

EFFECTO DEL MOMENTO DE QUEMADO DE CENTENO UTILIZADO COMO CULTIVO DE COBERTURA SOBRE PROPIEDADES EDÁFICAS, MALEZAS Y RENDIMIENTO DE MAÍZ

EFFECT OF DRYING TIME RYE USED AS COVER CROP ON SOIL PROPERTIES, WEEDS AND YIELD OF CORN

Servera Martín², Carlos D. Zamora², Alberto R. Quiroga^{1,2},
Félix R. Frigerio², Darío C. Aimar² & Sergio A. Abascal²

Recibido 26/02/2015
Aceptado 06/05/2016

RESUMEN

Durante la última década se incrementó la superficie agrícola, que incluyó el uso de suelos poco aptos y su consecuente degradación en la Región Semiárida Pampeana. Los cultivos de cobertura son una herramienta que puede minimizar tal degradación y compensar el balance de carbono. Nuestro objetivo fue evaluar el efecto de tres momentos de quemado de un cultivo de cobertura (CC) como el centeno, sobre el aporte de biomasa del CC, el contenido hídrico y el nitrato del suelo, la presencia de malezas en el cultivo sucesor y rendimiento del cultivo de maíz. La experiencia se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Anguil, INTA. Se realizaron determinaciones de agua útil y nitrato en el perfil del suelo, eficiencia del uso del agua (EUA) y producción de biomasa aérea del CC, recuento de malezas y rendimiento de grano en el cultivo maíz (sucesor) para tres momentos de quemado de los CC. Los resultados mostraron una mayor producción de biomasa aérea del CC y una mayor EUA en agosto y septiembre que en julio. El contenido de agua y nitrato en el perfil del suelo disminuyó cuanto más se demoró el momento de quemado (MQ), afectando negativamente el rendimiento de maíz. No hubo diferencias en la cantidad de malezas presentes en el cultivo, entre los estados v6 y v8, ni en el rendimiento de maíz por la aplicación o no de herbicidas.

PALABRAS CLAVE: región semiárida, cultivos de cobertura, eficiencia de uso del agua

ABSTRACT

During the last decade, the Pampean Semiarid Region showed an increase in cropping area by including soils of low aptitude which, in consequence, became degraded. Cover crops are a tool that can minimize such edaphic degradation and offset the carbon balance. This work's objective was to evaluate the effect of three drying dates (DD) of rye, as cover crop (CC), on water use efficiency (WUE) and biomass production of the CC, soil content of available water and nitrate, and the presence of weeds in and grain yield of a maize successor crop. The field trial was conducted at the Experimental Station INTA Anguil, La Pampa, and the DD assayed for the CC were July, August and September. Results showed that CC biomass production and WUE were higher for drying in August and September as compared to that done in July. Contents of available water and nitrate in the soil profile, as well as maize grain yield, were significantly reduced with the delay of CC drying. There was no difference in the amount of weeds present in maize crop among v6 and v8 phenological stages, and neither in maize grain yield, whether or not herbicides were applied.

Cómo citar este trabajo:

Servera M, C.D. Zamora, A. Quiroga, F. Frigerio, D. Aimar & S. Abascal. 2016. Efecto del momento de quemado de centeno utilizado como cultivo de cobertura sobre propiedades edáficas, malezas y rendimiento de maíz. *Semiárida Rev. Fac. Agron. UNLPam.* 26(1): 11-18.

¹ EEA Inta Anguil

² Facultad de Agronomía UNLPam, * quiroga.alberto@inta.gov.ar



KEY WORDS: semiarid region, water use efficiency, weeds cover, soil water and nitrate

