

UNA EXPERIENCIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS AVÍCOLAS Y SU APLICACIÓN AGRONÓMICA EN LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA DEL CINTURÓN VERDE DE CÓRDOBA, ARGENTINA

Maria Amparo Gaona Flores*¹, Violeta Silbert², Luis Rogelio Narmona³, María Verónica Bianco¹, Liliana Pietrarelli⁴, Ariel Ringuelet⁴ & Danae Serri⁵

¹ Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales, IFRGV (CIAP-INTA)

² Departamento de Química Analítica y Residuos Sólidos (INTI-Cordoba)

³ Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP- INTA)

⁴ Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNC)

⁵ Instituto de Patología Vegetal , IPAVE (CIAP -INTA)

* gaona.amparo@inta.gob.ar

Resumen

El uso de residuos avícolas crudos en la fertilización de cultivos es una práctica común entre los productores hortícolas del Cinturón Verde de Córdoba. Sin embargo, debido al riesgo sanitario asociado al manejo de residuos pecuarios en producciones intensivas, se han generado normativas que regulan su uso agronómico. Por ello, el Equipo de Periurbanos y Agroecología (EPA), mediante la Investigación Acción Participativa (IAP), evaluó la calidad de un compost a base de residuos avícolas y su efecto en algunos parámetros de fertilidad del suelo, fisiología y productividad de un cultivo de lechuga. El compost utilizado cumplió con los valores de referencia de las normativas, siendo inocuo para las personas y los cultivos. Los resultados obtenidos, sugieren que este tipo de enmienda orgánica puede ser una alternativa prometedora, tanto para el cumplimiento del marco normativo como para la transición hacia sistemas hortícolas agroecológicos.

Palabras clave: transición agroecológica, compost, reciclaje de nutrientes, Investigación Acción Participativa, economía circular.

Abstract

The use of raw poultry residues as a fertilizer is a common practice among producers of the horticultural productive system in the green belt of Cordoba city. Because of the sanitary risks that this kind of management could bring for human health, there are some regulations that restrict their use. This is why the Equipo de Periurbanos y Agroecología (EPA), through Participatory Action Research, proposed to evaluate the effect of compost produced with poultry residues on soil fertility, some physiological parameters and yield. The compost used for this experiment presented the required parameters that actual regulations demand. The obtained results pointed towards an

amendment that could be a promising alternative for both, the accomplishment of the regulatory framework and agroecological transitions.

Keywords: agroecological transition, compost, nutrients recycling, Participatory Action Research, circular economy.

Introducción

De acuerdo a un relevamiento realizado en el Cinturón Verde Metropolitano de Córdoba (CVMC) existen 160 quintas hortícolas con una superficie promedio de 8,23 ha (Giobellina *et al.*, 2019). De ellas, el 80% produce lechuga entre la diversidad de cultivos y el 56% utiliza residuos avícolas como cama de pollo y/o guano de gallina para la fertilización de cultivos. Esto se debe principalmente al fácil acceso a este recurso, ya que las granjas avícolas se encuentran ubicadas en las mismas zonas y por ende se disponen a un menor costo inicial que un compost comercial. Muchas veces estos residuos se aplican al suelo sin tratamiento previo (crudos), pudiendo incorporar microorganismos patógenos como *Salmonella* spp. y coliformes fecales que ponen en riesgo la salud humana. Sin embargo, es posible reducir su carga a través del proceso de compostaje (Ogunwande, G.A. *et al.*, 2008, Rizzo *et al.*, 2013, Riera N. *et al.*, 2014).

Durante este proceso se generan altas temperaturas que permiten eliminar o disminuir los microorganismos patógenos a valores aceptables según las normativas vigentes (SRYGS y MSYDS, 2018- Res. 5/18; SCyMA, SENASA, 2019- Res. 1/19 y MAAySP, 2017- Res. 29/17).

La correcta disposición y manejo de residuos pecuarios mediante la generación de enmiendas orgánicas de calidad y de acuerdo a las normativas vigentes, puede contribuir en la disminución de los pasivos ambientales. El abordaje agroecológico del manejo de residuos, de la fertilidad del suelo, y su impacto en la producción hortícola, reconoce la interdependencia entre diferentes actores sociales, escalas y dimensiones del sistema (Tittonell, 2019), claves para garantizar y promover distintos procesos de transición agroecológica.

En este contexto, el Equipo de Periurbanos y Agroecología (EPA) realizó una serie de ensayos a campo mediante la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP) (Catullo *et al.*, 2020) con el objetivo de evaluar la calidad de un compost elaborado a base de residuos avícolas y su efecto sobre variables químicas y biológicas del suelo, y parámetros fisiológicos y de productividad de un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.).

