

UTILIZACIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ, GUANO DE GALLINA Y FERTILIZANTES QUÍMICOS EN CULTIVO DE AJO BLANCO (*Allium sativum* L.)

Filippini, M.; Bermejillo, A.; Venier, M.; Cónsoli, D.; Troilo, S.; Barrionuevo, L.

Fac. C. Agrarias, U.N. de Cuyo; Alte. Brown 500 Chacras de Coria. Mendoza - Tel. +54-261-4135010 - mfilippini@fca.uncu.edu.ar

El objetivo fue evaluar la aplicación de dos abonos orgánicos: guano de gallina (GG) y humus de lombriz (VE), en diferentes dosis, solos o combinados con fertilizantes químicos, en la producción y calidad del ajo blanco. Se realizó un ensayo con un diseño de parcelas al azar (7 tratamientos y 5 repeticiones), con una densidad de 240.000 plantas/ha. Los tratamientos fueron: 4 t/ha VE; 4 t/ha GG + 80 kg/ha de N; 8 t/ha GG; 14 t/ha GG + 80 kg/ha de N; Testigo; 4 t/ha GG; 6 t/ha VE. Cada parcela constó de 5 surcos de 80 x 2,5m. Previo a la plantación se caracterizaron los abonos orgánicos midiendo salinidad, pH, capacidad de retención hídrica, macronutrientes (N, P, K, Na, Ca y Mg totales; Na y K solubles), nitratos, amonio, micronutrientes (Fe, Mn, Cd, Pb, Cu, Cr), CE, pH, humedad total y residual, cenizas, materia orgánica, ácidos húmicos y fúlvicos. Se realizó la caracterización físico-química del suelo, previo a la plantación y luego de cosecha, evaluando N, P, K, materia orgánica, volumen de sedimentación, salinidad, pH y se realizaron las curvas de capacidad hídricas. Se caracterizó el agua de riego y se midió caudal y lámina aplicada. Mensualmente, se realizaron mediciones fenológicas: diámetro de cuello, nº de hojas, altura de planta, índice verde, Ntotal y nitratos en hojas. En cosecha, en subparcelas de 3m² en cabeza, medio y pie se determinó “peso fresco”, “peso seco” y “peso limpio”. En los bulbos, se evaluaron aspectos relacionados con la calidad comercial (rebrote, ajo martillo, ajo pera), se calibraron y se determinó la calidad nutricional mediante esquema Weende, macronutrientes y micronutrientes.

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente empleando ANOVA.

El tratamiento de 14 t/ha GG + 80 kg/ha de N, el cual es uno de los tratamientos utilizados por los productores ajeros, fue el que menos rindió, presentó menores porcentajes de calibres comerciales y mayor porcentaje de calibre 5 (sin valor comercial). Los mayores porcentajes de calibres comerciales se obtuvieron con los tratamientos que tenían elevadas dosis de abonos orgánicos. El tratamiento que obtuvo mayor rendimiento fue el de 6 t/ha VE. En la caracterización nutricional de los bulbos se observa un bajo contenido en sodio y un elevado tenor de potasio. Se concluye que las fertilizaciones excesivas no contribuyen a mejorar rendimientos y calidad de bulbos, contaminan los suelos y aumentan los costos de producción.

INTRODUCCIÓN

Los suelos de las zonas áridas tienen escasos contenidos de materia orgánica (MO) y nutrientes disponibles, y baja capacidad de retención de agua (Thomas 2006). Uno de los problemas críticos en la transformación de zonas áridas en oasis de regadío en Argentina es la conservación de la fertilidad del suelo, particularmente MO.

Los abonos orgánicos que se utilizan con mayor frecuencia son estiércoles de animales (cabra, gallina, caballo), residuos de agroindustrias (orujos de vid y oliva) y aserrín o viruta de álamo, sin descomposición previa o compostados.

