

**VALOR AGRÍCOLA DE COMPOST PRODUCIDOS CON ASERRÍN, CASCARILLA DE
ARROZ Y ESTIÉRCOL DE GALLINA**

**AGRICULTURAL VALUE OF COMPOSTS PRODUCED WITH SAWDUST, RICE HULLS
AND POULTRY MANURE**

Valor agrícola de los compost

María Corina Leconte^{1,*} (<https://orcid.org/0000-0002-0501-8977>), Patricia Silvia Satti²
(<https://orcid.org/0000-0001-9901-8101>), María Cándida Iglesias¹, María Julia Mazzarino²
(<https://orcid.org/0000-0003-3317-7665>)

¹ Instituto Agrotécnico Pedro Fuentes Godo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Corrientes, Argentina.

² Grupo de Suelos, Universidad Nacional del Comahue-INIBIOMA, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

* Autora de contacto: corinaleconte@hotmail.com

RESUMEN

En Corrientes se producen grandes volúmenes de aserrín y cascarilla de arroz, que pueden compostarse con residuos ricos en N, como estiércol de gallina. En este trabajo se estudió el efecto a corto plazo de cinco compost obtenidos a partir de estos residuos sobre la

capacidad de retención de agua y la producción de biomasa en un suelo Molisol de textura franca del NO de Corrientes. Los compost se obtuvieron previamente utilizando como material carbonado aserrín, cascarilla de arroz o su combinación (aserrín+cascarilla) mezclado con estiércol de gallina en dos relaciones (2:1 y 1:1, v/v). Se condujeron dos ensayos de invernáculo: uno de 12 meses sin plantas con medición final del contenido de humedad edáfica a las tensiones de 0,03, 0,5 y 1,5 MPa y otro con ryegrass anual (*Lolium multiflorum* L., var. Estanzuela) donde se determinó la biomasa aérea a 5, 7, 10 y 13 semanas y biomasa final de raíces. En ambos ensayos se aplicaron los mismos tratamientos: dos dosis de compost (20 y 40 g kg⁻¹ suelo), un control y una fertilización inorgánica (FI) equivalente a 40 kg P y 120 kg N ha⁻¹. Los compost aumentaron significativamente la retención hídrica a las tres tensiones con la dosis de 40 g kg⁻¹ y se encontró correlación significativa con el C orgánico agregado (R²=0,80; P=0,002 para las tres tensiones). La disponibilidad de N (N inorgánico) controló el valor fertilizante, siendo mayores los rendimientos de biomasa aérea con los compost producidos con aserrín a 40 g kg⁻¹, superando incluso a FI. La biomasa de raíces, en cambio, correlacionó con el N total agregado y los compost colaboraron a un mejor desarrollo radicular que FI.

PALABRAS CLAVES: reutilización, residuos orgánicos, retención hídrica, biomasa aérea, biomasa radical

ABSTRACT

Large volumes of sawdust and rice hulls are produced in the province of Corrientes, which can be composted with N-rich wastes, such as chicken manure. In this work, we studied the short-term effect of five composts obtained from these wastes on soil water retention and biomass production in a loamy Mollisol from NW Corrientes, Argentina. Composts were obtained from three carbon-rich materials (only sawdust, only rice hulls, and sawdust+rice hulls), mixed with chicken manure in two volume ratios (2:1 and 1:1, v/v). Two greenhouse trials were conducted: one of 12 months, without plants, with final measurement of water-holding capacity at 0.03, 0.5 and 1.5 MPa, and a second one with annual ryegrass (*Lolium*

multiflorum L., var. Estanzuela) where aboveground biomass (at 5, 7, 10 and 13 weeks) and final root biomass were measured. The same treatments were applied in both trials: two doses of composts (20 and 40 g kg⁻¹ soil), a control treatment and an inorganic fertilization (IF) treatment equivalent to 40 kg P and 120 kg N ha⁻¹. Water-holding capacity at three tensions increased significantly with the 40 g kg⁻¹ dose of compost, and a significant correlation was found with added organic C ($R^2=0,80$; $P=0,002$ for the three tensions). Nitrogen availability (inorganic N) controlled the fertilizer value. The highest aboveground biomass yields were observed with sawdust composts at 40 g kg⁻¹, even surpassing IF. On the other hand, root biomass correlated with total N added and composts promoted better root development than IF.

KEYWORDS: reuse, organic residues, water retention, aboveground biomass, root biomass.

