



A1-540 Revalorización del uso de abonos orgánicos en un agroecosistema hortícola de la Zona Acre, Mendoza, Argentina

Matías Venier ⁽¹⁾; Daniela Cónsoli ⁽¹⁾; Mariem Mitre ⁽¹⁾; Santiago Zuluaga ⁽¹⁾; Ma Flavia Filippini ⁽¹⁾; Adriana Bermejillo ⁽¹⁾; Victor Lipinski ^(1,2), Adriana Abril ⁽³⁾

⁽¹⁾ FCA – UNCUYO - Alte. Brown 500 Chacras de Coria. Mendoza - Tel. +54-261-4135000 – int.1225. ⁽²⁾ INTA EEA La Consulta, San Carlos, Mendoza. ⁽³⁾FCA – UNCórdoba. mfilippini@fca.uncu.edu.ar

Resumen

En la zona de cultivos restringidos especiales (ACRE), caracterizada por el riego con aguas tratadas, se destinan importantes extensiones al ajo (*Allium sativum* L.), utilizando un paquete tecnológico que incorpora grandes cantidades de fertilizantes químicos y estiércol de aves. Se estudió la aplicación de guano de gallina (GG) y humus de lombriz (VE), en diferentes dosis y combinaciones con fertilizantes químicos, sobre la producción y calidad de ajo tipo blanco. El diseño experimental fue de parcelas al azar con 5 repeticiones, con una densidad de 240.000 plantas ha⁻¹. Los tratamientos fueron: 4 t ha⁻¹ VE; 4 t ha⁻¹ GG + 80 kg ha⁻¹ de N; 8 t ha⁻¹ GG; 14 t ha⁻¹ GG + 80 kg ha⁻¹ de N; Testigo; 4 t ha⁻¹ GG; 6 t ha⁻¹ VE. Se caracterizaron físico químicamente los abonos, el agua de riego y el suelo y se calculó la lámina de riego. El tratamiento 14 t ha⁻¹ GG + 80 kg ha⁻¹ de N (como sulfonitrato de amonio), usado en la zona por productores ajeros, fue el que menos rindió (7,85 t ha⁻¹), presentando menores porcentajes de calibres comerciales (53%). El mayor rendimiento fue el de 6 t ha⁻¹ VE (10,2 t ha⁻¹). El agua de riego contiene N, P, K en cantidades suficientes para los requerimientos de este tipo comercial. Se concluye que las fertilizaciones excesivas en esta zona no contribuyen a mejorar rendimientos y calidad de bulbos, contaminan los suelos y aumentan significativamente los costos.

Palabras clave: estiércol de pollo; humus de lombriz; fertilizantes químicos; aguas tratadas; *Allium sativum* L.

Abstract

In restricted area special crops (ACRE), characterized by irrigation with treated water, important extensions of garlic (*Allium sativum* L.) are made using a technology package incorporating large amounts of chemical fertilizers and poultry manures. The application of chicken litter (GG) and vermicompost (VE) was studied using different doses, alone and combinations with chemical fertilizers, on the yield and quality of white garlic type. The experimental design was randomized plots with 5 repetitions, with 240,000 plants ha⁻¹. The treatments were: 4 t ha⁻¹ VE; 4 t ha⁻¹ GG + 80 kg ha⁻¹ N (as ammonium sulfonitrate); 8 t ha⁻¹ GG; 14 t ha⁻¹ GG + 80 kg ha⁻¹ N; Control (without amendments or fertilizers); 4 t ha⁻¹ GG; 6 t ha⁻¹ VE. The fertilizers, irrigation water and soil were characterized chemical and physical. The irrigation depth was calculated. Treatment 14 t ha⁻¹ GG + 80 kg ha⁻¹ of N (as ammonium sulfonitrate), usually used by garlic farmers from the region presented the worst yield (7.85 t ha⁻¹) and showed lower rates commercial calibres (53%). The highest yield was obtained with 6 t ha⁻¹ VE (10.2 t ha⁻¹). Irrigation water containing N, P, K in sufficient for the requirements of this garlic. We concluded that excessive fertilization in this area not contribute to improve yields and quality of bulbos, contaminate the soils and increase significantly costs.

