



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

"Trabajo Final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo"

**Evaluación de la producción de ajo bajo riego con efluentes
urbanos tratados y aplicación de biosólidos**

Martin Gonzalo Arredondo

DNI: 29897794

**Director: Ing. Agr. Grosso, Liliana
Co- Director: Ing. Agr. Salusso, Fabricio**

**Río Cuarto - Córdoba
Mayo 2014**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

**Título del Trabajo Final: “Evaluación de la producción de ajo bajo riego
con efluentes urbanos tratados y aplicación de biosólidos”**

Autor: Arredondo, Martín Gonzalo

DNI: 29.897.794

Director: Ing. Agr. Grosso Liliana

Co-Director: Ing. Agr. Salusso Fabricio

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

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

Ing. Agr. M.Sc. Plevich, Omar _____

Ing. Agr. Dr. Crespi, Raúl _____

Fecha de Presentación: ____/____/____

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____.

Secretario Académico _____

INDICE GENERAL

Índice General.....	I
Índice de Tablas.....	III
Índice de Figuras.....	IV
Resumen.....	V
Summary.....	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1-Importancia del cultivo y principales zonas de producción.....	1
2-efluentes urbanos tratados.....	2
3-Biosolidos.....	4
II. HIPOTESIS.....	6
III. OBJETIVOS.....	6
1-Objetivos generales.....	6
2-Objetivos específicos.....	6
IV. MATERIALES Y METODOS.....	7
1- Características del ensayo.....	7
2 - Tratamiento del agua residual.....	8
3 - Sistema de riego por goteo.....	11
4 - Obtencion y aplicación de biosolidos.....	12
5 - Analisis físico-químico del suelo ensayado.....	13
6 - control de malezas y enfermedades.....	14
7 - Evaluación los comportamientos agronómicos.....	14
8 - Cosecha.....	14
9 - Determinaciones microbiológicas.....	15
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
1- Precipitaciones durante el ciclo del cultivo.....	16
2- Aporte de agua al cultivo de ajo durante el ciclo	16
3- Análisis de suelo	17
4-Aportes y requerimientos en el cultivo de ajo cultivar ajo blanco.....	17
5- Numero de hojas y altura de planta.....	18
6- Peso seco de raíz, bulbos y parte aérea de cada tratamiento.....	19
7- Porcentaje de bulbos normales y con anormalidades.....	19

8- Calibre de bulbos normales	20
9- Número de bulbillos.....	21
10-Rendimineto.....	22
11-Calidad sanitaria de los ajos.....	23
VI. CONCLUSION.....	24
VII. BIBLIOGRAFIA.....	25

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Determinaciones analíticas del efluente urbano tratado. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	10
Tabla 2. Características agroecológicas de los biosólidos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	12
Tabla 3. Características químicas del perfil del suelo. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	13
Tabla 4. Características físicas-químicas del suelo después de los tratamientos. Planta Piloto. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	17
Tabla 5. Aporte del nitrógeno durante el ciclo del cultivo. Planta Piloto. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.	18
Tabla 6. Número de hojas en función de los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	18
Tabla 7. Altura de planta en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	19
Tabla 8. Peso seco de biomasa. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	19
Tabla 9 Porcentaje de bulbos normales y anormales en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	20
Tabla 10. Calibres de los bulbos normales en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	21
Tabla 11. Numero de bulbillos en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	22
Tabla 12. Rendimiento medio obtenido en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	23

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plantación del cultivo de ajo. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.	7
Figura 2. Desinfección de los bulbillos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.	8
Figura 3. Conducción de los efluentes y pre tratamiento. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	9
Figura 4. Conducción de los efluentes. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	11
Figura 5. Carga, descarga y transporte de biosólidos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	12
Figura 6. Aplicación de biosólidos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	13
Figura 7. Estado general del cultivo. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	14
Figura 8. Cosecha de ajo. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	15
Figura 9. Procesamiento y tomas de datos. Laboratorios. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.	15
Figura 10. Precipitaciones de 2011 y valores promedio históricos (1981-2010) para el período Abril - Noviembre. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	16
Figura 11. Porcentajes de bulbos normales y anormales. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.	20
Figura 12. Calibre de bulbos normales. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	21
Figura 13. Número de bulbillos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	22
Figura 14. Rendimiento medio obtenido en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	23

RESUMEN

Las aguas residuales depuradas constituyen un recurso hidráulico importante en las zonas con alta densidad de población en las que hay problemas de falta de agua. Los biosólidos son principalmente materiales orgánicos producidos durante el tratamiento de aguas residuales, los cuales pueden ser utilizados en diversos usos beneficiosos, como su incorporación al terreno para abastecerlos de nutrientes y materia orgánica. Las aguas residuales tratadas para riego y la aplicación de biosólidos son un valioso recurso para su reutilización en cultivos hortícolas. Con el objetivo de evaluar el rendimiento y la calidad sanitaria del ajo, se plantó el 31/03/2011 ajos "blancos" cultivar Unión, a una densidad de 33 plantas.m², en un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluó la aplicación al suelo de dos dosis de biosólidos con 91 % de humedad: 1) biosólido 60 t.ha⁻¹ (BIO 60); 2) 125 t.ha⁻¹ (BIO 125); más un testigo. Todos los tratamientos se regaron por goteo con efluentes urbanos tratados, se aplicó una lámina de 244.4 mm. Las precipitaciones efectivas aportaron 190 mm. El efluente aportó 78 kg.ha⁻¹ de N, 10 kg.ha⁻¹ de P y 39 kg.ha⁻¹ de K. el biosólido 60 t.ha⁻¹ aportó 65 kg.ha⁻¹año⁻¹ de N y 45 kg.ha⁻¹año⁻¹ de P y 25 kg.ha⁻¹año⁻¹ de K. el biosólido 125 t.ha⁻¹ aportó 136 kg.ha⁻¹año⁻¹ de N y 93 kg.ha⁻¹año⁻¹ de P y 53 kg.ha⁻¹año⁻¹ de K y los rendimientos del cultivo de ajo fueron: Testigo: 11,1 t.ha⁻¹; BIO 60 11,5 t.ha⁻¹ y BIO 125 12.2 t.ha⁻¹. Estas diferencias no fueron significativas al nivel del 5% (LSD Fisher). Los análisis bacteriológicos de los bulbos confirmaron ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* Estos resultados nos indican que estas tecnologías son posibles de utilizar en la producción de ajo, ya que se logró una producción comercial semejante a los valores de producción nacional y con calidad sanitaria; además el suelo fue enriquecido con nutrientes y materia orgánica asegurándonos una producción sustentable en el tiempo.