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de la Región Semiárida y Subhúmeda Pampeana (RSSP) han experimentado cambios durante los últimos años, como la incorporación de la siembra directa (SD), el incremento de la superficie con cultivos de verano y la disminución de los cereales de invierno (Kruger & Quiroga, 2013; REPAGRO, 2014), además de un mayor incremento de la superficie destinada a la producción de cultivos en detrimento de la destinada a la ganadería (SAGPyA, 2006; MinAgri, 2012). La combinación de mayor uso agrícola con cultivos de baja producción de residuos ha generado preocupación debido a la posible degradación causada en los suelos (Viglizzo *et al.*, 2001, 2011). En muchos casos, la mayor participación de cultivos de verano en la rotación agrícola, como la soja, ha significado una reducción en el aporte de residuos y en el contenido de Materia Orgánica (MO) del suelo respecto a suelos no cultivados (Buschiazzo *et al.*, 2001, Álvarez *et al.*, 2012), lo que acentuó los procesos de degradación física y las pérdidas de suelos por erosión. Tanto en suelos de La Pampa como de San Luis es frecuente comprobar, aun bajo SD continua, importantes pérdidas de suelos por erosión eólica e hídrica (Buschiazzo, 2006).

La utilización de CC es una alternativa de manejo que permite reducir o atenuar la pérdida de carbono (C) de los suelos, prevenir la erosión, aumentar la infiltración, reducir la lixiviación de nitrato hacia la capa freática (Kruger & Quiroga, 2013), e incluso disminuir el número de plántulas de malezas por unidad de superficie en el cultivo sucesor. El incremento del contenido de C del suelo es uno de los principales objetivos en la región semiárida pampeana. El MQ de los CC es uno de los factores que determina el contenido de C que podría aportar el CC, siendo mayor el aporte de C cuando más se retrase el MQ y viceversa. Sin embargo, Unger y Vigil (1998) señalan que la inclusión de CC puede tener un efecto negativo sobre la recarga hídrica del perfil del suelo cuando el momento de quemado (MQ) del mismo es demorado, reduciendo

la disponibilidad de agua para el cultivo sucesor (Duarte, 2002). Restovich y Andriulo (2013) comprobaron que los CC de mayor producción de biomasa aérea presentaron menor cantidad de agua a la siembra de los cultivos sucesores. Según Ruffo (2003), el criterio para el MQ de estos CC debe ajustarse a la acumulación de biomasa que maximice la cobertura y el aporte de carbono al suelo y la recarga del perfil a partir de las precipitaciones estacionales. De esta manera, el MQ temprano reducirá la acumulación de biomasa favoreciendo la recarga del perfil, mientras que el retraso del MQ generará el efecto contrario. Un comportamiento paralelo a la recarga hídrica del perfil edáfico, se podría diagnosticar para el contenido de nitrato del suelo, al momento de la siembra del cultivo sucesor del CC. No obstante, si bien varios estudios muestran que la inclusión de CC en la rotación puede minimizar las pérdidas de N por lixiviación (Restovich & Andriulo, 2013; Kenneth & Russell 1998; Dinnes *et al.*, 2002) resultan escasos los estudios que muestren cómo puede incidir el MQ del CC sobre el contenido de nitrato en el suelo a la siembra del cultivo sucesor y sobre la producción del mismo. Al respecto, Scianca *et al.* (2013) señalan la necesidad de estudios que evalúen los efectos de distintos momentos de secado de los CC con la finalidad de ajustar estrategias de manejo en distintas condiciones ambientales.

Otro aspecto que puede beneficiar la inclusión de CC en los sistemas agropecuarios, es la menor presencia de malezas en cultivos sucesores (Blackshaw *et al.*, 2001; Liebman & Davis, 2000; Fisk *et al.*, 2001; Zamar *et al.*, 2000; Perez & Scianca, 2009; Fernández *et al.*, 2012) lo que permitiría reducir y/o suprimir la dosis de herbicidas sobre estos últimos. Perez y Scianca (2009) y Scianca *et al.* (2006) comprobaron que los CC redujeron la cantidad de plantas de malezas por unidad de superficie y el porcentaje de cobertura de las mismas en los cultivos sucesores, lo que atribuyeron a la mayor competencia y la segregación de sustancias alelopáticas de los CC.