En Mendoza, la restitución de la materia orgánica 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); (ISHS, 1990); (Labrador Moreno, J. 1996); (Lipinski V. et al, 2004). Si bien la bibliografía internacional respecto al uso de abonos orgánicos es abundante, son escasos los antecedentes en nuestra zona. En los últimos años los trabajos de investigación en el área de la fertilización en ajo han estado orientados a 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 la materia orgánica incorporada, en la totalidad del agroecosistema.

El uso de los abonos orgánicos, compostados o no, si bien es promovido por parte de los organismos técnicos y aceptado entre los agricultores, su utilización, 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. 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.

OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo fue evaluar la utilización de dos abonos orgánicos, vermicompost (VE) y estiércol de gallina (GG), en programas de fertilización de cultivos de ajo y su influencia en la producción y calidad de los bulbos, como así también sobre la fertilidad edáfica. Además se plantearon los siguientes objetivos específicos: (I) caracterizar físico-químicamente los dos abonos orgánicos utilizados; (II) evaluar el efecto de dos fertilizantes orgánicos en diferentes dosis, solos o complementados con fertilizantes químicos, en las características físico-químicas del suelo; (III) estudiar la influencia de los diferentes tipos de fertilización en los parámetros cuali-cuantitativos de la producción de ajo.

METODOLOGÍA

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. Los micronutrientes (Fe, Mn, Cd, Pb, Cu, Cr) se determinaron a partir de un extracto clorhídrico por AAS. 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.

El cultivo de ajo blanco se realizó en Fray Luis Beltrán, Maipú, Mendoza. El diseño experimental fue de parcelas totalmente al azar con 7 tratamientos y 5 repeticiones. Las parcelas del ensayo tuvieron una superficie real de 200 m².

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. En los cuales se evaluaron: N total (Kjheldahl), P (colorimétrico, técnica Mendoza), K (fotometría de llama), materia orgánica total, volumen de sedimentación (VS), capacidad de retención hídrica, salinidad y pH. Se realizaron las curvas de capacidad hídricas.

La siembra se realizó en a principio de mayo, colocando 12 dientes/m, con una densidad de 240.000 plantas/ha. 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. Los tratamientos realizados fueron: a-4 t/ha VE; d-4 t/ha GG + 250 kg/ha de sulfonitrato de amonio; f-8 t/ha GG; g-14 t/ha GG + 250 kg/ha sulfonitrato de amonio; h- Testigo sin fertilizar; i-4 t/ha GG y n-6 t/ha VE.

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.

A partir de los 80 ddp, mensualmente se realizaron mediciones fenológicas: diámetro de cuello, nº de hojas y altura de planta, en 2 m de surco elegidos al azar en cabeza, medio y pie de cada tratamiento. En los mismos momentos se determinaron índice verde, N total y contenido de nitratos en la cuarta hoja desde el ápice. A fines de noviembre, en cabeza, medio y pie de cada parcela, se cosecharon al azar subparcelas abarcando las tres hileras centrales y 2 m de largo (3m²). Se evaluó “Peso Fresco”. A los 20 días después del secado, se midió “Peso Seco”, se limpiaron y se determinó “Peso Limpio”. Los resultados se expresaron en rendimiento total (RT) de bulbos secos y limpios. Se evaluaron aspectos relacionados con la calidad comercial (rebrote, ajo martillo, ajo pera) y se realizó el tamañado con calibrador manual. Se separaron y cuantificaron los bulbos anormales (BA), diferenciando deformes y rotos. Se consideraron los calibres 3, 4 y 5 como “no exportables” y 6, 7 y 8 como “exportables”. Se realizaron muestreos de los bulbos tamañados de cada parcela (cabeza, medio y pie) y en laboratorio se determinó la calidad nutricional de los mismos mediante esquema Weende (humedad, cenizas, proteínas, grasas, fibra y extracto no azoado), macronutrientes y micronutrientes.

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente empleando ANOVA.

RESULTADOS

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 características de fertilidad del suelo. Los suelos de todos los tratamientos tuvieron características químicas similares al final del cultivo (figura 1).

