



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

“Trabajo Final presentado para optar por el Grado de Ingeniero Agrónomo”

**AJO REGADO CON EFLUENTES URBANOS, ABONADO CON
BIOSOLIDOS Y COBERTURA DE SUELO CON CASCARA DE
MANI.**

Piola, Ignacio.

DNI: 34.588.186

Director: Ing. Agr. M.Sc. Grosso, Liliana E.

Codirector: Ing. Agr. Dr. Crespi, Raúl J.

Río Cuarto – Córdoba

Agosto – 2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: “AJO REGADO CON EFLUENTES URBANOS, ABONADO CON BIOSOLIDOS Y COBERTURA DE SUELO CON CASCARA DE MANÍ”

“Ajo regado con efluentes urbanos, abonado con biosólidos y cobertura de suelo con cascara de maní”

Autor: Piola, Ignacio D.N.I: 34.588.186

Director: Ing. Agr. MSc. Grosso, Liliana E.

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

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

Ing.Agr.MSc. Plevich, Omar _____

Ing. Agr. Bruno, Carla _____

Ing.Agr.MSc. Grosso, Liliana E _____

Fecha de Presentación: ____/_____/_____.

Aprobado por Secretaría Académica: ____/_____/_____.

Secretario Académico _____

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi familia por el apoyo brindado a lo largo de estos años, por acompañarme en todo momento, por escucharme y aconsejarme guiándome en cada toma de decisiones, por el esfuerzo que realizaron a lo largo de este trayecto para que yo pudiera alcanzar mi objetivo: realizar una carrera universitaria.

AGRADECIMENTOS

Quiero agradecer a los profesores Fabricio, Liliana y Diego por permitirme realizar la presente tesis en la cátedra de horticultura, por los aportes y predisposición de parte de ellos y por el gran esfuerzo que realizaron para proveerme los materiales necesarios.

Hago extensivos los agradecimientos a mis amigos Gonzalo Panichelli y Ezequiel Cavigliasso por la ayuda brindada en cada instancia en que la necesité y por el apoyo para hacer de éste un trabajo mucho más fácil.

Quiero agradecer a los amigos que me dio la facultad en todos estos años, Martín, Fernando, negro, gringo, agosto, manacho, nico, santi, tomy, ale, malcom desde ya muchas gracias!!!

Quiero agradecer a Priscila, por la ayuda y el compañerismo que me dio en este último trayecto de la tesis.

A los correctores de la tesis Carla y Omar por entregar la tesis en tiempo y forma.

También agradezco a todos y cada uno de los amigos que pude cosechar a lo largo de ésta carrera.

ÍNDICE GENERAL

Índice general.....	V
Índice de tablas.....	VII
Índice de figuras.....	VIII
Resumen.....	IX
Summary.....	X
Introducción.....	1
Cultivo de ajo	1
Uso de efluentes urbanos tratados.....	3
Biosólidos.....	6
Cobertura vegetal de suelo	9
Hipótesis.....	13
Objetivos general.....	13
Objetivos específicos.....	13
Materiales y métodos.....	14
Características ambientales.....	14
Planta de tratamientos de efluentes urbanos tratados.....	14
Pretratamiento.....	15
Tratamiento de agua residual	15
Características del ensayo	16