Keywords: Chicken litter, Vermicompost, chemical fertilizers; municipal wastewater; *Allium sativum* L.

Introducción

Los suelos de las zonas áridas del oeste argentino se caracterizan por los escasos contenidos de materia orgánica (MO), bajos contenidos de nutrientes disponibles y poca capacidad de retención de agua (Abril & Noé, 2007). Uno de los problemas críticos en la transformación de éstas en oasis regadíos es la conservación de la fertilidad del suelo, particularmente la MO. La restitución de MO es una de las prácticas necesarias y fundamentales en los programas de fertilización (Argerich, C. *et al*, 1999); (Filippini, M. *et al*, 1989); (Granval, N. *et al*, 2003); (Ghosh, M. *et al*, 1999); (Labrador Moreno, J. 1996); (Lipinski V. *et al*, 2004). En los últimos 20 años los trabajos de investigación en el área de la fertilización en ajo han estado orientados principalmente a las fertilizaciones químicas (Lipinski, V., 2004); (Gaviola, S., 2004); (Lipinski, V., 2002); (Gaviola, S., 2002); (Lipinski, V., 1999); (Gaviola, S., 1998); (Lipinski, V., 1997). Para Cuyo, se pueden citar los trabajos realizados por Filippini y Avellaneda (1985), Lipinski y Filippini (1985), Filippini y Lipinski (1989), Lipinski y Filippini (1991), Lipinski *et al*. (1995), Argerich *et al*. (1999), Granval y Gonzalez (2003), Fasciolo, *et al*. (2006) en donde se pone de manifiesto la importancia y necesidad de programar la fertilización considerando los aportes de MO incorporada, en la totalidad del agroecosistema.

El uso de los abonos orgánicos, compostados o no, si bien es promovido por organismos técnicos y aceptado entre los agricultores, se realiza en forma empírica sin tener en cuenta la composición de los mismos, por lo que las dosis empleadas no siempre responden a las reales necesidades en los diferentes tipos de suelo y/o cultivos. Los abonos orgánicos que se utilizan con mayor frecuencia en la zona son estiércoles de animales (cabra, gallina, caballo), residuos de agroindustrias (orujo de vid y oliva) y aserrín o viruta de álamo, sin descomposición previa o compostados. También es escasa la experiencia científica en la evaluación de su utilización como única fuente de nutrientes, como lo demandan los protocolos de la agricultura orgánica y de bajo impacto ambiental.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la utilización de vermicompost (VE) y estiércol de gallina (GG), en un programa de fertilización de ajo tipo blanco, cultivado en un agroecosistema convencional, en el área de cultivos restringidos especiales (ACRE) en el oasis Norte de Mendoza, su influencia en la producción y calidad de los bulbos comerciales.

Metodología

El cultivo de ajo blanco (*Allium sativum* L.) se realizó en Fray Luis Beltrán, Maipú, Mendoza. El diseño experimental fue de parcelas totalmente al azar con 7 tratamientos y 5 repeticiones. La siembra se realizó a principios de mayo, colocando 12 dientes m^{-1} , con una densidad de 240.000 plantas ha^{-1} . Los tratamientos realizados fueron: a- 4 t ha^{-1} VE; d- 4 t ha^{-1} GG + 80 kg ha^{-1} N (250 kg ha^{-1} de sulfonitrato de amonio); f- 8 t ha^{-1} GG; g- 14 t ha^{-1} GG + 250 kg ha^{-1} sulfonitrato de amonio; h- Testigo sin fertilizar; i- 4 t ha^{-1} GG y n- 6 t ha^{-1} VE. Previo a la siembra se incorporaron los abonos orgánicos a 20 cm de profundidad y 90 días después de la plantación (ddp) se aplicó sulfonitrato de amonio como fuente de nitrógeno en los tratamientos d y g, a 10 cm de profundidad. Se caracterizó físico-químicamente el agua de riego utilizada y se midió el caudal aplicado con aforador determinando una lámina aplicada de 35,52 mm.

