



C4P93. DIFERENTES ESTRATEGIAS DE BARBECHO EN CULTIVOS EXTENSIVOS: EFECTO SOBRE PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

¹Novillo, Bárbara V.; ²Voisin, Axel; ³Pellegrini, Andrea E.; ⁴Chamorro, Adriana M.; ⁴Bezus, Rodolfo; ⁵Machetti, Natalia y ⁶Golik, Silvina I.

¹Becaria CIC-UNLP. ²Becario CIC. ³Curso Edafología. ⁴Curso Oleaginosas y Cultivos Regionales. ⁵Becaria CONICET. ⁶Curso Cerealicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Avenida 60 y 119. La Plata, Buenos Aires. Argentina. bnovillo@agro.unlp.edu.ar

RESUMEN

La eficacia productiva de la soja se basa en la sobreexplotación de la fertilidad edáfica que contribuye a numerosos problemas. Una alternativa para atenuar los efectos de su monocultivo es la utilización de desechos orgánicos y un cultivo de cobertura durante el barbecho. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de tres estrategias de barbecho: barbecho químico (Q), cultivo de cobertura (CC) y aplicación de compost (COM), sobre las propiedades químicas del suelo: carbono orgánico (CO), nitrógeno total (Nt) y fósforo extraíble (P). En la estación experimental J Hirschhorn (FCAYF) se iniciaron ensayos en 2011, donde se compararon cuatro secuencias agrícolas que tenían diferentes frecuencias del cultivo de soja, en dos niveles tecnológicos, un nivel medio (NM) y un nivel alto (NA). En 2016, entre la cosecha de soja de segunda y la siembra de maíz, en el NM se implementaron los tres tipos de barbecho y en la NA solo se implementó el CC. Se encontró que al final del período de barbecho no había diferencias para las secuencias estudiadas, si para los barbechos donde el COM era significativamente superior y no había diferencias entre el CCM y el Q con respecto a CO, Nt y P del suelo. Los niveles tecnológicos no presentaron diferencias en el efecto de las propiedades químicas del suelo. El CC muestra una tendencia a mejorar las propiedades químicas del suelo, requiriendo el uso de estos en el mediano y largo plazo, siendo un posible tema de investigación para un trabajo futuro.

Palabras clave: compost, cultivo de cobertura, barbecho químico

INTRODUCCIÓN

La eficiencia productiva del cultivo de soja en nuestro país se basa en la sobreexplotación de la fertilidad que ofrece la Pampa Húmeda, lo cual redundará en problemas como compactación, pérdida de fertilidad y estructura del suelo, exportación de nutrientes, encostramiento, impactos sobre la biodiversidad, afectación del acuífero y problemas de inundaciones (Mengo, 2008). Si bien es el cultivo más rentable y de mayor retorno por capital invertido, a largo plazo su realización no es la mejor alternativa ya que se contrapone con un desarrollo agropecuario sustentable.

A su vez el sistema de producción actual basado en una agricultura continua bajo siembra directa donde prevalecen los cultivos de verano, suele dejar un período de tiempo el suelo descubierto, normalmente durante el otoño e invierno, el cual se puede extender de 5 a 9 meses. Para manejar esta problemática una posibilidad es realizar la incorporación de cultivos de cobertura invernales (CC) que proporcionan una fuente adicional de cobertura viva y una cantidad importante de mulch, como también el "laboreo biológico" de sus raíces que mejora la estructura, porosidad y estabilidad estructural de los agregados (Walker & Reuter, 1996). Dependiendo de su manejo es posible sincronizar mejor la oferta de nutrientes para los cultivos sucesores, mejorar el anclaje de residuos de cultivos de cosecha minimizando las pérdidas por efecto del viento y/o agua y mejorar la actividad biológica (Kruger & Quiroga, 2012). Asimismo, CC consociados de gramíneas y leguminosas contribuyen de diferente manera al aporte, reciclado y disponibilidad de nutrientes y actúan en la inhibición de malezas (Zamar *et al.*, 2000).

