



XXIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Suelos... Huellas del pasado, desafíos del futuro

San Fernando del Valle de Catamarca,
Prov. de Catamarca, Argentina
21 al 24 de mayo de 2024



IMPACTO DEL CULTIVO DE COBERTURA Y COMPOST EN SECUENCIAS DE CULTIVOS BASADAS EN SOJA

Voisin, A.^{1*}, Pellegrini, A.E.¹, Chamorro A.M.¹, Bezus R.¹, Golik S.I.¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP; *Calle 60 y 119, CC 31 La Plata (1900), Provincia de Buenos Aires, Argentina, axel.voisin@agro.unlp.edu.ar

RESUMEN: La intensificación y expansión de la agricultura produjo importantes incrementos en el volumen de producción de alimentos, pero asociados con significativos impactos sobre el ambiente. El objetivo de este trabajo evaluar el efecto sobre el suelo al incorporar un cultivo de cobertura y aplicar compost de residuos domésticos en dos secuencias de cultivo basadas en soja. Se analizaron los contenidos de Carbono orgánico total (COt), Nitrógeno total (Nt), Fósforo extractable (Pe), pH y conductividad eléctrica (CE) al final de la secuencia. El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Julio Hirschhorn (34° 52' LS, 57° 58' LO) partido de La Plata, sobre un *Argiudol Vértico*. Se realizaron dos secuencias de cultivos: 1- Trigo/Soja 2° - Soja – Soja y 2- Cebada/Soja2° - Maíz – Soja. Se diferenciaron los barbechos largos entre los cultivos de verano. Primer tratamiento: barbecho largo, con control de malezas y fertilización sobre los cultivos, representando el manejo promedio que realizan los productores en la zona de trabajo (T). Segundo tratamiento: barbecho largo, con control de malezas y la aplicación de lombricompost de residuos sólidos domiciliarios (RSD) como alternativa para el reemplazo de la fertilización mineral. Se aplicaron 8 tn ha⁻¹ de RSD, 2 meses antes de la siembra de los cultivos. Tercer tratamiento: siembra de cultivos de cobertura (CC) de *Avena sativa* y *Vicia villosa* Roth. El tratamiento con RSD aumentó significativamente el contenido de Nt y Pe, pero produjo un incremento significativo en la salinidad del suelo respecto al T y CC. La utilización del RSD pudo devolver al campo algo de N y P provenientes de los residuos domiciliarios. La inclusión de la CC no generó impacto en ninguna de las variables analizadas.

PALABRAS CLAVE: residuos sólidos domiciliarios, barbecho.

INTRODUCCIÓN

En Argentina, la soja (*Glycine max* (L.) Merr.) reviste una gran importancia para la economía, no solo por la superficie de siembra sino también porque es uno de los productos que provee mayores ingresos de divisas (Ybran & Lacelli, 2016).

La intensificación y expansión de la agricultura produjo importantes incrementos en el volumen de producción de alimentos, pero asociados con significativos impactos sobre el ambiente, entre ellos, la calidad del recurso suelo (Lal, 2015; Andrade *et al.*, 2017). La prolongada historia agrícola y la alta frecuencia del cultivo de soja en la secuencia han sido asociadas a la pérdida de materia orgánica de los suelos, a la reducción de la disponibilidad de P, zinc, calcio, cationes intercambiables, y al aumento de la acidez (Sainz Rosas *et al.*, 2011; Sainz Rosas *et al.*, 2019).

Los cultivos de cobertura (CC) pueden incorporarse en las secuencias de cultivos brindando numerosos beneficios al sistema, contribuyendo con el aporte de carbono y nitrógeno si se incluye una leguminosa (*Vicia villosa*, por ejemplo) pudiendo reducirse el requerimiento de fertilizantes nitrogenados (Ruffo y Parsons, 2004).

Las enmiendas orgánicas tienen la potencialidad de mejorar las propiedades químicas y biológicas de los suelos, debido al aporte de MO y nutrientes, permitiendo sustituir o reducir



el uso de fertilizantes minerales en sistemas agrícolas extensivos (Alibach *et al.*, 2000; Mazzarino *et al.*, 2012; Mantovani y Spadon, 2017).