El GG poseía cáscara de arroz como cama. El VE se obtuvo a partir de estiércol de caballo y su preparación se realizó por el método tradicional. El GG y el VE se caracterizaron de acuerdo a las normas ISHS (1990). Se midió salinidad, pH, capacidad de retención hídrica, macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg), nitratos y amonio (microdestilación) y materia orgánica. Se realizaron las determinaciones de CE y pH (p/v 1:5), humedad total y residual (%),

cenizas (%), materia orgánica por ignición y por oxidación (Walkley y Black); N total (Kjeldahl modificado), N-NH₄ y N-NO₃, con CIK 1N como extractante (microKjeldahl), P total (método colorimétrico nitro vanado molíbdico), K y Na totales (fotometría de llama), Ca y Mg totales (complexometría), Na y K soluble (extracto p/v 1:5, fotometría de llama). El contenido de ácidos húmicos y fúlvicos se realizó por el método rápido de Kononova y Belchikova. Se realizaron muestreos compuestos (de 0 a 30 cm de profundidad) a fin de caracterizar físico-químicamente al suelo, antes de plantación y a la cosecha evaluándose Conductividad eléctrica, pH, N total (Kjeldahl), P (colorimétrico, técnica Mendoza), K (fotometría de llama), materia orgánica total, volumen de sedimentación (VS). A cosecha, las plantas se llevaron a caballete para su secado. A los 20 días se limpiaron los bulbos y se pesaron (peso limpio) Los resultados se expresaron en rendimiento total (RT) de bulbos secos y limpios. Para la calidad comercial se separaron los ajos defectuosos (rebrote, ajo martillo, ajo pera) y se realizó el tamañado con calibrador manual. Se consideraron los calibres 3, 4 y 5 como “no exportables” y 6, 7 y 8 como “exportables”. Los resultados se analizaron estadísticamente empleando ANOVA, prueba de Duncan ($\alpha=0,05$).

Resultados y Discusiones

En la tabla 1 se presentan los resultados de la caracterización físico-química del agua de riego. Perteneciendo a la categoría C3 (Riverside), agua de salinidad media y C5 (Wainstein). El análisis físico-químico inicial del suelo mostró que el mismo es medianamente salino, de textura franca a franco-arenosa, con contenidos medios a altos de nitrógeno (N), muy elevados de fósforo (P) y altos en potasio (K). Los resultados muestran que, aunque se trabajó con situaciones contrastantes en cuanto a dosis, tipos de enmiendas y fertilizantes, ninguno de los tratamientos tuvo un efecto diferencial significativo sobre las variables de fertilidad del suelo (datos no incluidos).

TABLA 1. Caracterización físico-química del agua de riego.

CATIONES			ANIONES		
	me/L	mg/L		me/L	mg/L
Calcio	9,70	194,00	Carbonatos	0,00	0,00
Magnesio	3,10	37,69	Bicarbonatos	6,60	402,60
Sodio	7,22	166,06	Cloruros	4,80	170,4
Potasio	0,43	16,81	Sulfatos	8,90	427,20
Durezas: Total: 64,0 °F - Temporaria: 33,0 °F - Permanente: 31,0 °F					

TABLA 2. Características físico-químicas del vermicompost y estiércol de gallina.

