

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

"Proyecto de trabajo final presentado  
para optar al grado de Ingeniero Agrónomo"

**EVALUACION DE LA PRODUCCION Y CALIDAD  
SANITARIA DEL CULTIVO DE AJO (*Allium sativum* L)  
BAJO RIEGO CON EFLUENTES URBANOS TRATADOS Y  
FERTILIZACION NITROGENADA.**

Ricagni, Aurelio Víctor

DNI: 29.361.980

Director: Ing. Agr. Grosso, Liliana Elida  
Co-Director: Ing. Agr. Crespi, Raúl Jesús

Río Cuarto, Córdoba, Argentina  
Octubre – 2009

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

EVALUACION DE LA PRODUCCION Y CALIDAD SANITARIA  
DEL CULTIVO DE AJO (*Allium sativum L*) BAJO RIEGO CON  
EFLUENTES URBANOS TRATADOS Y FERTILIZACION  
NITROGENADA.

Autor: Ricagni, Aurelio Víctor

DNI: 29.361.980

Director: Ing. Agr. Grosso, Liliana Elida

Co-Director: Ing. Agr. Crespi, Raúl Jesús

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:

- Ing. Agr. Susana Viale -----
- Ing. Agr. Myriam A. Frutos -----
- Ing. Agr. Omar Plevich -----

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Aprobado por Secretaria Académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

Secretario Académico

## I. ÍNDICE DE TEXTO

	Página
I. Índice de Texto.....	III
II. Índice de Figuras.....	IV
III. Índice de Tablas.....	V
IV. Resumen.....	VI
V. Summary.....	VII
1. Introducción y antecedentes.....	1
2. Hipótesis.....	5
3. Objetivo general.....	5
4. Objetivos específicos.....	5
5. Materiales y Métodos.....	6
6. Resultados y Discusión.....	18
7. Conclusiones.....	30
8. Bibliografía citada.....	31
9. Bibliografía consultada.....	32

## II. ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Deposito intermedio del agua residual.....	6
Figura 2. Tratamiento del agua residual en un reactor biológico.....	7
Figura 3. Lagunas de maduración en distintos momentos de operación.....	8
Figura 4. Riego en ajo por surcos a nivel y sin desagüe al pie.....	11
Figura 5. Precipitaciones efectivas mensuales durante el año 2005.....	13
Figura 6. Aplicación de primera dosis de fertilizante, en el estado de 3-4 hojas totalmente desarrolladas del cultivo de ajo.....	15
Figura 7. Aplicación de segunda dosis de fertilizante, en el estado de 6-7 hojas totalmente desarrolladas del cultivo de ajo.....	15
Figura 8. Determinación de calibre en las distintas variedades.....	18
Figura 9. Rendimiento de ajo limpio y seco ( $\text{kg. ha}^{-1}$ ) según cultivar de ajo, calidad de agua de riego y dosis Nitrógeno ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).....	20
Figura 10. Cultivar Unión. Bulbos Normales y algo deformados en los cuatro tratamientos.....	24
Figura 11. Bulbo mostrando un leve rebrote.....	25
Figura 12. Bulbo mostrando un rebrote severo.....	25
Figura 13. Bulbo algo deformado.....	26
Figura 14. Bulbo “martillo”.....	26
Figura 15: Vista del cultivo luego de transcurrido los 60 minutos de riego.....	27
Figura 16: Evolución hídrica del perfil del suelo.....	28

### III. ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Caracterización Químicas analíticas del agua residual.....	9
Tabla 2: Análisis químico del agua limpia para riego.....	10
Tabla 3: Lámina almacenada durante el ciclo de cultivo de ajo.....	12
Tabla 4: Características físico-químicas del horizonte superficial (0-30cm) de los suelos ensayados .....	13
Tabla 5: Características físicas del perfil del suelo.....	14
Tabla 6: Rendimiento de ajo ( $t\ ha^{-1}$ ).....	19
Tabla 7: Rendimiento de ajo ( $kg\ ha^{-1}$ ) promedio por cultivar.....	20
Tabla 8: Rendimiento promedio de ajo ( $kg\ ha^{-1}$ ) por tratamiento de riego.....	21
Tabla 9: Porcentaje de bulbos, normales, abiertos, algo deformados, rebrotados y chicos.....	22
Tabla 10: Bulbos normales. Peso, calibre y número de bulbillos.....	23
Tabla 11: Eficiencia en el uso de agua de los distintos cultivares y tratamientos.	29

## RESUMEN

Las aguas residuales urbanas se han convertido en un valioso recurso para su reutilización en la agricultura. En el ciclo 2005 se condujo en la Planta Piloto de tratamientos de Efluentes Urbanos de la U.N.R.C. un ensayo de ajo (*Allium sativum* L.) con la finalidad de evaluar su comportamiento agronómico y sanitario bajo riego con agua de diferente calidad y sometido a diferentes dosis de fertilización nitrogenada. Se realizaron cuatro tratamientos: 1. Riego con agua limpia (AL) que fue el testigo, 2. Riego con agua limpia y fertilizado con 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno (ALN100), 3. Riego con agua limpia y fertilizado con 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno (ALN150), 4. Riego con aguas residuales tratadas (ART). El cultivo recibió una lámina neta total de riego (Ln) de 378 mm y una precipitación efectiva (Pe) de 177,6 mm. Se ensayaron cuatro cultivares de ajo: de tipo “blanco”, Nieve INTA, Perla INTA y Unión, y un cultivar “morado” Morado INTA; considerando valores promedios, la mayor proporción de bulbos normales la registraron Morado INTA y Unión con 76% respecto al 57% presentado por Nieve INTA y Perla INTA, diferenciación que se manifestó al nivel del 5 % según Duncan. Solo se registro un 15% de bulbos abiertos en el cultivar Morado INTA. Por otra parte el cultivar Perla INTA es el que muestra mayor proporción de ajos algo deformados, rebrotados y chicos, independientemente del tratamiento que se trate. Los rendimientos promedios en ajo seco y limpio fueron: Nieve INTA 6,96 t ha<sup>-1</sup>; Morado INTA 6,39 t ha<sup>-1</sup>; Unión: 6,32 t ha<sup>-1</sup>; Perla INTA 6,29 t ha<sup>-1</sup>. El análisis microbiológico de post cosecha, determino que en los bulbos no había presencia de *Salmonella sp* ni *Escherichia coli*.

**Palabras claves:** aporte hídrico, nutrientes, ajo, bulbificación, calidad sanitaria.

## SUMMARY

Urban sewage has become a valuable resource to be reused in agriculture. In the period 2005 it was carried out an experimental test through a design of garlic plantation (*Allium sativum* L.). This experiment took place in the Pilot Plant of treatment urban effluents of the U.N.R.C. with the purpose to assess its agronomical and sanitary behaviour under irrigation with water of different quality and put under different doses of nitrogenous fertilization. Four treatments were considered: 1. Clean water irrigation (AL) that worked as a sample for reference, 2. Clean water irrigation and fertilization with 100 kilograms of nitrogen per hectare (ALN100), 3. Clean water irrigation and fertilization with 150 kilograms of nitrogen per hectare (ALN150), 4. Treated sewage irrigation (ART). The crop received a net total of irrigation (Ln) of 378 millimetres and an effective precipitation (Pe) of 177,6 millimetres. Four garlic bulbs were tested: of “white” type, Nieve INTA, Perla INTA and Unión and one “purple” bulb Morado INTA; considering the average value, the major proportion of normal bulbs occurred with Morado INTA and Unión (76%); they were distinguished from Nieve INTA and Perla INTA (57%) at the level of 5% according to Duncan. Morado INTA registered only 15% open bulbs. On the other hand, Perla INTA presented a major proportion of slightly deformed bulbs, sprouted bulbs and small bulbs, regardless of the treatment employed. The yields in clean dry garlic were: Nieve INTA: 6,96 tons per hectare; Morado INTA: 6,39 tons per hectare; Unión: 6,32 tons per hectare; Perla INTA: 6,29 tons per hectare. Post-harvest microbiological analysis established that the bulbs were free of *Salmonella sp* and *Escherichia coli*.