En base a lo expuesto, es esperable que cuanto

mayor sea el período transcurrido desde la siembra del CC hasta el momento de secado, se produzca mayor acumulación de biomasa luego del MQ, y menor sea la acumulación de agua útil y nitrato en el perfil del suelo al momento de siembra del cultivo sucesor. Además, cuanto mayor sea la acumulación de biomasa del CC menor será la presencia de malezas dentro del cultivo sucesor de maíz y mayor será el rendimiento del mismo.

El objetivo del trabajo fue evaluar la incidencia de diferentes momentos de quemado del CC (centeno, *Secale cereale*) sobre el contenido de agua y nitrato en el perfil del suelo, la producción de biomasa y la eficiencia de uso del agua del CC. Además evaluar el número de malezas por unidad de superficie y rendimiento del cultivo sucesor (maíz, *Zea mays*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la Estación Experimental Agropecuaria “Guillermo Covas”, Anguil INTA, que se encuentra ubicada en el sector sur de la geoforma “planicie medanosa”. En esta formación se hallan suelos profundos, con secuencias de horizontes A, AC y C, con clases texturales que oscilan entre franco-arenosa a arenosa y son clasificados como Haplustoles énticos y Ustipsament típicos. La precipitación media anual para esta región es 733 mm para el período 1961-2008, siendo la distribución estacional 36,5% verano, 26% otoño, 9% invierno y 28,5% primavera (Casagrande, com. personal).

Durante la campaña 2012 se seleccionó un lote destinado al cultivo de maíz. El 26 de Abril se sembró centeno (*Secale cereale* cv Quehué) el cual fue utilizado como CC, a razón de una densidad de siembra de 250 semillas m⁻² (50 kg. ha⁻¹), y una distancia entre líneas de 17,5 cm. La fecha de siembra del cultivo de maíz fue el 8 de octubre.

El diseño experimental establecido fue el de bloque en parcela dividida. En el lote de estudio se delimitaron 3 bloques con tres unidades experimentales en cada uno, dispuestas al azar, donde se evaluó el factor principal: momento de quemado (MQ). Cada unidad experimental (600 m² cada una) se dividió en mitades en las que, ale-

atoriamente, se aplicó el tratamiento: aplicación de herbicidas (2,2 l.ha⁻¹ Glifosato + 0,4 l.ha⁻¹ 2-4D) o no aplicación de herbicidas en el cultivo sucesor (*Zea mays*). Posteriormente, se evaluó la presencia de malezas en el cultivo sucesor, ello permitió analizar el efecto de los CC sobre la presencia de malezas en el cultivo sucesor.

El factor principal MQ consistió en la aplicación de 2,5 l.ha⁻¹ de Glifosato (68%) sobre el CC en 3 diferentes momentos: 8 de julio, 8 de agosto y 8 de septiembre.

Determinaciones

En capas de 20 cm de espesor y hasta 140 cm de profundidad se determinó el contenido de agua del suelo correspondiente al punto de marchitez permanente (Membranas de Richard) y la densidad aparente (cilindros de 240 cm³ de volumen). En dichas capas de suelo se determinaron los contenidos de agua (Método Gravimétrico) al momento de la siembra y en los distintos momentos de secado de los CC.

El agua disponible para cada capa del suelo (mm) se obtuvo a partir del producto entre la densidad aparente, el espesor de cada capa (mm) y la diferencia entre el contenido de humedad actual y el contenido de humedad en punto de marchitez permanente (fracción decimal).

El Uso Consuntivo (UC) de los CC se calculó a partir de la diferencia entre: la suma del agua disponible inicial del suelo (momento de la siembra) más las precipitaciones ocurridas durante el período de crecimiento del CC y el agua disponible en el suelo al momento del secado del mismo. Además, se determinó la eficiencia en el uso del agua (EUA) haciendo el cociente entre la materia seca y el uso consuntivo durante el período evaluado.

La materia seca (MS) de la biomasa aérea de los CC se cuantificó luego del MQ, a partir de cortes realizados sobre una superficie de 0,25 m² por parcela y llevados a estufa a 60°C, hasta alcanzar peso constante.

Al momento de la siembra del cultivo de maíz, se tomaron muestras de suelo de 0 a 20 y de 20 a 60 cm, a las que se les determinó el contenido de N-NO⁻³ (Método del ácido cromotrópico).