SUMMARY

The treated wastewaters are an important water resource in areas with high population density where there are problems of lack of water. Biosolids are primarily organic materials produced during wastewater treatment, which can be used in various beneficial uses, such as incorporation into the soil to supply it with nutrients and organic matter. The treated wastewater for irrigation and the application of biosolids are a valuable resource for reuse in vegetable crops. In order to evaluate the performance and health quality of garlic, garlic is planted 31/03/2011 with white cultivar Union, at a density of 33 plants.m⁻² in a block design completely randomized with three treatments and four replications. Two doses of biosolids with 91% moisture: 1) 60 t ha⁻¹ of fresh material (BIO 60), 2) 125 t ha⁻¹ (BIO 125), but a witness. All treatments were watered drip urban effluents treated by applying a sheet of 244.4 mm. provided effective rainfall 190 mm. The effluent contributed 78 kg ha⁻¹ of N, 10 kg ha⁻¹P and 39 kg ha⁻¹ K. The BIO 60 provided 65 kg ha⁻¹ yr⁻¹ of N and 45 kg ha⁻¹yr⁻¹ P and 25 kg ha⁻¹ yr⁻¹ of K. The BIO 125 provided 136 kg ha⁻¹ yr⁻¹ of N and 93 kg ha⁻¹ yr⁻¹ P and 53 kg ha⁻¹ yr⁻¹ of K and garlic crop yields were: Control: 11.6 t ha⁻¹, BIO 60 12.1 t ha⁻¹ and BIO 125 12.8 t ha⁻¹. These differences were not significant at the 5% (Fisher LSD). Bacteriological analyzes confirmed the bulbs absence of *Escherichia coli* and *Salmonella* sp. These results indicate that these technologies are possible to use in the production of garlic.

INTRODUCCIÓN

Importancia del cultivo y principales zonas de producción:

Los principales países productores del mundo se encuentran en el centro asiático, representado por China, que produce el 83% del ajo del mundo. El centro sudamericano conformado por Brasil y Argentina aporta alrededor del 1,5% de la producción global. Este centro posee una participación significativa en el comercio mundial ya que Brasil es el principal comprador y Argentina el segundo mayor vendedor; nuestro país abastece tanto a su socio comercial del MERCOSUR, como a los grandes mercados del Hemisferio Norte (Pereyra, 2011).

Argentina es el segundo exportador mundial de ajo, después de China, tanto en volúmenes exportados como en millones de dólares. Según un informe del Área Técnica-Estadística de FunBaPa. Se realizaron exportaciones por un valor de U\$S 156.019.000 y por un volumen de 67.245 t en el primer semestre del año 2011. La cantidad de mercados que reciben este producto es de veintiséis de los cuales los principales son Brasil con 49.681 t, seguido de la Unión Europea con 11.332 t, Estados Unidos con 2.166 t, Haití con 1.098 t y otros países con 2.968 t. (Apinco, 2011).

La diversidad de zonas productoras en el país, con diferentes condiciones agroecológicas, permiten que la oferta sea continua durante todo el año (Orecchia, 2001); la principal producción se localiza en las provincias de Mendoza (77%) y San Juan (13%), y están fundamentalmente dedicadas al ajo de exportación. Buenos Aires (4%) y Córdoba (3%) son abastecedoras del mercado interno (Burba, 2005).

La superficie cultivada de ajo para la temporada 2010-2011 en las principales provincias argentinas, alcanzaron las 14.050 ha. Los rendimientos por hectárea posicionan en primer lugar al ajo morado con una media de 14,29 t ha⁻¹, en segundo término el ajo colorado con 10,53 t ha⁻¹ y en tercer lugar el ajo blanco con 10,37 t ha⁻¹ de ajo limpio y seco, es decir sin ramas ni raíces (Potaschner, 2010). Los ajos blancos predominan con un 55 % de la superficie, seguido de los morados con el 45 %, sin presencia de colorados.

Mendoza lidera la superficie cultivada del país con 11.550 ha de todos los tipos comerciales difundidos mientras que la provincia de San Juan presenta unas 1.900 ha, principalmente ajo blanco. Ambas provincias están fundamentalmente dedicadas al ajo de

exportación para consumo en fresco, con escaso valor agregado. En el resto del país, Buenos Aires registró para la misma campaña 700 ha, siendo el ajo cultivado del tipo colorado y Córdoba alrededor de 100 ha. Estas dos provincias son abastecedoras tradicionalmente del mercado interno (Pereyra, 2011).

En la provincia de Córdoba se produce ajo en la zona de Jesús María, Villa Dolores y en el Departamento de Cruz del Eje, siendo ésta 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 (Orecchia, 2001).

Efluentes urbanos tratados:

El agua dulce es un recurso vital pero cada día es más escaso debido al crecimiento demográfico, la urbanización y la industrialización, a lo que se suman los conflictos asociados a los cambios climáticos, esto obliga a priorizar el uso del agua de primera calidad para el abastecimiento público y aprovechar aguas de menor calidad en usos menos exigentes, como es el riego agrícola (González y Rubalcaba, 2011).

Las aguas residuales depuradas constituyen un recurso hidráulico importante en las zonas con alta densidad de población en las que hay problemas de falta de agua (Generalitat Valenciana, 1994). La reutilización de aguas residuales tratadas en el riego agrícola garantiza una fuente constante y segura de líquido, además del potencial que ofrecen como una importante fuente de nutrientes y materia orgánica para los cultivos (González y Rubalcaba, 2011), ahorro en gastos de fertilización, y sobre todo coadyuvar en la eliminación de aguas residuales y sustentabilidad de los sistemas (Crespi, *et al.*, 2009).

Israel comenzó a aplicar el riego con aguas residuales en forma masiva a comienzos de los años 70 para la producción de algodón. Hoy en día, todo tipo de cultivos son irrigados con aguas servidas tratadas; el 80% de las aguas residuales tratadas en Israel son reutilizadas en la irrigación agrícola (Quipuzco Ushñahua, 2004).

Una idea del interés de su reutilización agrícola lo demuestran las elevadas cifras que la Administración pública dedica a este objetivo. Por ejemplo, el Programa Agroalimentario de la Comunidad Valenciana 1994-2000 prevé una inversión de cerca de 9.000 millones de ptas. en obras para la reutilización de unos 90 Hm³ de aguas residuales para el riego durante el período 1995-2002. Hay que tener en cuenta que la producción actual de aguas residuales

en la Comunidad Valenciana es de unos 100 Hm³/año, lo que supone aproximadamente un 3,5 % del total de recursos hídricos totales (Generalitat Valenciana, 1994).

Las aguas residuales urbanas tratadas, no solo son un complemento o una solución estratégica para cubrir los requerimientos de riego, sino que también son una importante fuente de elementos nutritivos. En este sentido, Silva (2008), expresa que los efluentes urbanos tratados aportan macro-elementos en cantidades suficiente como para reducir o eliminar la necesidad de fertilizar, además de agregar materia orgánica como acondicionador de suelo. La concentración de nutrientes de las aguas residuales tratadas varía entre 10 a 100 mg L⁻¹ de N, de 5 a 25 mg L⁻¹ de P y 10 a 40 mg L⁻¹ de K. Estas cantidades de nutrientes aportadas por el efluente pueden cubrir en muchos casos las necesidades de nitrógeno, fósforo y potasio de un cultivo.

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* (Bouwer y Idelovitch, 1987).

Actualmente existe 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). El contenido de huevos de helmintos que establece la OMS, debe ser ≤ 0.1 huevo L⁻¹ para el riego de cultivos que se consumen en crudo donde los consumidores y el grupo de trabajo están expuestos (Ortiz Pineda, 2010).

Reportan Fasciolo *et al.* (2002) que en cultivo del ajo, el riego con efluentes se comporta como una fertilización nitrogenada aumentando 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 se aumento la velocidad de infiltración, el contenido de materia orgánica y de fósforo, y se produjeron modificaciones positivas en la estructura del suelo.