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

Conductividad Eléctrica: 1864 μ mhos			pH: 7,25		RAS: 2,85	
Iones Totales: 1414,76 mg/L			Residuo Salino: 1304,80 mg/L			
CATIONES	me/L	mg/L	ANIONES	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						

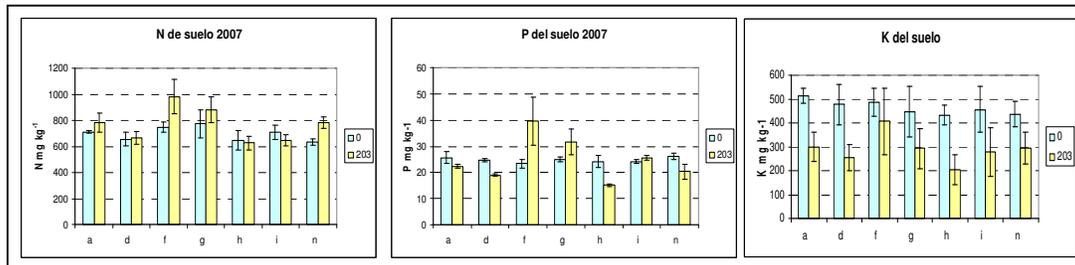


FIGURA 1. Evolución del N, P y K en el suelo desde la siembra (o ddp) hasta la cosecha (203 ddp).

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 μ mhos/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. Teniendo en cuenta que el ajo “semilla” en la primera fase de crecimiento utiliza mayoritariamente las reservas, el contenido de nitratos en hojas disminuiría debido a la baja eficiencia de utilización por parte de la planta y las texturas predominantes del suelo. 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). Además presenta Salmonella spp. y E. coli lo cual indica que estos microorganismos persisten en los desechos, lo que justifica las normas de la EPA (1999) de prohibir la utilización de estiércoles sin compostar (Ndegwa & Thompson 2001). Contrariamente, el VE previamente compostado para eliminar patógenos, no presenta ni Salmonella spp., ni E. coli, lo que otorga un alto grado de seguridad de uso. Sus características químicas 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 parámetros químicos y biológicos 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).

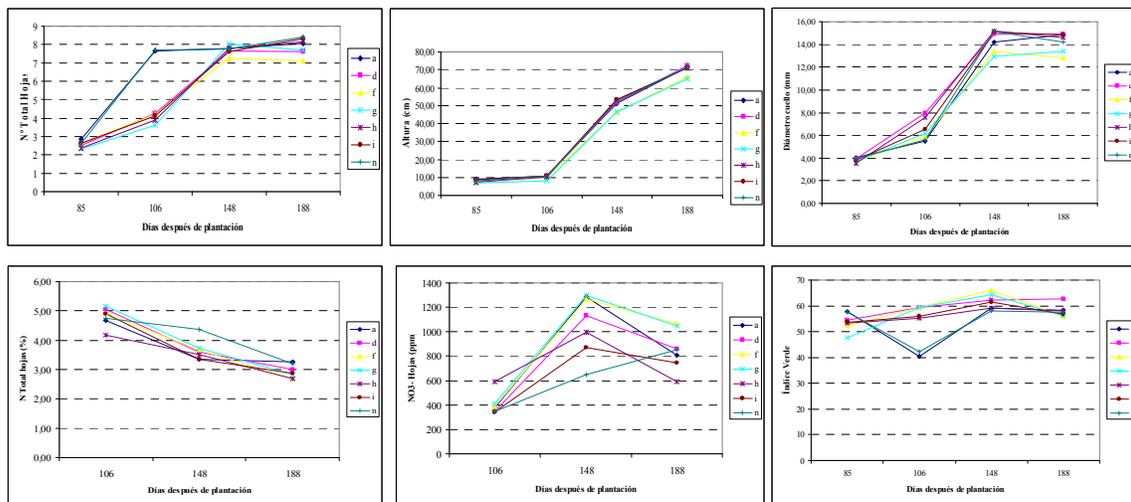


FIGURA 2. Evolución durante el ciclo de cultivo del número de hoja, altura de plantas, diámetro de cuello, N Total, contenido de NO₃⁻ y el Índice Verde de las plantas de ajo blanco en los diferentes tratamientos.