La cuantificación de malezas se realizó una vez implantado el cultivo de maíz, entre los estados V6–V8, diferenciando las especies en monocotiledóneas y dicotiledóneas. Se determinó el número de malezas por unidad de superficie y la cobertura de las mismas (%). En madurez fisiológica del cultivo de maíz se realizó la cosecha manual sobre una superficie de 3,12 m².

Durante el período del estudio se registraron las precipitaciones en la estación meteorológica de la EEA Anguil INTA, distante 200 m del sitio experimental.

Los resultados fueron analizados a través del análisis de la varianza y las comparaciones de valores medios se realizaron por medio del test de Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los distintos MQ del CC, la biomasa acumulada osciló entre 2930 y 4440 kg.ha⁻¹ (Figura 1). Existieron diferencias significativas en la acumulación de biomasa, observándose la mayor cantidad de MS acumulada por los CC en los tratamientos agosto (4073 kg.ha⁻¹) y septiembre (4440 kg.ha⁻¹), que en el tratamiento julio (2930 kg.ha⁻¹). Esta diferencia se debió a que en el MQ de julio, el CC se encuentra en crecimiento vegetativo, mientras que en agosto y septiembre el cultivo pasó de estado vegetativo a reproductivo. Similares resultados fueron observados en CC de avena (Bonvecchi & Cabrera, 2012) y triticale (Lardone *et al.*, 2013).

Los resultados muestran que los diferentes MQ del CC afectaron significativamente el rendimiento de maíz. El cultivo de maíz realizado sobre el CC cuyo MQ fue julio, tuvo mayor rendimiento de grano (10033 kg.ha⁻¹) que el realizado en agosto (8825 kg.ha⁻¹) y septiembre (7547 kg.ha⁻¹) que tuvo el menor rendimiento. Probablemente los CC en los que más se demoró el MQ, consumieron más agua y nitratos que el MQ de julio, reduciendo la disponibilidad para

el cultivo de maíz, limitando su rendimiento.

La EUA osciló entre 8,74 y 9,2 Kg MS.mm⁻¹ de agua. Esta EUA para los distintos MQ, fue significativamente mayor en los tratamientos agosto y septiembre que en el tratamiento julio (Figura 2), aunque entre agosto y septiembre no se hallaron diferencias significativas. Carfagno *et al.* (2013) comprobaron en Hapludoles del oeste de Buenos Aires, una mayor EUA a medida que se postergó el MQ de centeno. La mayor cantidad de biomasa aérea acumulada, generó mayor cobertura de la superficie del suelo, aunque también incrementó el consumo de agua de los mismos. De esta manera la disponibilidad hídrica que queda en el perfil al MQ, para el cultivo siguiente, también es afectada. Se observó una tendencia en la cual el contenido hídrico del suelo fue menor cuanto más se retrasó el MQ del CC (Figura 3). La mayor diferencia se observó en la determinación del contenido hídrico del suelo en septiembre, en el cual el MQ de julio presentó 209 mm acumulados y el MQ de septiembre 195 mm acumulados, es decir una diferencia del 6,6% respecto al de mayor contenido hídrico acumulado. Esta diferencia se debió al mayor consumo de agua por parte del CC del último MQ.

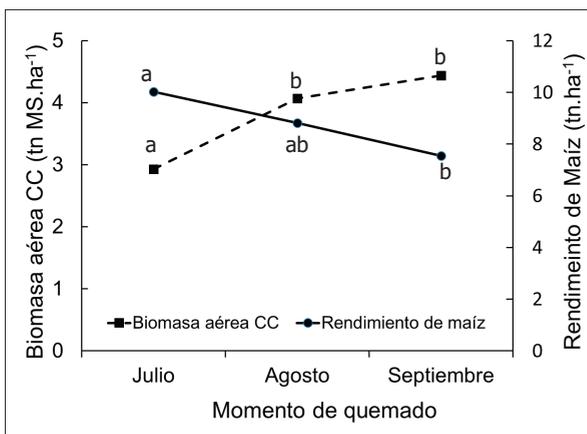


Figura 1: Producción de biomasa aérea del CC (tMS.ha⁻¹) y rendimiento de maíz (t.ha⁻¹) en función del MQ (Letras distintas indican diferencias significativas, p < 0,05).