Biosólidos:

Los biosólidos se obtienen por medio del tratamiento de los lodos de los efluentes urbanos, dichos tratamientos pueden ser primarios (sin digestión), basado en procedimientos de separación física, secundarios (con digestión), que comprende procedimientos físicos y biológicos, en los cuales se reduce la presencia de patógenos, parásitos y el contenido de compuestos carbonados lábiles en los biosólidos, y terciarios, en los cuales se suman tratamientos químicos. Dentro de las alternativas disponibles para la disposición final de los biosólidos se destaca el reciclaje del residuo (Lavado y Taboada, 2002).

El reciclaje de los biosólidos a través de la aplicación al terreno tiene varios propósitos. Estos mejoran las características del suelo, tales como la capacidad de absorción de agua, las cuales brindan condiciones más favorables para el crecimiento de las raíces e incrementan la tolerancia de la vegetación a la sequía. La aplicación de biosólidos también provee algunos micronutrientes esenciales, tales como el níquel, el zinc y el cobre. Los biosólidos pueden servir también como una alternativa o sustituto de los costosos fertilizantes químicos (EPA, 2000).

La aplicación de lodos residuales sobre el suelo se presenta como una alternativa de aporte de nutrientes a los cultivos (Grosso *et al.*, 2007), ya que se han encontrado resultados beneficiosos tanto de tipo ambiental como económico, debido a que éstos lodos proporcionan material orgánico, mejoran la estructura del suelo y ofrecen un gran potencial para el reciclaje de macronutrientes y micronutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas (Caldera *et al.*, 2007).

Debido a los problemas ecológicos y económicos provocados por el uso intensivo e inadecuado de los fertilizantes sintéticos, la agricultura mundial en los últimos años está encaminada a lograr una agricultura sostenible, con el objetivo de obtener altos rendimientos con aplicación de bajos insumos y en lo posible el uso de productos de origen orgánico (Utria, 2008).

Actualmente, cerca del 55% de la producción anual de biosólidos de Estados Unidos es usada beneficiosamente en campos en suelos dedicados a la agricultura, bosques, enmiendas a los suelos o son almacenados para dichos propósitos. También se utilizan en viveros, jardines, productores de mezclas de suelo, parques, producción de hortalizas, frutas y plantas ornamentales (Ozores y Méndez, 2010).

Un estudio realizado sobre los cultivares de ajo: Morado INTA, Nieve INTA, Perla INTA y Unión, presentó un rendimiento promedio de 6 tha^{-1} en los cultivares de ajo regados por surco con distinta calidad de agua: efluentes urbanos tratados y agua de perforación, no se hallaron diferencias estadísticas de producción (tha^{-1}) ni entre los cultivares de ajo, ni entre las calidades de agua de riego (Grosso *et al.*, 2009).

En cuba trabajos realizados con aplicación de biosólidos en el cultivo de tomates, se observó un estímulo positivo en el crecimiento, en altura de las plántulas, con valores similares a las desarrolladas en el suelo fertilizado mineralmente y superiores a las cultivadas en suelo testigo. Sin embargo, al evaluar el diámetro del tallo se pudo determinar que las plantas cultivadas en el suelo fertilizado con urea lograron los mejores valores en esta variable (Borges, 2007).

HIPÓTESIS

El aporte de nutrientes por parte de los biosólidos y el riego con efluentes urbanos lograrán mayor productividad y rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$) del cultivo de ajo.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERAL

- Evaluar el comportamiento, rendimiento y calidad sanitaria del cultivo de ajo abonado con biosólidos y regado por goteo con efluentes urbanos tratados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer un sistema de riego por goteo semiautomatizado.
- Determinar altura de planta, número de hojas, peso seco de la raíz, bulbos y parte aérea; en madurez fisiológica, en cada uno de los tratamientos.
- Determinar el rendimiento en peso ($kg\ ha^{-1}$), el porcentaje de los bulbos normales y con anomalías, peso y calibre de los bulbos, para cada uno de los tratamientos.
- Determinar la presencia o ausencia de *Salmonella sp* y *Escherichia coli*, microorganismos dañinos para la salud.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se efectuó en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto (33°07' S, 64° 14' W, 421 m.s.n.m.), donde está instalada una Planta experimental para el tratamiento y la reutilización de aguas residuales urbanas con un potencial de captación del efluente urbano erogado por las Residencias Estudiantiles Universitarias (REU), en el Departamento de Río Cuarto, Provincia de Córdoba, Argentina.

Las condiciones climáticas de la región en el período 1977-2006 han sido: Temperatura Máxima Anual 23,18 °C; Temperatura Mínima Anual: 10,20 °C, Temperatura Media Anual: 16,30 °C. Dicho ensayo se realizó sobre un suelo clasificado como Haplustol típico.

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 periodo libre de heladas en Río Cuarto es de 256 días y va desde mediados de Septiembre a mediados de Mayo (ADESUR, 1999).

Características del ensayo:

La fecha de plantación fue el 31 de Marzo del 2011 donde se plantaron bulbillos de ajo blanco del cultivar Unión de un tamaño promedio de 4 g, provenientes de bulbos de calibre 5, en plano a diente visto, a 0,30 m entre hileras y 0,11 m entre bulbillos, logrando una densidad de plantación de: 303.000 plantas ha⁻¹ (Figura 1). Los bulbillos se desinfectaron con Fludioxomil + Metalaxil.M (Figura 2).



Figura 1: Plantación del cultivo de ajo. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.



Figura 2: Desinfección de los bulbillos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Los Tratamientos fueron:

- 1- Testigo: Riego por goteo con efluentes urbanos tratados.
- 2- Aplicación al suelo de 60 t ha^{-1} de Biosólidos (91% de humedad)
- 3- Aplicación al suelo de 125 t ha^{-1} de Biosólidos (91% de humedad)

El diseño experimental se realizó en bloques completos al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones. El tamaño de cada bloque fue de 4 m lineales y de 6 surcos distanciados a 0,30 m dando una superficie por subparcela de $7,2 \text{ m}^2$. La unidad experimental fueron los 4 surcos centrales por 3 m lineales dando una superficie de $3,60 \text{ m}^2$.

Tratamiento del agua residual:

La recolección del efluente se hizo mediante una red domiciliar que capta directamente los residuos de los baños y “baipaseando” las cámaras sépticas se conducen hacia su tratamiento. En una primera etapa, se trabajó con el 50 % de la población el sistema estuvo 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 en la tuberías primarias de 160 mm de diámetro y enterradas hasta 2 m de profundidad. Se trabajó con una pendiente proyecto de 1.5 % y un caudal de 22280 Ld-1 que vierte a través de un disco perforado -que actúa como filtro del material grueso- en una cámara receptora 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 3).

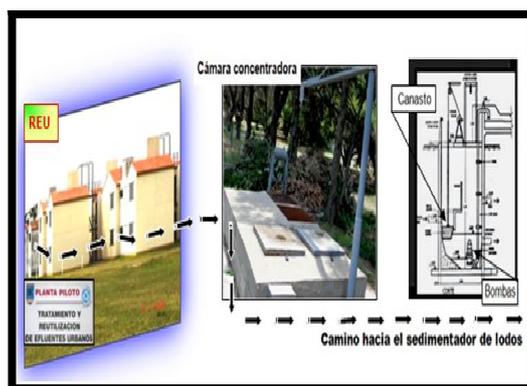


Figura 3: Conducción de los efluentes y pretratamiento. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

El tanque sedimentador con un volumen de 12000 L tiene por función concentrar el agua residual derivada y la deposición de lodos. En uno de sus laterales hay un orificio por el cual se descarga el agua cruda hacia un reactor biológico y por la parte inferior se captan los lodos que se derivan al proceso de biodigestión (Crespi *et al*, 2010), desde donde se obtienen los biosólidos luego de cumplirse el tiempo de residencia hidráulico (TRH).