**Key words:** Hydric contribution, nutrients, garlic, bulbification, health quality.



## **INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

Argentina es el segundo país exportador de ajo, luego de China, destinando al mercado externo entre el 70 % y el 80 % de la producción, estimada entre 80000 y 120000 t año<sup>-1</sup>. Las provincias de Mendoza y San Juan concentran el 80 % de la producción y el 95 % de las exportaciones (Burba 2005).

Argentina, como el resto de sus competidores (China, España, México, Sudáfrica y Egipto), es por lo general proveedora de ajos “a granel”, sin valor agregado de ningún tipo. Esto constituye una debilidad cada vez más importante del sector local, dados los costos de producción relativamente altos del ajo argentino en el contexto internacional. La aparición de nuevos países exportadores y en volúmenes cada vez mayores agrava la situación y obliga a replantear la estrategia nacional para abordar los mercados con mayor competitividad. Mientras tanto, frente a los demás países, Argentina, tiene hoy la fortaleza de poder producir ajo de la más alta calidad, para satisfacer los segmentos de mercado más exigentes y de mayores precios.

En la provincia de Córdoba, puntualmente en la región Noroeste, se caracteriza por la producción de ajos tempranos. La superficie implantada oscilaba históricamente en las 500 hectáreas, pero en los últimos años se ha producido una disminución muy importante de dicha superficie, debido a, la crisis que sufrieron las economías regionales, el corto periodo de comercialización que tienen los cultivares tempranos, y en las últimas campañas a la falta de agua de riego, explican la reducción de la superficie cultivada.

En la campaña 2004/2005 se implantaron 150 hectáreas y para la campaña 2005/2006, la superficie cultivada fue de 100 hectáreas (Orechia 2005).

Muchos países tienen el problema de un severo desequilibrio hídrico. Este desequilibrio por la demanda de agua y su suministro es debido, principalmente, a la desigual distribución de las precipitaciones, las altas temperaturas y la alta demanda para riego. Para aliviar esta escasez, una práctica que se tiene que tomar seriamente en consideración es el tratamiento y la reutilización del agua residual.

El uso de aguas residuales en la agricultura es un componente muy importante en el manejo de los recursos hídricos, teniendo en cuenta la posibilidad de reutilización del recurso

hídrico desde el punto de vista de la productividad, la calidad sanitaria y microbiológica del producto en relación con la salud humana (Fasciolo *et al.*2002).

La reutilización de aguas residuales tratadas en el riego agrícola garantiza una fuente constante y segura del líquido aun en años más secos, aporte continuo de nutrientes y microelementos para las plantas, ahorro en gasto de fertilización, y sobre todo coadyuva en la eliminación del riego con aguas residuales y la sustentabilidad del sistema (Crespi 2001). Además esta práctica podría contribuir a evitar los problemas que ocasiona el vertido de esta agua en cauces superficiales o en el mar, tales como: riesgos sanitarios, cambios en las características organolépticas, entre otros. Este rechazo permitiría que los recursos hídricos convencionales se destinen a cubrir aquellas demandas que exigen aguas de mayor calidad. Ecodir (2007-2008).

El agua residual contiene muchos nutrientes, lo que hace que aumente el rendimiento de los cultivos sin la necesidad de utilizar fertilizantes. Además, el agua residual urbana correctamente tratada es una fuente alternativa de agua en zonas áridas y semi-áridas, donde este elemento es escaso. Aparte de estas ventajas, el agua residual puede contener metales pesados, compuestos orgánicos y una amplia gama de patógenos que tienen un impacto negativo en el medio ambiente y en la salud humana.

La calidad bacteriológica de esta agua se establece a partir del número de coliformes fecales y de la presencia de bacterias patógenas como la *Salmonella*, *Shigella* y *Cholera*. No hay un consenso sobre el número máximo de coliformes permisible para el agua de riego, (Bouwer y Idelovitch, 1987; OMS, 1989).

El cultivo de ajo es una de las producciones comercialmente elegidas por los agricultores, el cese del riego días antes de cosecha y el proceso de almacenaje de post cosecha, se considera una importante practica de manejo para eliminar restos de patógenos (Fasciolo *et al.* 2002)

Sandoval Yoval y Collí Missset (2004), reportan que las hortalizas (lechuga, rábano, cebolla y cilantro) fueron regadas con distintas calidades de agua y la productividad de las mismas fue equivalente entre las regadas con aguas de pozo y las provenientes de un tratamiento secundario con o sin desinfección. Se concluye que el agua residual tratada puede sustituir al agua de pozo en el cultivo de hortalizas y así disminuir su demanda sin afectar su productividad. Con respecto a la fuente de nutrientes que puede resultar de un efluente tratado, a una intensidad de riego de  $20000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , aguas tratadas en estanques de estabilización, se asocian a tasas

de aplicación de 300 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno y 60 kg ha<sup>-1</sup> de Fósforo, lo que puede reducir o eliminar la necesidad de aplicar fertilizantes. Además, la materia orgánica que se agrega actúa como acondicionador del suelo (OMS, 1989).

Numerosos trabajos destacan que la única respuesta del ajo es a la fertilización nitrogenada y por lo general suelos con buena dotación de fósforo y potasio no presentan respuesta a la fertilización con estos elementos.

El riego con efluentes en el cultivo del ajo, se comportó como una fertilización nitrogenada aumentando los rendimientos por hectárea en un 15 % y los calibres de los bulbos en 9 %; no se incrementó el porcentaje de defectos y malformaciones en la bulbificación y no se afectó la calidad comercial del ajo (Fasciolo *et al.*2002)

En los suelos regados con efluentes domésticos tratados aumentó la velocidad de infiltración, se considera que el contenido de materia orgánica y de fósforo en el efluente produce modificaciones en la estructura del suelo (Fasciolo *et al.*2002)

En Bahía Blanca se obtuvieron rendimientos mas elevados cuando se aplicaron 150 Kg ha<sup>-1</sup> de N con una densidad de 400000 plantas de ajo por hectárea y no se encontraron respuesta al fósforo (P). La tasa de crecimiento del cultivo, evaluada a través de la altura de las hojas, fue muy significativo a partir de septiembre y principio de octubre. Este aumento coincide con un incremento de concentración de nitratos en fotoasimilados, lo cual pone en evidencia la importancia de contar con nitrógeno (N) en este estadio fenológico. La relación entre la concentración de nitratos en la savia y los rendimientos fue positiva hasta un umbral determinado. Los máximos rendimientos de ajo seco y limpio (13 t ha<sup>-1</sup>) se obtuvieron con densidades de plantación de 40 plantas.m<sup>-2</sup>, dosis de fertilización de aproximadamente 220 kg ha<sup>-1</sup> de N y contenidos de nitratos de 1570 mg kg<sup>-1</sup>, Gaviola y Lipinski (2001).

En cultivares de ajo tipo “blanco” la influencia de la fertirrigación con nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad fue evaluada por Gaviola *et al.* (2003) reportando que los menores rendimientos durante dos años los obtuvieron los tratamientos testigos (agua de perforación sin fertilizar), mientras que los ajos regados con “efluente” y los ajos regados con “agua de perforación con fertilizante”, presentaron rendimientos superiores en un 10% con respecto a los antes nombrados.

En cultivares de ajo tipo “colorado” Gaviola y Lipinski (2005) hallaron respuesta a la fertilización con nitrógeno y hubo variación a través de los años en ensayos realizados en la estación experimental “La Consulta”, ocurriendo en la mayoría de casos una respuesta lineal al incremento de la dosis de nitrógeno, con aumento de los rendimientos a medida que se incrementaban las dosis, llegando la mayoría de los cultivares al máximo rendimiento con dosis de 150 a 225 kg ha<sup>-1</sup> de N.

## **HIPOTESIS**

1) El aporte de nitrógeno por parte del riego con aguas residuales tratadas, es capaz de cubrir los requerimientos de este elemento durante todo el ciclo del cultivo de ajo y lograr una productividad igual o superior que aquel cultivo al cual se le aplicó riego con agua de perforación más fertilización nitrogenada.

2) Si cesara el riego con efluentes urbanos tratados 30 días antes de realizar la cosecha del cultivo de ajo, sumado al aporte hídrico natural, entonces no se vería afectada su calidad comercial.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el comportamiento agronómico y sanitario de los cultivares de ajo tipo comercial “blanco” y “morado” cuando se riegan con agua de distinta calidad.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 1) Calcular el rendimiento de los ajos bajo distintos tratamientos.
- 2) Seleccionar en laboratorio en el periodo de pos-cosecha las diferentes características de la bulbificación.
- 3) Graficar la evolución del perfil del agua en el suelo.
- 4) Determinar la presencia de *Escherichia coli*, *Salmonella sp* y coliformes totales, sobre la superficie del bulbo.

## MATERIALES Y METODOS

En el campo experimental de la UNRC, sobre un suelo Hapludol típico, se realizó en el año 2005, una plantación de tres cultivares de ajos tipo comercial “blancos”: Nieve INTA, Perla INTA y Unión, y un cultivar tipo “morado”: Morado INTA. Se utilizó un diseño en franjas, con tres repeticiones y cada bloque tuvo 6 m de largo. La plantación se realizó a 0,70 m entre surcos y a 0,10 m entre plantas, dando una densidad de plantación de 143000 plantas ha<sup>-1</sup>, los cultivares de ajo ocuparon las subparcelas, dentro de las parcelas principales de riego.

Los tratamientos de riego sobre los cultivares de ajo fueron: 1. Riego con agua limpia (AL) que fue el testigo, 2. Riego con AL y fertilizado con 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno (ALN100), 3. Riego con AL y fertilizado con 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno (ALN150), 4. Riego con aguas residuales tratadas (ART).

- **AGUA**

### Tratamiento del agua residual

La secuencia de tratamientos y las instalaciones se describen a continuación (Crespi, 2005).

El agua residual fue tomada de una muestra de 32 habitantes que generan diariamente 3200 litros de efluente, el cual pasó desde los baños a 4 cámaras sépticas de forma cuadrada de cemento de 1 m de lado por 0.80 m de profundidad, desde ahí fue conducido con una pendiente del 1.5 % por una tubería de 90 m de longitud, de PVC de 110 mm de diámetro externo hacia un deposito intermedio (Figura 1) de 500 litros de capacidad.



Figura 1. Deposito intermedio del agua residual. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Desde este tanque se capta el agua residual con una bomba automática y se descarga en un reactor biológico (primera laguna de una serie de tres) de 6.0 m x 4.0 m x 1.3 m de

profundidad (Figura 2), con una inclinación de las paredes respecto a la horizontal de  $53^{\circ} 7'$  y una capacidad de 23200 litros.



Figura 2. Tratamiento del agua residual en un reactor biológico. UNRC. Río Cuarto. Córdoba

Su función principal fue la depuración del efluente, en un tiempo relativamente breve, y sin la generación de mal olor, lo cual merecía en este caso, una atención prioritaria dado que al frente hay dos centros poblados (las Residencias Estudiantiles Universitarias y el Barrio Universidad de 3000 habitantes). Este objetivo se consiguió utilizando el principio de Bernoulli, haciendo recircular el agua en un circuito cerrado, succionando por un lado empleando una bomba centrífuga 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 la 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  $O_2C$  el gas producido en la reacción química.

La segunda y la tercera laguna (Figura 3) son de maduración, tienen igual forma geométrica y características constructivas que la primera, pero las dimensiones son diferentes con una altura de agua de 0.7 m-, pues su objetivo también lo es, bajar el nivel de patógenos a límites permisibles haciendo uso de la luz ultravioleta generando material muerto por el sol.

La desinfección con luz ultravioleta (UV) es considerada como el principal mecanismo para la desactivación o destrucción de organismos patógenos con el fin de prevenir la dispersión

de enfermedades transmitidas a través del agua, tanto a los usuarios aguas abajo como al ambiente. Cuando la radiación UV penetra en las paredes de las células de un organismo, ésta destruye la capacidad de reproducción de la célula. La eficacia del sistema de desinfección con luz ultravioleta depende de las características del agua residual, la intensidad de radiación y el tiempo de exposición de los microorganismos a la radiación (EPA, 2000).

El siguiente paso es la extracción de agua de la segunda o tercera laguna mediante una bomba, el líquido por medio de un sistema de distribución presurizada es conducido para su reutilización.



Figura 3. Lagunas de maduración en distintos momentos de operación. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

### **Análisis químico del agua residual**

El análisis químico del agua residual se muestra en la Tabla 1. Para determinar la calidad física y química del efluente, el 20/8/01 se procedió a realizar el muestreo por medio de la metodología de muestras compuestas.

Tabla 1: Caracterización Químicas analíticas del agua residual. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Determinación analítica	Unidad	Valor
Sólidos Sedimentables (10 min)	mL/L	0.50
Sólidos Sedimentables (120 min)	mL/L	0.80
Sólidos Totales	mg/L	842.00
Sólidos Totales Fijos	mg/L	298.00
Sólidos Totales Volátiles	mg/L	544.00
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	590.00
Sólidos Disueltos Fijos	mg/L	380.00
Sólidos Disueltos Volátiles	mg/L	210.00
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	252.00
pH		7.82
Conductividad Eléctrica	dS/m	1.13
Turbiedad	FAU	263.50
Color Verdadero	PtCo APHA	1150.00
Nitrógeno total	mg/L	108.5
Cloruros	mg/L	138.00
Sulfatos	mg/L	14.50
Alcalinidad total	mg/L	350.00
Alcalinidad carbonatos	mg/L	< 1
Fósforo Total	mg/L	8.1
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
Sodio	mg/L	158.00
Aluminio	mg/L	0.99
Arsénico	mg/L	0.017
Cadmio	mg/L	0.00014
Calcio	mg/L	50.00
Zinc	mg/L	0.11
Cobalto	mg/L	No detectable
Cobre	mg/L	No detectable
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	265.00
Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	112.57

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 Departamento de Microbiología de Ciencias Exactas de la UNRC, fue el responsable en un principio de realizar un conteo promedio del efluente cloacal crudo, estableciendo un valor de coliformes totales de 9.0 por 10<sup>12</sup> NMP/100 ml de agua residual (Crespi *et al.* 2005).

### Análisis químico del agua de perforación

El 30/6/01 se saco una muestra de agua de perforación y se analizo en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la UNRC. Los resultados analíticos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis químico del agua limpia para riego. UNRC. Río Cuarto. Córdoba

			meq/l	mg/l
<b>Aniones</b>				
<b>Carbonatos</b>	(CO <sub>3</sub> =)		0.00	0.00
<b>Bicarbonatos</b>	(CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )		2.92	178.12
<b>Cloruros</b>	(Cl <sup>-</sup> )		0.24	8.51
<b>Sulfatos</b>	(SO <sub>4</sub> =)		0.34	16.57
<b>Sumatoria</b>			3.50	203.20
<b>Cationes</b>				
<b>Calcio</b>	(Ca ++)		2.00	40.08
<b>Magnesio</b>	(Mg ++)		0.24	2.91
<b>Sodio</b>	(Na +)		0.85	19.55
<b>Potasio</b>	(K +)		0.27	10.55
<b>Sumatoria</b>			3.36	73.10
<b>Conductividad Eléctrica (CE) en dS/m</b>				0.35
<b>pH</b>				6.85

El agua de riego se entregó a las parcelas a través de tuberías con ventanitas de PVC de 160 mm de diámetro (Figura 4) y el riego se realizó por superficie, específicamente por surcos a nivel y sin desagüe al pie.



Figura 4. Riego en ajo por surcos a nivel y sin desagüe al pie. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Para determinar cuando ejecutar el riego se tomaron muestras de suelos a distintas profundidades (0-15, 15-30, 30-45 y 45-60 cm.) por medio de barreno sacabocado, se determinaba el peso húmedo de cada muestra utilizando una balanza Acculab-v-600 (con capacidad de peso de 600 gramos y pesa con un grado de exactitud de 0,1 gramo), luego se lo llevaba a estufa a 105 °C hasta alcanzar peso constante, posteriormente se pesaron las muestras y en base a la diferencia entre muestras secas y húmedas se lograba conocer la humedad que presentaba el perfil.

En total se obtuvieron 13 muestras para determinar la humedad a lo largo del ciclo, para agua residual (AR) y agua limpia (AL), los resultados de la lámina almacenada expresada en milímetros de agua se observan en la Tabla 3.

Tabla 3. Laminas almacenadas durante el ciclo de cultivo de ajo. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Fecha	AR	AL
30-May	147	150
06-Jun	142	139
26-Jul	133	126
16-Ago	114	127
30-Ago	156	152
06-Sep	100	113
13-Sep	104	132
20-Sep	135	140
27-Sep	161	150
03-Oct	133	135
11-Oct	112	117
18-Oct	130	131
01-Nov	168	154

Del total de las muestras realizadas, en 10 ocasiones se decidió llevar a cabo la tarea de riego, en este caso fue cuando el perfil se encontraba por debajo del  $W_i$  (punto de marchitez incipiente) el cual tiene un valor de 148 mm de agua en el perfil, considerando para su cálculo un  $W_i$  promedio de 19%,  $D_{ap}$  (densidad aparente)  $1,3 \text{ gcm}^{-3}$  y una profundidad efectiva de 600 milímetros. Mientras que, cuando la lámina almacenada se encontraba por encima de  $W_i$  o bien próxima a  $W_c$  (capacidad de campo) que tiene un valor de 167 mm, con un  $W_c$  promedio de 21,36%, no se realizó riego; se considero un  $W_m$  (punto de marchitez permanente) de 58 mm., (Figura 16).

La marcha de las precipitaciones a lo largo del ciclo 2005, se las puede observar en la figura 5.

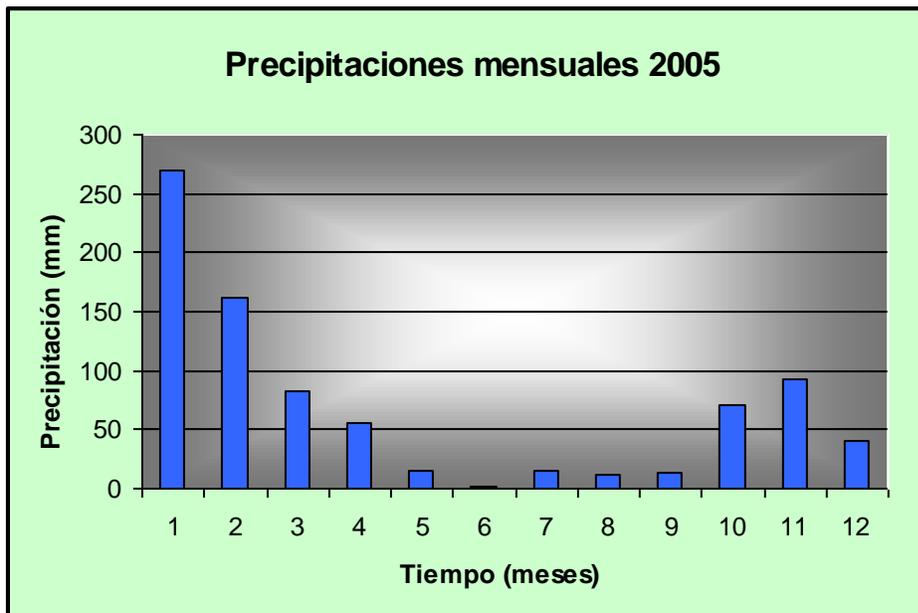


Figura 5. Precipitaciones efectivas mensuales durante el año 2005. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

- **SUELO**

El suelo del ensayo es de textura franco arenoso (Tabla 4); se determinó, en una suspensión de suelo el pH, Potenciometría 1/ 2,5 y la conductividad eléctrica específica (CE) 1:1 en suspensión. Los contenidos de (MO) por el método de Walkley-Black, nitrógeno total (Nt) con el método de Kjeldahl; N- Nitratos por Reducción por Cadmio; potasio intercambiable (ki) con acetato de amonio pH 7 y fósforo disponible (Pd) por el Método Kurtz y Bray I (Page, *et al.*, 1982)

Tabla 4. Características físico-químicas del horizonte superficial (0-30cm) de los suelos ensayados, UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Riego	pH	CE ds m <sup>-1</sup>	Nt Mg kg <sup>-1</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Pd Mg kg <sup>-1</sup>	K int Mg kg <sup>-1</sup>	H <sup>a</sup>	MO %
AL	6.8	0.10	0.11	11.1	52.39	1.53	17.5	1.99
ART	6.9	0.10	0.09	10.1	56.67	1.54	15.9	1.76

Tabla 5. Características físicas del perfil del suelo. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

		Lamina almacenada
Wc promedio en base a peso	21.36 %	167 mm
Wm promedio en base a peso	7.43 %	58 mm
Wu en base a peso	13.93 %	108,6 mm
Wi en base a peso	19 %	148 mm
Dap	1.30 gcm <sup>-3</sup>	

Donde:

- Wc: capacidad de campo
- Wm: punto de marchites permanente
- Wu: agua util
- Wi: punto de marchites incipiente
- Dap: densidad aparente

El control de malezas se efectuó mecánicamente y complementándose de forma manual en casos puntuales.

En distintos momentos durante el desarrollo del cultivo, se realizó la reconstrucción de los surcos donde se encontraba la producción, con el propósito que permita cumplir con los distintos tiempos de riego y las laminas a aplicar. Esta labor se realizó de manera manual utilizando como herramienta una azada.

#### • FERTILIZACION

La fertilización nitrogenada se realizó con urea granulada (fertilizante sólido con alta concentración de nitrógeno, con una composición química de N-P-K (46-0-0) con tamaño de partícula entre 2 y 4 mm) aplicada al voleo, sobre las parcelas que llevaban el tratamiento correspondiente, en dos momentos diferentes (la dosis de 100 Kg ha<sup>-1</sup> de N y de 150 Kg ha<sup>-1</sup> de N repartida en dos aplicaciones), el primero a los 70 días cuando el cultivo se hallaba con 3 a 4 hojas (Figura 6) y la segunda aplicación se realizó a los 150 días de realizada la plantación, el cultivo se encontraba con 7 a 8 hojas (Figura 7). Cada aplicación fue programada y ejecutada en las mismas fecha en las cuales se realizó riego posterior en la totalidad del ensayo, con el propósito de favorecer la incorporación de este nutriente en el perfil, evitando de esta manera que el mismo se volatilice.



Figura 6. Aplicación de primera dosis de fertilizante, en el estado de 3-4 hojas totalmente desarrolladas del cultivo de ajo. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.



Figura 7. Aplicación de segunda dosis de fertilizante, en el estado de 6-7 hojas totalmente desarrolladas del cultivo de ajo. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

- **CULTIVARES**

Los cultivares utilizados fueron:

UNION: Cultivar monoclonal de tipo comercial blanco obtenida por la selección de la población Blanco Mendoza en un trabajo conjunto, entre la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, la Estación Experimental La Consulta del INTA y el gobierno de la provincia de Mendoza, de allí su nombre.

El inicio de bulbificación se da a mediados de octubre, de gran adaptación a ambientes medios y pobres y muy alta estabilidad. Presenta una planta de porte erecto de gran altura, con hojas anchas de color verde medio, sin vara floral con baja expresión de “rebrote”. De bulbo grande (63/65 mm y 72/78 g), con un número de dientes promedio de 12 de color blanco cremoso claro. El ciclo se extiende de 235 a 245 días (entre mediados de marzo y fines de noviembre) (Burba y Lanzavechia, 1999).

NIEVE INTA: Pertenece a la línea “light” de ajos “blancos”, aptos para la fina cocina internacional, al natural o como pasta.

Planta de porte semi-decumbente cuando adultas, de mediana a gran altura, con bulbos blancos grandes (68/71 mm y 88/111 g), con 9 dientes promedio de color blanco cremoso claro.

Tolerante a “tristeza” y sensible a “rebrote”. No presenta vara floral. Su ciclo es de 230/240 días, entre marzo y noviembre (Burba, 1993).

PERLA INTA: Es un ajo de doble propósito (para consumo e industria), con potencial aprovechamiento en la industria elaboradora de fármacos, tanto de uso humano como veterinario y agrícola.

Planta de porte “estrellado” en estado juvenil y erecto cuando adultas, de gran altura, con hojas muy anchas de color verde intermedio.

Bulbos blancos y grandes (69/74 mm y 78/95 g), con 12 dientes promedio de color blanco. No presenta vara floral. Tolerante a “tristeza” y “rebrote”. Su ciclo es uno de los mas largos, se extiende entre 245/260 días entre marzo y diciembre (Burba, 1993).

MORADO INTA: Se trata de un cultivar temprano, periodo de cultivo de 230 días entre marzo y octubre, con manifestación de “rebrote” en poblaciones tardías en el centro de la provincia de Mendoza, con concentración de emisión de vara floral (80%) a mediados de octubre. Los bulbos son globosos, achatados, con dientes muy grandes que no cierran sobre el cuello (Burba y Lanzavechia, 1999).

La cosecha se realizó el 21/11/2005, la misma se efectuó de manera manual utilizando palas de punta, en ese preciso momento se produjo la extracción de raíces y hojas, con el fin de conservar solo las cabezas de ajos, las mismas se colocaron en bolsas especiales, las cuales se las conocen como “tipo red aireada”, con el propósito de facilitar la circulación de aire permitiendo de esta manera que los bulbos pierdan humedad y que a su vez no se produzcan pudriciones. Las mismas, cada una con su identificación correspondiente, permanecieron aproximadamente 70 días debajo de un tinglado en donde se los protegía del sol (bajo techo) pero con paredes de alambre para facilitar la recirculación de aire.

Se recolectaron al momento de cosecha una serie de muestras donde se realizaron análisis microbiológicos sobre la superficie de los bulbos provenientes del tratamiento del riego con efluentes urbanos tratados, inmediatamente luego de cosechados fueron colocados en la heladera para su determinación de la presencia o ausencia de microorganismos dañinos para la salud, posteriormente se realizó el recuento de coliformes totales, búsqueda de *Escherichia coli*, *Salmonella*, a través de las pruebas metabólicas: Producción de Indol, Rojo de Metilo, Voges Proskauer y Crecimiento en agar citrato. Ninguna de las colonias desarrolladas presentó pruebas metabólicas correspondientes a *E. coli*.

En postcosecha, luego de cumplido los 70 días (febrero 2006), se evaluó el rendimiento comercial de bulbos secos y limpios (sin hojas, ni raíces) y su composición diametral; proporción de bulbos bien formados, bulbos chicos y malformaciones (presencia de ajos rebrotados), para cada cultivar de ajo y para cada tratamiento.

Los datos se procesaron estadísticamente usando el programa SPSS y se realizó el análisis de la varianza de los datos y la comparación múltiple de las medias según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada cultivar de ajo y para cada tratamiento de riego, en postcosecha, a los 70 días, se evaluaron los componentes del rendimiento, los bulbos secos y limpios se clasificaron en bulbos bien formados (normales), abiertos, algo deformados, rebrotados y chicos, se determinó el peso, calibre (Figura 8) y número de bulbillos para cada tipo de bulbo.



Figura 8. Determinación de calibre en las distintas variedades. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Evaluando todos los cultivares con sus respectivos tratamientos, la mayor producción la registró el cultivar Morado INTA: 8025,66 kg ha<sup>-1</sup>, cuando fue regado con agua limpia y se lo fertilizó con 100 kg ha<sup>-1</sup> de N. Este tratamiento presentó 70,2 % de bulbos normales, 18,5 % de bulbos abiertos y 9,1 % de bulbos chicos, con un peso de 67,7 g y 38,4 g respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. Rendimiento de ajo (t ha<sup>-1</sup>). UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Cultivar	Tratamiento	Rendimiento t ha <sup>-1</sup>
Unión	Testigo	6,64
Unión	N <sub>100</sub>	6,47
Unión	N <sub>150</sub>	6,38
Unión	Efluente	5,77
Nieve INTA	Testigo	6,80
Nieve INTA	N <sub>100</sub>	7,70
Nieve INTA	N <sub>150</sub>	7,41
Nieve INTA	Efluente	6,61
Perla INTA	Testigo	6,77
Perla INTA	N <sub>100</sub>	6,40
Perla INTA	N <sub>150</sub>	6,67
Perla INTA	Efluente	5,30
Morado INTA	Testigo	6,44
Morado INTA	N <sub>100</sub>	8,02
Morado INTA	N <sub>150</sub>	5,82
Morado INTA	Efluente	5,26

En la Figura 9 se puede observar el rendimiento de ajo limpio y seco (kg ha<sup>-1</sup>) según cultivar de ajo y calidad de agua de riego y dosis de N.

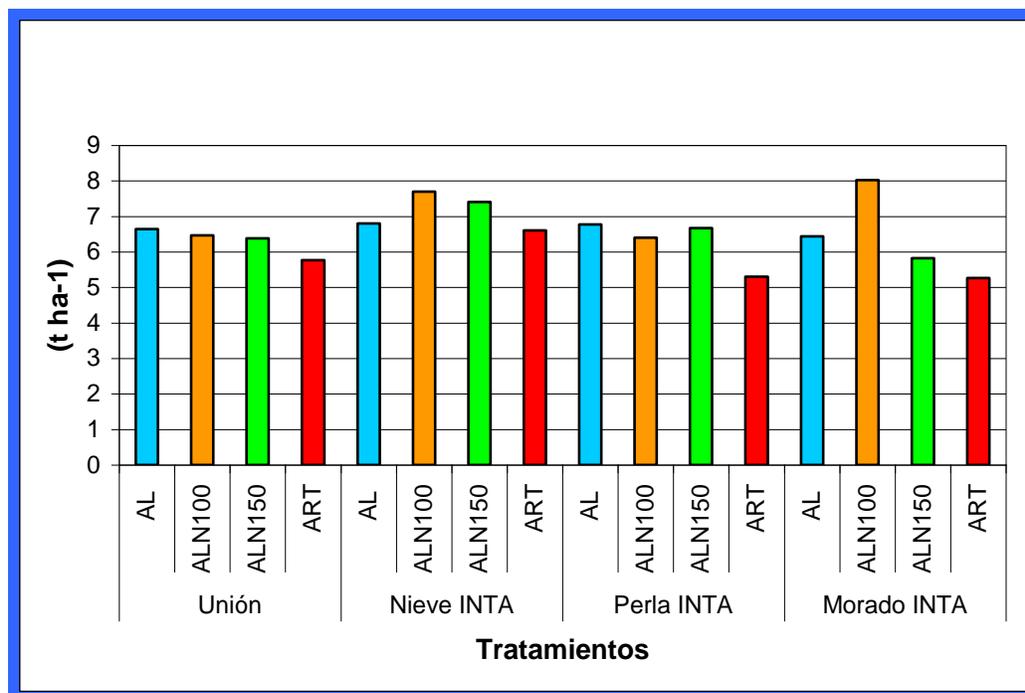


Figura 9. Rendimiento de ajo limpio y seco ( $\text{kg. ha}^{-1}$ ) según cultivar de ajo, calidad de agua de riego y dosis Nitrógeno ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Los cultivares de ajo no se diferenciaron estadísticamente entre sí, en los rendimientos de ajo seco y limpio (sin hojas, ni raíces); para una densidad de 143000 plantas por hectárea, el promedio fue para Nieve INTA:  $6.959,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ; Morado INTA:  $6387 \text{ kg ha}^{-1}$  Unión:  $6316,16 \text{ kg ha}^{-1}$ ; y Perla INTA:  $6289 \text{ kg ha}^{-1}$ . (Tabla 7)

Tabla 7 Rendimiento de ajo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) promedio por cultivar

Cultivar	$\text{Kg ha}^{-1}$
Nieve INTA	6959,50 a
Morado INTA	6387,00 a
Unión	6316,16 a
Perla INTA	6289,00 a

En la tabla 8, se muestra la producción de ajo para los distintos tratamientos de riego.

Tabla 8 Rendimiento promedio de ajo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) por tratamiento de riego. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Tratamiento	$\text{kg.ha}^{-1}$
AL100N	6.975,83 a
AL	6.667,25 a y b
AL150N	6.569,83 a y b
ART	5.738,75 b

Estos resultados no coinciden con los reportados por Grosso, et al. (2005) donde informa que exceptuando Nieve INTA, los cultivares de ajo al ser regados con efluentes urbanos tratados, incrementaron los rendimientos  $\text{kg ha}^{-1}$  de bulbos, en un promedio del 6,5 %. Las diferencias de rendimiento no fueron estadísticamente diferentes entre cultivares y entre calidades de agua de riego, si embargo cuando AL se fertilizo con 100 kg de urea se obtuvo mayor rendimiento que ART.

El riego con efluentes domésticos tratados no influyó sobre el porcentaje de defectos y malformaciones en la bulbificación del ajo y tampoco lo hizo sobre la calidad sanitaria y comercial de los bulbos, coincidente con lo hallado por Grosso, et al., (2005) y Fasciolo, et al., (2002).

En cuanto a la proporción de bulbos bien formados los cultivares Morado INTA (78 %) y Unión (74 %) se diferenciaron al nivel del 5 % (Duncan) de Nieve INTA (60 %) y de Perla INTA (54 %). Solamente presentó bulbos abiertos el cultivar Morado INTA (15 %).

Unión presentó el mejor comportamiento agronómico tanto en manifestar una baja proporción de bulbos algo deformados (8 %), como de bulbos “rebrotados”(11,5 %).

Como se observa en la tabla 9, entre todos los cultivares, Perla INTA, presentó una fuerte merma en la producción de bulbos normales (53,9 %) en promedio, y tubo una alta incidencia de bulbos algo deformados (18,3 %), bulbos “rebrotados” (11,6 %) y bulbos chicos (21,6%).

Tabla 9. Porcentaje de bulbos, normales, abiertos, algo deformados, rebrotados y chicos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

		Porcentaje de Bulbos				
Cultivar	Tratamiento	Normal	Abierto	Algo deformados	Rebrotado	Chico
Unión	AL	74,4 a	0,0 b	9,6 b	5,4 a	10,6 b
	AL100N	77,0 a	0,0 b	0,0 b	18,5 a	4,4 b
	AL150N	72,6 a	0,0 b	15,7 b	2,4 a	9,4 b
	ART	71,3 a	0,0 b	6,4 b	19,8 a	2,4 b
Nieve INTA	AL	67,3 b	0,0 b	19,5 a	6,4 a	6,8 b
	AL100N	58,0 b	0,0 b	14,8 a	19,3 a	7,9 b
	AL150N	57,9 b	0,0 b	21,9 a	13,8 a	5,4 b
	ART	56,8 b	0,0 b	15,2 a	22,9 a	5,1 b
Perla INTA	AL	56,9 c	0,0 b	26,3 a	4,4 a	12,3 a
	AL100N	47,2 c	0,0 b	16,7 a	15,7 a	20,4 a
	AL150N	65,0 c	0,0 b	14,7 a	0,0 a	20,3 a
	ART	46,4 c	0,0 b	15,5 a	26,4 a	11,7 a
Morado INTA	AL	80,3 a	14,0 a	1,1 c	0,0 b	4,5 b
	AL100N	70,2 a	18,5 a	2,2 c	0,0 b	9,1 b
	AL150N	82,3 a	19,3 a	1,2 c	0,0 b	3,9 b
	ART	80,5 a	10,0 a	0,0 c	0,0 b	4,5 b

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

El mejor comportamiento agronómico lo manifestó Morado INTA, fertilizado con 150 kg de N, con un 82,3 % de bulbos bien formados, 19,3 % de bulbos abiertos, y 1,2 % de bulbos algo deformados, si bien no se diferenció de Unión (Tabla 9).

Tabla 10. Bulbos normales. Peso, calibre y número de bulbillos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

		Bulbos Normales		
Cultivar	Tratamiento	Peso	Calibre	N° Bulbillos
Unión	AL	65,0 ab	5,5 ab	10,6 b
	AL100N	68,3 ab	5,3 ab	11,4 b
	AL150N	69,9 ab	5,3 ab	10,3 b
	ART	64,6 ab	5,4 ab	13,6 b
Nieve INTA	AL	67,3 a	5,5 a	13,2 a
	AL100N	66,7 a	5,3 a	13,2 a
	AL150N	65,7 a	5,5 a	11,9 a
	ART	67,3 a	5,4 a	12,5 a
Perla INTA	AL	62,5 ab	5,3 b	12,0 ab
	AL100N	64,1 ab	5,3 b	11,8 ab
	AL150N	61,0 ab	5,2 b	12,9 ab
	ART	66,5 ab	5,3 b	13,1 ab
Morado INTA	AL	62,4 b	5,0 c	13,2 a
	AL100N	67,7 b	5,0 c	12,9 a
	AL150N	61,7 b	5,1 c	13,2 a
	ART	56,9 b	4,9 c	13,0 a

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

Considerando todos los cultivares de ajo y los tratamientos no se hallaron diferencias de consideración entre ellos, el peso de los bulbos normales osciló entre 69,9 g y 56,9 g , el calibre entre 5,5 mm y 4,9 mm. y el numero de bulbillos entre 13,6 y 10,6.

Los bulbos algo deformados y rebrotados presentaron calibres más desuniformes, mostraron valores entre 1,4 cm y 5,4 cm.

Que el cultivo del ajo no halla respondido a la fertilización nitrogenada podría deberse a los siguientes motivos: el contenido de Nitrógeno total (Nt) en suelo de textura franco arenosa fue suficiente para la baja densidad de plantas de ajo con la cual se trabajó ( $143000 \text{ planta ha}^{-1}$ ), y a que el contenido hídrico del suelo se mantuvo próximo a capacidad de campo durante todo el ciclo. Gaviola y Lipinski (2005) reportan que las bajas densidades ( $240000 \text{ planta ha}^{-1}$  y  $408000 \text{ planta ha}^{-1}$ ) no respondieron al agregado de N, y que al incrementarse la densidad de plantas, la necesidad de N es mayor. Mencionan también que otros autores han demostrado que una buena disponibilidad hídrica del cultivo, determina una menor respuesta del mismo a las dosis de N. Esto se debe al que el cultivo 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). Esta situación, sería diferente en un suelo arenoso grueso, en el que el N podría ser lavado del perfil por exceso de riego.

En la Figura 10 se observan bulbos del cultivar Unión, para cada uno de los tratamientos. En el testigo los bulbos presentaron una circunferencia más perfecta en cambio en los tratamientos fertilizados si bien la bulbificación se considera normal los bulbos tienden a presentar una circunferencia más imperfecta.

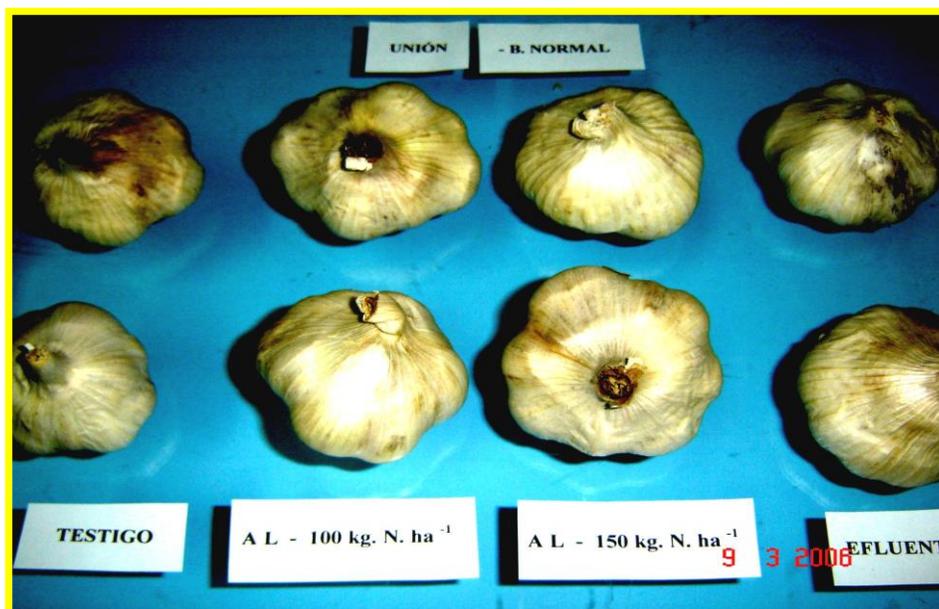


Figura 10. Cultivar Unión. Bulbos Normales y algo deformados en los cuatro tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

En la Figura 11 y 12, se observan 2 bulbos “rebrotados” con distinto grado de severidad de “rebrote”.



Figura 11. Bulbo mostrando un leve rebrote. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.



Figura 12. Bulbo mostrando un rebrote severo. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

La Figura 13 representa a los bulbos “algo deformados en su bulbificación” y el de la Figura 14 se acerca a los designados bulbos “martillo”.



Figura 13. Bulbo algo deformado. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.



Figura 14. Bulbo “martillo”. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

El cultivo de ajo tuvo un aporte normal de agua para lograr una adecuada producción, coincidiendo con Burba (1993) quien cita valores entre los 500 y los 600 mm; además se lo indica como un cultivo de altos requerimientos hídricos, debiendo mantenerse el suelo prácticamente a capacidad de campo durante todo el ciclo, dependiendo de las condiciones sanitarias (Arboleda, *et al.*, 1997)

El cultivo de ajo recibió un total de 555,6 mm las precipitaciones aportaron 177,6 mm efectivos y el riego los 378 mm restantes, a través de 10 riegos, por superficie (surcos), los mismos se suspendieron 30 días antes de la cosecha (Figura 15).



Figura 15: Vista del cultivo luego de transcurrido los 60 minutos de riego. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

El riego con agua de perforación sin fertilizar se comporta significativamente diferente, con mayor proporción de bulbos con defectos, que el riego con agua de perforación mas fertilizantes y que el riego con efluentes. En relación a la proporción de bulbos “chicos” y “mal formados”, el riego con “efluentes” produjo menor número de defectos; es decir que el riego con efluentes tratados con respecto a los ajos que no son fertilizados, mejoro el tamaño medio del bulbo y genero menor proporción de bulbos defectuosos, coincidiendo con lo hallado por Gaviola y Lipinski (2001).

En la Figura 16, se muestra las distintas fechas de muestreo de suelo con su correspondiente lámina almacenada expresada en milímetros, lo que demuestra la evolución del perfil de agua en el suelo.

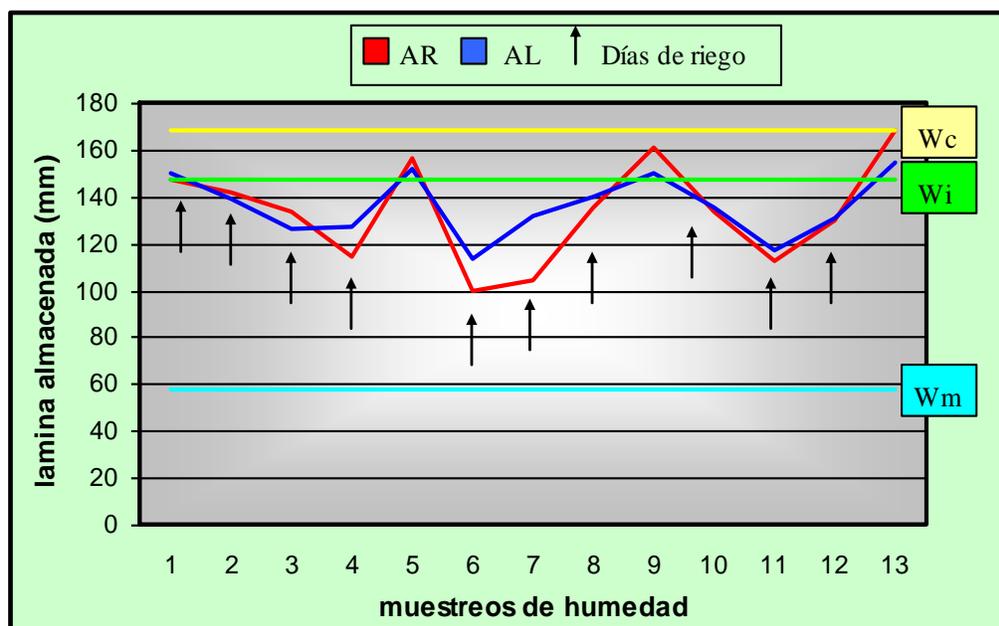


Figura 16: Evolución hídrica del perfil del suelo. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

La mayor eficiencia en el uso del agua (EUA) siguiendo la metodología propuesta por Crespi *et al.* (2001), fue de  $1.44 \text{ kg m}^{-3}$  correspondiente al cultivar Morado INTA regado con agua de perforación y fertilizado con  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, registrándose un promedio general de eficiencia para el cultivo de ajo en este ciclo de  $1.17 \text{ kg m}^{-3}$  (Tabla 11), en contraposición del mayor valor ( $1.54 \text{ kg m}^{-3}$ ) y el promedio general ( $1.11 \text{ kg m}^{-3}$ ) obtenido en experiencia semejante para el ciclo de ajo 2004 (Crespi *et al.* 2005).