Del análisis de las curvas de altura de plantas, número de hojas y diámetro de cuello (Figura 2) considerando la media de los tratamientos de fertilización, se destaca la similitud en los patrones de crecimiento de las plantas. Tomando el conjunto de curvas fue posible definir cuatro fases en el crecimiento de la parte aérea y sobre la base de la producción de materia seca, coincidiendo con la evolución consignada por Portela (2005) para ajos blancos y violetas. Se destaca el humus de lombriz en sus dosis ensayadas (4 t/ha VE) y (6 t/ha VE), aunque no habiendo diferencias significativas entre tratamientos evidenciaron mayor número de hojas entre la primera y la segunda fase de crecimiento en comparación con el resto de los tratamientos.

Del ANOVA realizado se observa que hubo diferencias significativas en los ddp, debido a que la acumulación de N total y NO₃⁻ en las hojas. Comienza a disminuir con la bulbificación, coincidiendo con las observaciones señaladas en las distintas publicaciones encontradas (Lipinski et. al, 2004), donde la dosis de 6 t/ha 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 rendimientos 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.

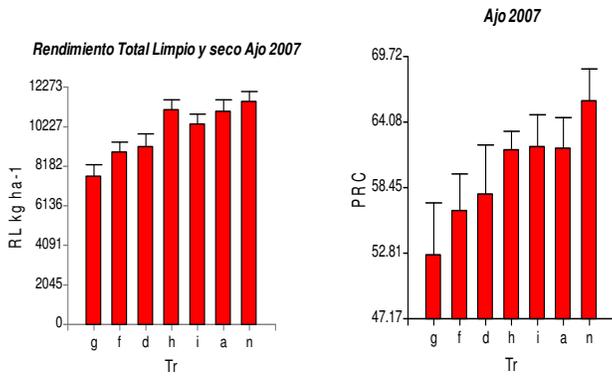


FIGURA 3. Rendimiento limpio de bulbos de ajo blanco.

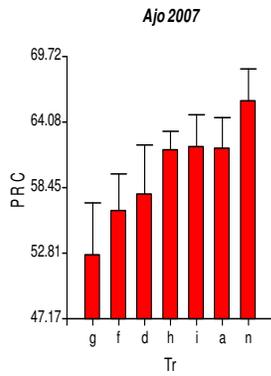


FIGURA 4. Porcentaje de rendimiento comercial en bulbos de ajo blanco.

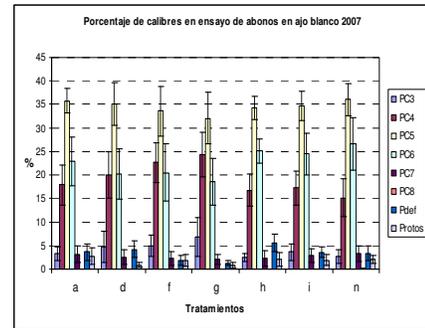


FIGURA 5. Porcentaje de calibres comerciales según tamaño para los diferentes tratamientos.

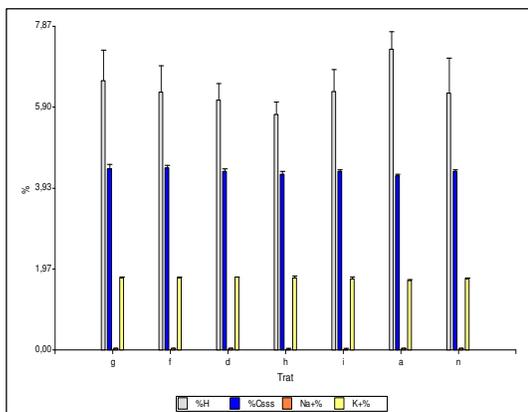


FIGURA 6. Contenidos de humedad, cenizas, sodio y potasio en los diferentes tratamientos.