Figure 1: Cover crop biomass production (tDM.ha⁻¹) and maize grain yield (t.ha⁻¹) under different drying dates (Different letters indicate significant differences at p < 0.05).

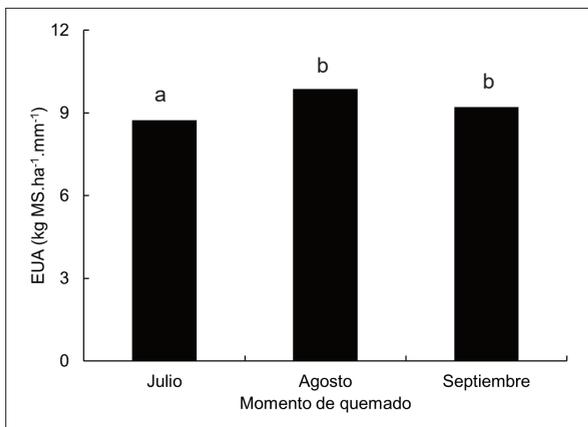


Figura 2: Eficiencia en el uso del agua (kg MS.ha⁻¹.mm⁻¹) en función del MQ (Letras diferentes indican diferencias significativas, p<0,05).

Figure 2: Water use efficiency (kg DM.ha⁻¹.mm⁻¹) of cover crop as a function of drying date (Different letters indicate significant differences at p<0.05).

El contenido de N disponible (N-NO⁻³) en los primeros 60 cm del perfil, evaluados al momento de la siembra de maíz, osciló entre 62,7 y 19,7 kg.ha⁻¹ (Figura 4). A medida que se retrasó el MQ del CC, se observó que el N dispo-

nible en el perfil fue menor. La mayor diferencia se observó entre el tratamiento julio y los tratamientos agosto y septiembre, lo que se atribuyó a que la mayor producción de biomasa de los CC en los MQ más tardíos, produjo una mayor extracción de N del suelo.

Otro factor que pudo modificar la disponibilidad de N en el suelo, es el cambio en la relación C/N del CC correspondiente a cada estado fenológico en el que se le realizó el MQ. El cambio de estado del ápice (de vegetativo a reproductivo) en los MQ más tardíos (agosto y septiembre), produjo una modificación en la relación C/N del residuo aportado por el CC. La disminución en el contenido de N disponible que se registró en estos tratamientos puede ser considerado una desventaja desde el punto de vista de la nutrición del cultivo, pero es una ventaja si consideramos la probabilidad de lluvias, la textura arenosa de los suelos y el consecuente riesgo de lixiviación (Rimski Korsakov *et al.*, 2004). Por su parte el MQ temprano (julio), presentó un residuo con menor relación C/N, debido a que el CC se encontraba en estado vegetativo, teniendo mayor contenido proteico y menor porcentaje de fibra en su biomasa. De esta manera, este residuo tendría, comparativamente, una mayor tasa de mineralización, dando lugar a mayores contenidos de N disponible a la siembra del maíz.

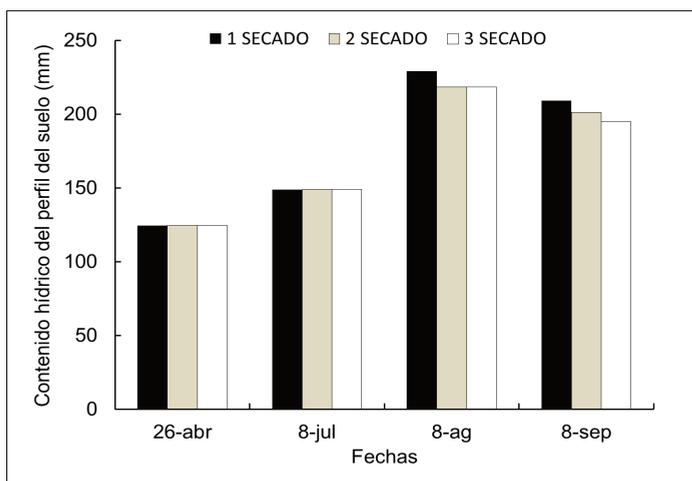


Figura 3: Contenido hídrico (mm) del perfil del suelo (60 cm) en cada MQ del CC.