Sistema de riego por goteo	18
Determinación del contenido hídrico del perfil	20
Aplicación de biosólidos.....	20
Manejo sanitario del cultivo.....	20
Cobertura de malezas.....	21
Altura de planta, N° de hojas y calibre del cuello.....	21
Cosecha.....	22
Análisis microbiológicos.....	23
Resultados y discusión.....	24
Aportes de agua durante el ciclo del cultivo.....	24
Aportes de nutrientes a través de efluentes y biosólidos.....	25
Cobertura de malezas.....	25
Altura de planta, N° de hojas y calibre del cuello.....	27
Bulbos normales y anormales.....	28
Calibre de bulbos.....	28
Rendimiento.....	29
Análisis microbiológicos.....	30
Conclusiones.....	31
Bibliografía.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Determinaciones analíticas del efluente domiciliario.....	15
Tabla 2. Contenido de nitrógeno de nitrato, nitrato, humedad, materia orgánica, fósforo y pH de la parcela de ensayo hasta los 20 cm de profundidad.....	20
Tabla 3. Aporte de macronutrientes por parte del Efluente urbano tratado, los biosólidos y el suelo	25
Tabla 4. Porcentaje de cobertura de malezas en los diferentes tratamientos.....	26
Tabla 5. Diferencias entre altura, número de hojas y calibre entre los tratamientos.....	27
Tabla 6 Porcentaje de bulbos normales y con anomalías, según los distintos tratamientos.....	28
Tabla 7. Calibre de bulbos normales de bulbos normales.....	29
Tabla 8. Rendimiento individual promedio en t.ha ⁻¹ de los bulbos de ajo.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Conducción de los efluentes y pretratamiento. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	15
Figura 2. Efluente crudo y tanque sedimentador de lodos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	16
Figura 3. 1º y 2º laguna con macrófitas. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	16
Figura 4. Desinfección de los bulbillos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	17
Figura 5. Plantación del ajo (a). Vista de los dientes en detalles (b). Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	17
Figura 6. Distribución espacial de las parcelas del ensayo. Planta piloto. UNRC.....	18
Figura 7. Equipo de bombeo y cabezal de riego. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	19
Figura 8. Línea secundaria y laterales de riego por goteo. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	19
Figura 9. Aplicación de Linuron. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	21
Figura 10. Cosecha manual (a). Oreado de bulbos (b). Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	22
Figura 11. Secado de los bulbos (a). Clasificación de los bulbos (b). Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	22
Figura 12. Milímetros de agua que recibió el cultivo durante el ciclo.....	24
Figura 13. Porcentaje de coberturas de malezas en los diferentes muestreos.....	26

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad sanitaria de un cultivo de ajo regado con efluentes, bajo tratamiento de fertilización con biosólidos, y cobertura de maní, para ello se plantaron en Abril del 2014, en Río Cuarto (Córdoba), ajos blancos cultivar INCO 283, a una densidad de 30,3 plantas.m², en un diseño de bloques completos al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: 1- Testigo (T), 2- 30 t.ha⁻¹ de biosólidos (BIO 30) y 3- 30 t.ha⁻¹ de biosólidos más 2 kg.m⁻² de cáscara de maní (BIO 30 + CAS). Todos fueron regados por goteo con efluentes urbanos tratados aplicando una lámina de 306 mm. La precipitación efectiva durante el ciclo fue de 204 mm. El efluente urbano tratado aportó 47 kg.ha⁻¹ de Nitrógeno (N), 7 kg.ha⁻¹ de fosforo (P) y 50 kg.ha⁻¹ de Potasio (K). Los biosólidos aportaron 33; 22 y 13 kg.ha⁻¹ de N, P y K respectivamente. Los rendimientos en kg.ha⁻¹ mostraron diferencias estadísticas significativas (LSD Fisher p<0,05) para BIO 30 + CAS: 11.00 t.ha⁻¹ (a); BIO 30: 9.60 t.ha⁻¹ (a) y T: 7.380 t.ha⁻¹ (b). Los análisis bacteriológicos de los bulbos confirmaron ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* sp., los resultados demostraron la viabilidad de utilizar estas tecnologías en la producción de ajo, aumentando los rendimientos y obteniendo una buena calidad sanitaria del cultivo.