El reactor biológico de forma circular con una capacidad de 78000 L tiene por función bajar la demanda biológica de oxígeno (DBO), y de allí pasa luego del tiempo de depuración a una laguna de maduración que consiste en un tanque de mayor volumen, con una capacidad de 136310 L y poca profundidad, su función es reducir la cantidad de gérmenes a límites permisibles, haciendo uso de la radiación ultravioleta generada naturalmente por el sol.

Este tipo de desinfección es el principal mecanismo para la desactivación o destrucción de organismos patógenos con el fin de prevenir la dispersión de enfermedades transmisibles a través del agua. Cuando la radiación UV penetra las paredes de las células de un organismo, ésta destruye la capacidad de reproducción de la célula.

Para determinar la calidad física y química del efluente 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 (120 min.)	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	mg/L	210.00
Sólidos Suspendidos Totales		252.00
pH	dS/m	7.82
Conductividad eléctrica	FAU	1.13
Turbiedad	PtCo APHA	263.50
Color Verdadero	mg/L	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	158.00
Sodio	mg/L	0.99
Aluminio	mg/L	0.017

Arsénico	mg/L	0.00014
Cadmio	mg/L	50.00
Calcio	mg/L	0.11
Zinc	mg/L	No detectable
Cobalto	mg/L	No detectable
Cobre	mg/L	265.00
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	112.57
Demanda Biológica de Oxígeno		

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 el responsable de realizar un conteo promedio de coliformes totales del efluente crudo estableciendo un valor de coliformes totales de $9.0 \text{ por } 10^{12} \text{ NMP/100 ml}$ de agua residual (Crespi *et al.*, 2005).

Sistema de riego por goteo:

Para establecer la línea de riego se utilizó un sistema de riego por goteo con una tubería de PVC de 63 mm de diámetro externo ubicada en la cabecera de los surcos, donde se colocaron mediante el uso de conectores tuberías integradas dispuestas en el medio de las hileras de plantación. El caudal de la tubería fue de aproximadamente $2 \text{ L h}^{-1} \text{ m lineal}$. (Figura 4).

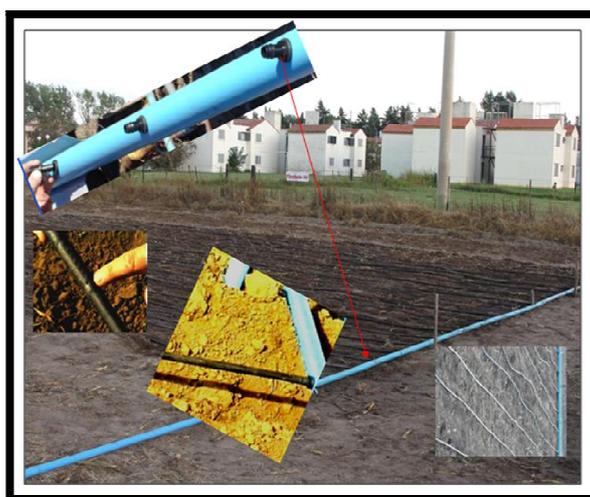


Figura 4: conducción de los efluentes. Planta Pílogo UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Obtención y aplicación de biosólidos:

El tratamiento de los lodos se realizó por destrucción de la materia orgánica mediante el proceso biológico de anaerobiosis en un tanque enterrado de 300 L de capacidad, 0.74 m de alto y 0.78 m de diámetro. El mismo es alimentado desde la parte superior por una tubería de PVC de 140 mm de diámetro con una reducción a 63 mm que llega hasta el fondo del recipiente. Por el lado opuesto inferior se inserta hasta el centro del tanque una tubería de PVC de 50 mm de diámetro, 2 m de longitud y 1 % de pendiente que tiene en su extremo una llave esférica de 2" para controlar la descarga de biosólidos. (Figura 5).



Figura 5: Carga, descarga y transporte de biosólidos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Las características de los biosólidos fueron determinadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de la UNRC y se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Características agroecológicas de los biosólidos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Parámetros	Unidad	30-jul.	10-Sep	06-nov.
Cenizas	(%)	54,9	67,8	60,21
Materia Orgánica	(%)	45,1	32,2	39,79
Nitrógeno total	(%)	2,2	1,19	1,88
Fósforo	(%)	1,35	1,11	1,42
Potasio	(%)	0,51	0,65	0,81
Carbono	(%)	26,16	18,67	29,15
C/N	(%)	11,89	15,69	15,51

La aplicación del biosólido se realizó en 3 etapas durante el ciclo del cultivo. La primera aplicación se efectuó a partir de los 50 días post-plantación, momento en el cual el cultivo ha consumido las reservas liberadas por el “diente madre” y se torna más significativa la demanda de nutrientes desde el suelo (Burba, 1997), las restantes aplicaciones se efectuaron en la etapa de bulbificación. (Figura 6).



Figura 6: Aplicación de biosólidos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Análisis físico-químico del suelo ensayado:

Para evaluar la respuesta 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-NO₃) 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 3).

Tabla 3: Características químicas del perfil del suelo. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Fecha	Parámetros						
	15/03/2011	pH	CE dS/m	N-NO ⁻³ ppm	NO ⁻³ Ppm	Pd ppm	Kint cmol/kg
	6,27	0,15	29,18	129,3	49	2,36	2,07

Referencias:pH: reacción del suelo; CE: conductividad eléctrica; N-NO₃.: nitrógeno de nitratos; NO₃.: nitratos disponibles en el suelo; Pd: fósforo disponible; Kint: potasio intercambiable y MO: materia orgánica.

Control de malezas y enfermedades:

Para el control de malezas se llevó a cabo la aplicación de un herbicida pre emergente Linuron, a una dosis de $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ al 48 %, la aplicación se realizó con mochila. Durante el ciclo del cultivo se efectuaron controles manuales con herramientas de mano.

A los 197 días del ciclo se realizó la primera aplicación de fungicida Amistar, para el control de Roya, a los 210 días se realizó la segunda aplicación. Este fungicida combina la acción preventiva y antiesporulante de Azoxistrobina perteneciente al grupo de las estrobirulinas y el efecto curativo y erradicante de Ciproconazole, perteneciente al grupo de los triazoles.

Evaluación del comportamiento agronómico:

Antes de la cosecha, unos 15 días, se llevó a cabo la medición de altura de plantas, número de hojas y cantidad de materia seca (MS) de hojas, bulbos y raíces sobre una muestra de 10 plantas de cada tratamiento. Para determinar la materia seca se colocó las muestras en estufa hasta lograr peso constante a unos $85 \text{ }^\circ\text{C}$.