Otra alternativa durante el tiempo de barbecho está dada por la utilización de residuos orgánicos, como es el caso de la cama de pollo, la cual en algunas regiones es posible encontrarla en volúmenes abundantes lo que hace factible su aplicación a nivel extensivo. La cama de pollo es un subproducto avícola compuesto principalmente por cáscara de arroz o girasol, estiércol de ave, plumas y pequeñas cantidades de alimento balanceado. Su composición química es variable, sobre todo en cuanto al contenido de nitrógeno, dependiendo de la cantidad de crías que se haya realizado sobre la misma y de las condiciones de manipuleo y almacenaje posteriores (Ré & Ferrer, 2016). La utilización de residuos orgánicos como enmendantes sería una alternativa viable para reutilizarlos dentro de un sistema productivo, disminuyendo su exportación, evitando una posible fuente de contaminación y dando así una solución al destino final de los mismos.

El área de influencia de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), abarca varios partidos, entre ellos, el Partido de Magdalena. Trabajos recientes indican que alrededor del 40 % de los suelos de Magdalena son aptos o moderadamente aptos para el cultivo de soja (Etchegoyen, 2011), equivalente a unas 73.000 hectáreas, lo cual da una idea de las posibilidades de crecimiento para el cultivo en el Partido, proceso que ya se ha iniciado. Con el fin de evitar o minimizar los problemas ambientales asociados al monocultivo sojero, se considera necesario generar información local a través de ensayos, que permitan incluir a este cultivo de manera más racional en los esquemas productivos zonales. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del barbecho químico, cultivo de cobertura y aplicación de compost sobre el contenido de carbono, nitrógeno total y fósforo extractable en el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Experimental Julio Hirschhorn (dependiente de la FCAyF, UNLP), ubicada en Los Hornos (34° 52' LS, 57° 58' LO), sobre un suelo *Argiudol típico*, se inició en 2011 un ensayo donde se evaluaron cuatro secuencias de cultivos (S) Las mismas fueron: S1: trigo/soja 2da – maíz – soja – trigo; S2: cebada/ soja 2da – maíz – soja – trigo; S3: avena/soja 2da – maíz – girasol – trigo; S4: colza/soja 2da – maíz – sorgo – trigo. Se analizaron también dos condiciones de manejos tecnológicos, un nivel medio (NM) considerado como el que realiza el productor promedio de la zona, y un nivel alto (NA) que es aquél que utilizan los productores que habitualmente obtienen mayores rendimientos en sus cosechas, y que implica generalmente mayor fertilización y eventualmente aplicación de funguicida. La diferencia entre ambos niveles tecnológicos, en el presente trabajo, se debió a los niveles de fertilización. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde la parcela principal correspondió a las secuencias y la subparcela al nivel tecnológico.

En 2016, durante el tiempo transcurrido entre la cosecha de la soja de segunda (21 de abril) y la siembra del maíz (4 de noviembre) sobre el NM se realizaron tres tipos de barbechos: a) químico (Q), siendo el manejo tradicional de los productores de la zona el cual consiste en la aplicación de herbicida para el control de malezas; b) cultivo de cobertura (CCM), compuesto por una asociación de vicia (*Vicia sativa* L.) y avena (*Avena sativa* L.) y c) aplicación de compost (COM), compuesto por cama de pollo estabilizada. Sobre el NA se implantó un cultivo de cobertura (CCA) con las mismas especies y densidades que en el NM.

Los cultivos de cobertura se sembraron el 8 de junio con una mezcla de 50 kg/ha de avena y 20 kg/ha de vicia. La siembra fue sin remoción del suelo.

La aplicación de compost se realizó el 6 de junio. De acuerdo a los datos existentes en la bibliografía según tipo de suelo (*Argiudol típico*), para cultivos extensivos y tipo de compost se utilizaron 20 t/ha (Golabi *et al.*, 2004).

Al inicio y fin del periodo de barbecho en cada uno de los tratamientos se realizó un muestreo compuesto de 10 submuestras de 0-20 cm a las que se le determinaron: carbono orgánico (CO) del suelo por el método de Walkey-Black modificado, (PROMAR, 1991), nitrógeno total (Nt) por digestión húmeda y destilación Kjeldahl (PROMAR, 1991) y fósforo (P) disponible Bray Kurtz 1 modificado (IRAM-SAGyP 29570-1).