INTRODUCCIÓN

El valor agrícola de los compost radica en su valor como enmienda y como fertilizante. El concepto de enmienda se relaciona con el mejoramiento del suelo a través del aporte de C orgánico, que aumenta el contenido de materia orgánica del suelo (MOS) mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas relacionadas. En este contexto, muchos trabajos destacan que una de las principales ventajas del agregado de compost al suelo, es el mejoramiento de la estructura y la capacidad de retención de agua (Giusquiani et al., 1995; Cooperband, 2000; Diacono y Montemurro, 2010; Rivier et al., 2022; Rynk et al., 2022). Sin embargo, también se han observado resultados contradictorios o poco concluyentes atribuidos a diferencias en la textura del suelo, la calidad del material orgánico aportado y las dosis y/o formas de aplicación (Stamatiadis et al., 1999; Larney y Angers, 2012; Kowaljaw et al., 2017; Kranz et al, 2020). En general, se observa que para mejorar las propiedades físicas del suelo se han utilizado dosis superiores a 30 t ha⁻¹, llegando incluso a valores de 200-500 t ha⁻¹, que pueden aumentar la salinidad y la concentración de nitratos y metales pesados (Martínez et al., 2003; Curtis y Claassen, 2009; Hernández et al., 2015; ECN, 2017).

Por otro lado, el valor fertilizante de los compost se refiere a la capacidad de liberar nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal, especialmente N y P. Si bien puede estimarse a través de la liberación de nutrientes disponibles en incubaciones controladas, se recomienda especialmente determinar el efecto en la producción de biomasa de plantas indicadoras, tanto en ensayos de invernáculo como de campo (Kapanen y Itävaara, 2001, Barral y Paradelo, 2011), ya que la presencia de plantas puede aumentar la liberación de C lábil y enzimas hidrolíticas que facilitan el ataque microbiano y la mineralización de N y P (Mazzarino et al., 1997; Kuzyakov y Jones, 2006). La evaluación del valor fertilizante contribuye a establecer las dosis más adecuadas para el crecimiento vegetal y a evitar excesos de nutrientes que puedan poner en riesgo el medio ambiente.

En la provincia de Corrientes se originan residuos orgánicos a partir de actividades agropecuarias o agroindustriales con los que se pueden producir compost de alto valor agrícola por su contenido de materia orgánica y nutrientes como, por ejemplo, los obtenidos a partir de estiércol de gallina, cascarilla de arroz y aserrín por Leconte et al. (2009, 2011). En este caso, la diferente proporción de materiales en el cocompostaje (1:1 o 2:1 material carbonado:estiércol) y el tipo de material carbonado (aserrín y/o cascarilla de arroz) produjeron notorias diferencias de calidad en cuanto al contenido de C orgánico y nutrientes (Leconte et al., 2009).

Dado que se ha reportado frecuentemente que el material original de los compost afecta su calidad como enmienda y fertilizante, el objetivo de este trabajo fue comparar el efecto de cinco tipos de compost, elaborados a partir de mezclas en distintas proporciones de estiércol de gallina, cascarilla de arroz y/o aserrín, sobre la capacidad de retención de agua del suelo y la producción de biomasa de ryegrass (*Lolium multiflorum* L., var. Estanzuela) en invernadero, utilizando dos dosis de aplicación en un suelo del NO de Corrientes. La hipótesis del trabajo fue que todos los compost aumentan la capacidad de retención de agua y el rendimiento de ryegrass, pero el efecto depende del tipo y dosis de compost.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon cinco compost, cuya elaboración se describe con detalle en Leconte et al. (2009), obtenidos a partir de la mezcla de estiércol de gallina con cascarilla de arroz y/o aserrín (v/v) en las siguientes proporciones:

- AE1: una parte de aserrín y una parte de estiércol de gallina,
- AE2: dos partes de aserrín y una de estiércol de gallina,
- CE1: una parte de cascarilla de arroz y una parte de estiércol de gallina,
- CE2: dos partes de cascarilla de arroz y una de estiércol de gallina,
- ACE: partes iguales de los tres residuos: una de aserrín, una de cascarilla de arroz y una de estiércol de gallina.

El estiércol de gallina (mezcla de excretas, comida y plumas) se obtuvo de la avícola Santa Ana (Ruta Provincial N° 43, Corrientes), donde fue previamente secado al aire. La cascarilla de arroz y el aserrín se obtuvieron de pilas abiertas acumuladas en Molinos Moncada (Ruta Nacional N° 12) y un aserradero de pino y eucalipto de la Ruta Nacional N° 5, respectivamente. En la Tabla 1 se presentan las características fisicoquímicas de los compost utilizados; la metodología de análisis se describe en detalle en Leconte et al. (2009).

Tabla 1. Características de los compost utilizados en los ensayos. Los valores son promedios de tres muestras \pm desvío estándar (Leconte et al., 2009).

Table 1. Characteristics of composts employed in the assays. Values are average of three samples \pm standard deviation (Leconte et al., 2009).