SUMMARY

To evaluate the results and health quality from a garlic grow, in April 2014, white garlics were planted in Rio Cuarto, Córdoba, grow INCO 283, with 30.3 plants m^{-2} , in a design of complete experimental blocks at random, with three treatments and four repetitions. The treatment were 1- witness (T), 2- 30 $t.ha^{-1}$ of biosolids (BIO 30) y 3- 30 $t.ha^{-1}$ of biosolids with 2 $kg.m^{-2}$ peanut shell (BIO 30 + CAS). Every treatment were irrigated for drip with treated urban effluents, applying 306 mm. The effective precipitations during the cycle was 204 mm. The urban effluent contributed 47 $kg.ha^{-1}$ of nitrogen, 7 $kg.ha^{-1}$ of phosphorus and 50 $kg.ha^{-1}$ of potassium. Bio solids contributed 33; 22 and 13 of N, P y K respectively. The performances in $kg.ha^{-1}$ shows that the differences were significatives (LSD Fisher $p < 0, 05$) for BIO 30 + CAS: 11.00 (a); BIO 30: 9.60 (a) and T: 7.380 (b). The bacteriological tests from bulbs confirmed the absence of *Escherichia coli* and *Salmonella sp.* shows that these technologies allowed an increase in the performance having a good sanitary quality of crop.

INTRODUCCION

Cultivo de ajo

El ajo *Allium sativum* L. procedente del centro y sur de Asia desde donde se propago al área mediterránea y de ahí al resto del mundo, se cultiva desde hace miles de años. Unos 3000 años a.C, ya se consumía en la India y en Egipto (Abcagro, 2012; Burba, 2013). A finales del siglo XV los españoles introdujeron el ajo en el continente americano (Espina Pozo, 2003).

Pertenece a la familia *Liliáceas* es una planta bulbosa, vivaz y rústica, de poca altura (20 a 40 cm.) que posee un tallo floral provisto de hojas hasta su mitad, en cuya parte superior se encuentra la inflorescencia. Muchas variedades ni siquiera llegan a emitir el escapo floral; aunque si una hoja hueca al final. Las flores raramente son fértiles. La parte subterránea de la planta es el bulbo conocido como "cabeza", compuesta de 6 a 12 bulbillos "dientes de ajo", que son hojas modificadas para almacenar sustancias de reserva. En el centro del círculo formado por los bulbillos están las hojas acintadas rodeando al tallo floral (Sinavimo, 2012).

No es una planta muy exigente en clima, aunque adquiere un sabor más picante en climas fríos. El cero vegetativo del ajo corresponde a 0 °C. A partir de esta temperatura se inicia el desarrollo vegetativo de la planta. Hasta que la planta tiene 2-3 hojas soporta bien las bajas temperaturas. Para conseguir un desarrollo vegetativo vigoroso es necesario que las temperaturas nocturnas permanezcan por debajo de 16 °C. En pleno desarrollo vegetativo tolera altas temperaturas (por encima de 40 °C) siempre que tenga suficiente humedad en el suelo (Infoagro, 2013).

Los suelos deben tener un buen drenaje. Una humedad en el suelo un poco por debajo de la capacidad de campo, es óptima para el desarrollo del cultivo. Se adapta muy bien a la mayoría de suelo en donde se cultivan cereales. Prefiere los suelos francos o arcillosos, ricos en potasio (Infoagro, 2013).

Se pueden diferenciar cuatro grandes centros mundiales de producción y consumo, el centro asiático produce el 86% del ajo del mundo; el centro europeo o mediterráneo, conformado por España, Francia e Italia (se anexan Egipto y Turquía por proximidad geográfica), aporta el 6%; el centro norteamericano; que agrupa a México y Estados Unidos, representa el 3% y el centro sudamericano, conformado por Brasil, Argentina y Chile, aporta el 4% de la producción global. China, Argentina, España, Francia y México agrupan

aproximadamente el 80% del valor (y el 90% del volumen) del ajo comercializado en el mundo (Alimentos Argentinos, 2013).

La producción nacional en el periodo analizado (1996-2006), siempre ha sido superior a las 90.000 t, alcanzando los máximos valores en los años 1998-2000 con más de 145.000 t. Debido a sus condiciones climáticas, Mendoza y San Juan aportan el 95% del ajo producido en el país, siguiendo en orden de importancia las provincias de Córdoba y Buenos Aires (Alimentos Argentinos, 2013).

Argentina es el segundo país exportador de ajo, destinando al mercado externo entre el 70% y el 80% de la producción, estimada entre 80000 y 120000 t. año⁻¹. Las provincias de Mendoza y San Juan concentran el 80% de la producción y el 95% de las exportaciones. El ajo es la principal hortaliza fresca exportable de la Argentina (Burba, 2005).