La degradación del suelo, conlleva a una reducción de los bienes y servicios que pueden brindarnos los agroecosistemas, es por lo tanto una gran limitación para sostener o lograr los aumentos requeridos en la producción agrícola (Lal, 2015). Por tal motivo el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto sobre el suelo al incorporar un cultivo de cobertura y aplicar compost de residuos domiciliarios en dos secuencias de cultivo basadas en soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Julio Hirschhorn (34° 52' LS, 57° 58' LO), localizada en Los Hornos, partido de La Plata, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, de la Universidad Nacional de La Plata. El suelo fue clasificado taxonómicamente como *Argiudol Vértico* (Familia arcillosa fina illítica térmica) inicialmente presentaba superficialmente 17,5 g kg⁻¹ de carbono orgánico total (COT); 1,64 g kg⁻¹ de nitrógeno total (Nt); 8,2 ppm fósforo extractable (Pe); pH 5,8 y conductividad eléctrica (CE) 0,7 dS m⁻¹, con 21,3% de arcilla.

Se realizaron dos secuencias de cultivos: 1- Trigo/Soja 2° - Soja – Soja; 2- Cebada/Soja2° - Maíz – Soja, bajo diferentes manejos durante los barbechos largos entre los cultivos de verano. Uno de los manejos consistió en barbecho largo, con control de malezas y fertilización mineral, representando el manejo promedio que realizan los productores en la zona de trabajo (T). Otro manejo alternativo consistió en un barbecho largo, con control de malezas y la aplicación de lombricompost de residuos sólidos domiciliarios (RSD) como alternativa para el reemplazo de la fertilización mineral. El tercer manejo consistió en la siembra de cultivos de cobertura (CC) conformados por una consociación de *Avena sativa* y *Vicia villosa* Roth, los cuales fueron interrumpidos con herbicidas, Tabla 1.

Tabla 1. Secuencia de cultivo, manejos analizados. T: testigo, CC: cultivo de cobertura RSD: residuo sólido domiciliario.

| | 2017/2018 | | 2018/2019 | | 2019/2020 | |
|-------------|-----------|--------|-----------------|------|-----------------|------|
| Secuencia 1 | Trigo | Soja2° | T | Soja | T | Soja |
| | | | CC | | CC | |
| | | | RSD | | RSD | |
| Secuencia 2 | Cebada | Soja2° | T | Maíz | T | Soja |
| | | | CC | | CC | |
| | | | RSD | | RSD | |
| | | | Barbecho | | Barbecho | |

Los cereales de invierno se fertilizaron con 80 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico y 100 kg ha⁻¹ de urea en macollaje. La Soja de segunda no recibió fertilización y solo fue inoculada con *Bradyrhizobium sp.* El maíz recibió 80 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico a la siembra y 100 kg ha⁻¹ de urea en V6 para el caso del testigo. En el maíz sobre CC la dosis de urea se bajó a la mitad. Las sojas de primera fueron fertilizadas con 80 kg ha⁻¹ de superfosfato triple de calcio tanto en el testigo como en CC, y en todos los casos fueron inoculadas.

El tratamiento RSD consistió en la aplicación de 8 tn ha⁻¹, 2 meses antes de la siembra de los cultivos. Las características del RSD, enmienda del suelo, se encuentran en tabla 2.

Tabla 2. Características de los residuos sólidos urbanos RSD aplicados.

| | MO | Nt | Pt | Pe | C/N | pH | CE |
|----------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------|
| | -----%----- | | | ppm | | | dS m ⁻¹ |
| RSD 2018 | 44 | 1,9 | 0,4 | 588 | 13 | 7,6 | 10,53 |
| RSD 2019 | 42 | 1,5 | 0,4 | 517 | 16 | 6,4 | 2,43 |

Al finalizar las secuencias se muestreo el suelo a una profundidad de 0-20 cm y se analizó COt, Nt, Pe, pH y CE. Se realizó un análisis de la varianza en parcelas divididas, siendo la parcela principal la secuencia de cultivo y los tratamientos de barbecho las subparcelas. En caso de ser necesario se compararon las medias con el test de LSD Fisher utilizando un nivel de significancia del 5 % ($p < 0,05$). Se utilizó el software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ninguna de las variables analizadas se encontraron diferencias estadísticas para la interacción secuencia \times tratamiento ($p > 0,05$). Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas según la secuencia (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de Carbono orgánico total (COt), Nitrógeno total (Nt), Fósforo extractable (Pe), pH y conductividad eléctrica (CE) de la secuencia S1: trigo/soja^{2°} - soja – soja y S2: cebada/soja^{2°} - maíz- soja.