Metodología

En un predio hortícola perteneciente al productor Norberto Tassi, ubicado en Villa Esquiú, Córdoba Capital, se seleccionó un lote que no presentaba aplicación de enmiendas orgánicas en el último año. El ensayo se llevó a cabo entre noviembre de 2019 y enero de 2020, en una parcela de 448 m²,

la cual se dividió en dos subparcelas (224 m²) de 4 bordos cada una, dejando 2 bordos de separación para la aplicación de los tratamientos. Se evaluó una parcela testigo (T) (sin aplicación de enmienda) y una con compost (C) que consistió en el agregado al suelo de 245 g/m² de la enmienda. El cultivo utilizado fue lechuga (*Lactuca sativa* L.) tipo mantecosa var. *kikel*, elegida por los productores por sus aptitudes y rápido retorno económico.

El compost utilizado fue elaborado con cama de pollo, sangre y plumas, en una planta de compostaje, que procesa residuos avícolas de granjas de engorde de pollos y de una planta de faena, con un tiempo de compostaje y almacenamiento de un año y medio aproximadamente. Antes de su aplicación, se evaluó la calidad del C de acuerdo a la Res. 1/19 (Tabla 1). La dosis de C utilizada se determinó por balance de nitrógeno (N) según análisis de suelo previo al inicio del ensayo y requerimientos del cultivo de lechuga. La aplicación fue realizada por el productor de manera manual y al voleo, antes del transplante del cultivo. Posteriormente se utilizó una rastra de discos para su distribución en la parcela, práctica habitual de los productores hortícolas de la zona.

A la cosecha del cultivo (43 días postrasplante), se tomaron un total de seis muestras compuestas de suelo por tratamiento, extraídas con barreno a una profundidad de 10 cm, para su análisis químico. Para cuantificar la respiración microbiana (RM) se realizaron 12 mediciones *in situ* por tratamiento. En el cultivo se evaluó el índice de verdor (Vr), el peso fresco total (PF), el peso fresco comercial (PC) (eliminando las hojas dañadas o enfermas) y el peso seco total (PS), de 30 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento. Los parámetros evaluados durante el ensayo se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Evaluaciones realizadas al compost, suelo y cultivo de lechuga, durante el ensayo.

	Parámetros		
	Químicos	Biológicos	Fisiológicos y de productividad
Compost	pH, CE, MO, NT, C/N	IG Coliformes fecales <i>Salmonella</i> sp.	
Suelo	pH, CE, MO, NT, C/N, Pe, K ⁺ , N-NO ₃ ⁻ , S-SO ₄ ⁼	RM	
Planta			Vr, PF, PS y PC

Referencias. En compost: SCyMA, SENASA, 2019- Res. 1/19. Anexo V. Métodos de ensayo. *En suelo:* pH (potencial hidrógeno: Norma IRAM 2009), CE (conductividad eléctrica: Norma IRAM, 2006), MO (materia orgánica: Walkley y Black 1934), NT (nitrógeno total: método micro-Kjeldahl, Bremner 1996; Norma IRAM-SAGyP 29572, 2018), C/N (relación C/N), Pe (fósforo extraíble: Bray y Kurtz, 1945), N-NO₃⁻ (N-Nitratos), S-SO₄⁼ (S-Sulfatos: Rehm y Caldwell, 1968), K⁺ (potasio: Schollenberger y Simon, 1945), RM (respiración microbiana: Burba, 2013). *En planta:* Vr (índice de verdor: Krause y Weis, 1991; Kautsky y Hirsch, 1931), PF (peso fresco), PS (peso seco), PC (peso comercial).

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2015). Los parámetros se evaluaron mediante análisis de varianza (ANAVA) y prueba LSD Fisher ($p < 0,05$) para la comparación entre medias de los tratamientos. Se utilizó como herramienta exploratoria el análisis de componentes principales (ACP), para detectar las variables que tuvieron mayor inercia en la separación de los tratamientos.

Resultados y discusiones

Parámetros químicos, biológicos y microbiológicos del compost.

El valor alcanzado de pH en el C fue óptimo para el crecimiento de las plantas y la absorción de nutrientes al registrarse un pH de 6,11 (valores: 5,0-8,5). La CE se encontró dentro de los rangos aceptables, 2,47 dS/m correspondiendo a un compost Clase A (valores < 4). La relación C/N también lo clasifica como un compost Clase A: 11,67 (valores ≤ 20). Respecto al contenido de MO, se registró un valor apenas por encima del valor de referencia (20%): 20,74%. El IG resultó en un 63% (valores ≥ 60). Los parámetros microbiológicos resultaron con ausencia de Coliformes fecales (valores: < 1000 NMP por g compost en base seca) y ausencia de *Salmonella* spp (valores: < 1 NMP/ 4 g de compost en base seca) garantizando la inocuidad de la enmienda orgánica tipo compost. De esta manera, se cumplió con lo establecido por la Resolución para estas variables.

