

Evaluación de nuevos biofertilizantes pelletizados en trigo: ensayo en macetas

Assessment of new pelletized biofertilizers in wheat: a pot experiment

Javier Ferrari¹, Luciano Orden^{2,3}, Walter Carciochi^{4,5}, Juan Galantini⁶ & Raúl Moral^{7,*}

¹EEA INTA Bariloche. Modesta Victoria 4450, 8400, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina

²EEA INTA Ascasubi. Ruta 3 Km 794, 8142, Hilario Ascasubi, Buenos Aires, Argentina

³Dpto. Agronomía, Univ. Nacional del Sur. San Andrés 800, 8000, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

⁴EEA INTA Balcarce-Fac. Ciencias Agrarias (UNMdP), Ruta 226 km 73.5, 7620, Balcarce, Buenos Aires, Argentina

⁵Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires, Argentina

⁶CIC-CERZOS, Dpto. Agronomía, Univ. Nacional del Sur. San Andrés 800, 8000, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

⁷Centro de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH), Universidad Miguel Hernández, Carretera de Beniel, km 3.2, Orihuela, 03312 Alicante, Spain
(*E-mail: raul.moral@umh.es)

<https://doi.org/10.19084/rca.28446>

RESUMEN

La expansión de la agricultura y el aumento de la demanda de carne han incrementado las actividades ganaderas intensivas. Los residuos generados son problema ambiental, pero también son una fuente de nutrientes. La pelletización podría ser una alternativa para el uso masivo de estos materiales. El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación de biofertilizantes pelletizados y en mezcla con fertilizantes químicos, en cultivos extensivos. Se prepararon macetas con suelo de textura franca y bajo nivel de fertilidad, para sembrar trigo (*Triticum aestivum* L.) en invernadero. El diseño experimental (n=102) incluyó 16 tratamientos y un testigo sin fertilización. Los fertilizantes se aplicaron en dos momentos diferentes: pre-siembra y siembra. Se cosechó la producción vegetativa, se contabilizaron el número de macollos por planta y se secó el material en estufa para determinar materia seca. No se encontraron diferencias significativas entre fechas de aplicación de fertilizantes. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.0001$) entre los tratamientos para ambas variables estudiadas. Los rendimientos fueron similares entre los tratamientos minerales y los orgánicos-minerales, esto sugiere que podrían economizarse fertilizantes químicos y reciclar grandes cantidades de N y P presentes en los residuos orgánicos, además de incorporar materia orgánica al suelo.

Palabras clave: residuos orgánicos, compost, pellet, biofertilizantes, cereales

ABSTRACT

The expansion of agriculture and increased demand for meat have increased intensive livestock farming activities. The waste generated is an environmental problem, but it is also a source of nutrients. Pelletization could be an alternative for the massive use of these materials. The objective of this work was to evaluate the application of pelletized biofertilizers and in mixture with chemical fertilizers in extensive crops. Pots were prepared with loam-textured soil and low fertility level, to plant wheat (*Triticum aestivum* L.) in greenhouses. The experimental design (n=102) included 16 treatments and a control without fertilization. Fertilizers were applied at two different times: pre-sowing and sowing. Vegetative production was harvested, the number of tillers per plant was counted and the material was dried in an oven to determine dry matter. No significant differences were found between fertilizer application dates. Significant differences ($p < 0.0001$) were found between treatments for both variables studied. Yields were similar between mineral and organic-mineral treatments, suggesting that chemical fertilizers could be economized and large amounts of N and P present in the organic residues could be recycled, in addition to incorporating organic matter to the soil.

Keywords: organic waste, compost, pellet, biofertilizer, grain crops

INTRODUCCIÓN

En Argentina, la expansión de la agricultura y el aumento de la demanda de carne han incrementado las actividades ganaderas intensivas. Los residuos generados resultan en un problema ambiental, pero también son una valiosa fuente de nutrientes para los cultivos (Eghball & Power, 1994). La producción ganadera intensiva frecuentemente lleva a una aplicación excesiva de abonos, siendo más bien una eliminación de desechos que una fertilización benéfica (Cooperband & Good, 2002). Un factor que influye en este problema es que comúnmente los abonos se aplican en suelos cercanos a la zona de acumulación de los estiércoles. Debido a esto, se deberían generar estrategias de gestión para facilitar el movimiento de los abonos, siendo que es poco común que se muevan a distancias superiores de 16 km desde donde son producidos (Whalen & Chang, 2001; Sharpley *et al.*, 2003). La pelletización podría ser una de las mencionadas estrategias al reducir marcadamente la humedad y aumentar la densidad aparente de los abonos (Ferrari *et al.*, 2016).