El procesamiento de los datos se efectuó mediante el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo, 2011) utilizando análisis de la varianza y para la comparación de medias se usó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. Se analizaron los efectos principales y sus interacciones entre los tres tipos de barbechos del NM (COM, CC y Q) y las cuatro secuencias. Y también los dos niveles tecnológicos NM y NA a través de los CC y las cuatro secuencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos de CO (g.kg⁻¹), Nt (%) y P (ppm) al inicio del periodo de los barbechos (Tabla 1) no difirieron significativamente entre secuencias ni entre niveles de tecnología.

Tabla 1. Contenido de carbono orgánico (CO), nitrógeno total (Nt) y fósforo (P) en el suelo al inicio del periodo de los barbechos para las secuencias y niveles tecnológicos.

TRATAMIENTO	CO (g.kg ⁻¹)	Nt (%)	P (ppm)
Secuencias			
S1	19,7 a	0,210 a	36,4 a
S2	19,8 a	0,220 a	36,9 a
S3	20,0 a	0,230 a	43,8 a
S4	20,3 a	0,220 a	39,9 a
Tecnología			
NA	20,1 a	0,220 a	40,9 a
NM	19,8 a	0,220 a	37,6 a

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Al fin de los barbechos en el NM, el CO no presentó diferencias significativas para las secuencias estudiadas (Figura 1 a), sí para el barbecho COM que resultó significativamente mayor que Q (Figura 1 b). Este resultado es análogo a lo encontrado por Moreno Sánchez *et al.* (2012) quienes exponen que los compostajes suelen ejercer acciones positivas principalmente porque mejoran el contenido y la calidad de la materia orgánica del suelo. El CCM mostró un comportamiento intermedio con respecto al aumento del contenido de CO. Restovich *et al.* (2011) señalaron que la rotación soja-maíz que incluyó avena-vicia como CC no se diferenció del testigo respecto al stock de CO. Duval *et al.* (2016) informaron aumentos en los contenidos superficiales (0-20 cm) de CO luego de seis años de aportes por los cultivos de cobertura. Por lo tanto, en este trabajo se podría considerar que el comportamiento no diferencial del CC respecto a los demás barbechos podría relacionarse a que la evaluación solo fue de un año, a diferencia de lo hallado por los autores citados.

