

HORTICULTURA

Ajo regado con dos calidades de agua y fertilizado con nitrógeno

L. Grosso; R. Crespi y D. Ramos

Universidad Nacional de Río Cuarto. Agencia Postal N°3, Río Cuarto, Córdoba. Tel: 0358 4676159; Fax: 0358 4680280.
lgrosso@ayv.unrc.edu.ar

Recibido: 26/06/07

Aceptado: 19/05/09

Resumen

Grosso, L.; Crespi, R. y Ramos, D. 2009. Ajo regado con dos calidades de agua y fertilizado con nitrógeno. Horticultura Argentina 28(66): 10-17

Las aguas residuales urbanas se han convertido de un desecho a un valioso recurso para su reutilización en la agricultura. Se ensayaron tres cultivares de ajo: tipo blanco: Nieve INTA, Perla INTA y Unión y una cultivar morado: Morado INTA; en un diseño en franjas y se evaluaron dos calidades de agua de riego y dos dosis de fertilización nitrogenada. 1- Agua de perforación (AP), (testigo); 2- (AP) y fertilizado con 100 kg de N·ha⁻¹; 3- (AP) y fertilizado con 150 kg de N·ha⁻¹ y 4- Efluen-

tes urbanos tratados. La proporción de bulbos normales fue para Morado INTA (78 %) y Unión (74 %), estas cultivares se diferenciaron al 5 % (Duncan) de Nieve INTA (60 %) y de Perla INTA (54 %). Los rendimientos de ajo seco y limpio por hectárea fueron para Nieve INTA: 6,96 t·ha⁻¹; Morado INTA: 6,39 t·ha⁻¹; Unión 6,32 t·ha⁻¹ y Perla INTA: 6,29 t·ha⁻¹. La producción de ajo regado con efluentes urbanos tratados fue equivalente al del cultivo regado con agua de perforación. En los bulbos se confirmó ausencia de *Salmonella* sp. y *Escherichia coli*.

Palabras claves adicionales: cultivos hortícolas, riego, nutrientes, calidad comercial y sanitaria.

Abstract

Grosso, L.; Crespi, R. and Ramos, D. 2009. Garlic irrigated with two qualities of water and fertilized with nitrogen. Horticultura Argentina 28(66): 10-17

The urban wastewaters constitute a valuable resource for their reuse in agriculture. Three practiced you will cultivate of garlic: type blanco: Nieve INTA, Perla INTA and Union and type morado Morado INTA; using a design in strips with three repetitions. The culture was irrigated with: 1- Cleanwater (witness); 2- Cleanwater and fertilized with 100 kg·ha⁻¹ of N; 3- Cleanwater and fertilized with 150 kg·ha⁻¹ of N; and 4- Effluents urban treated. With respect to the proportion of normal bulbs: Morado INTA (78 %) and Union (74 %) they were different at

the level of 5 % (Duncan) of Nieve INTA (60 %) and of Perla INTA (54 %). Morado INTA, it presented open bulbs (15 %). The best agronomic behavior showed Union, (74 %) of formed well bulbs; (8 %) of deformed bulbs something and (11.5 %) of "sprouted again" bulbs, not being different itself significantly from Nieve INTA and Perla INTA. The yields in dry and clean garlic for a density of 178,570 plants·ha⁻¹, were: Nieve INTA: 69,6 t·ha⁻¹; Morado INTA: 63,9 t·ha⁻¹; Union: 63,2 t·ha⁻¹ and Perla INTA: 62,9 t·ha⁻¹ and in bulbs confirmed absence of *Salmonella* sp. and *Escherichia coli*.

Additional keywords: horticultural cultures, irrigation, nutrients, commercial quality and healthiness.

1. Introducción

Argentina es el segundo país exportador de ajo (*Allium sativum* L.), luego de China, destinando al mercado externo entre el 70 % y el 80 % de la producción, estimada entre 80.000 y 120.000 t·año⁻¹. (Burba, 2005).

En muchas regiones áridas y semiáridas del mundo, el agua se ha convertido en un factor limitante, principalmente para el desarrollo agrícola e industrial. En este sentido, es importante destacar el potencial que ofrecen los efluentes domésticos como oferta de agua para riego, fuente de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) y de materia orgánica para los cultivos (Moscoso & Merzthal, 2001; Cepis, 1995).