	AE1	AE2	CE1	CE2	ACE
pH	6,2 \pm 0,1	5,8 \pm 0,1	7,2 \pm 0,1	7,1 \pm 0,1	6,3 \pm 0,1
CE (dS m ⁻¹)	2,8 \pm 0,3	3,1 \pm 0,3	2,9 \pm 0,1	2,5 \pm 0,1	3,3 \pm 0,3
COT (%)	21,7 \pm 1,6	26,7 \pm 0,5	19,9 \pm 2,1	25,8 \pm 1,1	24,3 \pm 3,4
N-NH ₄ ⁺ (mg kg ⁻¹)	81 \pm 5	157 \pm 41	50 \pm 3	25 \pm 9	84 \pm 13

N-NO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)	2570 ± 370	3030 ± 480	1390 ± 180	900 ± 150	2510 ± 300
NT (%)	2,7 ± 1,3	2,9 ± 0,4	2,4 ± 0,1	2,2 ± 0,1	2,8 ± 0,1
COT/NT	8,0 ± 1,3	8,4 ± 1,3	8,5 ± 0,9	12,0 ± 0,2	8,8 ± 0,8
P extractable (g kg ⁻¹)	7,5 ± 0,1	6,1 ± 0,7	7,7 ± 0,6	6,0 ± 0,4	6,7 ± 0,4
P total (g kg ⁻¹)	12,2 ± 0,3	9,9 ± 1,1	12,6 ± 1,6	9,8 ± 0,2	10,1 ± 0,8
Ca total (g kg ⁻¹)	24,1 ± 0,1	21,0 ± 4,9	20,9 ± 1,6	17,5 ± 1,6	19,0 ± 2,3
Mg total (g kg ⁻¹)	5,6 ± 0,1	3,8 ± 1,2	5,7 ± 0,1	4,9 ± 0,3	4,9 ± 0,5
K total (g kg ⁻¹)	6,1 ± 0,3	5,7 ± 1,6	7,7 ± 0,2	8,4 ± 2,8	6,6 ± 0,6

CE: conductividad eléctrica; COT: C orgánico total; NT: N total. AE1: aserrín + estiércol (1:1);

AE2: aserrín + estiércol (2:1); CE1: cascarilla + estiércol (1:1); CE2: cascarilla + estiércol

(2:1); ACE: aserrín + cascarilla + estiércol (1:1:1)

CE: electrical conductivity; COT: total organic carbon; NT: total N. AE1: sawdust + poultry

manure (1:1); AE2: sawdust + poultry manure (2:1); CE1: rice hulls + poultry manure (1:1);

CE2 rice hulls + poultry manure (2:1); ACE rice hulls + sawdust + poultry manure (1:1:1)

El suelo utilizado fue un Molisol de textura franca (Paleudol típico, Serie Rincón de Ambrosio) con historia de uso agrícola y frutihortícola, susceptible a la erosión hídrica. Se extrajo superficialmente (0-15 cm) de las cercanías de la ciudad de Corrientes y presentó las siguientes características: 6,1 de pH, 1,36 % de C orgánico, 0,12 % de N total, 5,56 cmol kg⁻¹ de Ca, 1,12 cmol kg⁻¹ de Mg y 5,5 mg kg⁻¹ de P-Olsen.

Para evaluar la capacidad de retención de agua del suelo enmendado con los diferentes compost, se realizó un ensayo en invernáculo durante 12 meses, en contenedores perforados, con 500 g de suelo tamizado por malla de 2 mm, sin plantas. Los compost se tamizaron por malla de 5 mm y se mezclaron con los suelos a razón de 20 y 40 g kg⁻¹ (base seca); estas dosis han sido utilizadas previamente por nuestro grupo de trabajo con compost de lodos y compost de residuos orgánicos urbanos (Laos et al., 2000; Kowaljow y Mazzarino, 2007; Tognetti et al., 2008) y han sido reportadas como dosis habituales en la producción de cultivos (ECN, 2017; Glab et al., 2020). También se incluyó

un tratamiento de fertilización inorgánica (FI), aplicada en equivalente a 40 kg de P y 120 kg de N por hectárea, como fosfato diamónico y urea de calidad analítica, y un control sin compost ni fertilización inorgánica. Durante todo el ensayo, la humedad del suelo se mantuvo a capacidad de campo (12%) y se controló por gravimetría. Pasado el año, se determinó la humedad edáfica a las siguientes tensiones utilizando membranas de presión: 0,03 MPa (capacidad de campo), 0,5 MPa y 1,5 MPa (punto de marchitez permanente); se calculó el agua útil como diferencia entre el contenido de humedad a capacidad de campo (0,03 MPa) y el punto de marchitez permanente (1,5 MPa). El número total de tratamientos fue 12 (control, FI y dos dosis de cinco compost), cada uno con tres repeticiones (36 contenedores) y se utilizó un diseño completamente aleatorizado. Al momento del armado, se introdujo en cada recipiente un cilindro de 8 cm de diámetro y 10 cm de altura, para que al desarmarlos al final del ensayo se lograra retirar las muestras sin disturbarlas (Figura 1).