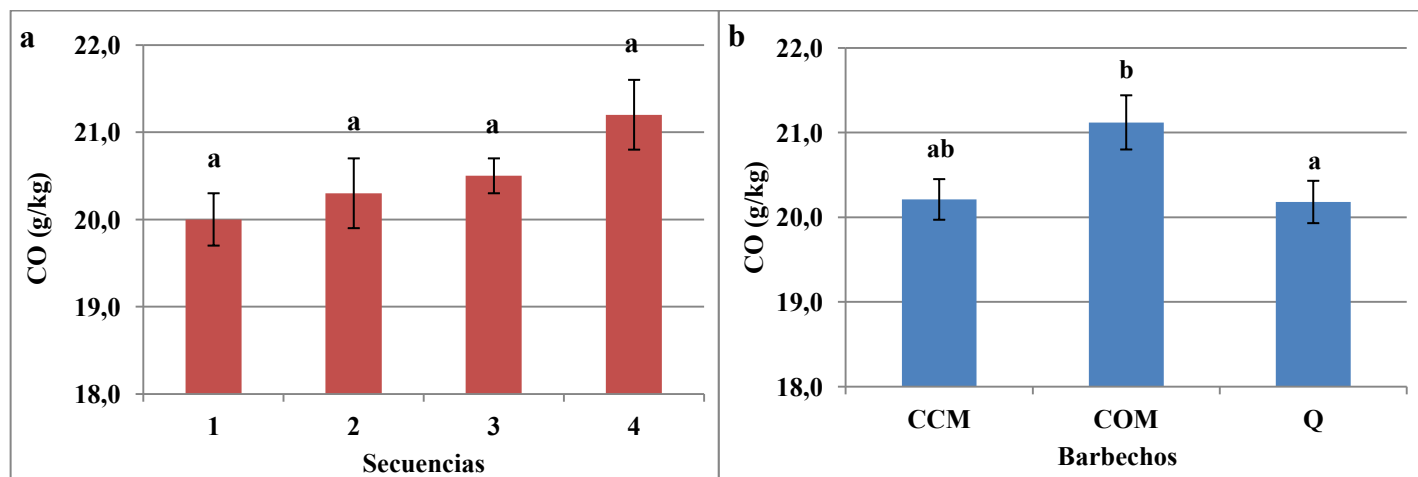


Figura 1 a: Carbono orgánico CO (g/kg) al final del periodo de barbechos del nivel medio (NM), donde S1: trigo/soja 2da – maíz – soja – trigo; S2: cebada/ soja 2da – maíz – soja – trigo; S3: avena/soja 2da – maíz – girasol – trigo y S4: colza/soja 2da – maíz – sorgo – trigo. **b:** CO (g/kg) del barbecho químico (Q), cultivo de cobertura (CCM), y compost (COM). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p > 0,05$). Las barras verticales indican error estándar.

El Nt no presentó diferencias significativas para las secuencias estudiadas (Figura 2 a), si para el barbecho COM con respecto a Q, diferenciándose significativamente (Figura 2 b). El CCM no presentó diferencias estadísticas con el barbecho Q ni con COM, mostrando un comportamiento intermedio. Estos resultados podrían estar relacionados por las apreciaciones de Vanzolini *et al.* (2013), quienes manifestaron que el aporte de N de los residuos de los CC al N del suelo

puede ser un dato variable según las condiciones meteorológicas del año de experimentación, pudiendo verse afectado por la temperatura y la humedad de los meses previos al secado.

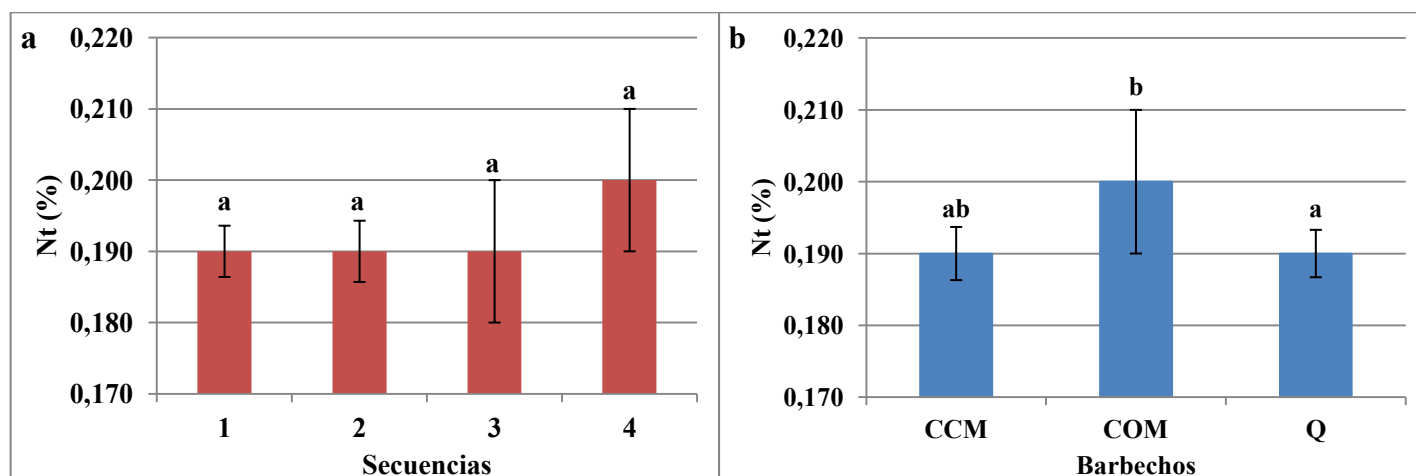


Figura 2 a: Nitrógeno total Nt (%) al final del periodo de barbechos del nivel medio (NM), donde S1: trigo/soja 2da – maíz – soja – trigo; S2: cebada/ soja 2da – maíz – soja – trigo; S3: avena/soja 2da – maíz – girasol – trigo y S4: colza/soja 2da – maíz – sorgo – trigo. **b:** Nt (%) del barbecho químico (Q), cultivo de cobertura (CCM), y compost (COM). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p > 0,05$). Las barras verticales indican error estándar.