Determinaciones	<i>Humus de lombriz</i>				<i>Estiércol de gallina</i>			
	(s. s. fresca)		(s. s. seca a 105°C)		(s. s. fresca)		(s. s. seca a 105°C)	
	M1	M2	M2	M1	M1	M2	M1	M2
CE $\mu\text{mohs/cm}$ (p/v: 1:5)	3300	3150	-	-	11480	11580	-	-
pH (p/v: 1:5)	7,69	7,60	-	-	8,74	8,65	-	-
Humedad (%)	28,52	37,38	-	-	22,40	17,58	-	-
Cenizas (%)	53,68	39,82	66,42	63,71	24,15	25,47	38,76	30,90
MOt % (por ignición)	17,80	22,80	33,60	36,48	53,45	56,95	60,97	69,10
Nt % (Kjeldahl modificado)	0,68	0,79	1,09	1,26	2,26	2,12	2,71	2,57
N-NO ₃ (mg kg ⁻¹)	735,39	780,90	1176,62	1249,44	415,46	600,8	498,55	726,97
N-NH ₄ (mg kg ⁻¹)	2,43	2,85	3,88	4,56	413,81	558,4	496,57	600,84
Pt %	0,41	0,48	0,66	0,77	1,44	1,201	1,73	1,46
Kt %	0,29	0,31	0,46	0,50	2,1	2,2	2,52	2,67
Nat %	0,23	0,25	0,37	0,39	0,5	0,41	0,60	0,50
Cat %	4	4,30	6,40	6,88	1,5	0,98	1,80	1,19
Mgt %	0,82	0,70	1,31	1,12	0,51	0,47	0,61	0,57
Na % soluble (ext. p/v 1:5)	0,09	0,09	0,14	0,14	0,38	0,42	0,46	0,51
Potasio % soluble (ext. p/v 1:5)	0,187	0,02	0,30	0,02	1,55	1,45	1,86	1,76
Zn (mg kg ⁻¹)	-	-	515	580	-	-	560	530
Pb (mg kg ⁻¹)	-	-	12,1	12,8	-	-	111,6	120,6
Cd (mg kg ⁻¹)	-	-	1,3	1,45	-	-	2,1	2,8
Cu (mg kg ⁻¹)	-	-	30,8	30,7	-	-	92,5	93,4
Cr (mg kg ⁻¹)	-	-	7,9	7,7	-	-	9,1	8,9

La Tabla 2 muestra la caracterización del VE y GG para las diferentes variables analizadas. El GG presenta un mayor contenido de Nt respecto del VE, pero las formas disponibles (N-NO₃⁻ y N-NH₄⁺) se encontraron en mayor proporción en el VE siendo más disponibles para la planta en el momento de la aplicación. Los abonos orgánicos utilizados presentan las características esperables para cada caso particular. Como describe la bibliografía, la cama de pollo tiene escaso contenido de agua, alta proporción de material celulósico proveniente de la cáscara de arroz y alto contenido de N soluble propio de las deyecciones de las aves con dietas fortificadas con proteínas (Gomez et al. 2005; Cabardella et al 2003). Las características químicas del VE indican que se trata de un material estable debido al alto contenido de humus y de cenizas (Sanchez-Monedero et al 2002; Atiyeh et al 2000). Los valores de variables químicas y biológicas obtenidos en este trabajo son coincidentes con la literatura, respecto a VE de buena calidad realizados con los mismos materiales u otro tipo de estiércoles (Ndegwa & Thompson 2001; Santamaría-Romero et al. 2001; Singh & Sharma 2002). En la Tabla 3 se presentan la caracterización del agua de riego.