Figura 1. Ensayo en contenedores para estimar el efecto de los tratamientos en la retención de agua del suelo.

Figure 1. Pot assay to estimate the treatment effect on soil water retention capacity.

Para estimar el valor fertilizante de los diferentes compost se determinó la biomasa producida en un ensayo en invernáculo utilizando los mismos tratamientos que en el ensayo de retención de agua. Como planta indicadora se empleó ryegrass anual a razón de 0,5 g de semillas por contenedor. Se utilizaron contenedores de 1 kg, sin drenaje para evitar pérdida de nutrientes, ajustados a capacidad de campo; el contenido de agua se controló por

gravimetría. El ensayo se realizó según un diseño completamente aleatorizado con 4 repeticiones (48 contenedores). La biomasa aérea (BA) producida se evaluó mediante 4 cortes sucesivos (5, 7, 10 y 13 semanas) a 4 cm de altura y al finalizar el ensayo se determinó la biomasa radical (BR) cortando a ras del suelo y removiendo las raíces que se lavaron cuidadosamente; ambas biomásas se secaron a 60°C y se determinó el peso seco (Laos et al., 2000). Se calcularon los rendimientos acumulados de BA (como suma del peso seco de los diferentes cortes) y la relación BA/BR.

Los datos fueron analizados por separado para cada dosis aplicando ANOVA y los efectos principales separados por el test de mínimas diferencias significativas (LSD). La hipótesis nula se rechazó para un nivel de significancia del 5%. Para analizar el efecto de la aplicación de los compost en la retención de agua (efecto enmienda), se realizaron correlaciones entre la cantidad de C orgánico agregado con las dos dosis y el contenido de humedad a las tres tensiones medidas. Para analizar el efecto fertilizante de los compost, se realizaron correlaciones entre la producción de BA y BR a ambas dosis y la cantidad de N (total e inorgánico) y P (total y extractable) agregada a los contenedores; el control se consideró con valor 0 (Tabla 2). En este último caso, también se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para determinar los parámetros del compost que explicaban la mayor proporción de la varianza de los rendimientos (se utilizaron inicialmente todas las variables de alto grado de correlación y se eliminaron progresivamente aquellas con mayor valor de autocorrelación). En todos los casos, se utilizó el programa Statgraphics Plus para Windows (1994–2001).

Tabla 2. Cantidades de N total, N inorgánico (amonio+nitratos), P total, P extractable y C orgánico agregadas por contenedor con los compost a dosis de 20 g kg⁻¹ y 40 g kg⁻¹ o la fertilización inorgánica.

Table 2. Total N, inorganic N (ammonium+nitrates), total P, extractable P and organic C added per pot with compost at 20 g kg⁻¹ and 40 g kg⁻¹ rates or inorganic fertilization.

	Cantidades agregadas (g contenedor ⁻¹)				
	N total	N inorgánico	P total	P extractable	C orgánico
20 g kg ⁻¹					
AE1	0,54	0,05	0,24	0,15	4,3
AE2	0,58	0,06	0,20	0,12	5,3
CE1	0,47	0,03	0,25	0,15	4,0
CE2	0,43	0,02	0,20	0,12	5,2
ACE	0,55	0,05	0,20	0,13	4,9
40 g kg ⁻¹					
AE1	1,09	0,10	0,48	0,30	8,7
AE2	1,15	0,13	0,39	0,24	10,7
CE1	0,94	0,06	0,50	0,31	8,0
CE2	0,86	0,04	0,39	0,24	10,3
ACE	1,10	0,10	0,40	0,27	9,8
FI	0,11	0,11	0,04	0,04	0

FI: fertilización inorgánica; AE1: aserrín + estiércol (1:1); AE2: aserrín + estiércol (2:1); CE1: cascarilla + estiércol (1:1); CE2: cascarilla + estiércol (2:1); ACE: aserrín + cascarilla + estiércol (1:1:1).

FI: inorganic fertilization; AE1 sawdust + poultry manure (1:1); AE2: sawdust + poultry manure (2:1); CE1: rice hulls + poultry manure (1:1); CE2 rice hulls + poultry manure (2:1); ACE rice hulls + sawdust + poultry manure (1:1:1)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Retención hídrica

El agregado de compost a 40 g kg⁻¹ resultó en valores de retención hídrica superiores a los observados en el control y en la fertilización inorgánica (FI), siendo significativamente más altos en las tres tensiones, a excepción de CE1. A la dosis de 20 g kg⁻¹ la tendencia fue similar, pero las diferencias fueron significativas solo para la tensión de 0,5 MPa (Tabla 3).