| | COt (g kg ⁻¹) ¹⁾ | Nt (g kg ⁻¹) | Pe (ppm) | pH | CE (dS m ⁻¹) |
|----------------|---|--------------------------|----------|--------|--------------------------|
| S1 | 19,03 | 1,72 | 10,17 | 5,76 | 0,80 |
| S2 | 19,12 | 1,71 | 10,47 | 5,77 | 0,94 |
| <i>p valor</i> | 0,8653 | 0,4551 | 0,5917 | 0,8658 | 0,1655 |
| CV (%) | 5,95 | 1,95 | 11,35 | 1,34 | 20,18 |

El COt no presentó diferencia entre tratamientos (Figura 1a). Sobre RSD coincide con lo reportado por Weber *et al.*, 2014 quienes encontraron aumento de COt solo con dosis elevadas de la enmienda (72 tn ha⁻¹ de materia seca)

Con respecto Nt fue significativamente más elevado para RSD (Figura 1b). Según Moretti *et al.* (2020) si la relación C/N es menor a 20 aumenta la disponibilidad de N en el suelo incluso a corto plazo, lo que se da para las enmiendas agregadas en los 2 años de las secuencias.

Sobre Pe se apreció un aumento de 6 ppm en el tratamiento con RSD (Figura 1c). Este resultado es consistente con lo que mencionado por Álvarez y Rimski-Korsakov (2016), acerca de la respuesta con compost vegetales. El barbecho con CC no se diferenció del testigo, datos coincidentes con los de Beltran *et al.* (2016).