Las aguas residuales contienen cantidades apre-

ciables de nitrógeno, que pueden suponer, por tanto, un beneficio para el agricultor. Considerando que las aguas residuales pueden tener un contenido de nitrógeno de entre 20 y 40 mg·L⁻¹, se puede estimar que un cultivo al que se aplica en el riego un total de 5.000 m³·ha⁻¹ recibe por tanto una dosis de nitrógeno de entre 100 y 200 kg·ha⁻¹. Estas cantidades pueden cubrir en muchos casos las necesidades de nitrógeno del cultivo (Bouwer & Idelovitch, 1987).

La calidad bacteriológica del agua residual tratada se establece a partir del número de coliformes fecales y de la presencia de bacterias patógenas como *Salmonella*, *Shigella* y *Cholera* (Bouwer & Idelovitch, 1987; OMS, 1989).

Sandoval Yoval y Collí Missel (2004) reportan que al regar lechuga, rábano, cebolla y cilantro con

distintas calidades de agua, con y sin fertilización, empleando desinfección química o biológica observaron presencia de *Escherichia coli* en el agua de enjuague cuando aplicaron riego con efluente sin desinfección y la productividad de las hortalizas fue equivalente entre las regadas con aguas de pozo o con el efluente con o sin desinfección.

En la ciudad de Mendoza, Argentina, se realizó un estudio sobre el cultivo de ajo -3 años- y para el cultivo de cebolla -1 año-, con riego con efluentes domésticos tratados en zanjas de oxidación y agua de perforación con el agregado de fertilizante, se obtuvo como resultados que el riego con aguas residuales tratadas aumentó el rendimiento del cultivo del ajo en un 19 % y el de cebolla en un 15 % con respecto al riego con agua de perforación sin agregado de fertilizante (testigo). Los calibres de los bulbos de ajo se incrementaron en un 9 %; no se incrementó el porcentaje de defectos y malformaciones en la bulbificación y no se afectó la calidad comercial del ajo. Se considera que el riego con efluentes es equivalente a una fertilización nitrogenada en ajo y a una fertilización nitrogenada y fosfatada en cebolla (Fasciolo *et al.*, 2002).

Grosso *et al.* (2004) trabajaron en Río Cuarto, Córdoba, con cultivares de ajo “blanco” y “morado” regados con agua de perforación y con efluentes urbanos tratados. Las cultivares de ajo presentaron rendimiento por ha semejantes para ambas calidades de agua. Además, se confirmó, en la superficie de los bulbos de ajo regados con efluentes urbanos tratados,

ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* sp.; por lo tanto, no se afectó la calidad sanitaria y comercial de los bulbos de ajo.

Por otra parte, se ha demostrado que el ajo es un cultivo que responde fundamentalmente a la fertilización nitrogenada, absorbiendo este nutriente principalmente en la etapa de mayor expresión vegetativa, extrayendo valores que oscilan entre 100 y 200 kg·ha⁻¹ (Arboleya *et al.*, 1997). Cultivares de ajo fueron fertirrigados con nitrógeno, se obtuvo el mayor rendimiento en Perla INTA con aplicaciones de 150 y 225 kg de N·ha⁻¹; para Lican INTA y Nieve INTA con una dosis de 75 kg de N y los menores rendimientos en los testigos (Gaviola *et al.*, 2003).

Partiendo de la hipótesis de que las cultivares de ajo presentarían diferentes respuestas en los aspectos productivos al ser regados con diferentes calidades de agua y al ser fertilizados con distintas dosis de nitrógeno se ejecutó este trabajo, cuyos objetivos fueron los siguientes: 1) Evaluar en las cultivares de ajo tipo comercial “blanco” y “morado” el rendimiento de ajo seco y limpio (kg·ha⁻¹), bajo fertilización y riego con dos calidades de agua; 2) Determinar la presencia-ausencia de *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. y coliformes totales sobre los bulbos; 3) Evaluar la calidad comercial y sanitaria del cultivo de ajo bajo los distintos tratamientos.

2. Materiales y métodos

En el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), sobre un suelo Hapludol típico, se plantaron el 21/04/2005, tres cultivares de ajos tipo comercial “blanco”: Nieve INTA, Perla INTA y Unión, y una cultivar tipo “morado”: Morado INTA. La plantación se realizó a 0,70 m entre surcos y a 0,10 m entre plantas, dando una densidad de plantación de 143.000 plantas·ha⁻¹. Se regó con dos calidades de agua: agua de perforación y agua de efluentes urbanos tratados y se fertilizó con dos dosis de fertilizante nitrogenado: Urea. El riego y las dosis de nitrógeno ocuparon las parcelas principales.