Parámetros químicos y microbiológicos del suelo.

Los resultados obtenidos para los parámetros químicos del suelo al momento de la cosecha, mostraron un nivel de pH ligeramente alcalino (7,8) y una CE normal (0,35 dS/m), luego de la aplicación del C. Se registraron leves diferencias a favor del C tanto para NT (0,13 vs 0,11%) como MO (2,40 vs 2,31%) respecto de T. En cuanto a la actividad microbiana edáfica evaluada a partir de la RM del suelo, no se observaron a la cosecha diferencias entre los tratamientos. Para el resto de los macronutrientes (P, K⁺, S-SO₄⁻) no se registraron diferencias entre los tratamientos.

Índice de verdor, como parámetro de calidad comercial del cultivo.

Al momento de la cosecha, las plantas crecidas en presencia de C mostraron diferencias significativas respecto de las T, con valores de 4,1 y 3,5 respectivamente. Este índice estima el contenido de clorofila en la hoja y se infiere la concentración de N en el tejido vegetal (Haverkort y Mackerron, 2000). En base a los resultados obtenidos, podemos suponer que la aplicación de C, promovió la acumulación de pigmentos fotosintéticos, permitiendo el desarrollo de plantas de lechuga más verdes, aportando con ello un mayor valor comercial.

Producción de biomasa aérea fresca y seca como parámetro de rendimiento del cultivo y acumulación de carbono total de la planta respectivamente.

Se obtuvieron diferencias significativas para el PF con una media de 0,198 kg y 0,289 kg para T y C, respectivamente. El PS también registró diferencias significativas con una media de 0,123 kg y 0,160 kg, para T y C, respectivamente. El rendimiento por hectárea fue de 22.630 kg/ha para T y de 27.430

kg/ha para C. Expresando este rendimiento en cajones/ha, encontramos una diferencia de 700 cajones/ha a favor del tratamiento con C, evidenciando una mejora del PC del 21%.

Relación de los parámetros evaluados: Análisis de Componentes Principales (ACP).

A partir de este análisis, se hicieron evidentes las diferencias entre el C y T, explicando entre las primeras dos componentes principales (CP), un 62% de la variabilidad de los datos. Para CP1, se observaron a la derecha los parámetros PS, PF, NT y MO hacia la diferenciación del C, quedando la situación T del lado opuesto, asociando a S y Pe (Figura 1). A partir de la CP2, no se observó una clara diferenciación de los tratamientos siendo K^+ la variable más destacada hacia abajo, mientras que hacia arriba fue RM (Figura 1).

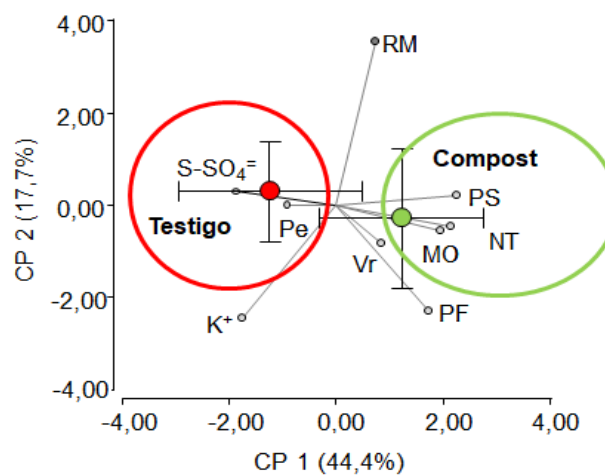


FIGURA 1. Análisis de componentes principales para los parámetros químicos y microbiológicos del suelo, y de rendimiento del cultivo, en respuesta al uso de compost y el testigo.

Conclusiones

A partir de esta experiencia se confirmó que es posible reducir la carga de microorganismos patógenos presentes en los residuos avícolas a través del proceso de compostaje a valores aceptables según las normativas vigentes. Por otro lado, se corroboró que el uso de compost puede mejorar la fertilidad del suelo, ajustando la dosis, el modo y la frecuencia de aplicación. Serán necesarios ensayos a mediano y largo plazo para evaluar la evolución de los resultados obtenidos sobre la fertilidad del suelo y su impacto en la producción haciendo del compostaje de residuos avícolas una alternativa prometedora tanto para el cumplimiento del marco normativo, como para la transición hacia sistemas hortícolas agroecológicos.