Figura 7: Estado general del cultivo. Planta Piloto. UNRC. Río Cuarto. Córdoba

Cosecha:

La cosecha se realizó en noviembre del 2011, en forma manual sobre los cuatro surcos centrales en cada subparcela, colocando los bulbos en bolsas aireadas para su secado durante 60 días. Se evaluaron 50 plantas de la unidad experimental en cada tratamiento. (Figura 8).



Figuras 8: Cosecha de ajo. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Después de 60 días del secado, se procedió a su limpieza, y pesado para realizar las mediciones correspondientes, determinando porcentaje de bulbos normales y con anomalías, calibre, número de bulbillos, y rendimiento total (Figura 9).



Figura 9: Procesamiento y tomas de datos. Laboratorios. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Determinaciones microbiológicas:

Se tomaron 5 bulbos de cada tratamiento al momento de la cosecha, se los colocó en bolsas de nylon para ser llevados al laboratorio.

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 Tetrationato 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).

Los datos fueron analizados estadísticamente con el programa Infostat, aplicando análisis de varianza, y comparación de medias con el test de Fisher ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Precipitaciones durante el ciclo del cultivo:

Las precipitaciones tuvieron una variación en cantidad con respecto a las precipitaciones históricas. En Abril, las precipitaciones fueron menores en relación a las históricas. En los meses de invierno (Junio, Julio, Agosto), se registraron precipitaciones muy escasas; en Octubre, las precipitaciones superaron a las históricas. En Noviembre, las lluvias que se registraron, tuvieron valores muy por debajo de los valores históricos.

En la Figura 10, se grafican los valores de precipitaciones del año 2011 y los valores promedios de la serie histórica 1981-2010.

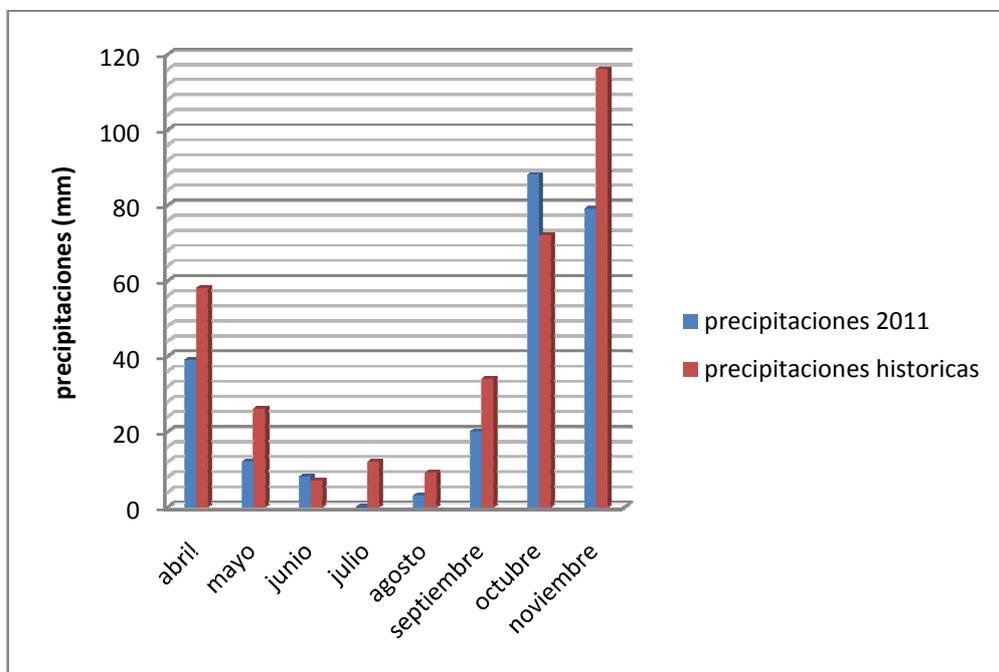


Figura 10: Precipitaciones de 2011 y valores promedio históricos (1981-2010) para el período Abril - Noviembre.

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

Aporte de agua al cultivo de ajo durante el ciclo:

En éste ensayo el cultivo de ajo recibió a través del riego con el efluente urbano tratado una lámina neta de 244,44 mm mas 190 mm de precipitación efectiva (Pe) totalizando 434,44 mm. Este aporte está por debajo con lo reportado por Burba, 1993, quien cita valores entre 500 y 600 mm para lograr un buen rendimiento.

Lipinski y Gaviola (2006) obtuvieron con riego por goteo en el Valle de Uco, Mendoza, utilizando ajo colorado cultivar Fuego INTA el máximo rendimiento 18,5 t ha⁻¹ con una lamina de 746 mm más 267 mm de precipitación efectiva (Pe). Cabe destacar que las condiciones edafoclimáticas de Mendoza, son diferentes a las condiciones locales.

Análisis de suelo:

Con los riegos de efluente urbano, se aplicó un total de 78 kg ha⁻¹ de nitrógeno, 10 kg ha⁻¹ de fósforo y 39 kg ha⁻¹ de potasio.

Estos aportes de nutrientes al suelo con los efluentes urbanos tratados son similares a los reportados por Fasciolo *et al.*, 1998, donde con la aplicaciones de láminas de 540 mm⁻¹ año aportaron 106 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 10 kg ha⁻¹ de fósforo.

Los biosólidos aportaron al cultivo de ajo 65 kg ha⁻¹ N y 45 kg ha⁻¹ P y 25 kg ha⁻¹ K para la aplicación de 60 t ha⁻¹ de biosólidos y 136 kg ha⁻¹ N y 93 kg ha⁻¹ P y 53 kg ha⁻¹ K para la dosis de 125 t ha⁻¹ de biosólidos.

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 de los tratamientos en las variables asociadas a las características físico-químicas del suelo que se observan en la Tabla 4, en la que figuran los valores de dichas variables. Estos valores son resultados del análisis de suelo, explicado anteriormente “**Análisis físico-químico del suelo ensayado**”.

Tabla 4: Características físico-químicas del suelo después de los tratamientos. Planta piloto. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Fecha 30/10/2011	pH	CE dS m⁻¹	N- NO₃⁻ ppm	NO₃⁻ ppm	H°
Testigo	6,30	0,151	7,50	28,80	6,02
Bio 60	6,20	0,188	8,71	28,73	8,23
Bio 125	6,15	0,221	7,10	18,16	7,71

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

Aporte de Nitrogeno					
Tratamientos	Suelo	Efluente	Biosolidos	Mineralización	Totales
Unidades	kg de N-NO ³	kg de N-NO ³	Kg N	kg de N ha ⁻¹	Kg de N ha ⁻¹
Testigo	75,85	78	0	32,29	186,14
Bio 60	75,85	78	65	32,29	251,14
Bio 125	75,85	78	136	32,29	322,24

Conociendo que el promedio nacional está alrededor de 10 t ha^{-1} de ajo, tipo comercial blanco, en el caso de éste trabajo, se logro superar este rendimiento. Si el aporte de agua hubiese sido más apropiado, en teoría se hubiesen logrado un rendimiento mayor de ajo, ya que el aporte de nitrógeno fueron las adecuadas para tales rendimientos.

Numero de hojas y altura de planta:

Para los parámetros número de hojas por planta (Tabla 6) y altura de las plantas (Tabla 7) no se hallaron diferencias significativas. Esto se debe a que son parámetros que son controlados genéticamente.