La dimensión de cada tratamiento de calidad de agua fue de 18 m de largo por 11,2 m de ancho, las cultivares de ajo ocuparon las subparcelas, cada una de ellas ocupó cuatro surcos de 6 m de largo por 2,8 m de ancho. Se utilizó un diseño en franjas, con tres repeticiones, cada bloque tuvo 6 m de largo por 22,4 m de ancho.

Los tratamientos fueron los siguientes, a cada cultivar de ajo se les aplicó: 1- riego con agua de

Tabla 1. Análisis químico del agua de perforación para riego. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Determinaciones		meq/L	mg/L
Carbonatos	(CO ₃ ²⁻)	0,000	0,000
Bicarbonatos	(CO ₃ ⁻)	2,920	178,120
Cloruros	(Cl ⁻)	0,240	8,510
Sulfatos	(SO ₄ O ⁻²)	0,345	16,570
Sumatoria de aniones		3,505	203,201
Calcio	(Ca ⁺²)	2,000	40,080
Magnesio	(Mg ⁺²)	0,240	2,918
Sodio	(Na ⁺²)	0,850	19,550
Potasio	(K ⁺)	0,270	10,557
Sumatoria de cationes		3,360	73,105
Conductividad eléctrica (CE) en dS/m			0,45
pH			7,40
Relación de Absorción de Sodio (RAS)			1,21

perforación (AP) (Testigo); 2- riego con agua de perforación más fertilizante (AP-100 kg N·ha⁻¹); 3- riego con agua de perforación más fertilizante (AP-150 kg N); y 4- riego con efluente urbano tratado (Efluente).

El tratamiento del agua residual se implementó a partir del año 2000 en la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) en el complejo habitacional de 432 habitantes, que comprenden las Residencias Estudiantiles Universitarias (REU), ubicado a 33° 07' S, 64° 14' O y a 421 m.s.n.m.

El agua residual fue tomada de una muestra de 32 habitantes que generaban diariamente 3.200 L de efluente, el cual circula desde los baños a cuatro cámaras sépticas de cemento de 1 m de lado por 0,80 m de profundidad donde queda retenida la fracción sólida y el agua residual es conducida con una pendiente del 1,5 % por una tubería de PVC de 110 mm de diámetro externo y de 90 m de longitud hacia una cámara concentradora (Crespi *et al.*, 2005).

Los efluentes fueron tratados por métodos convencionales de lodos activados y no convencionales de lagunas de maduración en serie.

En primer lugar el agua se descarga en un reactor biológico de 6,0 m x 4,0 m x 1,3 m de profundidad (Figura 1), con una inclinación de las paredes respecto a la horizontal de 53° 7' y una capacidad operativa de 23.200 L.

Su función principal fue la depuración del efluente en un tiempo relativamente corto y sin la generación de mal olor, ya que en sus cercanías se localizan dos centros poblados (las REU y el barrio Universidad de 4.000 habitantes). Este objetivo se consiguió aplicando el principio de Bernoulli, haciendo recircular el agua en un circuito cerrado, succionando por un lado con una bomba centrífuga



Figura 1. Tratamiento del agua residual en un reactor biológico. UNRC, Río Cuarto, Córdoba.

de 1 HP y haciendo reingresar el caudal conducido por tuberías de PVC de 40 mm de diámetro por el otro extremo de la laguna a gran velocidad a través de difusores tipo Venturi. Esto determinó una baja de presión de tal magnitud que permitió la succión de aire desde el exterior y su consecuente incorporación al seno del líquido; de esta manera, se generó una población bacteriana que fue la encargada de la estabilización de la materia orgánica en condiciones aerobias, siendo básicamente el CO₂ el gas producto de la reacción.

La segunda y la tercera laguna son de maduración, tienen igual forma geométrica y características constructivas que la primera pero el tirante de agua es de 0,6 m, con lo cual se logra bajar el nivel de patógenos a límites aceptables haciendo uso de la luz ultravioleta generada naturalmente por el sol.