Agradecimientos

Agradecemos al productor Norberto Tassi por su tiempo y participación en la experiencia. Fuentes de financiamiento: Agencia de Desarrollo Económico de Córdoba (ADEC).

Referencias bibliográficas

- Bray, R.H., & Kurtz, L.T. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.*, 59, 39-45.
- Bremner, J.M. (1996). Nitrogen Total-Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. *Soil Science Society of America Press*. Madison, Wisconsin, 1085-1121.
- Burba, G. (2013). Eddy Covariance Method for Scientific, Industrial, Agricultural and Regulatory Applications. *LI-COR Biosciences*. Lincoln, Nebraska.
- Catullo, J.C., Arguello Caro, E.B., Narmona, *et al.*, (2020). Construcción de conocimiento en redes de innovación para el uso de bioinsumos en sistemas hortícolas. *Agrociencia Uruguay*, 24 (1), 342.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., *et al.* InfoStat versión 2015. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.
- Giobellina, B., Pons, D., Marinelli, V. (2019). Relevamiento georeferenciado y caracterización de las unidades productivas de alimentos de proximidad del CVMC. APRODUCO, INTA AER Córdoba, INTA (O-AUPA) y CONAE. Proyecto Piodo-2018, MinCyT Córdoba. En redacción.
- Haverkort, A.J., & MacKerron, D.K. (2000). Management of nitrogen and water in potato production. *Wageningen Pers*, 353p.
- Kautsky, H., & Hirsch, A. (1931). Neue Versuche zur Kohlenstoffassimilation. *Naturwissenschaften*, 19, 964.
- Krause, G.H. & Weis, E. (1991). Chlorophyll Fluorescence and Photosynthesis: The Basics. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 42, 313-49.
- MAAySP. (2017). Res. 29/17. Gestión y Aplicación Agronómica de residuos pecuarios. <https://secretariadeambiente.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2017/10/Resolucion-29.pdf>
- Norma IRAM-SAGyP 21322. (2006). Determinación de conductividad eléctrica en soluciones acuosas.
- Norma IRAM-SAGyP 29574. (2009). Determinación del pH en suelo para uso agropecuario.
- Norma IRAM-SAGyP 29572. (2018). Determinación de nitrógeno en suelo por el método Kjeldahl modificado.
- Ogunwande, G.A., Osunade, J.A., Ogunjimi, L.A. (2008). Effects of carbon to nitrogen ratio and turning frequency on composting chicken litter in turned-windrow piles. *Agricultural*, 99: 7495-7503.
- Rehm, W. & Caldwell, A.C. (1968). Sulphur supplying capacity of soils and the relationship to soil type. *Soil Sci.*, 105, 355-361.

- Riera, N., Della Torre V., Rizzo, P., *et al.* (2014). Evaluación del proceso de compostaje de dos mezclas de residuos avícolas. *Rev. FCA UNCUYO*, 46 (1), 195-203. ISSN impreso 0370-4661. ISSN (en línea) 1853-8665.
- Rizzo, P., Della Torre, V., Riera, N., *et al.* (2013). Co-composting of poultry manure with other wastes from the Pampean region. ISSN 1438-4957. *J. Mater Cycles Waste Manag.* DOI 10.1007/s10163-013-0221-y.
- SCyMA y SENASA. (2019). Marco Normativo para la Producción, Registro y Aplicación de Compost. Res. 1/19. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1-2019-318692/texto>.
- Schollenberger, C.J. & Simon, R.H. (1945). Determination of Exchange Capacity and Exchangeable Bases in Soil-Ammonium Acetate Method. *Soil Sci.*, 59, 13-24. Doi.org: 10.1097/00010694-194501000-00004
- SRYGS y MSYDS. (2018) Res. 5/18. Buenas Prácticas Agrícolas obligatorias para frutihortícolas <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-5-2018-316561>.
- Tittonell, P. (2019). Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. *Rev. FCA UNCUYO*, 51(1), 231-246. ISSN (en línea) 1853- 8665.
- Walkley, A., Black, I.A. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37, 29-37.



Eje temático: 3- Transición, escalamiento y procesos de territorialización en Agroecología.

UNA EXPERIENCIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS AVÍCOLAS Y SU APLICACIÓN AGRONÓMICA EN LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA DEL CINTURÓN VERDE DE CÓRDOBA, ARGENTINA.