Estos valores correlacionaron significativamente con el C orgánico agregado ($R^2 = 0,80$; $P = 0,002$ para las tres tensiones), lo que sugiere que para obtener una respuesta significativa al “efecto enmienda” de los compost es necesario agregar cantidades altas de C. Sin embargo, no se encontró una tendencia clara cuando se calculó el agua útil, que varió entre 2,8-3,6 en los compost *versus* 2,6-2,8 en FI y el control. Otros trabajos sobre el efecto de las enmiendas orgánicas en suelos de uso agrícola intensivo o degradados destacan que el efecto en el agua útil puede ser contradictorio: en algunos suelos aumenta mayormente el agua adsorbida por la materia orgánica a 1,5 MPa y en otros, aumentan proporcionalmente la retención de agua a capacidad de campo y a marchitez permanente, de manera que no modifica el agua útil (Arthur et al., 2011; Larney y Angers, 2012; Kranz et al., 2020; Rivier et al., 2022).

Tabla 3. Capacidad de retención de agua del suelo después de un año de incubación con compost a dosis de 20 g kg⁻¹ y 40 g kg⁻¹ (n= 3). Para cada dosis, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$).

Table 3. Water retention capacity after one year of soil and compost incubations at 20 g kg⁻¹ and 40 g kg⁻¹ rates (n= 3). For each dose, different letters indicate significant differences between treatments ($P < 0,05$).

	0,03 MPa		0,5 MPa		1,5 MPa		Agua útil
	----- humedad (%) -----						
20 g kg ⁻¹							
AE1	15,5	ns	13,9	a	12,7	ns	2,8
AE2	14,9	ns	13,1	ab	11,7	ns	3,2
CE1	15,5	ns	13,4	ab	12,0	ns	3,5
CE2	16,2	ns	14,3	a	12,7	ns	3,6
ACE	16,0	ns	14,3	a	13,0	ns	3,0
FI	13,9	ns	12,4	b	11,3	ns	2,8

Control	13,7	ns	12,2	b	10,9	ns	2,6
<hr/>							
40 g kg ⁻¹							
AE1	16,7	a	14,8	a	13,5	a	3,2
AE2	16,1	a	14,6	ab	13,1	ab	2,8
CE1	15,1	ab	13,1	bc	11,9	bc	3,1
CE2	16,3	a	14,3	ab	13,0	ab	3,3
ACE	17,1	a	15,1	a	13,5	a	3,6
FI	13,9	b	12,4	c	11,3	c	2,8
Control	13,7	b	12,2	c	10,9	c	2,6

ns: no significativo. FI: fertilización inorgánica; AE1: aserrín + estiércol (1:1); AE2: aserrín + estiércol (2:1); CE1: cascarilla + estiércol (1:1); CE2: cascarilla + estiércol (2:1); ACE: aserrín + cascarilla + estiércol (1:1:1).

ns: non significant. FI: inorganic fertilization; AE1 sawdust + poultry manure (1:1); AE2: sawdust + poultry manure (2:1); CE1: rice hulls + poultry manure (1:1); CE2 rice hulls + poultry manure (2:1); ACE rice hulls + sawdust + poultry manure (1:1:1)

Rendimiento de ryegrass

Para ambas dosis, la biomasa aérea de ryegrass fue significativamente mayor con los compost y la FI que en el control. En los compost elaborados con aserrín, solo o en mezcla (AE1, AE2 y ACE), la biomasa aérea producida fue significativamente mayor en comparación con aquellos compost con cascarilla de arroz únicamente (CE1 y CE2). A la dosis de 40 g kg⁻¹, esta diferencia fue aún más marcada, superando incluso a la fertilización inorgánica (Tabla 4). Si se observa la biomasa acumulada en el tiempo, el efecto de la mayor dosis de compost con aserrín, respecto a FI, se hizo especialmente evidente a partir del 3er corte, mostrando un incremento casi lineal (Figura 2).

Tabla 4. Biomasa aérea (BA) y radical (BR) en g de materia seca por contenedor y relación BA/BR con agregado de fertilización inorgánica o compost a dosis de 20 g kg⁻¹ y 40 g kg⁻¹

(n= 4). Para cada dosis, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (P< 0,05).

Table 4. Aboveground (BA) and radical (BR) biomass as grams of dry matter per pot and BA/BR ratio under inorganic fertilization or compost treatments at 20 g kg⁻¹ and 40 g kg⁻¹ (n= 4). For each dose, different letters indicate significant differences between treatments (P< 0.05).