Por otro lado, la dosificación de abonos se realiza comúnmente en volumen ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$), mientras que los pellets pueden dosificarse en peso (kg ha^{-1}) tal como los fertilizantes químicos convencionales, permitiendo mejorar el ajuste de las cantidades aplicadas (Ferrari *et al.*, 2018). En la actualidad la aplicación de pellets orgánicos no es una práctica común en cultivos extensivos y solo se utilizan en cultivos intensivos frutihortícolas. En Argentina se siembra actualmente cerca de 20 millones de ha de soja, 4 millones de ha de trigo, 6 millones de ha de maíz (Bolsa de Comercio de Rosario, 2020) y 4 millones de ha de pasturas de alfalfa, sobre suelos normalmente deficientes en los principales nutrientes: nitrógeno (N) y fósforo (P). Estos cultivos son comúnmente fertilizados con fosfato di amónico (PDA 18-46-0) y urea granulada (46-0-0), los cuales representa un costo importante dentro de los insumos utilizados y suelen aplicarse dosis inferiores a las necesarias desde un punto de vista técnico (Echeverría & Ferrari, 1993; García, 2001).

La materia orgánica (MO) del suelo es un componente crítico que afecta los procesos biológicos, químicos y físicos del suelo cumpliendo una amplia gama de funciones (Craswell & Lefroy, 2001).

En Argentina, la agricultura ha disminuido los contenidos de MO en muchas zonas y esto se ha atribuido a una combinación de erosión y balances negativos de carbono (Álvarez, 2001). El aporte de MO a través de los fertilizantes orgánicos podría mitigar la caída de MO, como ocurre por ejemplo en lotes bajo monocultivo de soja.

En este trabajo se plantea la necesidad del reciclado de nutrientes de los residuos sólidos orgánicos de distintos orígenes y el aumento de eficiencia de los fertilizantes minerales. El objetivo de los ensayos fue evaluar la factibilidad del uso de biofertilizantes pelletizados y en mezcla con fertilizantes de síntesis químicas, en el cultivo de trigo mediante un ensayo en condiciones controladas en macetas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayo en macetas

La experiencia se desarrolló en el invernadero de la EEA INTA Bariloche. Se prepararon macetas (14 cm de diámetro y 14 cm de profundidad) con suelo 0-10 cm estepario de textura franco arenosa de la localidad de San Carlos de Bariloche (41°8' S, 71°10' O). El suelo presentó un contenido bajo de MO 20 g kg^{-1} , P-Olsen 3.0 mg kg^{-1} y K extractable 91 mg kg^{-1} , pH de 7.3 y conductividad eléctrica de 0.10 ds m^{-1} .

Se empleó un diseño completamente aleatorizado ($n=102$) con tres repeticiones, donde se evaluaron 16 tratamientos y un testigo sin fertilización (Tabla 1) en dos momentos de aplicación: previo a la siembra (T1: 12/03/2021) y durante la siembra (T2: 07/04/2021). La dosis de aplicación fue de 1 g de fertilizante por maceta para todos los tratamientos. En los tratamientos aplicados en T1 se cubrieron los fertilizantes superficialmente con suelo y en la aplicación en T2 se colocó muy cerca de las semillas, de forma tal de replicar las condiciones de campo realizadas con maquinaria convencional.

Las características físico-químicas de los tratamientos de la Tabla 1 se describen en Ferrari *et al.* (2020).

El día 7/4/2021 se sembraron a 1 cm de profundidad 8 semillas de trigo (*Triticum aestivum* L. var.

Tabla 1 - Tratamientos de fertilización evaluados en el cultivo de trigo en maceta

Tratamiento	Procedencia
CCZ	Compost de estiércol de cabras, Zapala
COB	Compost de estiércol de ovejas, San Carlos de Bariloche
CAB	Compost residuos sólidos urbanos, San Carlos de Bariloche
AOEB	Abono de oveja, El Bolsón
CTEB	Compost estiércol de tambo, El Bolsón
AGC	Abono de gallina, Corralito
COBB	Compost cáscara de girasol (subproducto producción de gírgolas)-estiércol de oveja, Bahía Blanca
CFA	Compost residuos cebolla-estiércol bovino, Hilario Ascasubi
CMTA	Compost lodos (maltería)-rastroyo de cebada, Tres Arroyos
CGBB	Compost cáscara de girasol-estiércol de gallina-rastrojo de avena, Bahía Blanca
LCC	Lombricompost estiércol equino- rastrojo de avena, Cañuelas
C+MAP	Compost guano de gallina, Bahía Blanca + MAP (1:1, p/p)
C+UREA	Compost guano de gallina, Bahía Blanca + UREA (1:1, p/p)
MAP	Fosfato monamónico (18-46-00)
UREA	Urea granulada (46-00-00)
YESO	Yeso agrícola
T	Testigo