Autores/as: Gaona, A.¹, Silbert, V.² Narmona, L.¹, Ringuelet, A.³, Pietrarelli, L.³, Bianco, V.¹, Serri, D.¹

Filiación: CIAP/INTA¹, INTI-CBA², FCA/UNC³.

INTRODUCCIÓN

En el CVMC existen 160 quintas hortícolas, el 80% produce lechuga (*Lactuca sativa* L.) y el 56% utiliza Residuos Avícolas (RA) que suelen aplicarse al suelo sin tratamiento previo (crudos), pudiendo incorporar microorganismos patógenos de riesgo para la salud humana. A través del compostaje, es posible reducir su carga y cumplir con las normativas vigentes. Con este trabajo, el Equipo de Periurbanos y Agroecología evaluó: i) la calidad de un compost elaborado a base de residuos avícolas, ii) su efecto sobre variables del suelo, iii) parámetros fisiológicos en lechuga y iv) productividad (rendimiento/ha).

METODOLOGÍA

COMPOST:

Dosis por balance de N en el suelo y requerimiento de lechuga.

Se evaluó la calidad de acuerdo a normativas vigentes.

Aplicación al voleo, manual, antes de trasplante (productor TASSI).

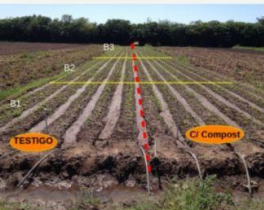
Se evaluó en **SUELO:**

- a) variables químicas: 6 muestras x trat. (10 cm).
- b) respiración microbiana (RM): 12 mediciones *in situ*.

Se evaluó en 30 **PLANTAS:**

- a) índice de verdor (Vr)
- b) peso fresco total (PF)
- c) peso fresco comercial (PC)
- d) peso seco total (PS)

IAP
Norberto TASSI
Parcela: 448 m²



C Testigo
Compost: 2,45 t/ha
Cultivo: Lechuga Mantecosa var. Kikel

RESULTADOS y DISCUSIÓN

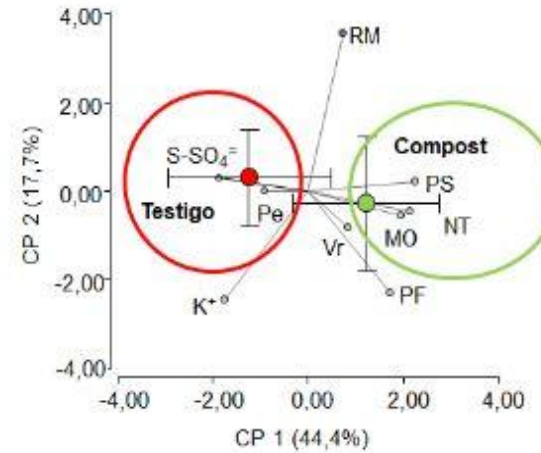


FIGURA 1. Análisis de componentes principales (ACP) para los parámetros químicos y microbiológicos del suelo, y de rendimiento del cultivo, en respuesta al uso de compost y el testigo.

(Ref.: S-SO₄⁻: S-Sulfatos, K⁺: potasio, Pe: fósforo extraíble, NT: nitrógeno total, MO: materia orgánica).

A partir del ACP se hicieron evidentes las diferencias entre el C y T, explicando por un 62% de la variabilidad de los datos. Se observaron a la derecha los parámetros PS, PF, NT y MO hacia la diferenciación del C, quedando la situación T del lado opuesto, asociando a S y Pe (Fig. 1). El C promovió el aumento de Vr, y un 21% de PC y 30% PS respecto al T.

El rendimiento fue 22.630 kg/ha para T y 27.430 kg/ha para C, equivalentes a una diferencia de 700 cajones/ha a favor del tratamiento C.



CONCLUSIONES

- Es posible reducir la carga de microorganismos patógenos presentes en residuos avícolas a través del compostaje.
- El compost promueve la acumulación de pigmentos fotosintéticos (Vr), mayor peso comercial y mayor rendimiento/ha.
- El uso de compost puede mejorar la fertilidad del suelo, pero es necesario evaluar la evolución a mediano y largo plazo con énfasis en la acumulación de fósforo y pérdida de nitratos.

BIBLIOGRAFÍA

Catullo, J.C., et al., (2020), *Agrociencia Uruguay*, 24(1).
Rizzo et al., 2013, *J. Mater Cycles Waste Manag.*, 17(1).
Riera, Nicolas I. et al., (2014), *Rev. FCA UNCUYO*, 46(1).
Paterlini H. et al., (2019), *Ciencia del suelo*, 37(1).

Agradecemos al productor Norberto Tassi por compartir esta experiencia.