	BA (g)		BR (g)		BA/BR	
20 g kg ⁻¹						
AE1	2,10	a	2,11	bc	1,00	b
AE2	2,03	ab	2,51	a	0,82	c
CE1	1,49	c	2,10	bc	0,71	cd
CE2	1,45	c	2,20	ab	0,65	d
ACE	1,93	b	2,25	ab	0,87	bc
FI	2,08	ab	1,74	d	1,21	a
Control	0,86	d	1,78	d	0,49	e
40 g kg ⁻¹						
AE1	2,70	a	2,10	cd	1,29	a
AE2	2,69	a	2,51	abc	1,08	ab
CE1	1,92	c	2,44	bc	0,80	cd
CE2	2,00	bc	3,13	a	0,64	de
ACE	2,60	a	2,85	ab	0,96	bc
FI	2,08	b	1,74	d	1,21	a
Control	0,86	d	1,78	d	0,49	e

FI: fertilización inorgánica; AE1: aserrín + estiércol (1:1); AE2: aserrín + estiércol (2:1); CE1: cascarilla + estiércol (1:1); CE2: cascarilla + estiércol (2:1); ACE: aserrín + cascarilla + estiércol (1:1:1).

FI: inorganic fertilization; AE1 sawdust + poultry manure (1:1); AE2: sawdust + poultry manure (2:1); CE1: rice hulls + poultry manure (1:1); CE2 rice hulls + poultry manure (2:1);

ACE rice hulls + sawdust + poultry manure (1:1:1)

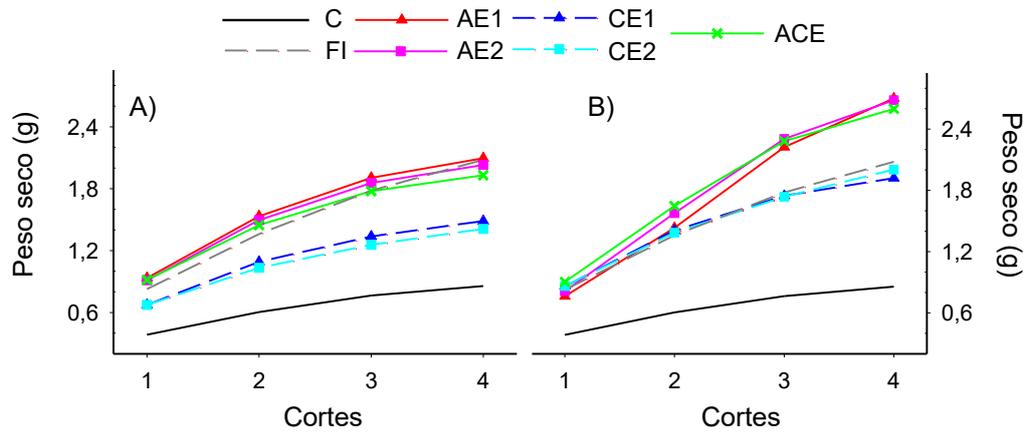


Figura 2. Biomasa de ryegrass como peso seco acumulado (g por contenedor) con el agregado de fertilización inorgánica o compost a dosis de 20 g kg⁻¹ (A) y 40 g kg⁻¹ (B).

C: control; FI: fertilización inorgánica; AE1: aserrín + estiércol (1:1); AE2: aserrín + estiércol (2:1); CE1: cascarilla + estiércol (1:1); CE2: cascarilla + estiércol (2:1); ACE: aserrín + cascarilla + estiércol (1:1:1).

Figure 2. Ryegrass biomass yields as accumulated dry matter (g per pot) with the addition of inorganic fertilization or composts at 20 g kg⁻¹ (A) and 40 g kg⁻¹ (B).

C: control; FI: inorganic fertilization; AE1 sawdust + poultry manure (1:1); AE2: sawdust + poultry manure (2:1); CE1: rice hulls + poultry manure (1:1); CE2 rice hulls + poultry manure (2:1); ACE rice hulls + sawdust + poultry manure (1:1:1)

En el caso de la biomasa radical, no se encontraron diferencias significativas entre FI y el control; a su vez, estos valores fueron significativamente menores que en los tratamientos con compost, excepto con AE1 a 40 g kg⁻¹ (Tabla 4). Esto determinó una diferencia de partición de biomasa entre los dos compartimentos, con el valor más bajo de la relación BA/BR en el control (0,49) y el más alto en FI (1,21); los compost mostraron valores intermedios (0,64-1,08), excepto con AE1 a la mayor dosis, donde la relación fue similar a FI (1,29). Esta es una ventaja comparativa importante de la aplicación de compost, porque el

mayor desarrollo de raíces le daría a la planta mayor capacidad de superar el estrés hídrico.

Para explicar las diferencias entre tratamientos se realizaron correlaciones entre biomasa aérea y radical versus la cantidad de N total (Nt), N inorgánico (Ni: amonio+nitratos), P total (Pt) y P extractable (Pe) agregada con los compost (Tabla 5). Los resultados indicaron correlación significativa entre la biomasa aérea y Nt, Ni y Pe, mientras que la biomasa radical correlacionó con Nt, Pt y Pe.

Tabla 5. Correlaciones entre la cantidad de N total, N inorgánico, P total y P extractable (Pe) agregada con los compost o la fertilización inorgánica y la producción de biomasa aérea y radical.