Sigue siendo el ajo blanco el de mayor importancia en superficie, seguido de los morados y con menor importancia los colorados (Burba, 2013; Sinavimo, 2012). La producción está fundamentalmente en manos de pequeños y medianos productores (Sinavimo, 2012).

Los principales países productores de ajo se encuentran en el centro asiático, representados principalmente 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 siendo significativa su participación en el comercio mundial ya que Brasil es el principal comprador. Las variedades producidas en el país se caracterizan por tener bulbos regulares con pocos dientes y mucho requerimiento de frío (Pereyra, 2011). Argentina es el segundo exportador mundial de ajo después de China. Esta producción se destina a varios países de la Unión Europea, América y Japón (Burba, 2005).

La superficie cultivada de ajo para la temporada 2010-2011 en las principales provincias argentinas, alcanzaron las 14050 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, los ajos blancos predominan con un 55% de la superficie, seguido de los morados con el 45%, sin presencia de colorados (Potaschner, 2010).

La producción principal se localiza en dos provincias de la región cuyana; Mendoza lidera la superficie cultivada del país con 11550 ha (82%) de todos los tipos comerciales difundidos mientras que la provincia de San Juan presenta unas 1900 ha (13,5%), 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 (4,9%), siendo el ajo cultivado del tipo colorado y Córdoba alrededor de 100 ha, un 0,7% de la superficie nacional. 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 (I. F-H, 2001).

Uso de efluentes urbanos tratados:

Muchos países tienen el problema de un severo desequilibrio hídrico. Este desequilibrio por la demanda de agua y su suministro es debido, principalmente, a la desigual distribución de las precipitaciones, altas temperaturas y excesiva demanda para riego (Sanchez, 2010).

En los últimos años la creciente demanda por los recursos naturales, especialmente hídricos, por parte de los agrosistemas y las ciudades, han obligado a priorizar el agua de mejor calidad para el consumo humano y a utilizar aquellas de inferior calidad en el agro (Formento, 2011)

Las ciudades impactan en los sistemas circundantes, transformando su suelo y sus recursos hídricos superficiales y subterráneos, pero a su vez es impactado por el sistema rural, el que recibe la influencia de los agroquímicos y los residuos sólidos, contenedores de residuos de agroquímicos (proyecto integrado PNHFA3, 2006).

El sector agrícola es el mayor consumidor de agua con el 65%, no solo porque la superficie irrigada en el mundo ha tenido que quintuplicarse sino porque no se cuenta con un sistema de riego eficiente. Le siguen el sector industrial que requiere el 25% y el consumo doméstico, comercial y de otros servicios urbanos municipales que requieren el 10%. Para este año el uso industrial alcanzará el 34% a costa de reducir al 58% los volúmenes destinados para riego y al 8% los destinados para otros usos. El consumo total de agua se ha triplicado desde 1950 sobrepasando los 4.300 km³.año⁻¹, cifra que equivale al 30% de la dotación renovable del mundo que se puede considerar como estable (PNUMA, 2002).

Antes estas circunstancias muchas regiones del mundo han alcanzado el límite de aprovechamiento del agua, lo que lo ha llevado a sobreexplotar los recursos hidráulicos superficiales y subterráneos, creando un fuerte impacto en el ambiente (PNUMA, 2002).

El agotamiento del agua subterránea es la amenaza oculta para la seguridad de los alimentos. La oferta de alimentos de muchos países en desarrollo depende del agua subterránea que se utiliza para irrigación (PNUMA, 2002).

Es importante mejorar la eficiencia del uso del agua para riego, tanto como explorar alternativas, este el caso del aprovechamiento de aguas marginales, entre ellas, los efluentes domésticos tratados (Fasciolo, 2000).

El agua dulce es un recurso vital pero cada día 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. Cabe destacar que, además del potencial que ofrecen los efluentes tratados como oferta de agua para riego, son una importante fuente de nutrientes y materia orgánica para los cultivos (González y Rubalcaba, 2011).