El análisis químico del agua de perforación y el



Figura 2. Riego en ajo, con dos calidades de agua, por surcos a nivel y sin desagüe al pie. UNRC, Río Cuarto, Córdoba.



análisis químico del agua residual tratada se muestran en la Tabla 1 y 2, respectivamente.

En la Tabla 3 se detallan las características físico-químicas del horizonte superficial (0-30 cm) de los suelos ensayados: 1- testigo (suelo regado con agua de perforación) (AP, agua de perforación); 2- suelo regado con efluente urbano tratado (Efl).

Las determinaciones físico-químicas fueron realizadas por el Departamento de Tecnología Química de la Facultad de Ingeniería de la UNRC y por CEPROCOR (Córdoba) a través de Espectrofotometría de Absorción Atómica con Atomización en Llama (FAAS) y Electrotérmica (ETAAS). El análisis bacteriológico se realizó según metodología estándar en el Departamento de Microbiología de la Facultad

de Ciencias Exactas Físico Químicas y Naturales de la UNRC, se realizó el conteo promedio del efluente crudo, estableciendo un valor de coliformes totales de 9,0 por 10^{12} NMP·100 mL⁻¹ de agua residual (Figura 3) (Crespi *et al.* 2006).

El agua de riego a las parcelas se condujo a través de tuberías con ventanitas de PVC de 160 mm de diámetro (Figura 2) y el riego se realizó por superficie reponiendo el agua a un umbral de riego del 50 % desde el punto de vista de consumo.

El cultivo de ajo tuvo un aporte normal de agua a los requerimientos hídricos para lograr una adecuada producción por ha, se citan valores entre los 500 y los 600 mm (Burba, 1993).

El cultivo de ajo en este ciclo recibió 592 mm, las precipitaciones aportaron 214 mm efectivos y a través de 10 riegos una lámina neta de 378 mm por superficie, los mismos se suspendieron 30 días antes de la cosecha.

El control de malezas se efectuó mecánicamente y la fertilización nitrogenada se realizó con urea al voleo sobre el surco, en dos momentos diferentes, el primero a los 70 días cuando el cultivo se hallaba con 5 a 6 hojas y la segunda aplicación se realizó a los 150 días de realizada la plantación, el cultivo se encontraba con 7 a 8 hojas. Cada aplicación fue complementada con un riego posterior con el propósito de favorecer la incorporación del nitrógeno en el perfil del suelo evitando de esta manera su volatilización.

La cultivar Morado INTA se cosechó el 21/11/2005 y las cultivares “blancos” el 29/11/2005. Posterior a la cosecha de los bulbos provenientes del tratamiento de riego con efluentes urbanos tratados, se retiraron muestras desde su superficie para realizar los análisis microbiológicos y determinar la presencia o ausencia de microorganismos dañinos para la salud. Se realizó mediante el recuento de coliformes totales, búsqueda de *Escherichia coli*, a través de las pruebas metabólicas: Producción de Indol, Rojo de Metilo, Voges Proskauer y Crecimiento en agar citrato.

Para cada tratamiento y para cada cultivar de ajo, a los 70 días de la poscosecha, se evaluaron los componentes del rendimiento, los bulbos secos y limpios (sin ramas, ni raíces) se clasificaron en bulbos normales: bien formados (calibres igual o superior a 5 mm) y bulbos deformados, abiertos, rebrotados y bulbos chicos (calibres menores a 4 mm), se determinó el peso, calibre y número de bulbillos para cada tipo de bulbo. Determinando el rendimiento total kg·ha⁻¹ de ajo seco y limpio de bulbos

Tabla 2. Determinaciones analíticas del agua residual. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Determinaciones	Unidades	Valor
Sólidos suspendidos totales	mg/L	252,00
pH		7,82
Conductividad eléctrica	dS/m	1,13
Turbiedad	FAU	263,50
Nitrógeno total	mg/L	108,5
Fósforo total	mg/L	8,1
Alcalinidad carbonatos	mg/L	< 1
Alcalinidad total	mg/L	350,00
Hierro	mg/L	1,30
Litio	mg/L	No detectable
Boro	mg/L	0,14
Cromo	mg/L	0,04
Magnesio	mg/L	11,60
Manganeso	mg/L	0,08
Níquel	mg/L	No detectable
Potasio	mg/L	16,00
Plomo	mg/L	No detectable
Selenio	mg/L	No detectable
Aluminio	mg/L	0,99
Arsénico	mg/L	0,017
Cadmio	mg/L	0,00014
Zinc	mg/L	0,11
Cobalto	mg/L	No detectable
Cobre	mg/L	No detectable
Demanda biológica de oxígeno	mg/L	113
Demanda química de oxígeno	mg/L	265

normales comercializables y la proporción de bulbos de ajo fuera de tipo comercial.