TABLA 3. Caracterización del agua de riego con tratamiento primario

CE	1850 mS cm ⁻¹	iones totales	1329 mg L ⁻¹	
Residuo salino	1330 mg L ⁻¹	pH	7,8	
	cationes		aniones	
	me L ⁻¹	mg L ⁻¹	me L ⁻¹	
Calcio	10,2	204	Carbonatos	0
Magnesio	2,6	31,62	Bicarbonatos	6,9
Sodio	6,95	159,85	Cloruros	5,6
Potasio	0,48	18,77	Sulfatos	7,6
	mg L ⁻¹		mg L ⁻¹	
N total	24,9	N-NH ₄	2,28	
N-NO ₃	17,6	P-PO ₄	6,08	
N-NO ₂	0,23			
	RAS		2,85	

Teniendo en cuenta que el volumen de riego aplicado fue de $8567 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (14 riegos) y la MO presente en el agua fue de $10,4 \text{ g L}^{-1}$, el total de MO incorporada por el riego durante todo el ciclo fue de 89 t ha^{-1} . El efecto de la aplicación de un efluente con alta carga de C lábil ha sido bien documentado en la bibliografía. Hati *et al.* (2007) encuentran que el contenido de MO y la biomasa microbiana en el suelo superficial se duplican después de la aplicación de un efluente de una destilería para producción de alcohol. En cuanto al aporte de N, P, K, las cantidades incorporadas fueron de 170, 52 y 150 kg ha^{-1} , respectivamente. Cabe destacar que para el cálculo del N se ha considerado una pérdida por percolación del 20%. Estudios realizados por Lipinski *et al.* (1995), en cultivos de ajo de Mendoza, señalan para un rendimiento de $11,8 \text{ t ha}^{-1}$, una extracción de 161, 22 y 112 kg ha^{-1} , para N, P, K, respectivamente. Se puede ver que el aporte del agua sería suficiente para cubrir las necesidades del cultivo.

Del ANOVA realizado para RT, se observa que hubo diferencias significativas en los ddp, debido a que la acumulación de N total y NO_3^- en las hojas (datos no presentados). Este comienza a disminuir en la fase de bulbificación, coincidiendo con las observaciones señaladas por Lipinski *et al.* (2004), encontrando que la dosis de 6 t ha^{-1} VE tuvo una menor disminución entre los 106 y los 108 ddp en comparación con el resto de los tratamientos, logrando los mejores rendimientos limpios y comerciales en bulbos de ajo. Esta dosis de VE aparte de entregar los distintos macro y micronutrientes mejoró la absorción por un efecto sinérgico del VE con el resto de las propiedades físico-químicas del suelo.

Luego de la cosecha, como indican las figuras 3 y 4, el rendimiento total de bulbos de ajo se vio afectado en forma altamente significativa ($p < 0,001$) por los tratamientos. El tratamiento que obtuvo mayor rendimiento fue el n, le siguieron los tratamientos a e i, siendo el de menor rendimiento el g. En los tratamientos h y d se constató que las deformaciones más frecuentes. Por tercer año consecutivo, los tratamientos más fertilizados utilizando abonos orgánicos y fertilizantes químicos fueron los de menores rendimientos. Los diferentes calibres (%) obtenidos en cada tratamiento, se presentan en la figura 5.

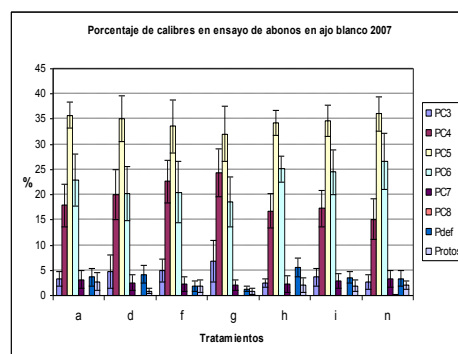
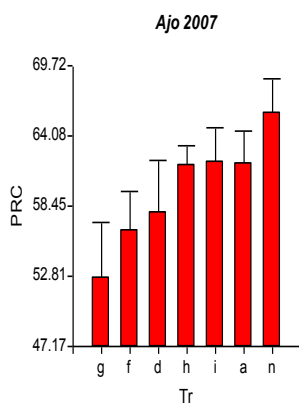
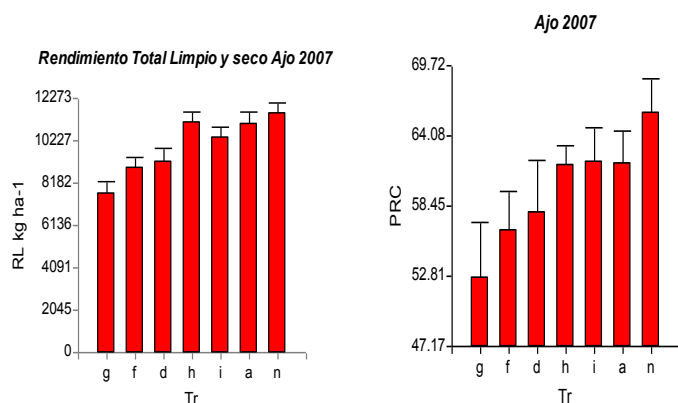