Tabla 6: Numero de hojas en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Tratamiento	Numero de hojas por planta
Testigo	7,00 a
Bio 60	6,50 a
Bio 125	6,78 a

Nota: Letras iguales indican que no hay diferencias significativas según LSD Fisher ($p < 0.05$)

Tabla 7: Altura de las plantas en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Tratamiento	Altura de planta (cm)
Testigo	75,63 a
Bio 60	72,75 a
Bio 125	79,73 a

Nota: Letras iguales indican que no hay diferencias significativas según LSD Fisher ($p < 0.05$)

Peso seco de raíz, bulbos y parte aérea de cada tratamiento:

El registro del peso seco de cada componente de las plantas (raíz, hoja y bulbo), no arrojaron diferencias estadísticamente significativas según el test de Fisher.

Analizando el peso seco de la raíz, Bio 60 registro un peso de $0,8 \text{ t ha}^{-1}$, siendo el valor más alto con respecto a los demás tratamiento, donde el Bio 125 tuvo un peso de $0,7 \text{ t ha}^{-1}$ y el en el testigo un peso de $0,6 \text{ t ha}^{-1}$. El peso de los bulbos siguió la misma tendencia que el peso de la raíz, el Bio 60 fue el que más peso obtuvo ($20,5 \text{ t ha}^{-1}$), seguido por Bio 125 ($17,7 \text{ t ha}^{-1}$) y por último el testigo ($15,2 \text{ t ha}^{-1}$). En cuanto al peso seco de la biomasa aérea, se obtuvieron valores que oscilaron entre $3,1$ y $4,1 \text{ t ha}^{-1}$ de MS.

La variable biomasa total, registró el mayor valor para Bio 60 con $25,4 \text{ t ha}^{-1}$ 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 (Tabla 8).

Tabla 8. Peso seco de biomasa. UNRC. Río cuarto. Córdoba.

Tratamiento	PS Raiz(t.ha^{-1})	PS Bulbos (t.ha^{-1})	PS Aerea(t.ha^{-1})	Biomasa Total (t.ha^{-1})
Testigo	0,6 a	15,2 a	3,4 a	19,2 a
Bio 60	0,8 a	20,5 a	4,1 a	25,40 a
Bio 125	0,7 a	17,7 a	3,1 a	21,50 a

Nota: Letras iguales indican que no hay diferencias significativas según LSD Fisher ($p < 0.05$)

Porcentaje de bulbos normales y con anomalías:

Al analizar estadísticamente los datos se constato que para el porcentaje de bulbos normales y anormales no hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, pero si se observó una diferencia numérica en el aumento en la cantidad de bulbos anormales a medida que aumentó la dosis de aplicación de biosólidos. Así el testigo presento la mayor proporción de bulbos normales (80 %) y la menor de bulbos anormales (20 %), en los tratamientos de biosólidos el Bio 60 t ha^{-1} manifestó 78,3 % de normales y

21,7 de anormales; el Bio 125 $t\ ha^{-1}$ 67,8 % de bulbos normales y 32,2 % anormales (Tabla 9).

Tabla 9: Porcentaje de bulbos normales y anormales en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Tratamiento	Bulbos normales %	Bulbos anormales %
Testigo	80,00 a	20,00 a
Bio 60	78,28 a	21,73 a
Bio 125	67,83 a	32,20 a

Nota: Letras iguales indican que no hay diferencias significativas según LSD Fisher ($p < 0.05$)

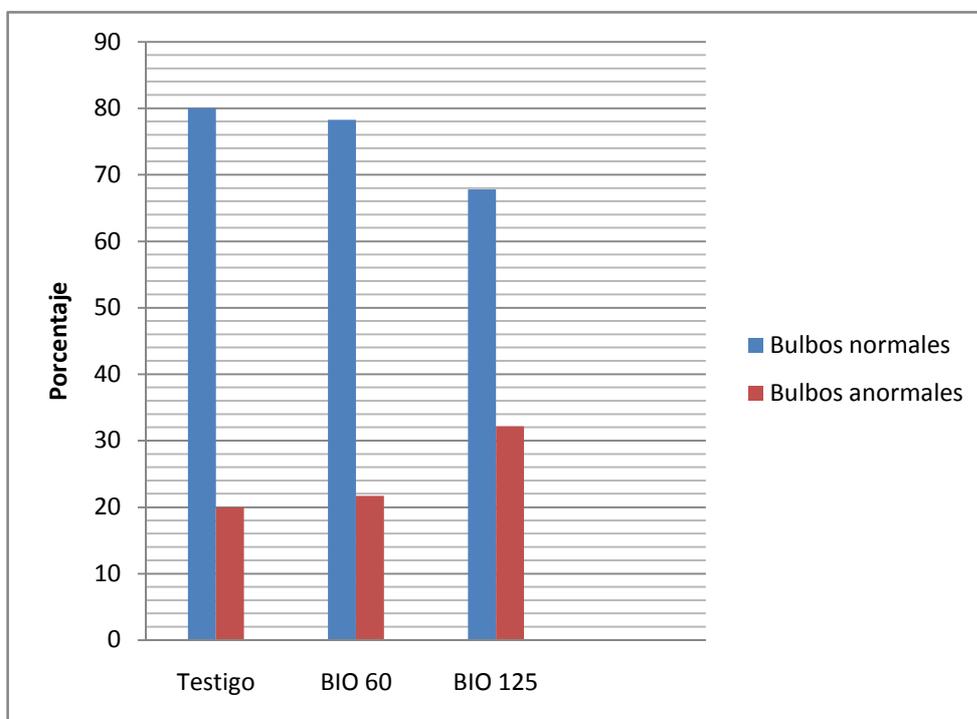


Figura 11: Porcentajes de bulbos normales y anormales. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Calibre de bulbos normales:

Los tratamientos con biosólidos presentaron bulbos de mayor calibre que el tratamiento testigo pero no lograron diferenciarse estadísticamente. El tratamiento con la aplicación al suelo de biosólidos $125\ t\ ha^{-1}$ tuvo los mayores calibres (5,16 cm) con respecto a los tratamiento con biosólido $60\ t\ ha^{-1}$ (5,12 cm). Se arriba a la conclusión que el aporte

con biosólidos puede mejorar los calibres de los bulbos justificando el uso de los mismos (Tabla 10).