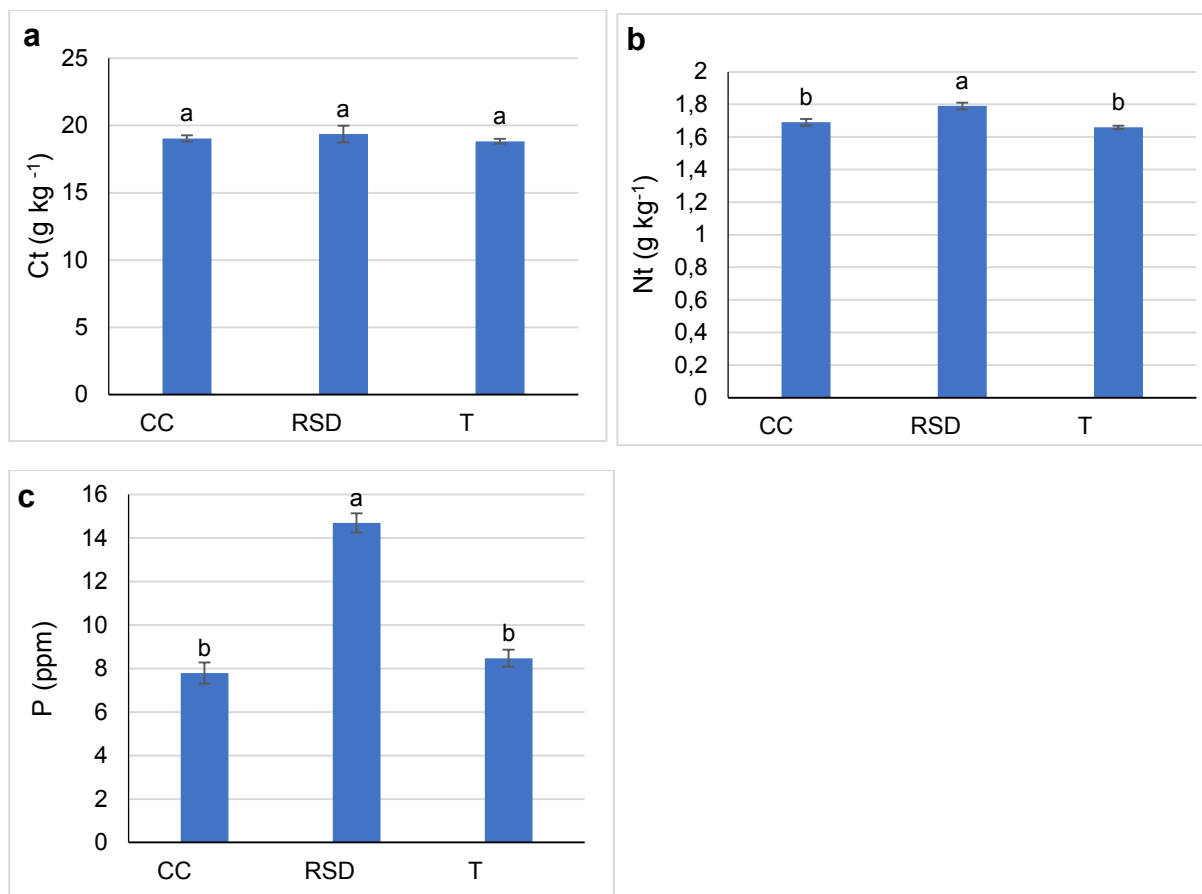


Figura 1. **a** Valores de Carbono orgánico total (COt), **b**- Nitrógeno total (Nt), **c**- fósforo extractable (Pe), de tratamiento cultivo de cobertura (CC), residuos sólidos domiciliarios (RSD) y testigo (T). Letras diferentes indican diferencias significativas (test de LSD $p < 0,05$)

Respecto al pH no se diferenciaron los tratamientos, probablemente por el contenido de COt y arcilla (21,3 %) que le confieren poder buffer al suelo (Figura 2a).

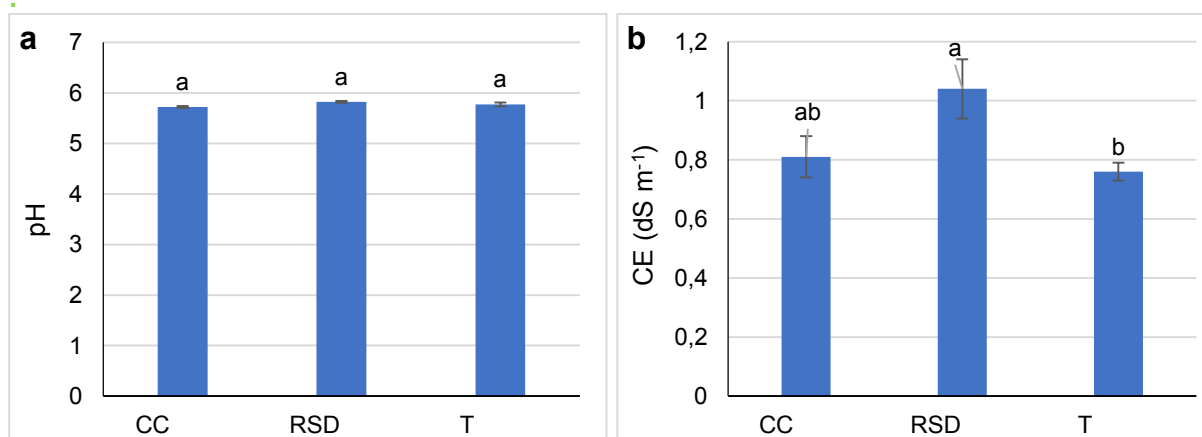


Figura 2 **a**- pH y **b**- conductividad eléctrica. Tratamiento con cultivo de cobertura (CC), residuos sólidos domiciliarios (RSD) y testigo (T)

Respecto a la CE, la enmienda produjo un incremento significativo en la salinidad del suelo respecto al T y CC (Figura 2b). Esto se asocia a que los RSD 2018 y 2019 aplicados presentaban CE de 10,5 y 2,43 dS m⁻¹ respectivamente. Chimea *et al*, (2007) también observo incrementos en la salinidad con el uso de RSD, respecto al manejo de fertilizantes inorgánicos.

CONCLUSIONES

La utilización del RSD pudo devolver al campo algo de N y P provenientes de los residuos domiciliarios que se producen en los centros urbanos. Es una alternativa para el reemplazo de fertilizantes minerales y mejorar el reciclaje de nutrientes, sin embargo, es necesario realizar monitoreos respecto a la salinidad que va aportando.