Table 5. Correlations among total N, inorganic N, total P and extractable P added through composts or inorganic fertilization and the production of aboveground and root biomass.

	N total	N inorgánico	P total	P extractable
Biomasa aérea	0,80	0,89	0,66	0,69
P	0,002	< 0,001	0,021	0,013
Biomasa raíz	0,70	---	0,64	0,65
P	0,011	ns	0,023	0,024

ns: no significativo (P<0,05); N inorgánico: amonio+nitratos; P extractable: P-Olsen.

ns: non-significant (P<0.05); inorganic N: ammonium+nitrates; extractable P: Olsen P.

Con las variables que correlacionaron significativamente se condujeron regresiones múltiples. La biomasa aérea (BA) estuvo explicada en un 90% por Ni y Pe; si se elimina este último, solo Ni explicó 80% de la varianza, indicando que el “efecto fertilizante” de los compost está controlado por el aporte de N disponible.

$$BA = 1,02 + 10,04* Ni + 1,96* P \text{ extractable } (R^2= 0,90; P< 0,001)$$

A diferencia de BA, la biomasa de raíces (BR) no estuvo asociada con los nutrientes disponibles sino con el Nt, que explicó 64% de la varianza.

$$BR = 1,24 + 1,14* Nt \quad (R^2= 0,64; P= 0,002)$$

Estos resultados explican los mejores rendimientos obtenidos con los compost con aserrín que son los que mostraron las mayores concentraciones tanto de N disponible como de N total (Tabla 1), y constituyen una respuesta típica de suelos deficientes en N (Laos et al., 2000; Tognetti et al., 2011).

CONCLUSIONES

La aplicación de compost a la mayor dosis (40 g kg^{-1}) aumentó la retención de agua del suelo en las tres tensiones evaluadas (0,03, 0,5 y 1,5 MPa), efecto asociado principalmente al aporte de C. Sin embargo, el agua útil no mostró una tendencia clara. Respecto al valor fertilizante, se encontró un efecto diferencial del tipo de compost dependiendo de su riqueza en N: los mayores rendimientos de biomasa aérea de ryegrass se obtuvieron con los compost producidos con aserrín a la mayor dosis y estuvieron directamente relacionados con la cantidad de N inorgánico aportada por los compost o el fertilizante de síntesis química. La biomasa de raíces correlacionó con el N total, no varió con el agregado de fertilizante y fue mayor con los compost, indicando que estos mejoran la capacidad de las plantas para superar el estrés hídrico.

Los resultados de este trabajo sugieren que el uso de compost en las actividades productivas de la región permitiría un mejor manejo de los recursos, al reutilizar residuos que aportan materia orgánica y nutrientes, colaborando a disminuir el uso de fertilizantes.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Venialgo (†), por su desinteresada ayuda en la medición de retención hídrica. Por haber sido un gran vecino en el trabajo. Lo extrañamos.

A mis compañeros de la cátedra de Microbiología Agrícola, por su ayuda y por todo lo compartido.

REFERENCIAS

Arthur, E., Cornelis, W.M., Vermng, J. y De Rocker, E. (2011). Amending a loamy sand with three compost types: impact on soil quality. *Soil use and management*, 27, 116-123.

<https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2010.00319.x>

Barral, M. T. y Paradelo, R. (2011). A review on the use of phytotoxicity as a compost quality indicator. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*, 5, 36-44. Global Science Books.

[http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/2011/DSDP_5\(SI2\)/DSDP_5\(SI2\)36-44o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/2011/DSDP_5(SI2)/DSDP_5(SI2)36-44o.pdf)

Cooperband, L. R. (2000). Sustainable use of by-products in land management. Chapter 6.

En J. F. Power, W. A. Dick, R. M. Kashmanian, J. T. Sims, R. J. Wright, M. D.

Dawson y D., Bezdicek. *Land application of agricultural, industrial, and municipal by-products*. (pp. 215-235). Soil Science Society of America, American Society of

Agronomy, Inc., Madison, WI. Book Series No.6.

<https://doi.org/10.2136/sssabookser6.c6>

Curtis, M. J. y Claassen, V. P. (2009). Regenerating topsoil functionality in four drastically disturbed soil types by compost incorporation. *Restoration Ecology*, 17, 24-32.

<https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2007.00329.x>

Diacono, M. y Montemurro, F. (2010). Long-term effects of organic amendments on soil fertility. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30, 401-422.

<http://dx.doi.org/10.1051/agro/2009040>

ECN (2017). Sustainable compost application in agriculture. ECN -INFO Paper 09/2017.

https://www.compostnetwork.info/wordpress/wp-content/uploads/ECN_Info-Paper_09_2017_Longterm_use_of_Compost_in_Agriculture.pdf

Głąb, T., Żabiński, A., Sadowska, U., Gondek, K., Kopeć, M., Mierzwa-Hersztek, M.,

Sylwester, T. y Stanek-Tarkowska J. (2020). Fertilization effects of compost produced from maize, sewage sludge and biochar on soil water retention and chemical

properties. *Soil and Tillage Research*, 197, 104493.