Tabla 10: Calibres de los bulbos normales en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

TRATAMIENTO	CALIBRE DE BULBOS NORMALES (cm)
TESTIGO	4,98 a
BIO 60	5,12 a
BIO 125	5,16 a

Nota: Letras iguales indican que no hay diferencias significativas según LSD Fisher ($p < 0.05$)

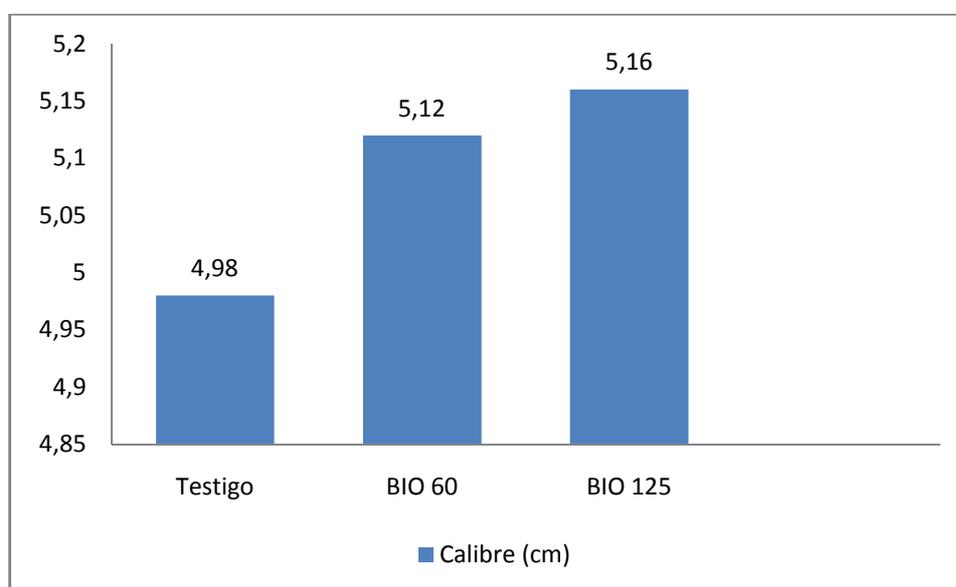


Figura 12: Calibre de bulbos normales. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Número de bulbillos:

En el número de bulbillos hubo diferencias significativas entre el testigo y la aplicación de biosólidos, no así entre el tratamiento Bio 60 y Bio 125, habiendo una tendencia de aumentar el número de bulbillos al aumentar la dosis de biosólido aplicada al suelo. (Tabla 11).

Moraes y Leal (1986) estudiaron la influencia de la dosis y época de aplicación de nitrógeno a plantaciones de ajo. En lo referente al número de bulbillos por bulbos indicaron que hubo un efecto significativo para las dosis de nitrógeno, verificándose un incremento lineal del número de bulbillos con el incremento del nitrógeno.

Tabla 11: Numero de bulbillos en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

TRATAMIENTO	NUMERO DE BULBILLOS
TESTIGO	11,44 b
BIO 60	13,45 a
BIO 125	14,31 a

Nota: Letras distintas indican diferencias significativas según LSD Fisher ($p < 0.05$)

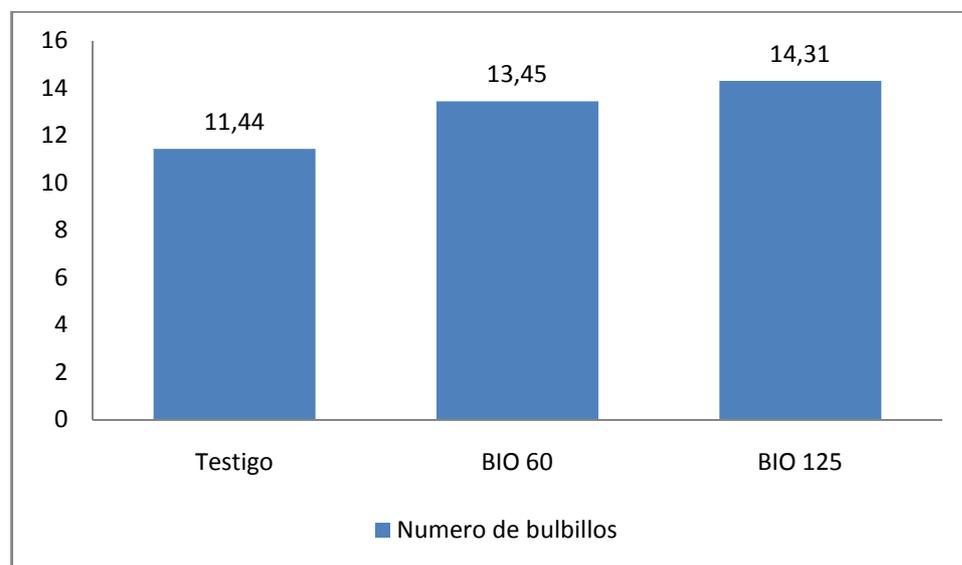


Figura 13: Número de bulbillos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Rendimiento:

Analizando al último parámetro y más importante, el modelo arrojó resultados similares a los que ya veníamos observando. No hay diferencia significativa en el rendimiento entre los tratamientos. Si se puede ver una diferencia numérica entre los tratamientos de la tabla 13, acusando un mayor rendimiento con la aplicación de biosólidos al suelo y en el aumento de la dosis del mismo.

Aunque no hay diferencia significativa entre los rendimientos de los 3 tratamientos, se observa que cuando se aplica al suelo 60 t ha⁻¹ de biosólidos (con 91 % de humedad) se obtuvo un rendimiento en ajo seco de 11,5 t ha⁻¹, el tratamiento en el que se aplicó 125 t ha⁻¹ de biosólidos que logró 12,2 t ha⁻¹ de ajo y por último el testigo que determinó una producción de ajo de 11,1 t ha⁻¹ (Tabla 12). En todos los tratamientos el rendimiento fue superior al rendimiento nacional el cual es 10 t ha⁻¹.

Tabla 12: Rendimiento medio obtenido en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

TRATAMIENTO (t.ha ⁻¹)	RENDIMIENTO (t.ha ⁻¹)
TESTIGO	11,1 a
BIO 60	11,5 a
BIO 125	12,2 a

Nota: Letras iguales indican que no hay diferencias significativas según LSD Fisher (p< 0.05)

La no diferencia significativa entre los tratamientos, seguramente se ha debido a la poca cantidad de milímetros aplicados (435 mm) y la escasa frecuencia con que se realizaron los riegos (1 vez por semana), a su vez la aplicación de los Biosólidos debe ser con anticipación a la completa formación de los bulbos. La disponibilidad de nitrógeno en suelo superaba ampliamente a los requerimientos del cultivo, lo que hubiese permitido presentar mayores rendimientos.

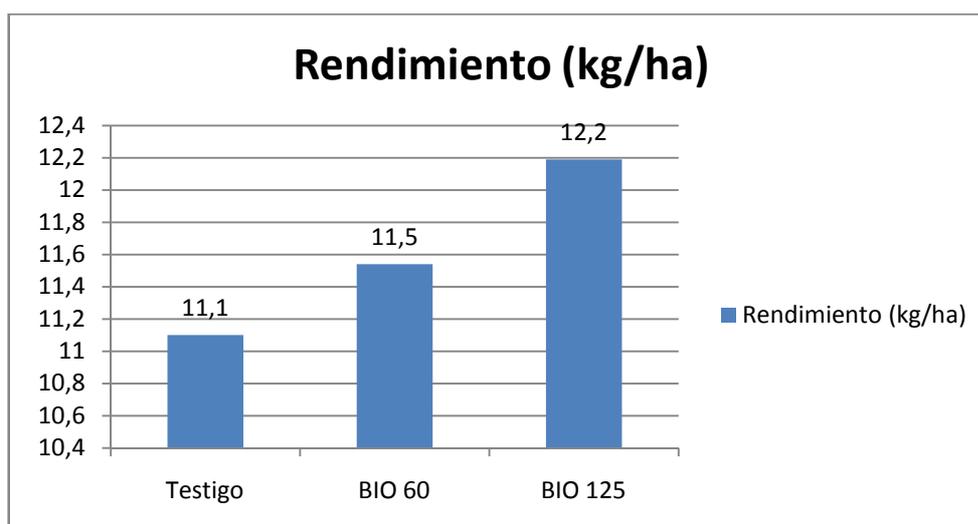


Figura 14: Rendimiento medio obtenido en función a los diferentes tratamientos. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

Calidad sanitaria de los ajos:

En los bulbos de ajos cosechados y según los análisis microbiológicos no se detectó la presencia de las bacterias *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, tanto para los bulbos de ajos regados con efluentes urbanos tratados y en los bulbos abonados con biosólidos.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Fasciolo *et al.* (2002), por Grosso *et al.* (2004; 2005) y Crespi *et al.* (2005), donde se indica que el cultivo de ajo resulto seguro para la salud humana no afectando la calidad sanitaria de los mismo.

