



## EVALUACION EXPERIMENTAL DE LA CALIDAD DEL SUELO EN RESPUESTA A PRACTICAS DE MANEJO HORTICOLA. LA CAMA DE POLLO

### EXPERIMENTAL EVALUATION OF SOIL QUALITY IN RESPONSE TO HORTICULTURAL PRACTICES. POULTRY LITTER

Prack Mc Cormick, Barbara<sup>1,2</sup>; Rodríguez, Hernan<sup>1</sup>; Sokolowski, Ana<sup>1</sup>; Gagey, Cristina<sup>1</sup>; Wolski, José<sup>1</sup>; Barrios, Monica<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Facultad de Cs Agrarias. <sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

[b.mcprack@gmail.com](mailto:b.mcprack@gmail.com)

#### Resumen

*La actividad hortícola del cinturón verde bonaerense es fundamental para abastecer de alimentos frescos a la población. La inadecuada aplicación de fertilizantes inorgánicos y cama de pollo está causando la degradación del recurso suelo. Realizamos un ensayo experimental con el objetivo de evaluar el efecto del uso de cama de pollo –siguiendo las prácticas de productores locales- sobre propiedades físico-químicas del suelo durante un cultivo hortícola. Se analizaron tres tratamientos, testigo sin fertilización (T), fertilización química (FQ) y cama de pollo (CP). Los resultados muestran diferencias significativas para las variables pH, CE, NT, PE total, y CO y PE asociados a la fracción fina del suelo. Los niveles de PE luego de una única aplicación de CP aumentaron de 40 a 258 mg·kg<sup>-1</sup>. Es de suma importancia diseñar con técnicos y productores, prácticas que permitan la reposición de nutrientes sin generar sobre-fertilización con P o desbalances de pH y CE.*

**Palabras clave:** horticultura, cama de pollo, sobre-fertilización, degradación del suelo.

#### Introducción

La horticultura es una de las principales actividades del cinturón verde bonaerense, área que abarca más de 5.510 km<sup>2</sup> y resulta fundamental para el abastecimiento de alimentos frescos a la población (INTA AMBA 2012). Gran proporción de los productores hortícolas de esta zona son agricultores familiares, arriendan pequeñas superficies de tierra y pueden tener 1-1,5 ha bajo invernáculos. Sólo la mitad de los productores recibe asesoramiento agronómico (Fernández Lozano, 2012) y el análisis de los suelos previo a la fertilización es poco frecuente. En consecuencia, el manejo de los suelos se realiza en base a la experiencia particular de cada productor, que suele acudir tanto a la aplicación de paquetes tecnológicos (Gómez, 2013) como a la incorporación de residuos de origen animal.

Como residuo de producción animal se encuentra disponible en la zona la cama de pollo parrillero dado que la provincia de Buenos Aires, junto con la de Entre Ríos, concentra gran parte de la producción avícola del país. La cama de pollo llega a las quintas hortícolas donde es estacionada y en ocasiones mezclada con restos vegetales, hasta su incorporación al suelo. Dentro de las potencialidades de la cama de pollo se destaca su aporte de materia orgánica, nitrógeno y fósforo (Gange, 2014). Sin embargo, su uso inadecuado ya sea por altas dosis y/o inadecuada época de aplicación, ha sido asociado a contaminación de aguas superficiales y subterráneas (Cameron, 1997), aire (Pain, 2000) y suelos (Crespo, 2013).

El trabajo previo de nuestro grupo de investigación ha identificado una situación común de pérdida de materia orgánica y nitrógeno, y de sobre-fertilización con fósforo en producciones hortícolas del cinturón verde bonaerense (Paladino, 2018). Se identificó también que no existe una caracterización de cama de pollo previo a su incorporación al suelo, que permita determinar su madurez e inocuidad ni determinar la dosis requerida para los cultivos.

Es entonces de gran importancia evaluar las prácticas utilizadas habitualmente por los productores hortícolas de la zona, a fin de conocer su potencial impacto sobre la calidad del suelo, el cultivo y el ambiente. Por lo descripto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del uso cama de pollo –siguiendo las prácticas de los productores locales- como fuente de carbono y nutrientes, sobre las propiedades físico-químicas del suelo, bajo un cultivo hortícola.



## Materiales y Métodos

Se trabajó sobre un ensayo experimental ubicado en el campo experimental de Santa Catalina, Partido de Lomas de Zamora, Provincia de Buenos Aires. El área presenta un suelo de textura fina, moderadamente bien drenado, con relieve normal y una pendiente media del 1%. La reacción en todo el perfil es de neutra a ligeramente ácida y presenta moderados rasgos de hidromorfismo en el horizonte B. El clima es templado húmedo, el régimen de precipitaciones es isohigro y la precipitación media anual es de 1000 mm. Se evaluaron nueve unidades experimentales las cuales fueron asignadas a alguno de los siguientes tratamientos, T- cultivo hortícola sin aplicación de fertilizantes químicos ni orgánicos; FQ- cultivo hortícola con aplicación de fertilizante inorgánico granulado (YaraMila Hydrocomplex NPK 12-4,8-15); CP- cultivo hortícola con aplicación de cama de pollo.