Se realizó el análisis de la varianza de los datos y la comparación múltiple de las medias según la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$). Los datos se procesaron estadísticamente usando el programa SPSS.

3. Resultados y discusión

Las cultivares Morado INTA (78 %) y Unión (74 %) se diferenciaron al nivel del 5 % (Duncan) en la proporción de bulbos normales, de Nieve INTA (60 %) y de Perla INTA (54 %) (Tabla 4).

Las dos cultivares de mejor comportamiento agronómico fueron Morado INTA y Unión, debido a que presentaron una baja proporción de bulbos con malformaciones: bulbos deformados, bulbos abiertos, bulbos “rebrotados” y bulbos chicos.

Morado INTA manifestó una muy baja proporción de bulbos deformados (1 %) y de bulbos “rebrotados” (0 %) se diferenció significativamente en estas variables de las tres cultivares “blancos” ensayados; fue la única cultivar que presentó bulbos abiertos (promedio de tratamientos 15 %).

La cultivar Unión presentó: bulbos deformados (8%), bulbos “rebrotados” (11,5 %) y bulbos chicos (6,7 %).

En la cultivar Nieve INTA se aumentó la proporción de bulbos deformados a (18 %) y de bulbos “rebrotados” a (15,6 %), y se contabilizó el (6,3 %) de bulbos chicos.

Perla INTA se diferenció significativamente de las demás cultivares por presentar una fuerte merma en la producción de bulbos normales (53,9 %), hubo una alta incidencia de bulbos deformados (18,3 %), bulbos “rebrotados” (11,6 %) y bulbos chicos (21,6 %) (Tabla 4).

El riego con efluentes no modificó la proporción de bulbos de ajos con anormalidades en su bulbificación.

Con respecto al peso y al calibre de los bulbos normales, al evaluar todas las cultivares de ajo y los tratamientos de riego con distinta calidad de agua y de fertilización, no se hallaron diferencias entre los

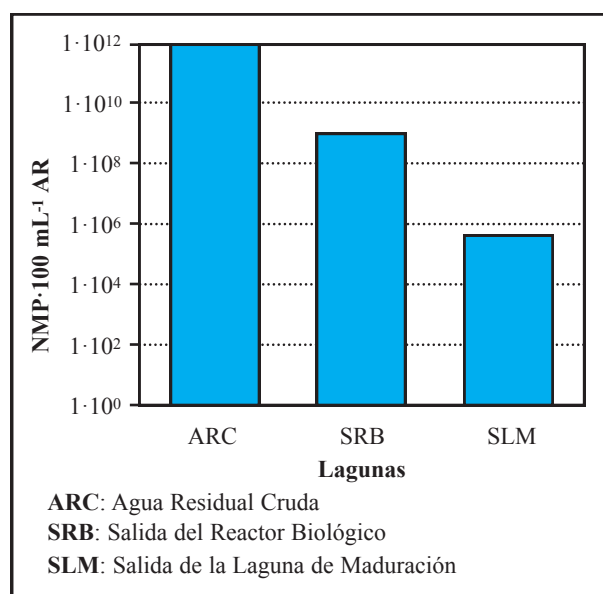


Figura 3. Disminución de microorganismos por el tratamiento. UNRC, Río Cuarto, Córdoba.

tratamientos. El peso de los bulbos normales osciló entre 69,9 g y 56,9 g y el calibre entre 5,5 mm y 4,9 mm (Figura 4).

Los bulbos de ajo deformados, “martillos” y “rebrotados” presentaron calibres más desuniformes, mostraron valores entre 1,4 cm y 5,4 cm (Figuras 5, 6 y 7).

Los bulbos de ajos provenientes del riego con efluentes urbanos tratados no presentaron en su superficie *Salmonella* sp. y *Escherichia coli*. Lo confirmaron los análisis microbiológicos. Ninguna de las colonias desarrolladas presentó pruebas metabólicas correspondientes a *E. coli* y tampoco se detectó *Salmonella* a través de las pruebas metabólicas más TSI, Fenil Alanina, Urea, Agar LIA.