FIGURA 1. Rendimiento limpio de bulbos de ajo blanco.

FIGURA 2. Porcentaje de rendimiento comercial en bulbos de ajo blanco.

FIGURA 3. Porcentaje de calibres comerciales según tamaño para los diferentes tratamientos.

Los mejores rendimientos comerciales y calidad de bulbos se alcanzaron con la aplicación de las dosis de vermicompuesto solo (6 t ha^{-1} VE y 4 t ha^{-1} VE), seguidos por la incorporación de 4 t ha^{-1} GG. El rendimiento más bajo y la peor calidad final de los bulbos se obtuvo con la fertilización tipo de la zona, mixta, de 14 t ha^{-1} de guano de gallina suplementado con 250 kg ha^{-1} de sulfonitrato de amonio.



El exceso de nutrientes y materia orgánica, aportados por el agua y los abonos orgánicos, sumado a los fertilizantes químicos han producido una disminución en la producción y calidad del ajo blanco.

Se concluye que las fertilizaciones excesivas en agroecosistemas con características semejantes a la zona de estudio, no contribuyen a mejorar rendimientos y calidad de bulbos, contaminan los suelos y aumentan los costos de producción.

Agradecimientos: Trabajo subsidiado por la Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado (SECTYP) de la Universidad Nacional de Cuyo.

Referencias bibliográficas

- Abril A & L Noé. Soil C sink and CO₂ flux in a marginal dry forest of western Argentina. In: Verne NC, Ed. Forest ecology research horizons. New York: Nova Science Publishers Inc. 2007; pp. 191-202.
- Abril A & EH Bucher (2002) Evidence that the fungus cultured by leaf-cutting ants does not metabolize cellulose. Ecology Letters 5: 1-4.
- Atiyeh RM, S Subler, CA Edwards, G. Bachman, JD Metzger & W Schuster (2000) Effects of vermicompost and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia, 44, 579-590.
- EPA (1999) Biosolids Generation, Use, and Disposal in the United States. U.S. Environmental Protection Agency. Municipal and Industrial Solid Waste Division. Office of Solid Waste. EPA530-R-99-009. 81 pp
- Filippini, MF, A. Abril, M Cony, L Noé, M Venier, D Cónsoli, & R Vallone (2012) Effects of Organic Amendment Application on Soil Quality and Garlic Yield in Central-Western Argentina. The Open Agriculture Journal 6: 1-8
- Lipinski VM, MF Filippini & S (1995) Efecto de un fertilizante químico, guano e caballo y tratamiento mixto sobre el rendimiento y absorción de nutrientes en tomate para industria. Jornadas de Investigación de UNCuyo.
- Lipinski VM & S Gaviola de Heras (1997) Manejo de la fertilización y el abonado en cultivos de ajo de Mendoza. Vol.3:120-130. Ed. J.L. Burba. Proyecto ajo. EEA La Consulta. Centro Regional Cuyo. Parr, J.F. & G.B. Willson, 1980. Recycling organic waste to improve soil productivity. Hort. Science 15 (2): 162-166.