El laboreo de suelo se realizó con equipo Motocultivador Husqvarna Tr430 Rotovator Autopropulsado con un ancho de labor de 0,43 m. La cama de pollo se obtuvo de un productor avícola de la zona. El traslado de la misma se realizó según la norma de saneamiento e inocuidad del SENASA. Siguiendo las prácticas empleadas por los productores hortícolas de la zona, se aplicó a la cama de pollo un proceso de decaimiento estático y sin riego por un periodo de 6 meses luego del cual fue incorporado al suelo. El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) fue el seleccionado para aplicar sobre cada unidad experimental dada su capacidad como indicador de fitotoxicidad y fertilidad (Iocoli, 2019).

La temperatura media registrada durante el ensayo fue 11 °C (mínima media 6,5 °C y máxima media 17 °C) y las precipitaciones sumaron un total de 160,2 mm<sup>3</sup> (<http://siga2.inta.gov.ar>). Al momento de cosecha se tomó una muestra de suelo compuesta de ocho submuestras de 0-10 cm de profundidad en cada unidad experimental. Las muestras se tamizaron con malla de 2 mm y como parte de la caracterización se determinó pH actual, conductividad eléctrica (CE), carbono orgánico total (COT), N total (NT) y P extractable (PE). Paralelamente se tamizó con mallas de 105 y 53 µm para separar el suelo en tres fracciones: gruesa (>105 µm), media (<105 y >53 µm) y fina (<53 µm) y así determinar CO y PE asociados a estas fracciones. Las variables edáficas fueron determinadas según las siguientes técnicas: pH actual (potenciometría en dilución 1:2,5 en agua), CE (conductimetría en dilución 1:2,5 en agua), CO por Walkley y Black (Jackson, 1976), Pext por Bray y Kurtz, según la técnica descrita por la Norma IRAM-SAGyP 29570-1 (2010) y Ntot por Kjeldhal, según la metodología descrita por SAMLA (2004). Los efectos de los sistemas de fertilización sobre cada una de las variables medidas se evaluaron estadísticamente con un análisis de varianza utilizando el programa estadístico GraphPad Prism Versión 5. Las medias significativamente diferentes se separaron usando test de Bonferroni (p<0,05).

## Resultados

Los resultados del presente trabajo muestran que los tratamientos aplicados sobre el cultivo hortícola influyen sobre la respuesta de algunas de las variables evaluadas, entre las que se incluyen el pH, la CE, el NT y el PE (Tabla 1).

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo de 0-10 cm

	pH (1:2,5)		CE (mS · cm <sup>-1</sup> )		COT (%)		NT (%)		PE (mg · kg <sup>-1</sup> )	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
INICIAL	6,06	0,04	0,12	0,00	2,07	0,02	0,22	0,00	40	9
T	6,25a	0,05	0,06a	0,00	1,84a	0,03	0,20a	0,00	75a	27
FQ	5,56b	0,06	0,22b	0,03	1,75a	0,09	0,21a	0,01	80a	22
CP	6,59c	0,05	0,20b	0,02	2,05a	0,10	0,26b	0,01	258b	33

Referencias: testigo (T), fertilización química (FQ), cama de pollo (CP), pH en agua (pH), conductividad eléctrica en agua (CE), carbono oxidable total (COT), nitrógeno total (NT), fósforo extractable (PE), error estándar de la media (SEM). Diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo a la análisis *a posteriori* de Bonferroni (p<0,05). La fila titulada INICIAL presenta la caracterización del suelo del ensayo previo a la siembra y fertilización.

Con respecto al pH, ambos tipos de fertilización presentaron diferencias con respecto a la situación T. Siendo 6,25 el pH de las parcelas T, se observó un pH de 5,56 en las parcelas incluidas dentro del tratamiento FQ y de 6,59 en aquellas incluidas en CP. Tanto la acidificación del suelo como consecuencia del uso de fertilizantes químicos nitrogenados, como su alcalinización luego de la aplicación de cama de pollo, han sido ampliamente reportados previamente (Cai, 2015; Paladino, 2018; Cuellas, 2017). En nuestro sitio particular de estudio, el aumento en el pH representa una

mejora en la aptitud del suelo para el cultivo de lechuga, siendo el rango óptimo de pH para esta hortaliza de 6,8 a 7,4 (Di Benedetto, 2005).