En muchos lugares del mundo y en este país, los efluentes urbanos son vertidos directamente a un cauce natural, argumentando que los lechos de los ríos constituyen un excelente dispositivo natural de filtración, sin pensar o querer pensar, en la contaminación que se está produciendo aguas abajo, no solo por el impacto en si misma sino también por la proliferación de todo tipo de roedores e insectos transmisores de enfermedades (Crespi *et al.*, 2009).

En función de lo expresado, una práctica que se tiene que tomar seriamente es el tratamiento de las aguas residuales, con el objetivo de disminuir el impacto ambiental y realizar un aprovechamiento de las mismas para uso agrícola, el tratamiento de las aguas residuales es generalmente un proceso que se realiza en varios pasos, en los que se utilizan tratamientos químicos y biológicos. Los posibles tratamientos para aguas residuales urbanas se clasifican en preliminar, primario, secundario y terciario, las aguas preliminar es aquella que proviene del desbaste y eliminación de partículas con tamaño superior a 0.2 mm, las aguas primarias consiste en separaciones físicas, eliminación de materia flotante (grasas y espuma), las aguas secundarias es un proceso netamente biológico y se elimina el material en suspensión y la mayor parte de los metales pesados y por últimos las aguas terciarias, se eliminan los patógenos presentes y desinfección (Crespi, 2005).

La reutilización de efluentes es una alternativa válida toda vez que se comprenda que constituyen “un recurso” y no un “desperdicio”, su implementación es considerada segura y aceptable produciendo importantes incrementos de rendimiento en cantidad y calidad de los cultivos (Migani y Crespi, 2010).

La reutilización de efluentes residuales tratados en el riego agrícola garantiza una fuente constante y segura de líquido aún en años secos, un aporte continuo de nutrientes y micro-elementos para las plantas, ahorro en gastos de fertilización, y sobre todo coadyuvar en la eliminación de aguas residuales y la sustentabilidad del sistema (Crespi, 2009).

Respecto a la composición típica de las aguas residuales, es importante tener presente en general, que contienen 99,9% de agua y solo 0,1% corresponde a la fracción sólida; de los cuales, aproximadamente el 70% son orgánicos (proteínas, grasas, etc.) y el resto son inorgánicos (arcilla, arena)(Cortez Cadiz, 2003).

El uso en la agricultura de efluentes tratados, está basada en aprovechar los nutrientes contenidos en el agua para el desarrollo de los cultivos, además éste riego preserva la fertilidad y la estructura de los suelos. Por otro lado, en muchos países en vías de desarrollo, es la única opción de fertilización agrícola y además permite la disminución de los organismos patógenos en las aguas excedentes de riego por el proceso de retención que se produce en el suelo, con lo cual resulta un tratamiento adicional de depuración de las aguas (Esteller, 2002).

Aunque los efluentes son un recurso muy valioso, alguno contienen microorganismos que pueden llegar a ser patógenos, por lo tanto se debe poner especial cuidado en minimizar el riesgo que su uso presenta para la salud de quienes consumen los productos regados y los agricultores que manejan estos cultivos (Fasciolo *et al.*, 2005).

El uso de efluentes domésticos deberá considerar la calidad del agua en sus tres dimensiones: sanitaria, agronómica y ambiental. Atendiendo las recomendaciones para la reutilización del agua residual en agricultura por la Organización Mundial de la Salud, la calidad sanitaria está determinada por la concentración de parásitos, representado por los huevos de helmintos y los coliformes fecales, como indicadores de formadoras de colonias de bacterias y así se presenta una guía en que se pueden clasificar los riegos en tipos A, B y C para riegos no restrictivos, restrictivos y localizados respectivamente (Blumenthal *et al.*, 2000).

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 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 Nitrógeno (N), de 5 a 25 mg L⁻¹ de fosforo (P) y 10 a 40 mg L⁻¹ de potasio (K). Estas cantidades de nutrientes

aportadas por el efluente pueden cubrir en muchos casos las necesidades de N, P y K de un cultivo (Silva, 2008).