La fertilización nitrogenada de 100 kg N·ha⁻¹ logró aumentos en el rendimiento (kg·ha⁻¹) de ajo seco, si bien no se diferenció al nivel de significancia del 5 %, con respecto al tratamiento testigo, de nitrógeno cero y con fertilización 150 kg N·ha⁻¹.

Evaluando todas las cultivares con sus respectivos tratamientos, la mayor producción kg·ha⁻¹ la registró la cultivar Morado INTA: 8,02 t·ha⁻¹, cuando fue regada con agua de perforación y se la fertilizó

Tabla 3. Características físico-químicas del horizonte superficial (0-30 cm) de los suelos ensayados: 1- testigo (suelo regado con agua de perforación) (AP, agua de perforación); 2- suelo regado con efluente urbano tratado (Efl). Año 2005 en la UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Riego	pH	CE dS·m⁻¹	Nt Mg·kg⁻¹	N-NO₃⁻	Pd Mg·kg⁻¹	K int Mg·kg⁻¹	H ^a	MO%
AP	6,8	0,10	0,11	11,1	52,39	1,53	17,5	1,99
Efl	6,9	0,10	0,09	10,1	56,67	1,54	15,9	1,76

Tabla 4. Proporción de bulbos normales y deformados. Peso, calibre y número de bulbillos en los bulbos normales. Año 2005.

Tratamiento	Cultivar	Porcentaje de bulbos (%)				Bulbos normales			
		Normal	Abierto	Deformados	Rebrotados	Chico	Peso (g)	Calibre (cm)	Número de bulbillos
		74,4 a	0,0 b	9,6 b	5,4 a	10,6 b	65,0 ab	5,5 ab	10,6 b
AP 100 kg·N	Unión	77,0 a	0,0 b	0,0 b	18,5 a	4,4 b	68,3 ab	5,3 ab	11,4 b
AP 150 kg·N		72,6 a	0,0 b	15,7 b	2,4 a	9,4 b	69,9 ab	5,3 ab	10,3 b
		67,3 b	0,0 b	19,5 a	6,4 a	6,8 b	67,3 a	5,5 a	13,2 a
AP 100 kg·N	Nieve INTA	58,0 b	0,0 b	14,8 a	19,3 a	7,9 b	66,7 a	5,3 a	13,2 a
AP 150 kg·N		57,9 b	0,0 b	21,9 a	13,8 a	5,4 b	65,7 a	5,5 a	11,9 a
		56,9 c	0,0 b	26,3 a	4,4 a	12,3 a	62,5 ab	5,3 b	12,0 ab
AP 100 kg·N	Perla INTA	47,2 c	0,0 b	16,7 a	15,7 a	20,4 a	64,1 ab	5,3 b	11,8 ab
AP 150 kg·N		65,0 c	0,0 b	14,7 a	0,0 a	20,3 a	61,0 ab	5,2 b	12,9 ab
		80,3 a	14,0 a	1,1 c	0,0 b	4,5 b	62,4 b	5,0 c	13,2 a
AP 100 kg·N	Morado INTA	70,2 a	18,5 a	2,2 c	0,0 b	9,1 b	67,7 b	5,0 c	12,9 a
AP 150 kg·N		82,3 a	19,3 a	1,2 c	0,0 b	3,9 b	61,7 b	5,1 c	13,2 a
Efluente	Unión	71,3 a	0,0 b	6,4 b	19,8 a	2,4 b	64,6 ab	5,4 ab	13,6 b
Efluente	Nieve INTA	56,8 b	0,0 b	15,2 a	22,9 a	5,1 b	67,3 a	5,4 a	12,5 a
Efluente	Perla INTA	46,4 c	0,0 b	15,5 a	26,4 a	11,7 a	66,5 ab	5,3 b	13,1 ab
Efluente	Morado INTA	80,5 a	10,0 a	0,0 c	0,0 b	4,5 b	56,9 b	4,9 c	13,0 a

Medias con distintas letras para cada factor (cultivar, calidad de agua, dosis de N), difieren significativamente entre sí, según el test de Duncan al 5 %.

con 100 kg·ha⁻¹ de N. Este tratamiento presentó 70 % de bulbos normales, 18,5 % bulbos abiertos, con un peso promedio de sus bulbos de 61,7 g, calibre promedio de 5,1 cm y un 3,9 % de bulbos chicos.