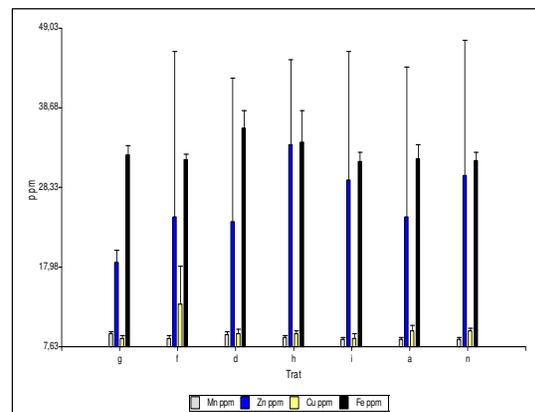


FIGURA 7. Contenidos de micronutrientes en los diferentes tratamientos.

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 en cada tratamiento se presentan en la figura 5.

Las figuras 6 y 7 muestran en los bulbos cosechados los contenidos de humedad, cenizas, sodio, potasio y micronutrientes (Mn, Zn, Cu y Fe) en los diferentes tratamientos del ensayo. De los resultados presentados se observa un bajo contenido en sodio y un elevado tenor de potasio (utilizando la tabla de los alimentos de la Universidades de La Plata y Luján de Buenos Aires). Cabe destacar que si bien el sodio no es un nutriente esencial para las plantas, las normativas de etiquetado lo colocan como un nutriente obligatorio de colocar al momento de presentar el rótulo. Debido a

todo esto se podría poner la leyenda “rico en potasio, bajo en sodio”. Si bien para los macro y micronutrientes estudiados el ANOVA no arrojó resultados significativos para los tratamientos, en el caso del tratamiento g que fue el más fertilizado y tuvo los menores rendimientos de bulbos limpios, presentó los menores tenores de Cu y Zn, esto se fundamenta en los sinergismos y antagonismos que se producen cuando se aumentan los tenores de otros nutrientes por encima de lo requerido en el ajo blanco.

CONCLUSIONES

Los abonos orgánicos utilizados presentan las características esperables para cada caso particular. El GG 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. El VE proviene de un material estable debido al alto contenido de humus y de cenizas, no presenta ni *Salmonella spp.* ni *E. coli*, lo que otorga un alto grado de seguridad de uso. Además el GG presenta un mayor contenido de Nt respecto del VE, pero las formas disponibles (N-NO_3^- y N-NH_4^+) se encontraron en mayor proporción en el VE estando más disponibles para la planta en el momento de la aplicación.

Los resultados muestran que ninguno de los tratamientos tuvo un efecto diferencial significativo sobre las características de fertilidad del suelo (N, P, K) al final del cultivo, en el agroecosistema estudiado.

El tratamiento que obtuvo mayor rendimiento comercial fue el n (6 t/ha VE). Le siguieron con un comportamiento muy similar los tratamientos a (4 t/ha VE) e i (4 t/ha GG), siendo el de menor rendimiento el g (14 t/ha GG + 250 kg/ha sulfonitrato de amonio) que corresponde al que normalmente aplican los productores de la zona.

En cuanto a la caracterización nutricional se observa un bajo contenido en sodio y un elevado tenor de potasio, en todos los tratamientos.

Se concluye que las fertilizaciones excesivas no contribuyen a mejorar rendimientos y calidad de bulbos, contaminan los suelos y aumentan los costos de producción.

BIBLIOGRAFÍA (resumida)

Abril A, Bucher EH. 2002. Evidence that the fungus cultured by leaf-cutting ants does not metabolize cellulose. *Ecology Letters* 5: 1-4.

Atiyeh, R.M.; Subler, S. Edwards, C.A.; Bachman, G.; Metzger, J.D. and W. Schuster. 2000 a. 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

Lipinski, V; Filippini M.F. y Gaviola de Heras, 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, V.M. y 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.