Figure 3: Available water content (mm) of the soil's profile (60 cm) in each drying date of the cover crop.

La aplicación o no aplicación de herbicidas al cultivo sucesor

(maíz) resultó similar en cuanto al número de malezas (12 pl.m⁻²) observadas sobre el mismo (Figura 5). Estos resultados, si bien preliminares, apoyan la teoría que la inclusión de CC en la rotación podría disminuir la incidencia de malezas y en consecuencia el uso de herbicidas en los cultivos sucesores. Estudios muestran que la acumulación de biomasa aérea producida por el CC, principalmente gramínea, limita la emergencia de malezas (Scianca *et al.*, 2006) modificando además la diversidad y abundancia de las mismas (Fernández *et al.*, 2007). Los resultados del presente estudio arrojaron diferencias no significativas en el rendimiento de maíz entre los tratamientos con y sin uso de herbicidas. Cazorla *et al.* (2013) comprobaron, en estudios realizados en INTA Marcos Juárez, que los residuos de centeno + vicia utilizados

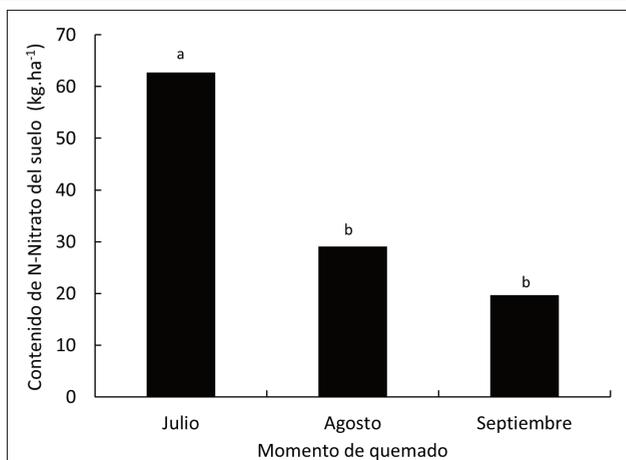


Figura 4: Contenidos de N-Nitrato (kg.ha⁻¹) a la siembra del maíz en los diferentes MQ del CC (Letras distintas indican diferencias significativas, p<0.05)

Figure 4: Contents of nitrogen as nitrate (kg.ha⁻¹) of the soil's profile (60 cm) at time of maize sowing for different drying dates of the cover crop (Different letters indicate significant differences at p<0.05).

como CC provocaron una disminución del 80% de la población de malezas, lo cual posibilitaría reducir significativamente el uso de herbicidas (Scianca *et al.*, 2006, Liebman & Davis, 2000) sin afectar los rendimientos de los cultivos sucesores.

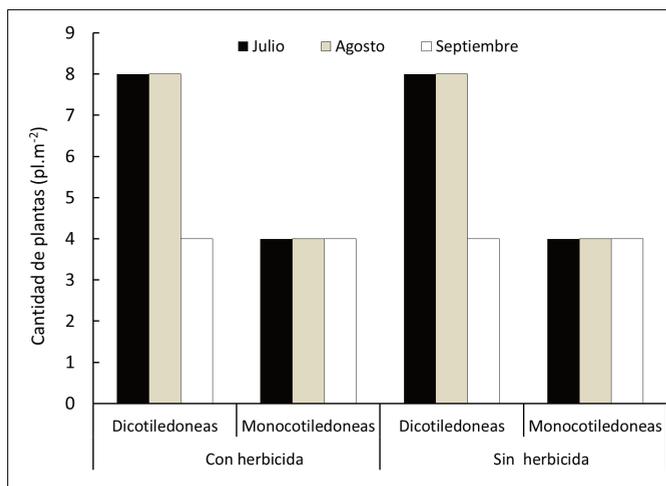


Figura 5: Cantidad de plantas de malezas (pl.m⁻²) con y sin aplicación de herbicidas en el cultivo de maíz.