El P no presentó diferencias significativas para las secuencias estudiadas (Figura 3 a), si resultó significativamente mayor en el barbecho COM sobre CCM y Q (Figura 3 b). Este resultado es concordante con lo hallado por Flores (2007) quien observó que el efecto más importante del agregado de cama de pollo fue sobre el contenido de fósforo disponible. Igual resultado encontraron De Battista & Arias (2010) quienes indican que el contenido de este nutriente fue el único parámetro afectado por el agregado de cama de pollo aumentando en forma proporcional a la dosis.

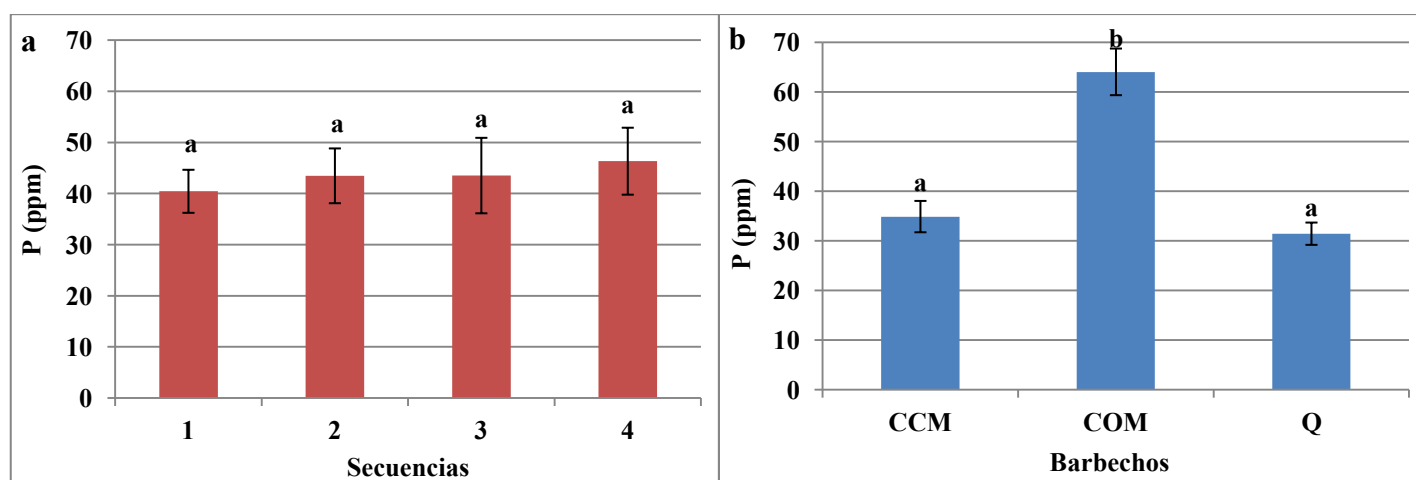


Figura 3 a: Fósforo P (ppm) al final del periodo de barbechos del nivel medio (NM), donde S1: trigo/soja 2da – maíz – soja – trigo; S2: cebada/ soja 2da – maíz – soja – trigo; S3: avena/soja 2da – maíz – girasol – trigo y S4: colza/soja 2da – maíz – sorgo – trigo. **b:** P (ppm) del barbecho químico (Q), cultivo de cobertura (CCM), y compost (COM). Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($p > 0,05$). Las barras verticales indican error estándar.

Comparando los niveles tecnológicos CCM y CCA no mostraron diferencias significativas en CO, Nt y P, ni tampoco sobre las secuencias estudiadas.

Si bien no se observaron importantes mejoras sobre las propiedades del suelo evaluadas, atribuibles al cultivo de cobertura, en ninguno de los manejos tecnológicos, por un lado es posible que se requiera de una implementación más prolongada de esta práctica para que se evidencien, y por otro lado, también son conocidas otras ventajas de los cultivos de cobertura, como su contribución a un mejor uso del agua y al manejo de malezas y otras adversidades, que justifican continuar con su evaluación.

CONCLUSIONES

El barbecho con compost aumenta el contenido de CO, Nt y P del suelo respecto al barbecho químico, mejorando las condiciones edáficas para el cultivo sucesor.