La fertilización en ajo ha sido estudiada en la provincia de Mendoza (Argentina), bajo riego por superficie, en los que se determinó el efecto de los fertilizantes sobre los componentes del rendimiento, las dosis y los momentos óptimos en los biotipos blancos y colorados (Gaviola *et al.*, 1991; Lipinski y Gaviola, 1999).

El ajo es un cultivo que responde fundamentalmente a la fertilización nitrogenada, absorbiendo éste nutriente principalmente en la etapa de mayor expresión vegetativa, extrayendo valores que oscilan entre 120-240 kg ha⁻¹ (Huez Lopez *et al.*, 2009).

Gaviola y Lipinski (2008) con el objetivo de evaluar el comportamiento del rendimiento a determinadas dosis de nitrógeno, mediante una ecuación de regresión determinaron una dosis óptima de 215 kg ha⁻¹ para maximizar el rendimiento en un cultivar Fuego.

Fasciolo *et al.*, (2002) reportaron que en el cultivo de ajo, el riego con efluentes se comportó como una fertilización nitrogenada aumentando los rendimientos por hectárea en un 15%, los calibres de los bulbos en un 9% y no afectó la calidad comercial del ajo. Además indicaron que en los suelos regados con efluentes urbanos tratados se aumentó la velocidad de infiltración, el contenido de materia orgánica y de fósforo, y se produjeron modificaciones positivas en la estructura del suelo.

Cultivares de ajo “blanco” y “morado” fueron regados con dos calidades de agua, efluentes urbanos tratados y agua de perforación, no se encontraron diferencias estadísticas entre ambos tipos de calidades de agua para la producción (kg ha⁻¹), en el peso y el calibre de los bulbos bien formados, además no se modificó la proporción de anomalías en la bulbificación del ajo. Los bulbos de ajo regados con efluentes resultaron seguros para la salud humana, ya que, los análisis bacteriológicos no detectaron *Escherichia coli* y *Salmonella* sp.; por tal motivo es posible regar el cultivo de ajo con efluente urbano tratado y reemplazar el uso del agua limpia, sin afectar su producción y calidad sanitaria (Grosso *et al.*, 2005; Crespi *et al.*, 2005).

Biosólidos:

Los biosólidos son principalmente materiales orgánicos estabilizados ricos en nutrientes producidos durante el tratamiento de aguas residuales urbanas, los cuales pueden ser utilizados en diversos usos benéficos (Merli y Ricciuti, 2009).

Dichos 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).

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).

El reciclaje de biosólidos a través de la aplicación al terreno mejora las características del mismo, tales como su 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 (Pesinova, 2008).

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).

Crespi *et al.*, (2012) después de varios años de ensayos en ajo regados con aguas residuales, aplicación de fertilizantes nitrogenados e incorporando biosólidos como fuente nutricional para el cultivo, menciona que ésta última tecnología constituye un aporte significativo en sustitución de los fertilizantes sintéticos.

La aplicación de biosólido al suelo incrementa la producción de biomasa y el rendimiento del cultivo, sin embargo, dicha aplicación presenta algunos aspectos negativos tales como la presencia de metales pesados y microorganismos patógenos, siendo los metales pesados su principal factor limitante (Lavado y Taboada, 2002). No obstante, atendiendo a la procedencia de los efluentes domiciliarios con que se condujo éste ensayo de investigación, solo debe prestarse atención a la presencia de patógenos.

La necesidad de preservar el ambiente libre de contaminación exige la depuración de las aguas residuales antes de ser vertidas a los cauces receptores, generando en este proceso elevadas cantidades de subproductos provenientes del material retenido en los dispositivos de desbaste como arenas, grasas, residuos orgánicos llamados lodos depuradores, biosólidos o fangos; los que suponen la mayor parte del volumen y presentan importantes problemas de tratamiento y evacuación (Wikilibros, 2015). El volumen de producción de estos residuos llega a convertirse en un grave problema en ciudades muy pobladas y su tratamiento posterior se hace cada vez más urgente a medida que el crecimiento demográfico se acelera (Delgado *et al.*, 2002).