Con respecto a que el cultivo de ajo no halla respondido a la fertilización nitrogenada de mayor dosis, podría deberse a los siguientes motivos: el contenido de nitrógeno total (Nt) en el suelo de textura franco arenosa fue suficiente para la baja densidad de plantas de ajo con la cual se trabajó (143.000 plantas·ha⁻¹), Lipinski y Gaviola de Heras (1995) reportan que las bajas densidades (240.000 plantas·ha⁻¹) no respondieron al agregado de N y que

cuando se incrementa la densidad de plantas (408.000 plantas·ha⁻¹) la necesidad de N es mayor. Además, indican que una buena disponibilidad hídrica del cultivo determina una menor respuesta del mismo al incremento de las dosis de N; en este ensayo el contenido hídrico del suelo se mantuvo próximo a capacidad de campo durante todo el ciclo del cultivo. El cultivo en estas condiciones hace un mejor uso de N del suelo por un mayor desarrollo radicular y una mayor movilidad del N del suelo hacia la planta, arrastrado por la corriente transpiratoria hacia la raíz (flujo masal).

Los rendimientos de ajo seco y limpio (sin ra-

Tabla 5. Rendimiento promedio de las cuatro cultivares de ajo (kg·ha⁻¹) para cada tratamiento de fertilización y riego con distinta calidad de agua.

Tratamientos	kg·ha ⁻¹
100 kg de N·ha ⁻¹	6.975,83 a
AP	6.667,25 ab
150 kg de N·ha ⁻¹	6.569,83 ab
Efluente	5.738,75 b

Tabla 6. Rendimiento de las cultivares de ajo (kg·ha⁻¹) promedio de los tratamientos de fertilización y calidad de agua de riego.

Cultivar	kg·ha ⁻¹
Nieve INTA	6.959,50 a
Morado INTA	6.387,00 a
Unión	6.316,16 a
Perla INTA	6.289,00 a

mas ni raíces), el promedio entre los tratamientos de calidad de agua de riego y dosis de fertilización, fueron para cada cultivar los siguientes: Nieve INTA: 6,96 t·ha⁻¹; Morado INTA: 6,38 t·ha⁻¹; Unión: 6,32 t·ha⁻¹ y Perla INTA: 6,29 t·ha⁻¹ (Tabla 5).

La mayor eficiencia en el uso del agua siguiendo la metodología propuesta por Crespi *et al.* (2001) fue de 1,91 kg·m⁻³ correspondiente a la cultivar Unión INTA regada con agua de perforación y fertilizada con 100 kg·ha⁻¹ de N, registrándose un promedio general de eficiencia para el cultivo de ajo de 1,68 kg·m⁻³, en contraposición del mayor valor (1,54 kg·m⁻³) y el promedio general (1,11 kg·m⁻³) obtenido en experiencia semejante para el ciclo de ajo 2004 (Crespi *et al.*, 2005), si bien las cultivares de ajo recibieron sólo 360 mm de agua contabilizando la lámina neta de riego y la precipitación efectiva.

4. Conclusiones

La producción del cultivo de ajo, regado con efluentes urbanos tratados, fue equivalente al rendimiento del cultivo regado con agua de perforación. En función de los resultados obtenidos se puede indicar que el cultivo de ajo bajo riego se lo puede realizar con aguas residuales tratadas, pudiendo redireccionar el agua de perforación hacia otros fines ya que los bulbos de ajo resultaron seguros desde el punto de vista bacteriológico para la salud humana, no registrándose presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* sp.

5. Bibliografía

Arbolea, J.; García, C. & Suárez, C. 1997. Consideraciones generales sobre la nutrición, el riego y la densidad de plantación en ajo. 50 Temas sobre Producción de Ajo. Vol. 3. Mendoza.