ACA603) por maceta, y el 20/4/2001 se raleó a 5 plantas por maceta. El riego del cultivo se realizó de forma automatizada con microaspersores aéreos, manteniendo el suelo a capacidad de campo, controlando de forma semanal el peso de las macetas de forma gravimétrica para ajustar la lámina de agua perdida por evapotranspiración.

El día 1/6/2021 se cosechó la totalidad del material aéreo vegetal y se contabilizaron el N° de macollos planta⁻¹. Se secaron las muestras en estufa con aire forzado a 60°C para la obtención del rendimiento de materia seca (g MS maceta⁻¹). Para todas las variables muestreadas se realizó la comparación de medias utilizando el test de Tukey (5 %) entre fechas de fertilización y tratamientos mediante software estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas entre fechas de aplicación de los fertilizantes (Tabla 2), lo cual sugiere que al estar el suelo con humedad

constante a capacidad de campo no hubo diferencias en la disponibilidad de nutrientes por la disolución de los mismos.

Tabla 2 - ANOVA para el efecto de tratamiento y momento de aplicación sobre biomasa aérea y N° de macollos

Factor de variación	N° de macollos	Biomasa (g MS)
Tratamiento (T)	p<0.0001	p<0.0001
Momento (M)	ns	ns
T x M	ns	ns

ns= no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Se contabilizó un mayor número de macollos para los tratamientos minerales (MAP y UREA) y orgánico-minerales (C+MAP y C+UREA) siendo de 1 a 5 macollos por planta. Para todos los demás tratamientos no se observaron macollos.

Se encontraron diferencias significativas en la biomasa (g MS maceta⁻¹) entre los tratamientos minerales, orgánico-minerales y los orgánicos (Figura 1). Así, los tratamientos minerales y orgánico-minerales produjeron 3 veces más biomasa que el testigo, yeso, y pellets orgánicos.

Considerando que 1 g maceta⁻¹ de fertilizante orgánico pelletizado representa aproximadamente 650 kg ha⁻¹ (dosis elevadas en relación a las utilizadas en la agricultura extensiva a campo) y no se encontraron diferencias significativas con el testigo, no sería económicamente viable aplicar este tipo

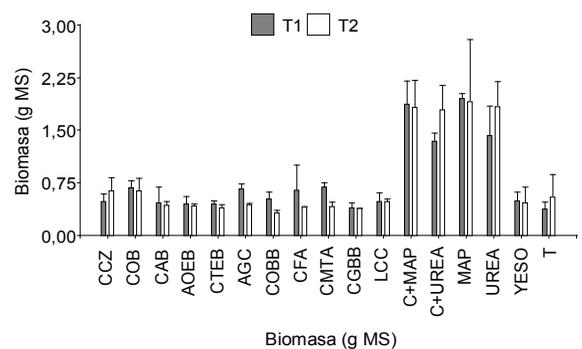


Figura 1 - Materia seca aérea de plantas de trigo para los distintos fertilizantes aplicados pre-siembra (T1) y a la siembra (T2). * Diferencias significativas (p>0,05). Las líneas sobre las barras indican desvío estándar.

de fertilizantes para sostener altos rendimientos de cultivos en suelos con bajo nivel de fertilidad.

Los rendimientos de biomasa similares obtenidos entre MAP y UREA, y de C+MAP y C+UREA sugieren que podría econominizarse importantes cantidades de fertilizantes de síntesis química. Utilizándose la combinación orgánica-mineral se reciclan grandes cantidades de N y P presentes en baja concentración en los residuos orgánicos, además de todos los beneficios de incorporar MO al suelo.

Ralentizar el uso de fertilizantes de síntesis química y reutilizar el P y N de estiércoles puede contribuir al saneamiento ambiental. De todas maneras debe realizarse un seguimiento de los balances de nutrientes para reponer las cantidades extraídas y el monitoreo de los tenores en suelo para evitar la pérdida de fertilidad como así también los excesos de P (McDowell & Sharpley, 2004).