El cultivo de cobertura no generó un impacto significativo en ninguna de las variables analizadas en las rotaciones estudiadas.

REFERENCIAS

- Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., & Ingelmo, F. (2000). Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. *Bioresource technology*, 75(1), 43-48. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00030-4](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00030-4)
- Álvarez, C. y Rimski-Korsakov, H. (2016). Abonos Orgánicos. En: Álvarez C. & H. Rimski-Korsakov (Eds), *Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos*. Editorias Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 134-138
- Andrade, F., Taboada, M., Lema, D., Maceira, N., Echeverría, H., Posse, G., Prieto, D., Sánchez, E., Ducasse, D., Bogliani, M., Gamundi, J.G., Trumper, E., Frana, J., Perotti, E., Fava, F., Mastrángelo, M. (2017). *Los desafíos de la agricultura argentina. Satisfacer las futuras demandas y reducir el impacto ambiental*, Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Beltran, M. J., Galantini, J. A., Tognetti, P. M., y Barraco, M. R. (2022). Interacción entre cultivos comerciales y de cobertura. *Producción, dinámica del agua y nitratos del suelo. Ciencia del Suelo*, 40(1).
- China, E., Alarcón, T., Garcia-Estevez, H., y Mora, J. L. (2007) Efectos de la fertilización en la composición química y florística de los pastos de la meseta de Teno, Tenerife. I. *Producción Vegetal*. Pp 98-104. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Mora-17/publication/256445329_Efectos_de_la_fertilizacion_en_la_composicion_quimica_y_floristica_de_los_pastos_de_la_Meseta_de_Teno_Tenerife_/links/0deec5230cf587ae5c000000/Efectos-de-la-fertilizacion-en-la-composicion-quimica-y-floristica-de-los-pastos-de-la-Meseta-de-Teno-Tenerife-I.pdf
- Di Rienzo J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. (2016). *InfoStat*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Mantovani, J. R., y Spadon, F. (2017). Soil chemical properties and nutrients in maize fertilized with urban waste compost. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 47, 186-194. <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4745475>
- Mazzarino, M.J., Satti, P. y Rosellí, L. (2012). Indicadores de estabilidad, madurez y calidad de compost. En: Mazzarino M.J. & P. Satti (Eds), *Compostaje en la Argentina: experiencias de producción, calidad y uso*. Orientación grafica editora, Buenos Aires, 13-28.
- Moretti, B., Bertora, C., Grignani, C., Lerda, C., Celi, L., y Sacco, D. (2020). Conversion from mineral fertilisation to MSW compost use: nitrogen fertiliser value in continuous maize and test on crop rotation. *Science of The Total Environment*, 705, 135308. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135308>
- Ruffo, M.L. y Parsons, A.T. (2004). Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, 21, 8 pp. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/B7943BF2B6036328852579990060EBB9/\\$FILE/Cultivo%20Cobertura-Matias%20Ruffo.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/B7943BF2B6036328852579990060EBB9/$FILE/Cultivo%20Cobertura-Matias%20Ruffo.pdf). Ultimo acceso marzo 2024
- Sainz Rozas, H., Echeverría H.E. y Angelini, H.P. (2011). Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana argentina. *Informaciones Agronómicas*. 2:1-7.
- Sainz Rozas, H., Eyherabide, M., Larrea, G., Martínez Cuesta, N., Angelini, H., Reussi Calvo N. y Wyngaard, N. (2019). Relevamiento y determinación de propiedades químicas en suelos de aptitud agrícola de la región pampeana. *Simposio de Fertilidad*, Rosario, 8(9), pp.18.

- Weber J., Kocowicz A., Bekier J, Jamroz E, Tyszka R., Debicka M., Parylak D., Kordas L. (2014) The effect of a sandy soil amendment with municipal solid waste (MSW) compost on nitrogen uptake efficiency by plants. *European Journal of Agronomy*, Volume 54, 54-60. ISSN 1161-0301. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.11.014>.
- Ybran, R. y Lacelli, A. (2016). Informe estadístico mercado de soja. Cuba: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA.