



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
“Trabajo final para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

Título:

**AJO REGADO POR GOTEO CON EFLUENTES URBANOS
TRATADOS Y FERTILIZACIÓN LÍQUIDA**

Briant, Carlos Maria.

DNI: 25926666

Directora: Ing. Agr. M.Sc. Grosso, Liliana Elida

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

Río Cuarto – Córdoba, Argentina

Marzo 2014

Agradecimiento:

A mi madre... Mary...mis hermanos Raúl y Vanesa.

A mis amigos Fabricio y Diego que no escatimaron en esfuerzos ni tiempo para ayudarme y a tres profesionales excepcionales como son...Liliana, Raúl y Oscar...

De corazón y eternamente agradecidos por el granito de arena de cada uno de ustedes para poder cumplir este sueño...

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

*AJO REGADO POR GOTEO CON EFLUENTES URBANOS
TRATADOS Y FERTILIZACIÓN LÍQUIDA*

Autor: CARLOS MARIA BRIANT

DNI: 25926666

Director: Ing Agr. M.Sc. GROSSO, LILIANA ELIDA

Co-Director: Ing. Agr. Dr. CRESPI, RAUL JESUS

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado

Evaluador:

Ing Agr. M.Sc. Giayetto, Oscar _____

Ing. Agr. Ramos, Diego F. _____

Ing Agr. M.Sc. Grosso, Liliana E. _____

Fecha de presentación: ____/____/____

Aprobado por secretaria académica: ____/____/____

Secretario Académico

I. ÍNDICE DE TEXTO

Resumen _____	VI
Abstract _____	VII
Introducción _____	1
Objetivo general _____	5
Objetivo específico _____	5
MATERIALES Y MÉTODOS _____	6
Sitio experimental _____	6
Características del ambiente _____	6
Tratamiento del efluente _____	7
Análisis físico-químico de efluentes urbanos tratados _____	8
Características de equipo de riego por goteo _____	10
Análisis físico-químico del suelo ensayado _____	12
Experimento _____	12
Fertilización _____	13
Actividades en el cultivo de ajo _____	14
Normativa de calibre de ajo _____	15
Cosecha _____	16
RESULTADOS Y DISCUSIONES _____	18
Análisis de suelo _____	21
Aporte y requerimiento en el cultivo de ajo durante el ciclo _____	22
Diámetro de bulbos de ajo a los 150 días de plantación. Bulbificación _____	23
Diámetro de bulbos de ajo a los 240 días de plantación. Cosecha _____	24
Peso seco de raíz, bulbo y parte aérea de las plantas de ajos _____	25
Proporción de bulbos _____	26
Peso individual y calibre _____	26
Rendimiento total de bulbos _____	27
Calidad sanitaria _____	29
Eficiencia en el uso del agua _____	30
Conclusiones _____	31
Bibliografía _____	32
Bibliografía citada _____	35

II. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cámara concentradora _____	7
Figura 2. Tanque sedimentador de lodos _____	7
Figura 3. Sistema de tratamiento de efluentes _____	8
Figura 4. Líneas porta goteros, línea principal y detalles del cabezal de riego __	10
Figura 5. Esquema del experimento y los distintos tratamientos _____	13
Figura 6. Aplicación de segunda dosis de fertilizante, en 6-7 hojas Totalmente desarrolladas del cultivo de ajo. UNRC. Rio Cuarto _____	14
Figura 7. Cosecha de ajo en la Planta Piloto _____	17
Figura 8. Temperaturas máximas, medias y mínimas de 2008 para el periodo Abril-Noviembre _____	18
Figura 9. Precipitaciones de 2008 para el periodo Abril-Noviembre _____	19
Figura 10. Evolución hídrica del suelo. _____	20
Figura 11. Rendimientos totales en Kg ha ⁻¹ _____	28
Figura 12. Cultivar tipo “blanco” clon Inco 283 Bulbos normales _____	29
Figura 13: Cultivar tipo “blanco” clon Inco 283. _____	29

III. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Determinaciones analíticas del efluente urbano tratado _____	8
Tabla 2. Láminas de agua almacenadas a la profundidad de 0 a 20 cm durante el ciclo del cultivo de ajo _____	11
Tabla 3. Constantes hídricas del suelo a la profundidad de 0-20 cm _____	11
Tabla 4. Características químicas del suelo al inicio de la plantación del cultivo de ajo _____	12
Tabla 5. Calibre de diámetros correspondiente _____	16
Tabla 6: Características físico-químicas del suelo al final del ciclo del cultivo de cada tratamiento _____	21
Tabla 7. Aporte del nitrógeno durante el ciclo del cultivo _____	22
Tabla 8. Requerimientos del nitrógeno durante el ciclo del cultivo _____	23
Tabla 9. Diámetros de bulbos del ajo a los 150 días de la plantación ____	24
Tabla 10. Diámetros de bulbos del ajo a los 240 días de la plantación _____	24
Tabla 11. Peso seco de raíz, hoja y bulbo _____	25
Tabla 12. Proporción de bulbos normales _____	26
Tabla 13. Peso individual y calibre de los bulbos diferentes tratamientos a cosecha a los 240 días _____	27
Tabla 14. Rendimiento total en (kg ha^{-1}) _____	27
Tabla 15. Rendimiento totales la conversión de (kg ha^{-1}) a (t ha^{-1}) _____	28
Tabla 16. Eficiencia en el uso de agua de los distintos tratamientos _____	30

RESUMEN

Las aguas residuales urbanas se han convertido de un desecho a un recurso útil para la agricultura. Ajos tipo comercial "blanco" cultivar INCO 283, se plantaron el 04/04/2008 a una densidad de 333.333 plantas.ha⁻¹. Con el objetivo de evaluar el rendimiento del cultivo del ajo regado con efluente urbano y la respuesta a la fertilización líquida nitrogenada; se evaluaron cuatro tratamientos de fertilización nitrogenada, N100, N200 y N300 kg de N ha⁻¹ incorporados como UAN, más un testigo sin nitrógeno. Se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones, para evaluar el rendimiento y la calidad sanitaria de los bulbos de ajo. El cultivo se regó por goteo con efluentes urbanos tratados, aplicándose una lámina de agua de 210 mm efectivos, en 13 riegos. Las precipitaciones aportaron 112 mm. Los tratamientos de fertilización no se diferenciaron al nivel del 5% (Duncan) en cuanto a la proporción de bulbos normales (42 %), bulbos deformes (25 %) y bulbos chicos (35 %); tampoco se hallaron diferencias del peso de los bulbos normales, deformes y chicos (28 g), (26 g) y (24 g) respectivamente. Con respecto al rendimiento total (tha⁻¹) de ajo seco y limpio por hectárea no se hallaron diferencias significativas ($\alpha=0,05$).

El rendimiento del testigo (N0) fue: 4.76 t ha⁻¹; N100: 4.92 t ha⁻¹; N200: 5.72 t ha⁻¹ y N300: 5.17 t ha⁻¹ de ajo. Se confirmó en los bulbos ausencia de *Salmonella sp* y *Escherichia coli*. Los bajos rendimientos logrados por el cultivo de ajo se debieron posiblemente al insuficiente aporte de agua (322 mm). Si bien los ajos logrados fueron de buena calidad sanitaria. El uso de los efluentes urbanos para riego, en este cultivo hortícola ha sido positivo por el aporte de agua y nutrientes durante el ciclo del cultivo de ajo. El uso de la fertilización líquida nitrogenada se constató como efectiva para su utilización; si bien en este ensayo no logró diferenciarse del testigo regado solamente con el efluente urbano.

Palabras claves: ajo, fertilización líquida, densidad, calidad comercial y sanitaria.

ABSTRACT

Urban sewage has become a waste of a valuable resource for agriculture. Garlic white commercial cultivar INCO 283, were planted 04/04/2008 at densities 303 333 plants.ha⁻¹. In order to evaluate the performance of growing garlic sprinkled with urban effluent and fertilizer response liquid nitrogen, four nitrogen treatments, N100, N200 and N300 kg N ha⁻¹ incorporated as UAN, plus a control were evaluated no nitrogen. Design of randomized complete block with four replications to evaluate the performance and health quality of garlic bulbs were used. The crop was irrigated by drip with treated urban effluent, applying a water depth of 210 mm effective in 13 irrigations. Rainfall contributed 112 mm. The fertilization treatments did not differ at the 5 % (Duncan) in the proportion of normal bulbs (42%), misshapen bulbs (25 %) boys and bulbs (35 %), nor differences in weight were found normal, deformed and boys (28 g), (26g) and (24g) respectively bulbs. Regarding overall performance (tha⁻¹) dry and clean garlic per hectare no significant differences ($\alpha = 0.05$) were found. The performance of the control (N0) was: 4.76 t ha⁻¹; N100: 4.92 t ha⁻¹; N200: 5.72 t ha⁻¹ and N300: 5.17 t ha⁻¹ of garlic. It was confirmed by the absence of Salmonella sp bulbs and Escherichia coli. A low yield achieved by growing garlic is possibly due to inadequate supply of water (322 mm). While garlic were made in good sanitary quality. The use of urban wastewater for irrigation in this horticultural crop has been positive for the supply of water and nutrients during the growing season of garlic. The use of liquid nitrogen fertilization was found as effective for use, although in this trial failed to differentiate the watered only with urban effluent control.

Keywords: garlic, liquid fertilization, density, commercial and sanitary quality.















INTRODUCCIÓN

Importancia del cultivo de ajo

Argentina alcanzó un volumen de exportación de 91.966 t logrando así ocupar el segundo lugar como exportador de ajo del mundo (Pro Mendoza, 2009). En ese contexto, Mendoza ocupa el primer lugar como provincia productora de este cultivo, demandado por sus propiedades antioxidantes y curativas. Es destacable la importancia del ajo en las exportaciones argentinas, sobre todo de las variedades mendocinas que totalizan el 97% de los envíos al exterior. Los mercados internacionales aprecian la relación precio-calidad y las características naturales de los productos mendocinos que se comercializan a Brasil, Uruguay, Italia, Francia y Reino Unido entre otros destinos estratégicos (Pro Mendoza, 2009).

El consumo en Argentina es de aproximadamente 1 kg por comensal y por año (Cabello y Burba, 2006).

La diversidad de zonas productoras en el país, con diferentes condiciones agroecológicas, permiten que la oferta sea continua durante todo el año (Orecchia, 2001); siendo Mendoza y San Juan las principales provincias productoras, aportando más del 85 % del total nacional (Cabello y Burba, 2006).

La superficie cultivada de ajo para la temporada 2010-2011 en las mencionadas provincias de Cuyo, alcanzaron las 14.050 ha. Mendoza lidera la superficie cultivada del país con 11.550 ha (82 %) de todos los tipos comerciales difundidos, mientras que San Juan registra 1.900 ha (13.5%), principalmente ajo blanco. Ambas provincias están fundamentalmente dedicadas al ajo de exportación (Potaschner, 2010).

En el resto del país, Buenos Aires registró para la misma campaña 700 ha (4,9 %), siendo el ajo cultivado del tipo colorado, y Córdoba aproximadamente 100 ha, un 0.7 % de la superficie nacional. Estas dos provincias son abastecedoras tradicionales del mercado interno (Burba, 2005).

En Córdoba se produce ajo en la zona de Jesús María, Villa Dolores y en el Departamento de Cruz del Eje siendo esta última la zona más importante de producción de ajos tempranos del país, que pese a no contar con la calidad de los ajos de Mendoza o San Juan su carácter de primicia le permite ser comercializado e inclusive lograr muy buenos precios en el mercado interno (Orecchia, 2001).

Los rendimientos por hectárea posicionan al ajo tipo blanco en tercer lugar con $8.3t\ ha^{-1}$ de ajo limpio y seco libre de ramas y raíces (Pereyra y Potaschner, 2010).

Uso de las aguas residuales tratadas

El crecimiento acelerado de la población, especialmente en países en vías de desarrollo; la contaminación de los cuerpos de agua superficial y subterránea; la distribución desigual del recurso hídrico y los graves periodos secos; han forzado a buscar nuevas fuentes de abastecimiento de agua, considerándose a las aguas residuales una fuente adicional para satisfacer la demanda del recurso (Silva *et al.*, 2008).

De ésta manera se impone priorizar el uso de aguas de primera calidad para el abastecimiento público y aprovechar aguas de menor calidad en usos menos exigentes, como es el riego agrícola. Cabe destacar que, además del potencial que ofrecen los efluentes domésticos como oferta de agua para riego, son una importante fuente de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) y de materia orgánica para cultivos (Moscoso y Gunther Merzthal, 2001).

La aplicación de efluentes residuales tratados como recursos de riego agrícola, supone una etapa más en el tratamiento de las aguas ya que el suelo es un elemento de alta eficacia depuradora. A medida que el agua se infiltra en el terreno, éste actúa a modo de filtro y en la superficie, por la actividad bacteriana se produce la degradación biológica de la materia orgánica (Estrucplan, 2012).

La reutilización de efluentes residuales tratados en el riego agrícola garantizan una fuente constante y segura de líquido aún en años secos, aporte continuo de nutrientes y microelementos para las plantas, ahorro en gastos de fertilización, y sobre todo coadyuvar en la eliminación de aguas residuales y la sustentabilidad del sistema (Crespi *et al.*, 2001).

Muchas veces las masas receptoras de estos desechos líquidos son incapaces de absorber y neutralizar la carga contaminante. Por este motivo, las aguas residuales antes de su descarga a los cursos y cuerpos receptores, deben recibir algún tipo de tratamiento que modifique sus condiciones iniciales (Rojas, 2002).

La fuente de nutrientes que puede resultar de un efluente tratado, en tanques de estabilización y a una intensidad de riego de $20000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, se asocian a tasas de aplicación de 300 kg ha^{-1} de Nitrógeno y 60 kg ha^{-1} 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).

Para el caso del cultivo de ajo con aplicaciones de riego de $9000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de efluente tratado, y con valores promedios de concentración de nitrógeno de entre 20 y 40 mg L^{-1} de nitrógeno total, se espera un aporte de entre 180 y $360 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de N. Para Fósforo, concentraciones de alrededor de 1 mg L^{-1} de fósforo total en el efluente significarían aportes de aproximadamente $10 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de P (Fasciolo *et al.*, 1998).

La calidad bacteriológica del agua residual se establece a partir del número de coliformes fecales y de la presencia de bacterias patógenas como la *Salmonella*, *Shingella* y *Cholera* (Crespi *et al.*, 2005).

Actualmente existen distintas normativas para regular el uso de aguas residuales, entre las que se encuentran las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), donde se insiste en la necesidad de controlar parámetros de tipo microbiológicos, como son los de coliformes fecales y los nematodos. La OMS establece que el agua residual para el riego de cultivos de productos que se consumen sin cocinar debe tener una media geométrica ≤ 1000 coliformes fecales/100 ml y una media aritmética ≤ 1 huevo de nematodos intestinales L^{-1} (Lafuente, 2009).

Reportan (Fasciolo *et al.*, 2002) que en un cultivo de ajo, el riego con efluentes se comportó como una fertilización nitrogenada, lo que aumentó los rendimientos por hectárea en un 15 % y los calibres de los bulbos en un 9 %, sin afectar la calidad comercial del ajo. Además indican que en los suelos regados con efluentes domésticos tratados aumenta la velocidad de infiltración, el contenido de materia orgánica y de fósforo, y se producen modificaciones positivas en la estructura del suelo.

Fertilización nitrogenada inorgánica

La fertilización en ajo ha sido estudiada en la provincia de Mendoza (Argentina), bajo riego por superficie; trabajos en los que se determinó el efecto de los fertilizantes sobre los componentes del rendimiento, las dosis y los momentos óptimos de la fertilización nitrogenada en los biotipos blancos y colorados (Gaviola *et al.*, 1991).

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 100-200 kg ha⁻¹ (Arboleña *et al.*, 1997). Esto asegura un buen desarrollo vegetativo y a la vez contribuye a que los bulbos alcancen un tamaño y peso adecuado (Rebolledo Jaña, 2004).

La fertirrigación con nitrógeno sobre cultivares de ajo fue evaluada por (Gaviola *et al.*, 2003) quienes reportan que los testigos con 0 de N aplicado obtuvieron los menores rendimientos en todos los cultivares. El mayor rendimiento se encontró en Perla INTA con 150 y 225 kg ha⁻¹ de N. Para el caso de Lican INTA y Nieve INTA con una dosis de 75 kg de N se lograron los máximos rendimientos.

Cantidades excesivas de N provocan el aumento de deformaciones de los bulbos disminuyendo su valor comercial (Gaviola *et al.*, 1991). También hay antecedentes bajo riego por goteo (Lipinski y Gaviola, 1999; Gaviola y Lipinski, 2002) relacionados con la respuesta a diferentes fuentes y dosis nitrogenadas.

Cultivares de ajo “blanco” y “morado” fueron evaluados en Río Cuarto bajo riego con agua de perforación y efluentes urbanos tratados y con distintas dosis de fertilización nitrogenada (100 y 150 kg ha⁻¹ de N). Con esta fertilización no se logró aumentar los rendimientos del ajo (Grosso *et al.*, 2006).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de un cultivo de ajo tipo blanco regado con efluentes urbanos tratados, fertilizado con nitrógeno líquido, para determinar la capacidad fertilizante del efluente y además el comportamiento productivo del ajo ante cada dosis de fertilización nitrogenada.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el rendimiento, la calidad comercial y sanitaria de ajo, tipo comercial “blanco” (clon INCO 283), regado por goteo, con efluentes urbanos tratados y fertilizado con dosis crecientes de nitrógeno líquido (UAN).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la evolución hídrica del suelo durante el ciclo del cultivo.
- Determinar el peso individual y el calibre de los bulbos normales y anormales, secos (posterior a oreo y secado).
- Determinar a cosecha el rendimiento del cultivo en peso (kg ha^{-1}), posterior al oreo y almacenamiento de los bulbos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

Durante la temporada 2008 se efectuó el ensayo del cultivo de ajo tipo “blanco” clon INCO 283, en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Departamento de Río Cuarto, Córdoba, Argentina, en una Planta Piloto de Tratamiento y Reutilización de efluentes urbanos ubicada a 33° 07' Lat. Sur; 64° 14' long. Oeste; 421 m.s.n.m, próximo a las Residencias Estudiantiles Universitarias.

Caracterización del ambiente

Temperaturas y lluvias

El clima de la región es templado-subhúmedo, con un régimen de precipitaciones monzónica, es decir, concentrado en el período primavera-verano (el 80% de las lluvias ocurre entre octubre y abril). El período libre de heladas en Río Cuarto es de 255 días y se extiende desde mediados de septiembre a mediados de mayo (ADESUR, 1999).

Paisaje y suelo

El Departamento Río Cuarto está ubicado en la región caracterizada como llanuras bien drenadas con invierno seco. La zona presenta un paisaje de planicie intermedia con relieve normal-subnormal, suavemente ondulado a ondulado; con pendientes largas, de gradientes entre 0,5-1% el suelo es un Haplustol típico (Cantero *et al.*, 1986).

Característica del ajo blanco cultivar INCO 283:

El cultivar ajo blanco INCO 283 produce plantas de porte erecto, de gran altura, sin vara floral, bulbo grande del tipo comercial (63-65 mm y 72-78 g), con un número de dientes promedio de 12 de color blanco cremoso claro, de forma chata con catáfilas blanco cremosas, disco radical hundido. El ciclo del cultivo es de 235-241 días (entre mediados de Abril y fines de Noviembre) (Burba y Lanzavechia 1999).

Tratamiento del Efluente Urbano

El efluente urbano fue tomado de la población de estudiantes que forma parte de la UNRC, ubicado en las Residencias Estudiantiles Universitarias (REU), que alberga a unos 432 estudiantes becados procedentes de pueblos y/o ciudades de la región, proyectando alojar 1056 estudiantes (Crespi *et al.*, 2007).

La recolección del efluente urbano se realiza mediante una red domiciliar que capta directamente los residuos de los baños y “*bypassando*” las cámaras sépticas se conducen hacia su tratamiento. El sistema está compuesto de tuberías secundarias de PVC, K4 de 110 mm de diámetro que ubicadas a una profundidad de 0.60 m colectan los efluentes y lo descargan a las tuberías primarias de 160 mm de diámetro y enterradas hasta 2 m de profundidad. Se trabajo con una pendiente proyecto de 1.5% y un caudal de 22280 L d⁻¹ que vierte a través de un disco perforado en una cámara concentradora de cemento de 1.5 m de ancho por 2.5 m de largo por 5 m de profundidad y descargando todo el material en un canasto de acero que retiene el grueso que podría haber pasado, procediendo periódicamente a su limpieza antes de continuar con el tratamiento del efluente (Figura 1).

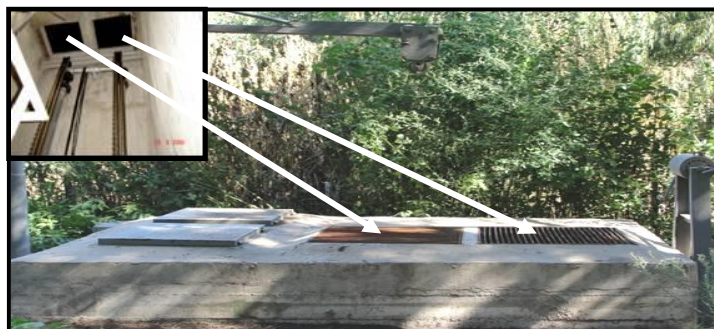


Figura 1: Cámara concentradora. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Cuando se almacena en la cámara concentradora de cemento un volumen de efluente de 4000 L, este es impulsado a un tanque sedimentador de lodos de 12000 L de capacidad a través de una bomba centrífuga (Figura 2).

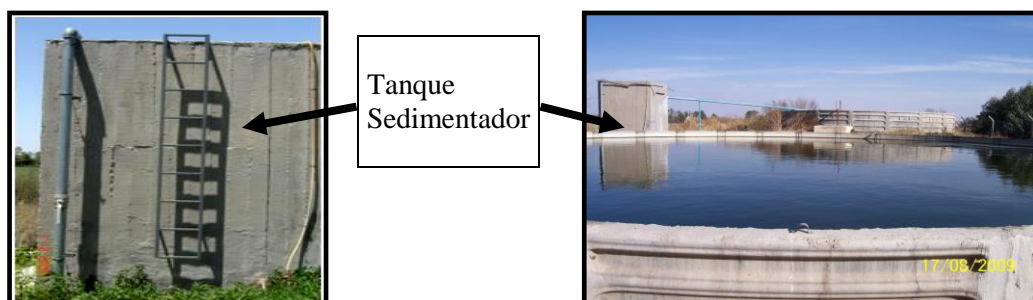


Figura 2: Tanque sedimentador de lodos. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Desde el tanque sedimentador se deriva a una cota hacia un reactor biológico circular de 9,1 m de diámetro con una capacidad de 78000 L donde se baja la demanda biológica de oxígeno (DBO), y se pasa luego del tiempo de depuración a un tanque de mayor volumen de 15,75 m de diámetro y con una capacidad de 136310 L que actúa a modo de laguna de maduración para eliminar gérmenes patógenos a límites permisibles, haciendo uso de la luz ultravioleta generada naturalmente por el sol (Figura 3).



Figura 3: Sistema de tratamiento de efluentes. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Luego de cumplirse el tiempo de residencia hidráulico en la laguna de maduración; con el auxilio de flotadores, se capta el efluente urbano desde la parte superior y haciendo uso de una bomba centrífuga se conduce a través de una tubería de PVC de 40 mm de diámetro hasta la parcela bajo riego por goteo (Crespi *et al.*, 2007).

Análisis físico-químico del efluente urbano tratado

Se procedió a realizar el muestreo por medio de la metodología de muestras compuestas. El análisis de la composición físico-química del efluente urbano tratado utilizado como fuente de agua para riego se muestra en la (Tabla 1).

Tabla 1: Determinaciones analíticas del efluente urbano tratado. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Determinación analítica	Unidad	Valor
Sólidos sedimentables (10 min.)	ml/L	0.50
Sólidos sedimentables (120min.)	ml/L	0.80
Sólidos totales	ml/L	842.00
Sólidos totales fijos	ml/L	298.00
Sólidos totales volátiles	ml/L	544.00
Sólidos disueltos Totales	ml/L	590.00
Sólidos disueltos Fijos	ml/L	380.00
Sólidos disueltos Volátiles	ml/L	210.00

Continúa

Determinación analítica	Unidad	Valor
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 el INA (Mendoza).

El departamento de Microbiología de Ciencias Exactas de la UNRC, fue responsable de realizar el muestreo y el conteo promedio de coliformes totales del efluente estableciendo un valor de coliformes totales en el agua residual tratada a la salida de la laguna de maduración es de 3.3×10^5 NMP/100 ml (número de muestras positivas cada 100 ml) de agua residual (Crespi *et al.*, 2005).

Características del equipo de riego por goteo

El equipo de riego consta de una bomba centrífuga que guía el agua por una conducción pasando por una válvula reguladora de presión, haciendo que la misma se mantenga constante y de dos manómetros en baño de glicerina que permite definir el momento de limpieza del filtro de malla y un filtro de anillos antes de llegar a los emisores (Figura 4).

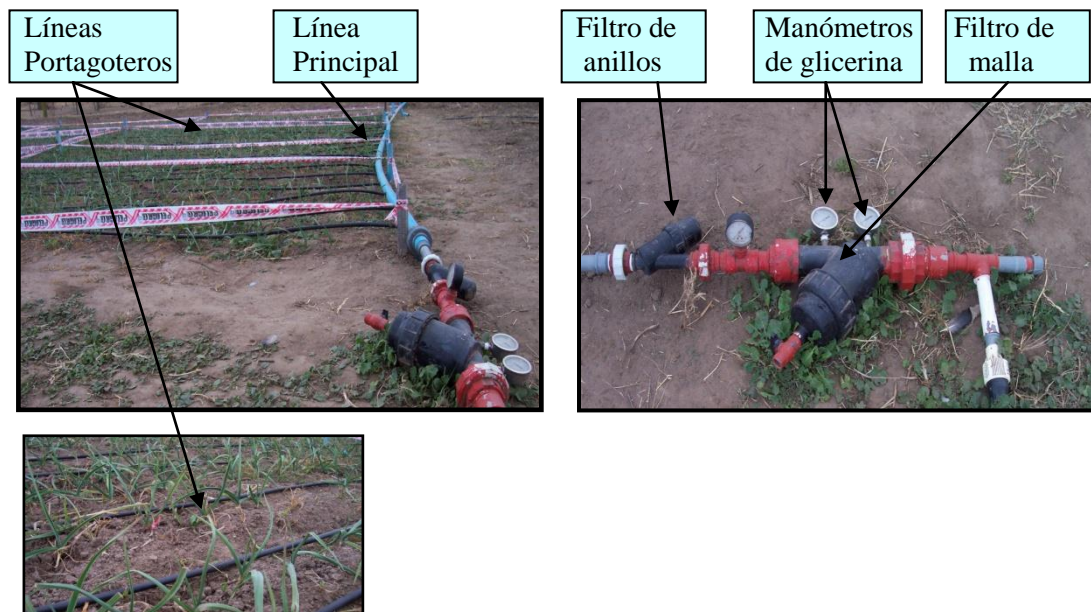


Figura 4: Líneas portagoteros, línea principal y detalle del cabezal de riego. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Para establecer el riego, se utilizó un sistema de riego por goteo con gotero cilíndrico Integrado (Irritec Siplast Junior), quedando las líneas porta goteros separados a 0,5 m, con goteros cada 0,33 m y un caudal medio (qm) de 1 L h^{-1} .

Para determinar la frecuencia de riego se realizó un seguimiento de la evolución hídrica del suelo durante el ciclo del cultivo por el método gravimétrico tomando muestras de suelo en la cabecera, mitad y al pie de surco a una profundidad de 0-10 cm, 10-20 cm. Durante el transcurso del ensayo, se realizó la determinación de la Dap siguiendo la metodología de Uhland mediante cilindros de acero inoxidable de 50 mm de altura por 47

mm de diámetro interno, para posteriormente establecer la humedad volumétrica a la profundidad (0 a 10 cm) y de (10 a 20 cm) durante el ciclo del cultivo (Tabla 2).

Tabla 2: Láminas de agua almacenadas a la profundidad de 0 a 20 cm durante el ciclo del cultivo de ajo. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Fechas	Lámina almacenada	Fechas	Lámina almacenada	Fechas	Lámina almacenada
22/05/2008	38,6 mm	21/07/2008	29,3 mm	08/09/2008	31,8 mm
02/06/2008	44,5 mm	04/08/2008	35,1 mm	08/10/2008	31,4 mm
09/06/2008	39,3 mm	20/08/2008	58,4 mm	31/10/2008	24,8 mm
18/06/2008	34,3 mm	29/08/2008	27,4 mm	12/11/2008	24,1 mm
01/07/2008	40,2 mm				

Con estos valores y conociendo la densidad aparente se pudo calcular la lámina almacenada (mm). Estas muestras se tomaron con un barreno, se determinó el peso húmedo y se colocaron en estufa a 70 °C hasta lograr peso constante. Posteriormente se pesaron y se determinó el contenido de humedad del perfil en cada momento de medición, el Punto de Marchitez Incipiente (Wi), el Punto de Marchitez permanente (Wm) y se fijó para un consumo de agua útil del 28%, lo que determinó con la metodología descrita, una frecuencia aproximada de riegos cada 9 días con un tiempo de riego 3 horas aproximadamente y dependiendo si correspondía regar, teniendo en cuenta la capacidad de campo y punto de marchitez permanente (Tabla 3).

Tabla 3: Constantes hídricas del suelo a la profundidad de 0-20 cm. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Constantes hídricas	% H° Grav.	Lámina almacenada
Wc	22,70 %	52,20
Wm	7,67 %	19,33
Wu	15,03 %	37,88
Wi	18,19 %	45,84
Dap (g/cm ³)	1,26	

Referencias:

Wc: capacidad de campo; Wm: punto de marchitez permanente; Wu: agua útil; Wi: punto de marchitez incipiente; Dap: densidad aparente.

Durante el ciclo del cultivo de ajo, la precipitación efectiva aportó un total de 112 mm, y el riego por goteo aportó una lámina de agua de 210 mm, alcanzando un total de 322 mm de agua. Los riegos se suspendieron 12 días antes de la cosecha.

Los valores medios normales de precipitaciones y evolución hídrica del suelo del año 2008 se observan en la Figura 9 y 10.

Análisis físico-químico del suelo del ensayo

Para evaluar el efecto de cada tratamiento sobre las propiedades químicas del suelo, se tomaron muestras compuestas previas a la plantación y al finalizar el ciclo del cultivo. El pH se determinó en potenciometría 1/ 2,5; la conductividad eléctrica (CE) en suspensión 1/1.

El contenido de materia orgánica (MO) se determinó por el método de Walkley – Black;

N-Nitratos ($N-NO_3$) por reducción por cadmio; Fósforo disponible (Pd) por el método de Kurtz y Bray I; CIC y K intercambiable (Kint) con acetato de amonio y se efectuaron comparaciones mediante análisis de laboratorio (Tabla 4).

Tabla 4: Características químicas del suelo al inicio de la plantación del cultivo de ajo en la Planta Piloto de la UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Fecha 29/05/2008	Parámetros						
	pH	CE dS/m	$N-NO_3$ ppm	NO_3 ppm	Pd ppm	Kint cmol/kg	MO %
	6,50	0,1	10,20	45,19	44,00	1,00	2,45

Referencias:

pH: reacción del suelo; CE: conductividad eléctrica; $N-NO_3$: nitrógeno de nitratos; NO_3 : nitratos disponibles en el suelo; Pd: fósforo disponible; Kint: potasio intercambiable y MO: materia orgánica.

Experimento

La plantación del ajo se realizó en Abril de 2008, en forma manual, en plano y a diente visto. El marco de plantación fue de 0,30 m de separación entre hileras y 0,11 m de separación entre bulbillos dentro de la hilera, dando una densidad de 303,000 plantas ha^{-1} . Se plantaron bulbillos “semilla” de ajos tipo “blanco” clon Inco 283 de un tamaño promedio de 4 g, provenientes de bulbos de calibre 5.

La parcela del ensayo presentaba una superficie de 8 m de largo por 4,80 m de ancho. Cada tratamiento estaba constituido por cuatro surcos de 2 m de largo, distanciados a 0,30 m, constituyendo una unidad experimental de 1,2 m de ancho x 2 m de largo es decir 2,4 m² (Figura 5).

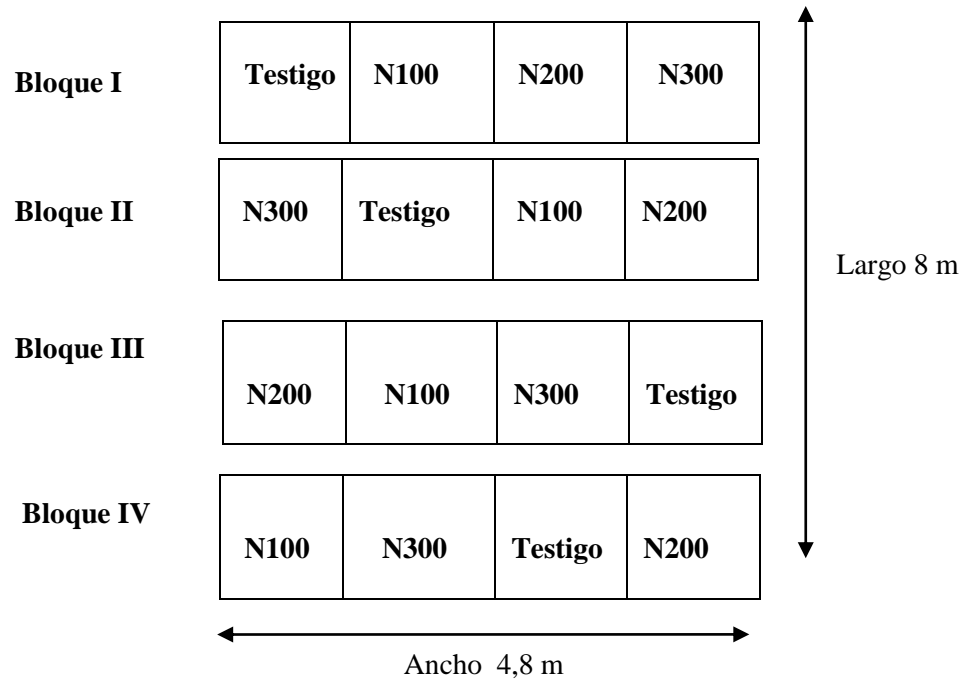


Figura 5: Esquema del experimento y los distintos tratamientos. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

- Diseño experimental: Se realizó en bloques completos aleatorizados (DBCA).
- La unidad experimental: Son los 2 surcos centrales de cada tratamiento, de 1,2 m de ancho x 2 m de largo es decir 2,4 m².
- Tamaño de las muestras a cosecha: formadas por 25 plantas extraídas de los dos surcos centrales de cada subparcela.
- Repeticiones: cuatro
- Los tratamientos fueron 4 (cuatro): 3 (tres) dosis de Nitrógeno: (N100), (N200) y (N300) kg de N ha⁻¹ incorporados como UAN (fertilización líquida con 30% N, 14% N amidico, 8% amoniacal y 8% N nitrito, estabilizado a (pH 7), más un testigo sin N. Todos los tratamientos se regaron por goteo con efluentes urbanos tratados.

Fertilización

Las fertilizaciones líquidas se realizaron mediante un chorreado en el suelo, entre las hileras de las plantas de ajo, usando una botella tapada y con perforaciones, en 13 aplicaciones. El plan de fertilización preveía aplicar el 20% del nitrógeno cada 15 días, entre los meses de mayo y julio y el 80% restante entre agosto y octubre de 2008 (Figura 6).



Figura 6: Aplicación de fertilizante líquido, en 6-7 hojas totalmente desarrolladas del cultivo de ajo. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Actividades en el cultivo de ajo

Momentos de riegos

Se regó un total de 210 mm con una frecuencia aproximada de riegos cada 9 días con un tiempo de riego 3 horas aproximadamente. Los riegos se realizaron en las siguientes fechas: 22/05/08; 02/06/08; 09/06/08; 18/06/08; 01/07/08; 21/07/08; 04/08/08; 20/08/08; 29/08/08; 08/09/08; 08/10/08; 31/10/08; 12/11/08.

Control de Malezas y enfermedades

El control de malezas se llevó a cabo con la aplicación de un herbicida pre emergente “Pendimentalin” (Herbadox), a una dosis de 4 L ha⁻¹. Durante el ciclo del cultivo se efectuaron controles manuales con herramientas de mano.

A los 120 días del ciclo se realizó la primera aplicación de fungicida Amistar extra, y a los 187 días la segunda aplicación. Este fungicida sistémico controla enfermedades foliares Roya (*Puccinia allii*) en los cultivos de ajo.

A los 150 días del ciclo se realizó una medición del diámetro del bulbo en los cuatro tratamientos y se tuvo en cuenta dos variables: acumulación de horas de frío y crecimiento con días relativamente largos.

En la cosecha a los 240 días se repitieron las mediciones. Además se determinó la materia seca de hojas, bulbos y raíces colocándolas en estufa hasta lograr peso constante a 70 °C.

En el momento de la cosecha se tomaron 5 bulbos de cada tratamiento, para realizar el análisis microbiológico, se colocaron en bolsas de nylon identificadas y se llevaron al laboratorio para realizar los análisis bacteriológicos y la determinación de *Escherichia coli* y *Salmonella sp.*

Para la determinación de *Escherichia coli* se utilizó el método del Caldo Mac Conkey a 35 °C 24-48 hs. Aislamiento en Agar Eosina-Azul de metileno y confirmación por medio de pruebas bioquímicas. Metodología analítica: ICMSF (1983).

Para la determinación de *Salmonella sp.*, se utilizó caldo lactosado a 35°C, Caldo Tetratonato y Caldo Selenito-Cistina a 35 °C; observación de colonias y sospechosas en Agares Selectivos y Diferenciales, pruebas bioquímicas y serológicas confirmatorias. Metodología analítica: ICMSF (1983).

Normas para Calibre del cultivo de ajo

Las normas por lo general abarcan dos grandes aspectos: el grado de calidad (niveles de tolerancia para defectos) y el calibre de los bulbos.

El calibre se determina por el máximo de la sección ecuatorial de los bulbos y algunas exigen una determinada relación con el peso de los mismos o la cantidad de bulbos por kilogramos o por libra (1 pulgada= 2,54 cm y 1 libra=453,59 g) o (1cm =10mm).

Como el peso de los bulbos disminuye por deshidratación, aunque el diámetro (calibre) se mantiene relativamente constante, las normas por lo general no hacen referencia a la fecha, ni a la variedad (Tabla 5).

Tabla 5. Calibre de diámetros correspondientes:

Calibre	Diámetro de bulbos	
	(pulgadas)	(mm)
2	1,00-1,02	16 mm a 25 mm
3	1,02-1,37	26 mm a 35 mm
4	1,41-1,77	36 mm a 45 mm
5	1,81-2,16	46 mm a 55 mm
6	2,20-2,55	56 mm a 65 mm
7	2,54-2,95	66 mm a 75 mm
8	2,99-3,34	76 mm a 85 mm
9	3,38-3,74	86 mm a 95 mm

1) Por calibre: de acuerdo al grado de variación del diámetro transversal de los bulbos, se los identificará ya sea por calibre o por diámetro como se indica a continuación:

Calibre Diámetro Corresponde a las medidas de la Tabla 5.

2) Por tamaño: de acuerdo con el valor del diámetro transversal de los bulbos, se los designará según se indica a continuación:

Chicos: cuando los bulbos tienen un calibre menor o igual que CUATRO (4) para el blanco.

Medianos: cuando los bulbos tienen un calibre de CINCO (5) a SEIS (6) para el ajo blanco

Grandes: cuando los bulbos tienen un calibre mayor o igual que SIETE (7), para el ajo blanco (Burba y Lanzavechia, 2003).

Cosecha

La cosecha se realizó el 23 de noviembre de 2008, de manera manual utilizando palas de punta, con la extracción de hojas y raíces, a fin de conservar las cabezas de ajos, las que se colocaron en bolsas especiales, de “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. Estas bolsas se identificaron y permanecieron aproximadamente 70 días bajo un tinglado, con paredes de alambre para facilitar la recirculación de aire (Figura 7).

En postcosecha, luego de cumplido los 70 días (febrero 2009), se evaluó el rendimiento comercial de bulbos secos y limpios (sin hojas, ni raíces) y su composición diametral; el porcentaje de bulbos normales, deformados, bulbos chicos y calibre, peso individual de los bulbos; rendimiento total (kg ha^{-1}). Considerando bulbos normales los que poseen una circunferencia casi perfecta y calibres igual o superior a 5 mm. Los bulbos deformados y los bulbos chicos con calibres menores a 4 mm.



Figura 7: Cosecha de ajo en la Planta Piloto UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Los datos se analizaron estadísticamente con el programa InfoStat para Windows, aplicando análisis de varianza y comparación de medias con el test de Duncan ($p < 0.05$). Se analizó el comportamiento del cultivo con riego por goteo con los efluentes y con dosis crecientes de nitrógeno.

RESULTADOS Y DISCUSION

Condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo

En la Figura 8 se presentan los datos de temperaturas del año 2008 registrados durante el ciclo del cultivo de ajo.

La temperatura del suelo es elevada al principio de la siembra pero luego decrece hasta el mes de agosto después nuevamente aumenta hasta la cosecha.

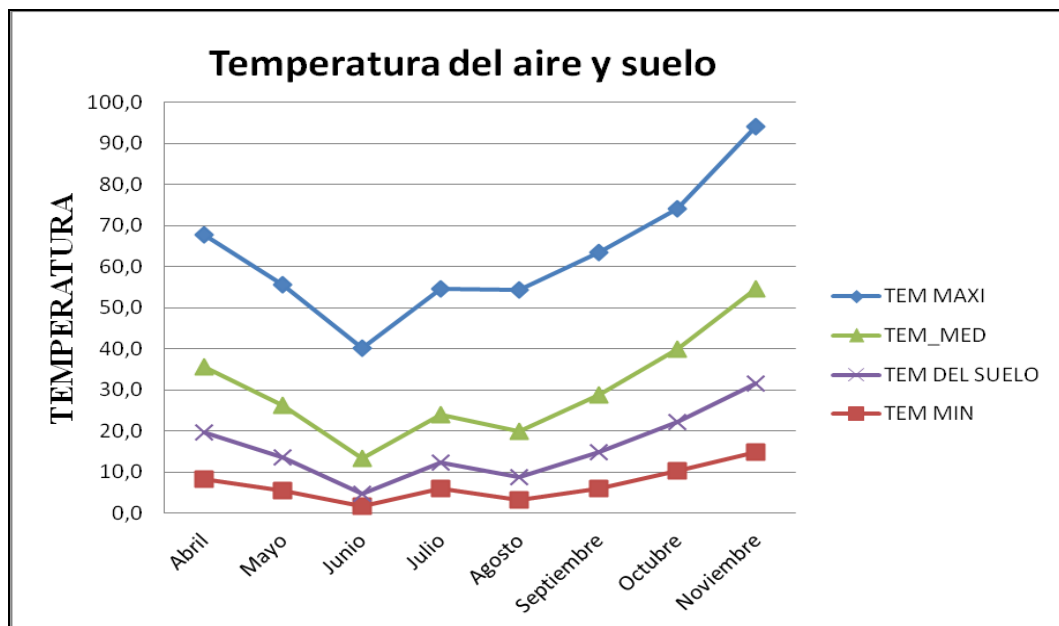


Figura 8: Temperaturas máximas, medias y mínimas de 2008 para el período Abril - Noviembre.
Fuente: Cátedra de Agrometeorología Agrícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, UNRC.

El régimen térmico es mesotermal, La temperatura media del mes más frío (julio) es de 9,1°C con una mínima absoluta de -11,5°C. La amplitud térmica media anual es de 13,9°C.

La fecha media de la primera helada es el 25 de mayo y la de última es el 12 de septiembre, siendo el período libre de heladas 255 días en promedio (Seiler *et al.*, 1995).

Las temperaturas máximas, mínimas, medias del aire y la temperatura del suelo del periodo Abril-Noviembre de 2008, fueron regulares para las características de la zona.

Las precipitaciones varían en cantidad y en distribución entre los meses de Abril y Octubre del año 2008 (figura 9).

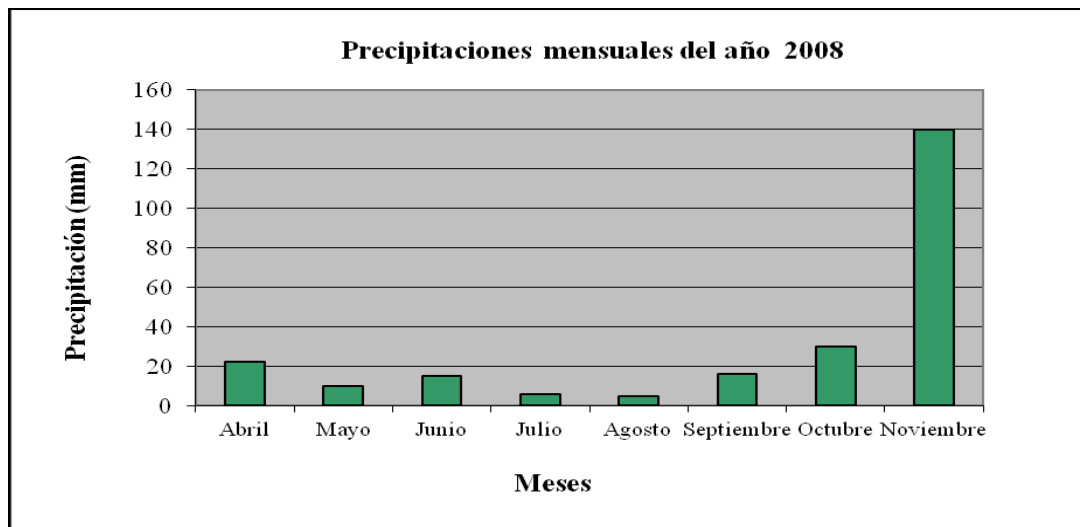


Figura 9: Precipitaciones de 2008 para el período Abril-Noviembre.

Fuente: Cátedra de Agrometeorología Agrícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, UNRC.

La región de Río Cuarto presenta un clima templado sub-húmedo, con precipitaciones que suelen exceder la evapotranspiración en los meses de primavera y otoño y con déficits puntuales en verano e invierno (Seiler *et al.*, 1995).

Analizando desde un punto de vista global el área, se puede concluir que se está frente a un régimen de precipitaciones irregulares tipo monzónico, con un semestre lluvioso (octubre a marzo), que concentra el 81-82 % del agua pluvial, y un semestre seco (abril a septiembre), con solo el 18-19 % del agua precipitada (Carta de Suelos de la Republica Argentina, 1994).

La precipitación media anual normal es de 678,2 mm con valores extremos mínimos de 405 mm en 2001 y máximos de 1134 mm en 1998, para los últimos 10 años; cabe destacar que la precipitación media normal durante el ciclo del cultivo (Septiembre-Marzo) fue de 685 mm (Cátedra Agro meteorología U.N.R.C., 2007).

Aporte de agua al cultivo de ajo durante el ciclo

El ajo es un cultivo de altos requerimientos hídricos, debiendo mantenerse el suelo prácticamente a Capacidad de Campo (W_c) durante todo su ciclo (Arboleña *et al.*, 1997). Las etapas de sequía son críticas por lo que requiere permanente disponibilidad de agua (INTA, Santa Cruz). La cantidad de agua requerida por el cultivo de ajo para optimizar aspectos cualitativos depende, entre otros, del cultivar, el tipo de suelo, el clima (Lipinski y Gaviola, 2006 a).

En la Figura 10 se muestra la evolución hídrica con sus respectivas láminas almacenadas al momento del muestreo de (0-10cm) y de (10-20cm) y las constantes hídricas del mismo, W_c , W_m y W_i . Las flechas indican los momentos de riego.

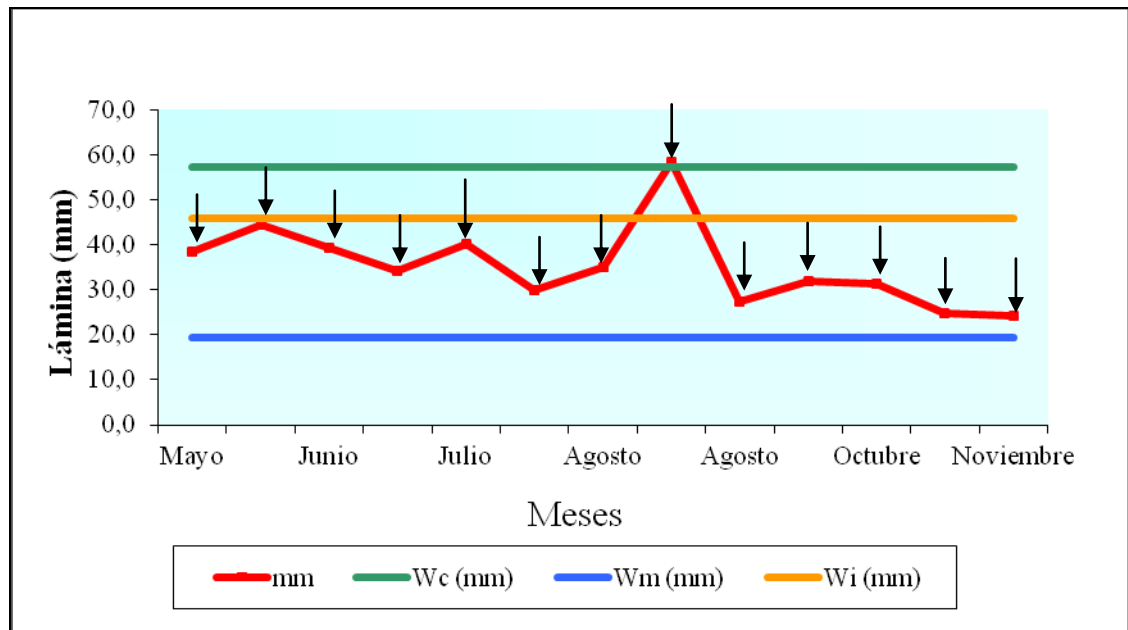


Figura 10. Evolución hídrica del suelo a una profundidad de 0-20 cm. UNRC. Rio Cuarto, Córdoba.

Durante el ciclo del cultivo ajo recibió a través del riego con el efluente urbano tratado una lámina de 210 mm, sumando 112 mm de precipitación efectiva (P_e) y totalizando 322mm.

Esta baja disponibilidad de agua, se debió a la escasa frecuencia de riego (13 riegos) con efluente urbano tratado que se disminuyó sensiblemente por inconvenientes operativos.

Si el contenido hídrico del suelo se hubiera mantenido próximo a capacidad de campo durante todo el ciclo del cultivo, es decir con más volumen de agua y frecuencia de riego no se disminuiría el potencial de rendimiento ($t\ ha^{-1}$).

Como referencia se menciona el rendimiento logrado por Chanaday del año 2009, en su tesis titulada “*uso de efluentes urbanos y biosolidos en la producción de ajo*”, quien alcanzó un rendimiento de $15,9 \text{ tha}^{-1}$ con la aplicación de 27 riegos y una lámina de 471 mm de agua de efluentes más el aporte de precipitaciones efectivas de 121 mm totalizando 592 mm. Estos resultados coinciden con lo reportado por (Burba, 1993), quien cita valores entre 500 y 600 mm para lograr un buen rendimiento.

Valores cercanos a Lipinski y Gaviola (2006 b) los cuales obtuvieron en riego por goteo en el Valle de Uco, Mendoza, con ajo colorado cultivar Fuego INTA el máximo rendimiento ($18,5 \text{ tha}^{-1}$) con una lámina de 746 mm más 267 mm de precipitación efectiva. Cabe destacar que las condiciones edafoclimáticas son diferentes a las condiciones locales.

Análisis de suelo

Al finalizar la cosecha del cultivo de ajo, se tomaron muestras de suelo de cada tratamiento hasta una profundidad de 0,20 m, para comparar los efectos en los tratamientos en las variables asociadas a las características físico-químicas del suelo que se observan, en la que figuran los valores de dichas variables (Tabla 6).

Tabla 6: Características físico-químicas del suelo al final del ciclo del cultivo de cada tratamiento. Planta piloto. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Fecha 18 /12/2008	Parámetros						
Tratamientos	pH	CE dS/m	N-NO ⁻³ ppm	NO ⁻³ ppm	Pd ppm	Kint cmol/kg	MO %
Testigo	6,65	0,10	17,30	76,64	48,00	1,00	2,45
N100	6,61	0,10	42,00	186,06	52,00	1,00	2,40
N200	7,15	0,10	9,95	44,00	48,00	1,00	2,45
N300	7,00	0,10	35,40	76,64	44,90	1,00	2,45

Fuente: Laboratorio Integral. Río Cuarto, Córdoba.

Los análisis arrojaron un pH casi neutro en la capa superficial del suelo con respecto a la muestra de suelo que se tomó al inicio del ensayo.

El suelo del ensayo del cual partimos presentaba una fertilidad media a alta en cuanto a la disponibilidad del nitrógeno inorgánico ($N-NO_3^-$ y NO_3).

Al momento de cosecha, excepto algunos valores, casi todos los tratamientos presentaron valores mayores en los análisis de suelo, para los indicadores de fertilidad nitrogenada, se considera que además de la aplicación de la fertilización nitrogenada líquida, a través del UAN, también la fecha del análisis en noviembre es propicia para elevar los contenidos de nitrógeno inorgánico, disponible para las plantas.

Aportes y requerimientos en el cultivo de ajo cultivar ajo blanco

El N es el elemento más extraído por el cultivo. Para producir una tonelada de ajo por hectárea se requiere 13 kg ha^{-1} de N. La mayoría de los trabajos coinciden en que el ajo responde a la fertilización con nitrógeno en casi todos los suelos, siendo la magnitud de la respuesta condicionada con los niveles naturales de N en el suelo (Lipinski, 1996).

Para producir un valor óptimo de alto rendimiento en la zona de Río Cuarto cercanos a 16 t ha^{-1} que podría ser regado con riego por goteo y con efluentes urbanos tratados, además del contenido hídrico del suelo deberá mantenerse próximo a capacidad de campo durante todo el ciclo del cultivo. En estas condiciones el cultivo realiza un mejor uso del 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) (Grosso *et al.*, 2006).

Tabla 7: Aporte del nitrógeno durante el ciclo del cultivo. Planta Piloto. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Aporte de Nitrógeno				
Tratamientos	A plantación	Efluente	Mineralización	Totales
Unidades	kg de $N-NO_3^-$	kg de $N-NO_3^-$	kg de $N \text{ ha}^{-1}$	Kg de $N \text{ ha}^{-1}$
testigo	25,7	32,57	31,9	63,4
N 100	25,7	32,57	31,9	163,4
N200	25,7	32,57	31,9	263,4
N300	25,7	32,57	31,9	363,4

En el presente ensayo y tomando en cuenta el nitrógeno disponible en plantación y empleando el mismo suelo que la tesis mencionada anteriormente, más la mineralización de la materia orgánica de $31,87 \text{ kg de N}$ y sabiendo que el cultivo de ajo requiere 13 kg ha^{-1} de N por tonelada, se logró producir $5,1 \text{ t ha}^{-1}$, habiendo aplicado 13 riegos con una lámina de 210 mm de agua de efluente con un requerimiento de $66 \text{ kg de N ha}^{-1}$ en promedio. (Tabla 8).

Tabla 8: Requerimientos de nitrógeno durante el ciclo del cultivo. Planta Piloto. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Requerimientos de Nitrógeno					
Tratamientos	Adicionales	Rendimiento	Totales	10 t ha ⁻¹ ajo	16 t ha ⁻¹ ajo
Unidades	Kg de N Fertilizante	Kgha ⁻¹ de ajo	Kgha ⁻¹	Kgha ⁻¹	kggha ⁻¹
testigo	0	4,8	62,4	130	208
N 100	100	4,9	63,7	130	208
N200	200	5,7	74,1	130	208
N300	300	5,2	67,6	130	208

Conociendo que el promedio nacional está alrededor de 10 t ha⁻¹ de ajo, tipo comercial blanco, en el caso de éste trabajo, si el aporte de agua hubiese sido más apropiado, se habría logrado una producción de 13 t ha⁻¹ de ajo, sin necesidad de una fertilización extra, solamente con el aporte de nitrógeno del suelo y del riego con el efluente.

Para producir 1 t de ajo se requieren 13 kg de N, por lo tanto para lograr un rendimiento promedio logrado de 5,1 t ha⁻¹ se requirió 66 kg de N ha⁻¹.y haciendo una comparación con el logro obtenido en la tesis de Chanaday (2009), el rendimiento logrado de 16 t ha⁻¹ requirió 206,7 kg de N.

Se observa que el cultivo tuvo mucho aporte de nitrógeno ya sea por mineralización como por agregado de fertilizante liquido y en todos los tratamientos se cubre los requerimientos para producir en promedio de 5,1 t ha⁻¹

No se alcanzó, el rendimiento esperado porque en la última etapa del cultivo se produjeron problemas operativos en la aplicación del riego de agua de efluente, siendo ésta la etapa el cultivo que requiere mayor aporte de nitrógeno y agua para la bulbificación.

Diámetro de bulbos de ajos a los 150 días de la plantación. Comienzo de bulbificación

Los datos del diámetro de los bulbos de ajos, fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) y los promedios se compararon según el test de Duncan ($\alpha = 0.05$).

Los resultados indicaron que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para esta variable de cultivo. Esta medición no manifestó diferencias entre el testigo y los demás tratamientos (Tabla 8).

Tabla 9. Diámetro medio del bulbo del ajo, a los 150 días de plantación. Año 2008. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Tratamientos	Diámetro del bulbos (cm)
Testigo	2,28 a
N 100	2,21 a
N 200	2,29 a
N 300	2,33 a
p-valor	0,1313
CV (%)	3,93

Medias con igual letra para el factor (dosis de nitrógeno) no difieren significativamente entre sí, según el test de Duncan al 5 %.

Diámetro de bulbos de ajos a los 240 días de la plantación. Momento de cosecha

Al momento de la cosecha los datos del diámetro de los bulbos fueron sometido nuevamente al análisis de varianza (ANOVA) y según el test de Duncan ($\alpha = 0.05$), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos.

El mayor valor del diámetro del bulbo fue para N300 con 5,28 cm calibre 5; los demás tratamientos tuvieron valores muy similares entre sí, dichos valores oscilaron entre 5,11 cm y 5,15 cm) valores considerados buenos para la comercialización que son considerados por las normas de calibre como bulbos medianos que presentan un calibre de (5 a 6).

Observando estos valores, podemos decir que se obtuvieron bulbos de ajos con buenos calibres en todos los tratamientos y que tanto el nitrógeno orgánico como el inorgánico en las dosis ensayadas han sido suficientes para obtener calibres comerciales; además el aporte de nitrógeno orgánico, puede reemplazar al aporte de nitrógeno inorgánico, sin disminuir la calidad de los bulbos obtenidos (Tabla 9).

Tabla 10. Diámetro medio de bulbo del ajo, (a los 240 días de plantación). Cosecha Año 2008. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Tratamientos	Diámetro del bulbos (cm)
Testigo	5,05 a
N 100	5,11 a
N 200	5,15 a
N 300	5,28 a
p-valor	0,5786
CV (%)	4,57

Medias con igual letra para el factor (dosis de nitrógeno) no difieren significativamente entre sí, según el test de Duncan al 5 %.

Peso seco de raíz, bulbo y parte aérea de las plantas de ajos. Cosecha a los 240 días

El registro del peso seco de cada componente de las plantas (raíz, hoja y bulbo), arrojaron diferencias estadísticamente significativas según el test de Duncan ($\alpha=0.05$).

Analizando el peso seco de la raíz, con dosis N0 y N100 resultó un peso de 0,4 t ha⁻¹, siendo estos, los menores valores, comparados con N200 y N300 que definieron 0,6 t ha⁻¹ y 0,5 t ha⁻¹.

En cuanto al peso seco de la biomasa aérea, se obtuvo valores que oscilaron entre 3.1 a 4.2 t ha⁻¹ de MS.

La variable biomasa total, registró el mayor valor para N300 con 8.3 t ha⁻¹ de MS, coincidente con el valor más alto de biomasa de bulbos, explicando de esta manera el resultado, ya que los demás componentes no tienen mucha variación. Los siguientes tratamientos, no superaron al testigo, al igual que lo ocurrido con la biomasa aérea y de bulbos (Tabla 10).

Como en el caso anterior, los aportes de Nitrógeno orgánico e inorgánico al cultivo no se asociaron con cambios en los pesos de MS de cada componente de la planta.

Tabla 11. Peso seco de biomasa (t ha⁻¹) a cosecha a los 240 días. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

TOTALES	t ha⁻¹			
Tratamientos	PS Raíz	PS Bulbo	PS Aérea	Biomasa Total
Testigo	0,4 a	2,8 a	3,8 a	7,0 a
N100	0,4 a	2,3 a	3,1 a	5,8 a
N200	0,6 a	2,6 a	3,7 a	6,9 a
N300	0,5 a	3,6 a	4,2 a	8,3 a
p-valor	0.2721	0.0072	0.0044	0.0001
CV (%)	45,99	24,09	16,14	11,23

Medias con igual letra para el factor (dosis de nitrógeno) hay diferencia significativamente entre sí, según el test de Duncan al 5 %.

Proporción de bulbos.

En cuanto a la proporción de cada clase de bulbos, los resultados de ANOVA según el test de Duncan ($\alpha=0.05$), no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

La fertilización nitrogenada aumentó el porcentaje de bulbos normales de 40,7% a 46,7%, respectivamente.

Se debe tener en cuenta que los cultivares blancos no presentan una circunferencia perfecta y es frecuente que se presenten como bulbos algo deformados y pasan a ser normales desde el punto de vista comercial sin ser tan rigurosa la diferenciación entre bulbos normales y deformes (Tabla 11).

Tabla 12. Proporción de bulbos normales y anormales. Año 2008. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Tratamientos	Porcentaje de bulbos (%)		
	Normales	Deformes	Chicos
Testigo	37,0 a	21,0 a	33,5 a
N 100	44,2 a	22,5 a	40,2 a
N 200	40,7 a	26,0 a	36,7 a
N 300	46,7 a	29,7 a	31,7 a
p-valor	0,5345	0,6620	0,4332
CV (%)	22,98	42,68	90,35

Medias con igual letra para el factor (dosis de nitrógeno) no difieren significativamente entre sí, según el test de Duncan al 5 %

Peso y calibre de cultivo de ajo “blanco” clon INCO 283

En el peso individual y el calibre de los bulbos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas Duncan al ($\alpha=0.05$).

El calibre de los bulbos normales oscila entre 4,86 cm a 5,37 cm, mientras que en los bulbos chicos es de 3,0 cm a 3,75 cm.

En cuanto al peso individual osciló entre 25,45g a 31,13g para bulbos normales y para bulbos chicos fue 22,75 g a 26,50 g. Los bulbos algo deformados presentan un peso individual que oscila entre 22,00 g a 27,50 g (Tabla 12).

Tabla 13: Peso individual y calibre de los bulbos diferentes tratamientos a cosecha a los 240 días. Año 2008. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Tratamientos	Bulbos Normales		Bulbos Chicos		Bulbos deformados	
	Peso Ind.	Calibre	Peso Ind.	calibre	Peso Ind.	Calibre
Testigo	25,45 a	4,86 a b	22,75 b	3,60 a	27,50 a	4,15 a
N100	22,80 a	5,00 a	25,00 a	3,45 a	24,00 a	4,33 a
N 200	30,50 a	5,37 a	31,50 a	3,75 a	23,25 a	4,43 a
N 300	31,13 a	4,37 b	26,50 a	3,58 a	22,00 a	4,68 a
p-valor	0.5631	0.0068	0,3427	0,6853	0,9081	0,4163
CV (%)	29,50	6,53	25,34	8,83	45,97	9,86

Medias con igual letra para el factor (dosis de nitrógeno) no hay difieren significativamente entre sí, según el test de Duncan al 5 %.

Rendimiento total de bulbos de ajos

Con respecto al rendimiento los tratamientos de fertilización ensayados no hay diferencias estadísticamente entre sí. Cuando el ajo fue fertilizado con 300 kg ha^{-1} de N su rendimiento fue de 5.174 kg ha^{-1} . El testigo presentó un rendimiento de 4.928 kg ha^{-1} ; si bien estas diferencias no se diferenciaron al nivel del Duncan ($\alpha= 0.05$). La respuesta fue casi similar cuando se utilizó N100 y N200 respectivamente (Tabla 13).

Tabla 14: Rendimiento total en (kg ha^{-1}) del cultivar de ajo blanco clon INCO 283. Año 2008. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Tratamientos	Rendimientos (kg ha^{-1})			
	Bulbos Normales	Bulbos chicos	Bulbos deformados	Totales de rendimiento
Testigo	2347 a	1197 b	857 a	4928 a
N 100	2335 b	1230 a	1152 a	4763 a
N 200	3003 a	1567 a	1197 a	5724 a
N300	2990 a	1326 a	1383 a	5174 a
p-valor	0,8088	0,4357	0,6835	0,8628
CV (%)	49,93	25,47	53,18	32,92

Medias con igual letra para cada factor (dosis de nitrógeno) no hay diferencias significativa entre sí, según el test de Duncan al 5 %.

Tabla 15. Rendimientos totales la conversión de (kg ha^{-1}) a (t ha^{-1}) del cultivar de ajo blanco clon INCO 283. Año 2008. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Tratamientos	Rendimientos t ha^{-1}
Testigo	4.8 a
N100	4.9 a
N200	5.7 a
N300	5.2 a
p- valor	0,8628
CV %	32,92

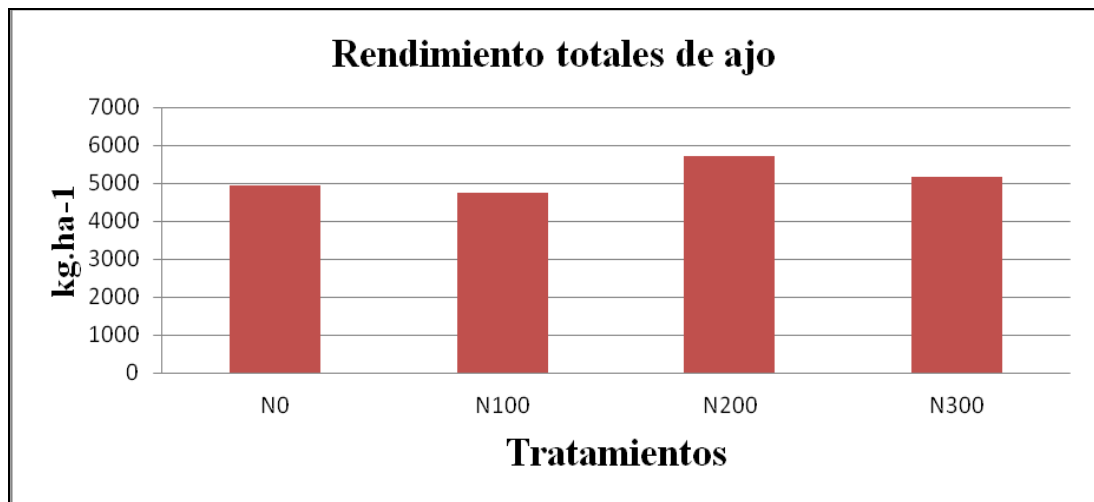


Figura 11. Rendimientos totales en Kgha^{-1}

En los tratamientos de fertilización nitrogenada no hubo diferencia estadística significativa entre sí, en los rendimientos de ajo seco y limpio (sin hojas, ni raíces).

El tratamiento con dosis de N de 200 kg ha^{-1} produjo el mayor rendimiento de bulbos normales y menor de bulbos deformes.

En general se puede decir que estos bajos rendimientos han estado afectados por el escaso número de riegos realizados al cultivo de ajo con el efluente (210 mm) y que el aporte natural de lluvias fue muy mal distribuido al ser baja la precipitación en gran parte de Junio y Julio del año 2008.

Calidad sanitaria del ajo

Los resultados presentados por este trabajo en cuanto a calidad sanitaria del ajo, concuerdan con lo reportado por (Fasciolo *et al.*, 2002), por (Grosso *et al.*, 2004; 2005) y (Crespi *et al.* 2005), indicando que el cultivo de ajo resultó seguro para la salud humana y no fue afectada su calidad sanitaria al ser regado con los efluentes urbanos tratados, ya que no se detectó *Escherichia coli* y *Salmonella sp* (figura 12).

En cuanto a las bacterias *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, en los bulbos de ajos cosechados los análisis microbiológicos no detectaron la presencia de estas bacterias sobre sus catáfilas.



Figura 12: Cultivar tipo “blanco” clon Inco 283. Bulbos normales. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

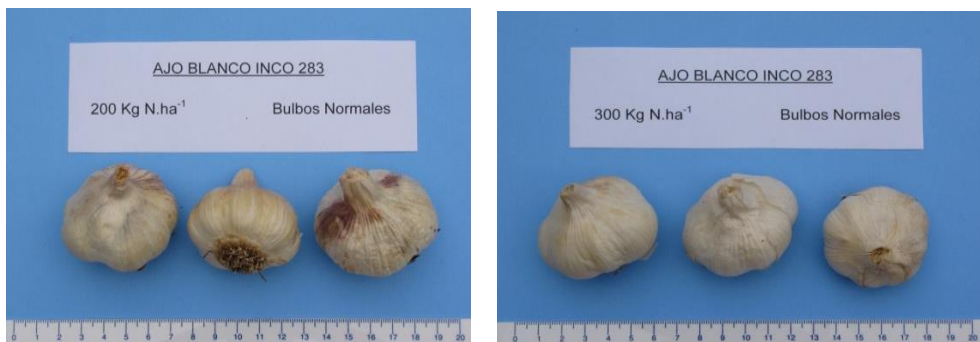


Figura 13: Cultivar tipo “blanco” clon Inco 283. Bulbos normales. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Eficiencia en el uso del agua

La Eficiencia en el Uso del Agua (EUA) fue sometida al análisis de varianza (ANOVA) y según el test de Duncan no se encontró diferencias estadísticamente significativas al nivel del 5%.

La mayor EUA siguiendo la metodología propuesta por Crespi *et al.*, (2001), fue de 17.78 kg ha⁻¹mm⁻¹ aplicado, correspondiente al tratamiento con dosis de N de 200 kg.ha⁻¹: tratamiento con dosis de N de 100 kg.ha⁻¹ tuvo la menor eficiencia de uso del agua con 14.79 kg ha⁻¹mm⁻¹ aportado. El promedio de EUA registrado en general para este ensayo fue de 15,86 kg ha⁻¹mm⁻¹ (Tabla 14).

Tabla 14: Eficiencia en el uso de agua de los distintos tratamientos. UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Tratamiento	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Lamina neta de riego (mm)	EUA (kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)
Testigo	4928 a	322	15,30 a
N 100	4763 a	322	14,79 a
N 200	5724 a	322	17,78 a
N300	5174 a	322	16,07 a
PROMEDIO			15,86
p-valor			0,8625
CV (%)			32,92

Medias con igual letra para el factor (dosis de nitrógeno) no difieren significativamente entre sí, según el test de Duncan al 5 %.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este ensayo de investigación, sobre el rendimiento comercial del cultivo de ajo, se consideran bajos para la región central del país, causado por el menor volumen y frecuencia de riego con el efluente, que el necesario.

Los nutrientes aportados por las aguas residuales urbanas son similares a los obtenidos con el agregado de fertilizantes químicos, logrando obtener cosechas con rendimientos equivalentes.

La investigación realizada muestra que el uso de efluentes urbanos tratados, es seguro para ser aplicado en este cultivo, ya que los bulbos de ajos en todos los tratamientos resultaron libres de bacterias, garantizándose de esta manera la calidad sanitaria y su aptitud para el Consumo humano.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ADESUR.** 1999. “Asociación interinstitucional para El sur de Córdoba. Plan director”.
Secretaría técnica de Adesur. Universidad Nacional de Río Cuarto. 99 Pág. Córdoba.
Argentina.
- ARBOLEYA, J.; C GARCÍA Y C. SUÁREZ.** 1997. Consideraciones generales sobre la
nutrición, el riego y la densidad de plantación en ajo. 50 Temas sobre Producción de
ajo. Vol 3. Mendoza.
- BURBA, J. L.** 1993. Manual de Producción de Semillas Hortícolas. Ed. La Consulta.
Mendoza. 163 p.
- BURBA, J. L. y S. LANZAVECHIA.** 1999. VI Curso taller sobre producción,
comercialización e industrialización de ajo. Mendoza. Argentina.
- BURBA, J. L Y LANZAVECHIA.** 2003. Equivalencia internacional para calibre de ajo.
Ediciones, INTA. - EEA. La Consulta. Mendoza.
- BURBA, J. L.** 2005. INFORAJO 2. Ediciones, INTA. - EEA. La Consulta. Mendoza.
- CABELLO, A y BURBA J. L.** 2006. Artesanato para presentaciones de ajo en fresco.
Documento proyecto ajo/INTA 082. EEA La Consulta. Mendoza. P. 21.
<http://inta.gob.ar/documentos/artesanato-para-presentaciones-de-ajo-en-fresco/>
Consultado 20/10/2011.
- CANTERO, G., A., E.M. BRICCHI, V.H. BECERRA, J. M. CISNEROS y H.A. GIL**
1986. Zonificación y descripción de las tierras del Departamento Río Cuarto
(Córdoba). UNRC, FAV. Mim. 80 p.
- CARTA DE SUELOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. Hoja Río Cuarto.** 1994.
Plan Mapa de Suelos de Córdoba. INTA-MAGyRR. 97 p.
- CATEDRA AGRO METEOROLOGIA, UNRC.** 2007. Material Inédito.
- 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
consociada. Ingeniería del Agua. Vol. 8. N° 4. España.
- 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 y D. PICCA.** 2005.
Tratamiento y reutilización de aguas residuales domiciliarias. XX congreso Nacional
del Agua. III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. Mendoza. P. 76.

- CRESPI, R; O. PLEVICH; A. THUAR; L. GROSSO; C. RODRÍGUEZ, D. RAMOS O. BAROTTO; M. SARTORI; M. COVINICH y J. BOEHLER.** 2007. Manejo de aguas residuales urbanas. Aceptado para su publicación en Conagua 2007. Tucumán.
- ESTRUCPLAN.** 2012. Reutilización de aguas residuales. En:
<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IDEntrega=2526>. Consultado 01.05-2012.
- FASCIOLO, G. E; E. GABRIEL; MECA, M.I. Y V. LIPINSKI.** 1998. Riego con Efluentes Tratados: Potencial Fertilizante Para Un Cultivo de Ajo. En:
www.Bvsde.paho.org/bvsaidis/argentina11/eflutrajo.pdf . Consultado: 16-09-2010.
- FASCIOLO, G. E; E. GABRIEL; F. TOSI y M. I. MECA.** 2002. Rendimiento de cultivo de ajo y cebolla regados con efluentes domésticos tratados. XIX Congreso Nacional
- GAVIOLA, S; M. F. FILIPPINI y V. M. LIPINSKI.** 1991. Ritmo de crecimiento y absorción de nutrimentos en ajo (*Allium sativum* L.). Efecto de la fertilización sobre componentes del rendimiento en los tipos blancos y colorados. P. 105-112. I y II. Curso Taller Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. 24 al 29 Junio 1991. INTA, Centro regional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
- GAVIOLA, S. y V. M. LIPINSKI.** 2002. Diagnostico rápido de nitrato en ajo CV. Fuego INTA con riego por goteo. Ciencia del suelo. 20:43-49.
- 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 distintos cultivares de ajo blanco. VIII Curso / taller de ajo. Mendoza. P 93-94.
- GROSSO, L; A. RICOTTO; D. RAMOS; A THUAR; M. S. GIACHERO y R. CRESPI.** 2004. Efectos del riego con efluentes urbanos tratados e inoculados con *Azospirillum brasilense* en ajo (*Allium sativum* L.). Horticultura Argentina. Revista de la Asociación Argentina de Horticultura. Vol. 23 - N° 54. 197. Resúmenes XXVII. Congreso Argentino de Horticultura.
- GROSSO, L; D. RAMOS; V. BRIZUELA; M. RODRÍGUEZ; L. PENA y R. CRESPI.** 2005. Cultivares de ajo (*Allium sativum* L.) regados con efluentes urbanos tratados. Horticultura Argentina. Revista de la asociación Argentina de Horticultura. Vol. 24. N° 56/57. 114. Resúmenes. XXVIII. Congreso Argentino de Horticultura.
- GROSSO, L; A. RICAGNI; D. RAMOS y R. CRESPI.** 2006. Cultivares de ajo (*Allium sativum* L.), riego con efluentes urbanos tratados y fertilizados con nitrógeno XXIV. Congreso Argentino de Horticultura. Catamarca.
- INTA EEA Santa Cruz.** Recomendaciones prácticas para el cultivo de ajos. En:
www.INTA.gob.ar/Santacruz. Consultado: 19/0/2012.

- LAFUENTE, G.; G.** 2009. Reutilización de aguas residuales urbanas. En: www.analesranf.com/index.php/mono/article/viewFile/602/619. Consultado: 02-05-2012.
- LIPINSKI, V. M.** 1995. Efecto de la densidad y la fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo tipo colorado. IV Curso/Taller sobre producción comercialización e industrialización de ajo. Argentina.
- LIPINSKI, V.** 1996. Maximizando la producción de ajo y cebolla: manejo de la fertilización. Fertilizar. Divulgación técnica sobre el uso de fertilizante y enmiendas numero 5. INTA pag. 16-18.
- LIPINSKI, V. M., y S. GAVIOLA.** 1999. Fuentes y dosis de nitrógeno en fertirrigación de ajo blanco. Fuego INTA. Horticultura Argentina 18:28-32.
- LIPINSKI, V. M., y S. GAVIOLA.** 2001. Nitratos en ajo bajo sistema de fertirrigación. Evolución durante el ciclo. VII Curso / taller de Ajo. Mendoza. P. 113-114.
- LIPINSKI, V.M., y G. GAVIOLA.** 2006 a. Evaluación de rendimiento y calidad de cultivares de ajo colorados fertirrigados con nitrógeno. Tomo XXXVIII. Nº 2. 37-48.
- LIPINSKI, V.M., y G. GAVIOLA.** 2006 b. Evaluación de cultivares de ajo (*Allium sativum* L) blanco bajo déficit controlado de riego. INTA. La Consulta.
- MOSCOSO, J. y GUNTHER MERTHAL.** 2001. Modulo: 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. Informe Técnico 778. OMS, Ginebra.
- ORECCHIA, E.,** 2001. Proyecto fruti hortícola. Tecnología para el desarrollo sustentable nacional. Primer encuentro nacional de producciones orgánicas “desde adentro”.
- ORTIZ PINEDA; C.** 2010. Prevalencia de huevos de helmintos en lodos, agua residual cruda y tratada, provenientes de un sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio El Rosal, Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia.
- PEREYRA MABEL; N.** 2013. Periodo agrícola 1996-2013. Panorama de la Producción de ajo en la Provincia Mendoza. Fundación IDR.
- PEREYRA, M y P. POTASCHNER.** 2010. Periodo Agrícola 2009-2010. Informe de coyuntura de ajo de la provincia de Mendoza. Fundación IDR.
- POTASCHNER, P.** 2010. Periodo Agrícola 2010-2011. Informe de coyuntura de ajo de la Provincia de Mendoza. Fundación IDR.

- PROMENDOZA.** 2009. Lista de los países importadores para el producto seleccionado 2009. En: http://promendoza.com/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=10&lang=es. Consultado 29-08-2012.
- REBOLLEDO JAÑA, L.** 2004. Respuesta del ajo (*Allium sativum* L.) a la aplicación de cal y boronatrocalcita. 2º revisión bibliográfica. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía.
- ROJAS R.** 2002. Conferencia Sistemas de Tratamiento de Agua Residuales. Curso Internacional “GESTION INTEGRAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES” 25 AL 27 DE Septiembre de 2002
- SANDOVAL YOVAL y COLLI MISSET.** 2004. Cultivo de hortalizas con aguas residuales tratadas. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- SEILER, R., R. FABRICIUS, V. ROTONDO y M. VINOCUR.** 1995. Agroclimatología de Río Cuarto – 1974 / 1993. Volumen I. UNRC. p: 41.
- SILVA, J. P, TORRES y C, MADERA.** 2008. Reusó de aguas residuales domesticas en agricultura. Vol 26. Núm. 2. pp. 347-359. Universidad Nacional de Colombia.
- TRAPE, A.** 2001. Serie de información de coyuntura. “Situación actual de ajo”. Pág. 7.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CRESPI, RAÚL, J.; LILIANA E. GROSSO; J. OMAR PLEVICH; M. CLAUDIA RODRÍGUEZ; VIVIANA DEL ROSARIO REYNOSO; EDUARDO GROPELLI; ALICIA M. THUAR; MARINO A. PUGLIESE; CECILIA SAROFF Y ALEJANDRO SARTORI.** 2009. Expositor X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del Mercosur CIGR Section V International Symposium. “Desarrollo a escala piloto de tecnologías para el tratamiento y la reutilización de efluentes urbanos”.
- FASCIOLO, G; M.I. MECA y E. GABRIEL.** 2000. Riego con efluentes tratados: Aceptabilidad sanitaria para un cultivo de ajo. Presentado al 11º Congreso Argentino de saneamiento y Medio Ambiente.
- FASCIOLO, G. E. GABRIEL; M. MECA y D. LIPINSKI.** 2001. Riego con efluentes tratados: Aceptabilidad sanitaria para un cultivo de ajo. XXVIII Congreso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental. Brasil.



LIPINSKI, V. M., y S. GAVIOLA. DE HERAS. 1995. Efecto de la densidad y fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo tipo colorado. IV. Curso- Taller sobre Producción, comercialización e industrialización de ajo. EEAb La Consulta – INTA. Mendoza. Argentina.

Tesis consultada

CHANADAY, E. 2009. **Uso de efluentes urbanos y biosólidos en la producción de ajo.** Tesis. Fac.de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.