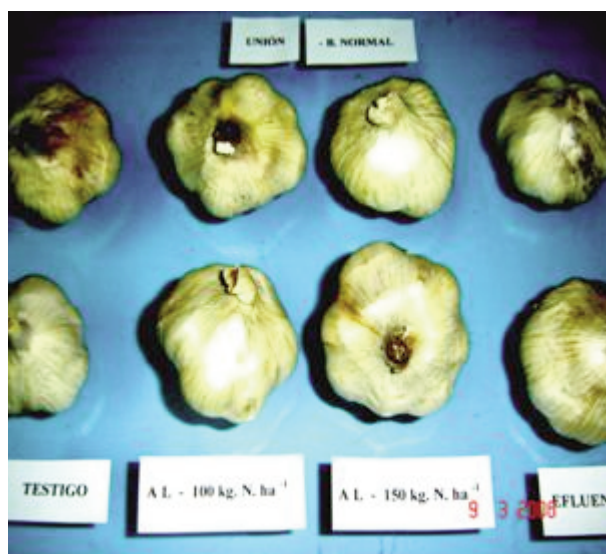


Figura 4. Cultivar Unión. Bulbos normales arriba y bulbos deformados abajo, en los tratamientos de riego con distinta calidad de agua y fertilización nitrogenada. Río Cuarto, Córdoba.

Bouwer, H. & Idelovitch, E. 1987. Quality requirements for irrigation with sewage water. *J. Irrig. & Drainage Eng.* 113: 516-535.

Burba, J.L. 2005. Inforajo 2. Ediciones, INTA EEA La Consulta. Mendoza.

Burba, J.L. 1993. Manual de Producción de Semillas Horticolas. Ed. La Consulta. Mendoza, 163 p.

Cepis/OPS-Repindex 53. 1995. Uso de aguas residuales. ISSN: 0252-7987.

Crespi, R.; Rivetti, A.; Pagliaricci, H.; Ohanian, A.; Pereyra, T. & Díaz, M. 2001. Comportamiento hídrico y eficiencia del uso del agua en una pastura coasociada. *Ingeniería del Agua*. Vol. 8. N°4. España.

Crespi, R.; Rodríguez, C.; Plevich, O.; Grosso, L.; Bossolasco, M.; Frigerio, C.; Bettera, S.; Thuar, A.; Boehler, J.; Puiatti, J.; Barotto, O.; Demaestri, M.; Ricotto, A.; Ramos, D. & Picca, D. 2005. Tratamiento y reutilización de



Figura 5. Bulbo “rebrotado”.



Figura 6. Bulbo deformado.



Figura 7. Bulbo “martillo”.

- aguas residuales domiciliarias. Conagua. Res. de Trabajos. Pag. 76.
- Crespi, R.; Rodríguez, C.; Plevich, O.; Thuar, A.; Grosso, L.; Frigerio, C.; Introna, D.; Bettera, S.; Ramos, D.; Barotto, O. & Picca, D. 2006. Manejo de aguas residuales urbanas. Revista de la Universidad Nacional de Río Cuarto 26 (1-2): 83-98.
- Fasciolo, G.E.; Gabriel, E.; Morábito, J.; Tozzi, F. & Meca, M.I. 2002. Rendimiento del cultivo de ajo y cebolla regados con efluentes domésticos tratados. XIX Congreso Nacional del Agua. Agosto, Córdoba, Argentina.
- Gaviola, S.; Lipinski, V.M.; Martínez, C.C.; Alaria, A. & Maza, M. 2003. La fertirrigación con nitrógeno y su influencia sobre el rendimiento y la calidad de distintas cultivares de ajo blanco. VIII Curso/taller de Ajo. Mendoza. p. 93-94
- Grosso, L.; Ricotto, A.; Ramos, D.; Thuar, A.; Giachero, M.L.; Giachero, M.S. & Crespi, R. 2004. Efectos del riego con efluente urbanos tratados e inoculados con *Azospirillum brasilense* en ajo (*Allium sativum* L.). XXVII Congreso Argentino de Horticultura. Villa de Merlo, San Luis. p.51
- Lipinski, V.M. & Gaviola de Heras, S. 1995. Efecto de la densidad y la fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo tipo colorado. IV Curso/taller de Ajo. Mendoza. p. 61-F-70-F
- Moscoso, J. & Merzthal, G. 2001. Módulo: Manejo sanitario de las aguas residuales domésticas en la Agricultura Urbana. Documento de la Sesión. Ventajas y Desventajas del uso de Aguas Residuales Tratadas en la Agricultura Urbana.
- OMS, Organización Mundial de la Salud. 1989. Directrices Sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Informe. Ginebra, OMS (Informes Técnicos, 778).
- Sandoval Yoval, L. & Collí Misset, J. 2004. Tratamiento integral de agua municipal, su desinfección y reuso en la agricultura. XXIX Congreso Sanitario y Ambiental. San Juan. Puerto Rico.