Figure 5: Amount of weed plants (pl.m⁻²) in maize crop with and without application of herbicides.

CONCLUSIONES

La prolongación del ciclo del CC (centeno) incrementó significativamente la biomasa aérea del mismo incidiendo negativamente sobre el rendimiento del cultivo sucesor. Este efecto estaría relacionado con los menores contenidos de agua y nitratos disponibles en el perfil del suelo, en los MQ más tardíos, al momento de la siembra del cultivo sucesor

La EUA para la produc-

ción de biomasa aérea por parte del CC fue mayor cuanto más se postergó el MQ. Las diferencias en el número de malezas no fueron significativas al comparar los tratamientos con y sin uso de herbicidas, confirmando resultados obtenidos por distintos autores sobre la contribución de los CC en la reducción del uso de agroquímicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez C., M. Barraco, M. Díaz-Zorita & C. Scianca. 2006. Uso de cultivos de cobertura en rotaciones con base soja: efecto sobre algunas propiedades edáficas y rendimiento de los cultivos en un Hapludol típico del noroeste bonaerense. XX Congreso Argentino de la Ciencia del suelo. p. 424.
- Blackshaw R.E., J.R. Moyer, R.C. Doran & A.L. Boswell. 2001. Yellow sweetclover, green manure, and its residues effectively suppress weeds during fallow. *Weed Sci.* 49(3): 406-413.
- Bonvecchi V.E. & A.E. Cabrera. 2012. Cultivos de cobertura y duración del barbecho en sistemas agrícolas pampeanos. *En: 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).*
- Buschiazzo D.E., G.G. Hevia, E.N. Hepper, A. Urioste, A. Bono & F.J. Babinec. 2001. Organic C, N and P in size fractions of virgin and cultivated soils of the semi-arid pampa of Argentina. *J. Arid Environ.* 48(4): 501-508.
- Buschiazzo D.E. 2006. Management Systems in Southern South America. Dryland Agriculture 2nd ed. ASA, CSSA, SSSA. Madison WI. Agronomy Monograph N° 23.
- Carfango P., M. Eiza, F. Babinec & A. Quiroga. 2013. Inclusión de cultivos de cobertura en la dinámica hídrica de hapludoles y Haplustoles del oeste de la provincia de Buenos Aires y noreste de La Pampa. *En: Contribución de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción (Eds. Álvarez C., A. Quiroga, D. Santos & M. Bodrero).* pp. 36-49.
- Cazorla C., A. Lardone, M. Bojanich, B. Aimetta, D. Vilches & T. Baigorria. 2013. Antecedentes de maíz: barbecho o cultivos de cobertura. *En: Contribución de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción (Eds. Álvarez C., Quiroga A., Santos D. & M. Bodrero).* pp. 181-185.
- Dinnes D.L., D.L. Karlen, D.B. Jaynes, T.C. Kaspar, J.L. Hatfield, T.S. Colvin & C.A. Cambardella. 2002. Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drained Midwestern soils. *Agron. J.* 94(1): 153-171.
- Duarte G. 2002. Sistemas de producción de Girasol en la Región húmeda Argentina. *En: Manual práctico para cultivos de Girasol. (Eds. Díaz-Zorita M. & G. Duarte).* 313 p.
- Fernández R., A. Quiroga, F. Arena, C. Antonini & M. Saks. 2007. Contribución de los cultivos de cobertura y las napas freáticas a la conservación del agua, uso consuntivo y nutrición de los cultivos. Manual de fertilidad y evaluación de suelos, EEA INTA ANGUIL. 71: 51-59.
- Fernández R., A. Quiroga, E. Noellemeyer, M. Saks, F. Arenas & C. Antonini. 2012. Inclusión de cultivos de cobertura en sistemas de producción de la Región Semiárida Pampeana. Manual de fertilidad y evaluación de suelos, EEA INTA ANGUIL. 89: 55-65.
- Fisk J.W., O.B. Hesterman, A. Shrestha, J.J. Kells, R.R. Harwood, J.M. Squire & C.C. Sheaffer. 2001. Weed suppression by annual legume cover crops in no-tillage corn. *Agron. J.* 93(2): 319-325.
- Kenneth, W. S., B. B. Russell. 1998. Using cereal grain winter cover crops to reduce groundwater nitrate contamination the mid-Atlantic coastal plain. *J. Soil Water Conserv.* 53: 230-240.
- Kruger H. & A. Quiroga. 2013. La interface suelo – atmósfera y su valor estratégico en regiones semiáridas. *En: Contribución de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción (Eds. Álvarez C., Quiroga A., Santos D. & Bodrero M.).* pp. 5-6.