En comparación con la situación T, la CE se vio aumentada tanto en FQ como en CP. El mayor nivel de CE observado fue de  $0,22 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$  correspondiente al tratamiento FQ. A pesar de superar por más de tres veces la CE de T, aún se encuentra muy por debajo de aquellos valores que interfieren con el desarrollo y el rendimiento del cultivo de lechuga (Maas, 1994).

El COT no presenta, luego del primer ciclo de fertilización y cosecha, diferencias significativas entre las tres situaciones evaluadas. Sin embargo, comienza a verse una tendencia de mayor COT en las parcelas que reciben el material orgánico, con respecto a T y FQ. Asimismo, el porcentaje de COT de las parcelas CP es similar al valor obtenido en la caracterización inicial mientras que en T y FQ empieza a ser menor. Con el seguimiento de las parcelas en el tiempo podrá evaluarse si esta tendencia se acentúa luego de sucesivos ciclos de cultivo.

Por otro lado, ambos nutrientes evaluados (NT y PE) aumentaron significativamente en las parcelas de CP tanto en comparación con T como FQ. El efecto más importante fue sobre el PE que resultó tres veces mayor en estas parcelas que en los otros dos tratamientos, alcanzando un promedio de  $258 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de suelo. En suelos del Gran La Plata, utilizados con fines hortícolas por 20 años, Andreau (2012) reportó niveles extremos de PE de hasta  $830 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de suelo. Estos valores superan ampliamente la necesidad de los cultivos hortícolas y, a pesar de la baja movilidad del fósforo, representan un riesgo de contaminación de acuíferos y eutrofización de cuerpos de agua superficiales (Echeverría y García 2014). Cabe destacar que la modificación de los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y el fósforo como consecuencia de la actividad humana es considerada uno de los cuatro límites planetarios que ya han sido superados –junto con integridad de la biosfera, cambio del uso de la tierra y cambio climático– y requieren de acción inmediata (Steffenet, 2015).

Para comprender mejor las dinámicas del carbono y el fósforo en el suelo se llevó a cabo su fraccionamiento según tres tamaños de partícula y se evaluaron los niveles de estas variables en los tres tratamientos. Como muestra la Figura 1, solo se observaron variaciones, entre tratamientos, en los contenidos de CO y PE asociados a la fracción fina. Con respecto al CO, las parcelas fertilizadas con cama de pollo presentaron niveles significativamente mayores de carbono asociado a la fracción fina que aquellas pertenecientes a las situaciones T y FQ. Con respecto al PE, los niveles registrados en la fracción fina de CP alcanzaron valores superiores al triple de lo observado en los demás tratamientos, al igual que ocurrió en relación al PE total.

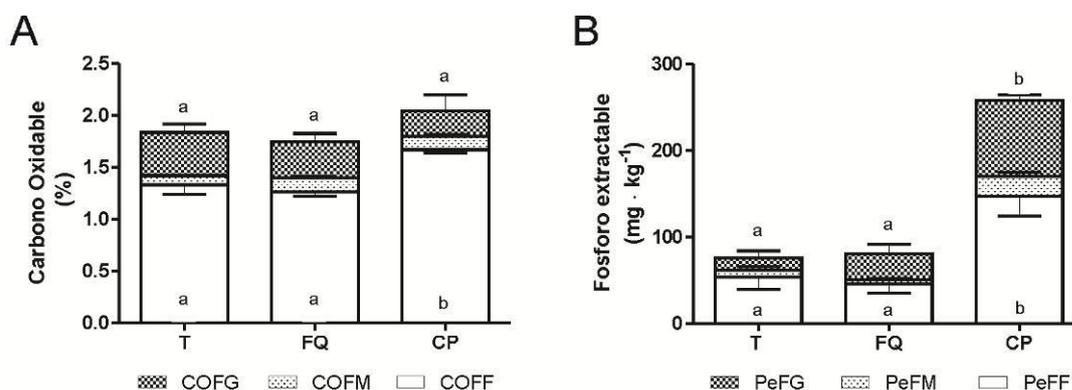


Figura 1. Distribución del carbono oxidable (CO) y del fósforo extractable (Pe) entre las fracciones, gruesa (FG), media (FM) y fina (FF), del suelo. Diferentes letras dentro o sobre las columnas indican diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la fracción fina o al total, respectivamente, de acuerdo a los análisis *a posteriori* de Bonferroni ( $p < 0,05$ ).

### Conclusiones

El uso de fertilizante químico permite conservar los niveles iniciales de NT y PE, sin embargo se empieza a observar una tendencia de pérdida de COT luego de la primera cosecha de lechuga. Por otro lado el esquema de aplicación de abono de cama de pollo utilizado, no es sostenible en el tiempo ya que a pesar de compensar la pérdida de CO y NT, eleva los niveles de PE a valores extremos, luego de una aplicación única. De todas maneras, dado el esquema



anual de aplicación de cama de pollo es necesario continuar con la evaluación del ensayo para determinar el balance de nutrientes al completar el año.