El tratamiento de las aguas residuales es una práctica cada vez más generalizada ya que resulta de un elemento fundamental para salvaguardar del medio ambiente. Además, los procesos de tratamiento son cada día más eficaces, es decir, son capaces de eliminar una mayor cantidad de contaminantes con la consecuencia directa de una mayor producción de biosólidos (López, 1996).

En Río Cuarto (Córdoba), cultivares de ajo “blanco” y “morado” fueron regados con dos calidades de agua, efluentes urbanos tratados y agua de perforación, no se hallaron diferencias estadísticas entre ambos tipos de calidades de agua para producción ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), el peso y los calibres de los bulbos, no se modificó la proporción de anomalías en la bulbificación y además los bulbos de ajo regados con efluentes resultaron seguros para la salud humana, ya que no se detectó *Escherichia coli* y *Salmonella* sp. (Crespi *et al.*, 2005; Grosso *et al.*, 2004;).

Al incorporar los biosólidos a los suelos destinados a la agricultura, probablemente sea la mejor y adecuada manera de utilizar los lodos ya que se aprovecharía su contenido en macroelementos y oligoelementos esenciales para la nutrición y el desarrollo vegetal, así como también la materia orgánica, que constituye una fuente de nutrientes a largo plazo (FAO, 2013).

La utilización en la agricultura de los lodos procedentes de todo tipo de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas está supeditada, además de otros requisitos, a que la concentración en metales pesados en el terreno se mantenga por debajo de límites considerados peligrosos (López, 1996).

La aplicación al suelo de biosólidos sólo o en combinación con otros materiales ha sido reportada para aumentar el rendimiento de varias hortalizas las cuales incluyen tomate (*Lycopersicon esculentum*), calabaza (*Cucurbita máxima*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) (Utria *et al.*, 2008).

Méndez *et al.*, (2009) evaluaron el comportamiento del ajo porro (*Allium porrum* L.) a diferentes tratamientos de bioabonos (humus y biosólido), el mayor rendimiento kg ha⁻¹ fue con la aplicación de biosólidos obtenidos por digestión anaeróbica siendo un 64 % mayor que el testigo. El biosólido produce un efecto estimulante en la fisiología y desarrollo de plantas de ajo porro, comportándose como un fertilizante de liberación lenta y acondicionador de suelo.

Utria *et al.*, (2008) con el objetivo de evaluar el impacto del uso agrícola de los biosólidos, demostraron que la aplicación de éstos obtenidos mediante digestión anaeróbica incrementa los contenidos de materia orgánica, fósforo y calcio, mientras que las poblaciones de patógenos fueron mínimas y en algunos casos nulas en el suelo, también observó el efecto positivo en la producción de plantas de tomate, sin alterar la calidad de frutos. Concluyen que los biosólidos con fines agrícolas es una alternativa viable y económica.

Cobertura vegetal de suelo:

El Mulching es una estrategia usada en diversas producciones agrícolas. Puede ser definido como cualquier clase de material aplicado a la superficie del suelo para protección y mejoramiento del área cubierta (FAO, 2000).

El recubrimiento del suelo, alrededor y debajo de las plantas (o encima de ellas en países de clima más frío que el nuestro), sobre los surcos o canteros, o en toda la superficie del cultivo, es una práctica agrícola que tiene cierta antigüedad y es reconocida como beneficiosa tanto en la horticultura como en la fruticultura (Hurtado, 2006). La literatura extranjera cita este tipo de práctica cultural como de uso común e imprescindible para muchos cultivos hortícolas sobre todo de exportación. Se han probado muchos tipos de materiales con este fin, los que han tenido éxito diverso (Ferrato, 2003).

La utilización de coberturas vegetales de suelo es una práctica sustentable muy utilizada en horticultura ecológica (Guibertau y Labrador, 1991; citados por: Peña Calzada, 2003). La cobertura vegetal, también denominada acolchado o mulching, constituye un sustrato orgánico, no contaminante, que se descompone en el suelo por acción microbiana, atemperando las condiciones climáticas adversas (Jacquelin, 2013).