<https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104493>

Giusquiani, P., Pagliai, M., Gigliotti, G., Businelli, D. y Benetti, A. (1995). Urban waste

compost: Effects on physical, chemical and biochemical soil properties. *Journal of Environmental Quality*, 24, 175-182.

<https://doi.org/10.2134/jeq1995.00472425002400010024x>

Hernández, T., García, E. y García, C. (2015). Ecotoxicity tests for compost applications. *Soil Biology and Biochemistry*, 89, 61-71. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.06.023>

Kapanen, A. y Itävaara, M. (2001). Ecotoxicity tests for compost applications. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 49 (1), 1-16. <https://doi.org/10.1006/eesa.2000.1927>

Kowaljow, E. y Mazzarino, M. J. (2007). Soil restoration in semiarid Patagonia: Chemical and biological response to different compost quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 39, 1580-1588. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.01.008>

Kowaljow, E., Gonzalez Polo, M. y Mazzarino, M. J. (2017). Understanding compost effects on water availability in a degraded sandy soil of Patagonia. *Environmental Earth Sciences*, 76 (1), 255. <http://dx.doi.org/10.1007/s12665-017-6573-1>

Kranz, C. N., McLaughlin, R. A., Johnson, A., Miller, G. y Heitman, J. L. (2020). The effects of compost incorporation on soil physical properties in urban soils - A concise review. *Journal of Environmental Management*, 261, 110209.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110209>

Kuzyakov, Y. y Jones, D. L. (2006). Glucose uptake by maize roots and its transformation in the rhizosphere. *Soil Biology and Biochemistry*, 38, 851-860.

<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.07.012>

Laos, F., Satti, P., Walter, I., Mazzarino, M. J. y Moyano, S. (2000). Nutrient availability of composted and non-composted residues in a Patagonian Xeric Mollisol. *Biology and Fertility of Soils*, 31, 462-469. <https://doi.org/10.1007/s003740000192>

Larney, F. J. y Angers, D. A. (2012). The role of organic amendments in soil reclamation: A review. *Canadian Journal of Soil Science*, 92 (1), 19-38.

<https://doi.org/10.4141/cjss2010-064>

Leconte, M. C., Mazzarino, M. J., Satti, P., Iglesias, M. C. y Laos, F. (2009). Composting poultry manure with rice hulls and/or sawdust in NE Argentina. *Waste Management*,

29, 2446-2453. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.04.006>

Leconte, M. C., Mazzarino, M. J., Satti, P. y Crego, M. P. (2011). Nitrogen and phosphorus release from poultry manure composts: the role of carbonaceous bulking agents and compost particle sizes. *Biology and Fertility of Soils*, 47, 897-906.

<https://doi.org/10.1007/s00374-011-0591-z>

Martínez, F., Casermeiro, M. A., Morales, D., Cuevas, G y Walter, I. (2003). Effects on runoff quantity and quality of urban organic wastes applied in a degraded semiarid ecosystem. *Science of the Total Environment* 305:12-21. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00472-2](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00472-2)

Mazzarino, M. J., Walter, I., Costa, G., Laos, F., Roselli, L. y Satti, P. (1997). Plant response to fish farming wastes and inorganic fertilization in volcanic soils. *Journal of Environmental Quality*, 26, 522-528. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00150-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00150-X)

Rivier, P.-A., Jamniczky, D., Nemes, A., Makó, A., Barna, G., Uzinger, N., Rékási, M. y Farkas, C. (2022). Short-term effects of compost amendments to soil on soil structure, hydraulic properties, and water regime. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 70 (1), 74-88. <https://doi.org/10.2478/johh-2022-0004>

Rynk, R., Black, G., Biala, J., Bonhotal, J., Cooperband, L., Gilbert, J. y Schwarz, M. (Eds.). (2022). *The Composting Handbook. A how-to and why manual for farm, municipal, institutional and commercial composters (1st ed.)*. Cambridge (MA): Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2019-0-05417-9>

Stamatiadis, S., Doran, J. W. y Kettler, T. (1999). Field and laboratory evaluation of soil quality changes resulting from injection of liquid sewage sludge. *Applied Soil Ecology*, 12, 263-272. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(99\)00007-4](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(99)00007-4)

Tognetti, C., Mazzarino, M. J. y Laos, F. (2008). Compost of municipal organic waste: Effects of different management practices on degradability and nutrient release capacity. *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 2290-2296. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2008.05.006>

Tognetti, C., Mazzarino, M. J. y Laos, F. (2011). Comprehensive quality assessment of municipal organic waste composts produced by different preparation methods. *Waste*

BORRADOR EN PRENSA