Dado que la cama de pollo es la base de las enmiendas orgánicas aplicadas por los productores hortícolas, incluso aquellos en transición a la agroecología, es de suma importancia diseñar conjuntamente con técnicos y productores, prácticas que permitan la devolución de los nutrientes extraídos por los cultivos sin generar sobre-fertilización con P o desbalances del pH y la CE.

## Bibliografía

- Andreau R., Gelati P., Provaza M.** 2012 Degradación física y química de dos suelos del cordón hortícola platense. Alternativas de tratamiento. *Ciencia del suelo* 30(2):107–117
- Cai Z., Wang B., Xu M.** 2015. Intensified soil acidification from chemical N fertilization and prevention by manure in an 18-year field experiment in the red soil of southern China. *J Soils Sediments* 15(2): 260-270.
- Cameron, K.C., Di, H.J., and McLaren R.G.** 1997. Is soil appropriate dumping ground for our wastes? *Australian Journal of Soil* 35:995-1035.
- Crespo D., Beily M.E., Torti J.** 2013. Impacto de la producción intensiva de aves sobre algunas propiedades del suelo y la calidad del agua subterránea. *Acta de la XXXVI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente* 1:01-07.
- Cuellas M.V.** 2017. Horticultura Periurbana: Análisis de la fertilidad de los suelos en invernaderos. *Chilean J Agric Anim Sci ex Agro-Ciencia* 33(2):163–173.
- Di Benedetto A.** 2005. Manejo de Cultivos Hortícolas: bases ecofisiológicas y tecnológicas. Cap. 2. Orientación Gráfica Editora S.R.L
- Echeverría, H.E. y García, F.O.** 2014. Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. 2da Edición. Bs. As. Ediciones INTA. Capítulo 34 pp 871:897
- Fernández Lozano, J.** 2012. La producción de hortalizas en Argentina. Corporación del Mercado Central de Bs. As. [http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/la\\_produccion\\_de\\_hortalizas\\_en\\_argentina.pdf](http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/la_produccion_de_hortalizas_en_argentina.pdf).
- Gange, J. M.** 2014. Resultados analíticos de cama de pollo con diferentes condiciones y manejos del Departamento Uruguay y Colón. 2014. Profam Uruguay. INTA AER Uruguay.
- Gómez C., Mediavilla M.C. y Pineda C.** 2013. Organizaciones de productores Bolivianos en el Cinturón Hortícola Platense y el desafío de alcanzar un modelo de producción cada vez más inclusivo y sustentable. Capítulo 11 en *Migrantes bolivianos en el periurbano bonaerense. Memorias, producciones, políticas, trabajo, tecnología, organizaciones.* Coordinadora: María Carolina Feito. Ediciones INTA.
- INTA AMBA.** 2012 “Agricultura Urbana y Periurbana en el área Metropolitana de Buenos Aires”. Estación Experimental Agropecuaria Área Metropolitana de Buenos Aires- Ediciones INTA.
- Iocoli G.A., Zabaloy M.C., Pasdevicelli G.** 2019. Use of biogas digestates obtained by anaerobic digestion and co-digestion as fertilizers: Characterization, soil biological activity and growth dynamic of *Lactuca sativa* L. *Science of the Total Environment* 647:11–19
- Jackson, M.L.** 1976. Análisis químicos de suelo. Ediciones OMEGA, S.A. Casanova 220 Barcelona Tercera Edición.
- NORMA IRAM- SAGyP 29570-1.2010.** Norma Argentina. Calidad ambiental y calidad de suelo. Determinaciones de fósforo extraíble de los suelos. 1era edición. 20 pp.
- Maas E.V.** 1994. Testing crops for salinity tolerance. Salinity laboratory U.S.A USDA-ARS, Riverside, 234–247
- Paladino I.R., Sokolowski A.C., Irigoien J.** 2018. Soil properties evaluation in horticultural farms of Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina. *Environ Earth Sci* 77:411.
- Pain B.F.** 2000. Control and utilization of livestock manures. p. 343-364. In Hopkins, A. (ed.) *Grass: its production and utilization.* 3rd ed. British Grassland Society. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK.
- SAMLA.** 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación Argentina. Dirección de Producción Agrícola. Sistema de Apoyo Metodológico a los Laboratorios de Análisis de Suelos Agua, Vegetales y Enmiendas Orgánicas. Buenos Aires, Argentina. 120 pp.
- Steffenet W., Richardson K., Rockström J.** 2015. Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet. *Science* 347(6223): 1259855.