CONCLUSION

La utilización de los efluentes urbanos tratados en el riego de cultivos hortícolas y abonados con biosólidos, ha permitido un buen desarrollo y producción del cultivo de ajo, la utilización de ésta tecnología ha dado sustentabilidad al sistema, ya que ha logrado el reciclaje del agua y la utilización de los biosólidos como abonos.

Esta investigación nos sugiere que el uso de biosólidos es seguro, ecológicamente factible y podrían reemplazar a la fertilización química ya que los bulbos de ajos de todos los tratamientos resultaron libres de bacterias, garantizándose la calidad sanitaria y su aptitud para el consumo humano ya que no se registraron presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella sp.*

BIBLIOGRAFIA

- ADESUR. 1999. "Asociación interinstitucional para El sur de Córdoba. Plan director". Secretaria técnica de Adesur. Universidad Nacional de Río Cuarto. 99 Pág. Córdoba. Argentina.
- APINCO. 2011. Exportaciones de hortalizas desde la República Argentina. <http://apinco.com.ar/2011/08/16/exportacion-de-hortalizas-desde-la-republica-argentina-en-el-primer-semester/>.
- BORGES, E. U.; REYNALDO ESCOBAR, I. M.; CABRERA, J. A.; RAMOS CARBAJAL, E.; MIRANDA CABALLERO, A. 2007. **Aplicación de biosólidos en el cultivo de plántulas de tomate**. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, año/vol.16, número 001. Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. P: 65-69.
- BOUWER, H. y E. IDELOVITCH. 1987. Quality requirements for irrigation with sewage water. J. Irrig. & Drainage Eng. 113: 516-535.
- BURBA, J. L. 1993. **Manual de Producción de Semillas Hortícolas**. Ed. La Consulta. Mendoza. 163 p.
- BURBA, J. L. 1997. 50 temas sobre producción de ajo. Mendoza, Argentina. Vol N° 3.
- BURBA, J. L. 2005. INFORAJO 2. Ediciones INTA, E.E.A. La Consulta, Mendoza, Argentina.
- CALDERA, Y. A.; E. C. GUTIÉRREZ; E. E. BLANCO.; M. M. TORRES y E. E. GUTIÉRREZ. 2007. **Caracterización fisicoquímica y microbiológica de lodo residual como acondicionador de suelo durante el crecimiento de un cultivo de Cebollín (*Allium fistulosum* L.)**. Ciencia. Vol.15, N° 3. Maracaibo, Venezuela. Pp. 371-379.
- 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, 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**”.

EPA (United States Environmental Protection Agency). 2000. **Folletos informativos de biosólidos de la EPA. Aplicación de biosólidos al terreno.** Parte 1. www.estrucplan.com.ar/producciones/entregaASP. Consultado 20-09-2012.

FASCIOLO, G. E; E. GABRIEL; MECA, M.I. Y V. LIPINSKI. 1998. **Riego con Efluentes Tratados: Potencial Fertilizante Para Un Cultivo de Ajo.**

FASCIOLO, G. E.; GABRIEL, E.; TOSI, F Y MECA, M. I. 2002. **Rendimiento del cultivo de ajo y cebolla regados con efluentes domésticos tratados.** XIX Congreso Nacional del Agua. Agosto. Córdoba.

GENERALITAT VALENCIANA. 1994. Programa Agroalimentario de la Comunidad Valenciana. 1994-2000. CAPA.

GONZALEZ GONZALEZ, M. I. y S. CHIROLES RUBALCABA. 2011. **Uso seguro y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura.** Rev. Cubana Salud Pública, vol.37, N°1. Ciudad de la Habana, Cuba.

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.

GROSSO, L.; J. MÁZ; D. RAMOS; R. CRESPI. 2007. **Riego con efluentes tratados y fertilización nitrogenada en cultivo de ajo blanco**. XXX Congreso Argentino de Horticultura. 1° Simposio Internacional sobre Cultivos Protegidos. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

GROSSO, L.; R. CRESPI y D. RAMOS. 2009. **Ajo regado con dos calidades de agua y fertilizado con nitrógeno**. Horticultura Argentina. Revista de la Asociación Argentina de Horticultura. 28(66): Mayo- Agosto. 2009. P: 10-17.

LAFUENTE, G.; G. 2009. **Reutilización de aguas residuales urbanas**. En: www.analesranf.com/index.php/mono/article/viewFile/602/619. Consultado: 02-05-2012.

LAVADO, R. y M. TABOADA. 2002. **Manual de procedimientos para la aplicación de biosólidos en el campo**. Convenio Aguas Argentina S.A. - Facultad de Agronomía, UBA. Buenos Aires, Argentina Pp 54.

LIPINSKI, V.M., y G. GAVIOLA. 2006. **Evaluación de cultivares de ajo (*Allium sativum* L) blanco bajo déficit controlado de riego**. INTA. La Consulta.

MORAES, E. C y LEAL, M. de L Da. 1986. **Influência de níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na incidência de superbrotamento na cultura do alho**. Horticultura Brasileira 4 (1) 44-76.

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.
- OZORES-HAMPTON, M. y J. MÉNDEZ. 2010. **Uso de biosólido en Producción de Hortalizas. IFAS extensión.** University of Florida. HS1183. 11 Pág. USA.
- PEREYRA, M. 2011. **Informe de coyuntura de ajo de la provincia de Mendoza.** Periodo agrícola 2011-2012. Instituto de Desarrollo Rural. Mendoza, Argentina. Pp 1 – 19.
- POSTASCHNER, P. 2010. **Informe de coyuntura de ajo de la provincia de Mendoza.** Periodo agrícola 2010-2011. Instituto de Desarrollo Rural. Mendoza, Argentina. Pp 1 – 17.
- QUIPUZCO USHÑAHUA, LAWRENCE E. 2004. **Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG** Vol. 7, N° 13. P.64-72 .Universidad Nacional Mayor de San Marcos. ISSN: 1561-0888 (impreso) – 1628-8097 (electrónico).
- SILVA, J.; P. TORRES y C. MADERA. 2008. **Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura.** Una revisión. Rev. Agronomía Colombiana, Vol. 26, N° 2. Colombia. Pp. 347 - 359.
- UTRIA, E.; I. M. REYNALDO; J. A. CABRERA; D. MORALES y S. GOFFE. 2008. **Los biosólidos de aguas residuales urbanas aplicados con diferentes frecuencias en las propiedades químicas y microbiológicas del suelo, el rendimiento y la calidad de los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill).** Rev. Cultivos Tropicales. Vol. 29. N° 4. Cuba. Pp 5 – 11