Estos resultados obtenidos en macetas son coincidentes con los observados en ensayos realizados a campo en trigo y en cebada cervecera (datos no publicados). En estos casos también se observaron rendimientos similares con las dosis de fertilizantes (pero con un contenido sustancialmente menor de N y P en los pellet C+MAP y C+UREA).

La menor densidad aparente de los pellets orgánico-minerales (0.6 g cm^{-3}) en comparación al MAP (1 g cm^{-3}) podría generar una mayor solubilidad del P. También podrían ocurrir interacciones entre la MO y el P que mejoren la disponibilidad del nutriente. Estos tópicos podrían estudiarse detalladamente en ensayos en condiciones controladas de incubación con suelos.

CONCLUSIONES

Los fertilizantes orgánicos pelletizados proporcionan cantidades insuficientes de N y P para obtener altos rendimientos en cultivo de trigo sobre suelos de baja fertilidad.

Los compost en combinación con fertilizantes inorgánicos podrían ser una alternativa de nutrición orgánico-mineral que posibilitaría el aumento de la eficiencia en el uso de los fertilizantes de síntesis química y agregando MO al suelo. Además, al mismo tiempo se reciclan y valoran los nutrientes de los residuos sólidos orgánicos.

AGRADECIMENTOS

Ensayos financiados por proyectos PD.I518 y FVT N° 294 (INTA- DAASONS S.A.) del INTA, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Argentina).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, R. (2001) - Estimation of carbon losses by cultivation from soils of the Argentine Pampa using the Century model. *Soil Use Management*, vol. 17, n. 2, p. 62-66. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2001.tb00010.x>
- Bolsa de Comercio de Rosario (2020) - *Anuario Estadístico*. Dirección de Informaciones y Estudios Económicos de la Bolsa de Comercio de Rosario. Rosario, Santa Fé, Argentina.
- Cooperband, L.R. & Good, L.W. (2002) - Biogenic phosphate minerals in manure: implications phosphorus loss to surface waters. *Environmental Science & Technology*, vol. 36, n. 23, p. 5075-5082. <https://doi.org/10.1021/es025755f>
- Craswell, E. & Lefroy, R. (2001) - The role and function of organic matter in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, vol. 61, p. 7-18. <https://doi.org/10.1023/A:1013656024633>
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M. & Robledo, C.W. (2016) - *InfoStat Software*. Universidad Nacional de Córdoba: Córdoba, Argentina.
- Echeverría, H.E. & Ferrari, J.L. (1993) - Relevamientos de algunas características de los suelos agrícolas del sudeste bonaerense. *Boletín técnico EEA Balcarce INTA*, n. 112.
- Eghball, B. & Power, J.F. (1994) - Beef cattle feedlot manure management. *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 49, n. 2, p. 113-122.
- Ferrari, J.L.; Tiftonell, P. & Dosanto A.M. (2016) - Pelletización de abonos y aporte de micronutrientes en fertilizantes inorgánicos y orgánicos. In: *XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Río Cuarto, Argentina.
- Ferrari, J.L.; Dosanto, A.M.; Tiftonell, P.A.; Reuque, R. & Gazzotti, J.I. (2018) - Aplicación de fertilizantes orgánicos-pellets con sembradoras convencionales. In: *XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Tucumán, Argentina.
- Ferrari, J.L.; Orden, L.; Ocariz, P. & Galantini, J. (2020) - *XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Corrientes, Argentina.
- García, F. (2001) - Balance de fósforo en los suelos de la región pampeana. *Informaciones Agronómicas INPOFOS Cono Sur*, vol. 9, p. 1-3.
- McDowell, R.W. & Sharpley, A.N. (2004) - Variation of phosphorus leached from Pennsylvanian soils amended with manures, composts or inorganic fertilizer. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 102, n. 1, p. 17-27. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.07.002>
- Sharpley, A.N.; Daniel, T.; Sims, T.; Lemunyon, J.; Stevens, R. & Parry, R. (2003) - *Agricultural Phosphorus and Eutrophication*. 2nd Edition. Washington: USDA-ARS. U.S.Gov. Print. Office.
- Whalen, J.K. & Chang, C. (2001) - Phosphorus accumulation in cultivated soils from long-term annual applications of cattle feedlot manure. *Journal of Environmental Quality*, vol. 30, n. 1, p. 229-237. <https://doi.org/10.2134/jeq2001.301229x>