- Lardone A.V., C.M. Scianca, M.R. Barraco, W.R. Miranda, C.O. Álvarez, A.R. Quiroga & F.J. Babinec. 2013. Momento de secado de especies de cultivos de cobertura. Memoria técnica. EEA General Villegas.
- Liebman M. & A. Davis. 2000. Integration of soil crop and weed management in low external input farming systems. *Weed Res.* 40: 27-47.
- MinAgri. 2012. Series y estadísticas agrícolas. (disponible en: www.minagri.gov.ar)
- Pérez M. & C. Scianca. 2009. Efecto de los cultivos de cobertura sobre las poblaciones de malezas en un Hapludol thapto árgico del NO bonaerense. INTA Villegas. Memoria Técnica, 22.
- REPAGRO. 2014. Anuario estadístico de la Provincia de La Pampa 2014. <http://www.estadistica.lapampa.gov.ar/>. 296 p.
- Restovich S. & A. Andriulo. 2013. "Cultivos de cobertura en la rotación soja-maíz: biomasa aérea, captura de nitrógeno, consumo de agua y efecto sobre el rendimiento de grano". En: Contribución de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción (Eds. Álvarez C., A. Quiroga, D. Santos & M. Bodrero). pp. 29-35.
- Rimski-Korsakov H., G. Rubio & R. Lavado. 2004. Potential losses of nitrate by leaching in soils of the pampas Argentina. *Agric. Water Manage.* 65: 83-94.
- Rufo M.L. 2003: Factibilidad de inclusión de cultivos de cobertura en Argentina. Actas XI Congreso de AAPRESID: 171-176.
- SAGPYA. 2006. Producción de granos y consumo de fertilizantes. <http://www.sagyp.mecon.ar>
- Scianca C., C. Alvarez, M. Barraco, A. Quiroga & P. Zalba. 2006. Cultivos de Cobertura. Aporte de Carbono e influencia sobre propiedades edáficas. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 369 p.
- Scianca C., M. Varela, M. Barraco, C. Álvarez & A. Quiroga. 2013. Cultivos de cobertura en un hapludol thapto árgico de la pampa arenosa: análisis de cinco campañas. En: Contribución de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción (Eds. Álvarez C., A. Quiroga, D. Santos & M. Bodrero). pp. 105-116.
- Unger P.W. & F. Vigil. 1998. Cover crops effects on soil water relationships. *J. Soil Water Cons.* 53(3): 200-207.
- Viglizzo E.F., F.C. Frank, L.V. Carreño, E.G. Jobbágy, H. Pereyra, J. Clatt, D. Pincén & F. Ricard. 2011. Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biol.* 17: 959-973.
- Viglizzo E.F., F. Lértora, A.J. Pordomingo, J.N. Bernardos, Z.E. Roberto & H. Del Valle. 2001. Ecological lessons and applications from one Century of low external-input farming in the pampas of Argentina. *Agric. Ecosys. Environ.* 83: 64-81.
- Zamar J.L., E.E. Alessandria, A.H. Barchuk & S.M. Luque. 2000. Emergencia de plántulas de malezas bajo residuos de especies utilizadas como cultivos de cobertura. *Agriscientia* 17: 59-64.