El cultivo de cobertura demuestra un efecto intermedio entre el barbecho químico y la aplicación de compost sobre las propiedades químicas del suelo analizadas.

Los niveles tecnológicos no afectan diferencialmente las variables del suelo evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

- De Battista, JJ & N Arias. 2010. Utilización de la cama de pollo como fertilizante en cultivos anuales, en suelos Vertisoles de Entre Ríos. En: Cama de pollo en Entre Ríos: Aportes para su uso y manejo. Gange, JM (Ed.). Libro digital. ISBN 978-987-521-772-0. INTA Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina. Pp. 70-75.
- Di Rienzo JA; F Casanoves; MG Balzarini; L Gonzalez; M Tablada & CW Robledo. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Software Estadístico. Versión libre en línea. En: <http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=46> Consulta: enero de 2018.
- Duval, ME; JA Galantini; JE Capurro & JM Martínez. 2016. Winter cover crops in soybean monoculture: Effects on soil organic carbon and its fractions. Soil Till. Res. 161, 95-105.
- Etchegoyen, J. 2011. Evaluación de la aptitud de los suelos para el cultivo de soja. Partido de Magdalena, Pcia de Buenos Aires. 1ra aproximación. Trabajo final de Carrera Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de la Plata. Pp. 71. Disponible en la biblioteca conjunta de la Facultad de ciencias agrarias y forestales, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- Flores, R. 2007. Fertilización con diferentes dosis de cama de pollo. Efecto de dosis de CP en el rendimiento de maíz y en el contenido de P del suelo, campaña 2006/07 En: Cama de pollo en Entre Ríos: Aportes para su uso y manejo. Gange, JM (Ed.). Libro digital. ISBN 978-987-521-772-0. INTA Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina. Pp. 61-69.
- Golabi Mohammad, H; MJ Denney & C Iykar. 2004. Use of composted organic wastes as alternative to synthetic fertilizers for enhancing crop productivity and agricultural sustainability on the tropical island of guam. 13th International Soil Conservation Organization Conference. 4-8 July. Brisbane, Australia. Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions Paper No. 234.
- Kruger, H & A Quiroga. 2012. La “interfaz suelo-atmósfera” y su valor estratégico en regiones semiáridas. En: Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. Álvarez C., Quiroga A., Santos D., Bodrero M. (Eds.). ISBN 978-987-679-177-9. INTA EEA Anguil, Argentina. Cap. 1. Pp. 5-6.
- Mengo, RI. 2008. República Argentina: Impacto social, ambiental y productivo de la expansión sojera. Córdoba, Argentina. Ecoportal.net, Temas especiales, Desarrollo sustentable. En: https://www.ecoportal.net/temas-especiales/desarrollo-sustentable/republica_argentina_impacto_social_ambiental_y_productivo_de_la_expansion_sojera/. Consulta: enero de 2018.
- Ré AE & JL Ferrer. 2016. Utilización de cama de pollo como fertilizante de pasturas y verdeos en Vertisoles de Entre Ríos. En: Cama de pollo en Entre Ríos: Aportes para su uso y manejo. Gange, JM (Ed.). Libro digital. ISBN 978-987-521-772-0. INTA Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina. Pp. 61-69.
- Restovich, SB; AE Andriulo & C Améndola. 2011. Introducción de cultivos de cobertura en la rotación soja-maíz: efecto sobre algunas propiedades del suelo. Ciencia del suelo, vol. 29, no 1, p. 61-73.
- Vanzolini, JI; J Galantini & R Agamennoni. 2013. Cultivos de cobertura de Vicia villosa Roth. en el valle bonaerense del Río Colorado. En: Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. De Álvarez C., Quiroga A., Santos D., Bodrero M. (Eds.). ISBN 978-987-679-177-9. INTA EEA Anguil, Argentina. Cap. 4. Pp. 21-28.
- Walker, J & J Reuter. 1996. Indicators of catchments health: a technical perspective CSIRO. Melbourn. En: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19971908177>. Consulta: enero de 2018.
- Zamar, JL; EE Alessandria; AH Barchuk & SM Luque. 2000. Emergencia de plántulas de malezas bajo residuos de especies utilizadas como cultivos de cobertura. Agriscientia Vol. XVII: 59-64.