Tabla 11. Eficiencia en el uso de agua de los distintos cultivares y tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

	Unión		Nieve		Perla		Morado		EUA promedio kg/m <sup>3</sup>
	EUA	INTA	EUA	INTA	EUA	INTA	EUA		
<b>AL</b>	6640	1,19	6800	1,22	6770	1,22	6440	1,16	1,2
<b>ALN100</b>	6470	1,16	7700	1,38	6400	1,15	8020	1,44	1,28
<b>ALN150</b>	6380	1,15	7410	1,33	6670	1,2	5820	1,05	1,18
<b>ART</b>	5770	1,04	6610	1,19	5300	0,95	5260	0,95	1,03
								<b>promedio general</b>	<b>1,17</b>

- Precipitaciones efectivas durante el periodo: 177.6 mm.
- Lamina neta de riego: 378 mm.
- Agua consumida por el cultivo durante el ciclo: 555,6 mm.

Del análisis de suelo se puede inferir que el mismo se halla bien provisto de fósforo y potasio y medianamente provisto de materia orgánica, con respecto al pH se presentó de neutro a levemente ácido, además el riego con los efluentes tratados no modificó la salinidad del suelo.

Los análisis microbiológicos confirmaron que los bulbos cosechados provenientes del riego con efluentes; no presentaban en su superficie *Salmonella sp* y *Escherichia coli*. Ninguna de las colonias desarrolladas presentó pruebas metabólicas correspondientes a *Escherichia coli* y tampoco se detectó *Salmonella sp* a través de las pruebas metabólicas más TSI, Fenil Alanita, Urea, Agar LIA.

## CONCLUSIONES

- En el cultivo de ajo, se comprobó que es posible reemplazar el riego empleando agua de perforación por aguas residuales tratadas, ya que los rendimientos obtenidos son muy similares. Dada la importancia que tiene en la actualidad el ahorro del recurso hídrico de buena calidad; sería una importante alternativa redireccionar el uso del agua limpia para cubrir necesidades básicas del ser humano (bebida, higiene, etc.), destinando las aguas residuales tratadas a cubrir los requerimientos hídricos de este cultivo.
- Bajo un correcto manejo del riego, que consiste en suspender la suplementación hídrica 30 días antes de llevar a cabo la cosecha y aprovechando los aportes hídricos naturales, es posible reducir el nivel bacteriológico en el suelo; de esta manera la bulbificación no se vio afectada por presencia de *Salmonella sp* y *Escherichia coli*, garantizándose la calidad comercial del producto.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Arboleda, J.; C. García, y C. Suarez. 1997. Consideraciones generales sobre la nutrición, el riego, y la densidad de plantación en ajo. 50 Temas sobre producción de ajo. Vol.3. pp. 112-119.
2. Bouwer, H. y E. Idelovitch. 1987. Quality requirements for irrigation with sewage water. J. Irrig. & Drainage Eng. 113: 516-535.
3. Burba, J. L. 1993. Manual de Producción de Semillas Hortícolas. Ed. La Consulta. Mendoza, 163 p.
4. Burba, J. L. y S. Lanzavechia 1999. VI Curso Taller Sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Mendoza, Argentina.
5. Burba, J. L. 2005. INFORAJO. 2. Ediciones, INTA -EEA La Consulta. Mendoza.
6. Crespi, R.; A. Rivetti; H. Pagliaricci; A. Ohanian; T. Pereyra y M. Díaz. 2001. Comportamiento hídrico y eficiencia del uso del agua en una pastura coasociada. Ingeniería del Agua. Vol. 8. Nº 4. España.
7. Crespi, R.; C. Rodríguez, O. Plevich, L. Grosso; M. Bossolasco; C. Frigerio; S. Bettera; A. Thuar; J. Boehler; J. Puiatti; O. Barotto; M. Demaestri; A. Ricotto; D. Ramos, D. Picca. Tratamiento y reutilización de aguas residuales domiciliarias. 2005. Conagua. Res. de Trabajos. Pag. 76.
8. EPA. 2000. "Municipal Technologies". Off. of Wast. Man.. 18 pág.
9. Fasciolo, G. E.; E. Gabriel; J. Morábito; F. Tosí y M. I. Meca. 2002. Rendimiento del cultivo de ajo y cebolla regados con efluentes domésticos tratados. XIX Congreso Nacional del Agua. Agosto, Córdoba, Argentina.
10. Gaviola, S. y V. M. Lipinski. 2001. Nitratos en ajo bajo sistema de fertirrigación. I Evolución durante el ciclo. VII Curso / taller de Ajo. Mendoza. p. 113-114.
11. Gaviola, S. y V. M. Lipinski. 2005. La fertirrigación con nitrógeno y su influencia sobre el rendimiento y la calidad de distintas cultivares de ajo colorado. IX Curso / taller de Ajo. Mendoza. P.111-112
12. Gaviola, S.; Lipinski, V. M.; Martínez, C. C.; Alaria, A. y M. Maza. 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

13. Grosso, L.; Ramos, D.; Brizuela, V.; Rodríguez, M.; Pena, L. Crespi, R. 2005. Cultivares de ajo (*Allium sativum* L.) regados con efluentes urbanos tratados. XII Congreso Latinoamericano; XXVIII Congreso Argentino de Horticultura. Septiembre 2005. General Roca, Río Negro, Argentina. p.272 En: Horticultura Argentina. N° 56/57 – Vol.: 24. ISSN: 0327-3431
14. 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).
15. Orechia Eduardo 2005. IX Curso Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. Proyecto Ajo/INTA. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta.
16. Page, A. L.; Millar, R.H.; y Keeney, D. R. (1982). Methods of soil análisis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Second Edition. Agronomy. Publisher, Madison, Wisconsin USA.
17. Sandoval Yoval, L. y 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.
18. Teorema Ambiental 2000 Agro. Ecodir 2007-2008. 9a edición. En: [www.teorema.com.mx/articulos.php](http://www.teorema.com.mx/articulos.php). Consultado: 17-05-2007.

### **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

1. Asano, T.; L. Y. C. Leona; M. G. Rugby and R. H. Sakaji (1992). “Evaluation of the California wastewater reclamation criteria using enteric virus monitoring data”. Wat. Sci. Tech. Vol. 26 (7-8), pp. 1513-1524.
2. Canziani, O. 2003. “El Agua y la Salud Humana”. La cultura del agua. AIDIS ARG. N° 70. Pág. 36-40.
3. CEPIS/ OPS-REPINDEX 53.1995. Uso de aguas residuales. ISSN: 0252-7987
4. Fulhage, C. D.1993. Lagoon Pumping and Irrigation Equipment. Department of AgriculturalEngineering. University of Missouri. Columbia.

5. Grosso, L.; A. Ricotto; D. Ramos; A. Thuar; M° Lorena Giachero; M° Soledad; Giachero y R. Crespi. 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
6. Lipinski, V. M. y 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
7. Rivas H., A.M. Sancha, M.P. Mena y A. Rihm. 2005. “Factibilidad de tratamiento conjunto de aguas servidas y sólidos orgánicos en pequeñas comunidades”. AIDIS ARGENTINA. N° 83. Pág. 80-83.