, C. 2013.Cultivos de cobertura invernales: Primeras experiencias en San Luis. Información técnica. 12 de agosto de 2013.

Kovach, J; Petzoldt, C; Degni, J. y Tette, J., 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. En: <https://nysipm.cornell.edu/sites/nysipm.cornell.edu/files/shared/documents/EIQ-original-paper-1992.pdf>.

Leiva, Sergio; Carrizo, Adrián; Carrasco, Franca; Aybar, Sonia; Matías, Angel. 2015. Estimación del coeficiente de impacto ambiental (EIQ) en diferentes estrategias fitosanitarias en productores minifundistas olivícola, en La Rioja, Argentina. V Congreso latinoamericano de Agroecología SOCLA 7-9 de octubre de 2015 UNLPlata

Montoya, J.C.. ; Cervellini, J. M.. ; Porfiri, C. Supresión de rama negra (*Conyza bonariensis* var. *angustifolia*) mediante el uso de cultivos de cobertura. XII Congreso de la ALAM, I Congreso de la ASACIM. 2015.

Montoya, J. C; Garay, J. A y Cervellini, J.M. Amarantáceas en la región semiárida central argentina: La Pampa y San Luis. 2015.Boletín de divulgación técnica nro. 113/Noviembre de 2015. ISSN IMPRESO 0325-2167/ISSN LINE en trámite.

Palau, H; Senesi, S; Moggi, L. y Ordoñez I., 2015. Impacto económico, macro y micro, de malezas resistentes en el agro argentino. FAUBA-ADAMA.

REM, 2014. Incremento de costos a causa de malezas resistentes y tolerantes. En: <http://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2014/09/Incremento-de-costos-por-malezas->

REM, 2016. Actualización de mapas de malezas resistentes y tolerantes de Argentina. En <http://www.aapresid.org.ar/rem/mapas-rem/>.

REM 2017. Cultivos de cobertura en Argentina: Que se está haciendo y que falta. Informe técnico.2017. REM AAPRESID