En cuanto al uso de coberturas vegetales, son múltiples sus beneficios, desde controlar la pérdida de humedad del suelo por evaporación, mejora la infiltración (Scalone Echave, 1986) y bajar el porcentaje de pérdidas de agua (Villafáfila, 2012), disminuye el

encostramiento superficial, disminuye el desarrollo de malezas, atenúa las variaciones de temperatura y promueve la productividad mejorando la estructura del suelo y dinámica de los nutrientes (Robinson, 1988; Stinson *et al.*, 1990, Triplett y Dick, 2008 citados por: Morla *et al.*, 2010).

Las cubiertas vegetales pueden resultar de utilidad en la reducción de la dispersión de contaminantes en disolución, pues disminuyen el flujo total de escorrentía (Giráldez, 1998; Holland, 2004; Rodríguez-Lizana *et al.*, 2004 citados por: Rodríguez-Lizana *et al.*, 2005).

La cobertura de rastrojos genera condiciones óptimas para el desarrollo de microorganismos y mesofauna y el crecimiento de las raíces (Hatfield *et al.*, 1996 citado por: Morla *et al.*, 2010) y mejora la performance de los cultivos, principalmente en sistemas que reciben poca cantidad de lluvias (Triplett y Dick, 2008 citados por: Morla *et al.*, 2010).

Los residuos tienen influencia sobre el microclima del suelo al interceptar la radiación recibida. La intercepción y la reflexión de las radiaciones de onda corta por parte de los residuos reducen la cantidad de luz disponible en la superficie del suelo, el calor absorbido por el suelo a lo largo del día y la cantidad de humedad que se evapora del suelo. Estos efectos pueden interactuar con los requerimientos de germinación de las semillas y determinar el tipo de emergencia de las plántulas que ocurren en cualquier estación dada (Mohler y Teasdale, 2000)

En los cultivos hortícolas existe una oferta limitada de herbicidas en comparación con los cultivos extensivos, por la menor superficie que ocupan (Zaragoza, 2003 citado por Anzalone Graci, 2008).

Además, muchas áreas de producción hortícola están cercanas a lugares con capa freática superficial, a llanuras fluviales y a ríos, lo que aumenta la preocupación medioambiental por el uso de herbicidas en estos cultivos (Tei *et al.*, 2002 citado por Anzalone, 2008).

La cobertura tiene una acción muy importante en cuanto a control de malezas y mientras más gruesa sea la cobertura mejor será el efecto de la misma sobre las malezas, pues no permite el paso de la luz. Reduce o evita el uso de otros métodos de control (Scalone Echave, 1986).

Se han explorado varias propiedades físicas de los materiales de cobertura que pueden contribuir a la supresión de las malezas por el mero impedimento físico de su emergencia (Teasdale y Mohler, 2000 citado por Anzalone Graci, 2008).

Las coberturas de restos vegetales tienden a bajar la temperatura del suelo, perdiéndose precocidad. Esta característica los hace más recomendables para zonas, épocas y suelos más calientes (Scalone Echave, 1986). También, está comprobado que existe un efecto aislante de la cobertura sobre las variaciones de temperatura ambiente que se traduce en la capacidad de almacenar agua (Triplett *et al.*, 2008 citado por: Morla *et al.*, 2010).

Las temperaturas máximas de los suelos con cobertura son siempre menores a las temperaturas de los suelos sin mulch y las mínimas siempre mayores generando una estabilización de la temperatura diaria. El efecto más importante ocurre en los primeros 15 cm de profundidad lo que permite un mayor crecimiento radicular al cultivo, especialmente en áreas donde los veranos son muy cálidos (Robinson, 1988; Tuckey y Schoff, 1963).

La falta de cobertura vegetal es la principal causa de la erosión. La fuerza del impacto de las gotas de lluvias pesadas en un suelo descubierto pulveriza los agregados del suelo. Estos quedan cada vez más pequeños y tapan los poros de la superficie, formando una costra, que impide la infiltración de agua, aumentando de esta forma el escurrimiento superficial y transporte de tierra (García-Fayos, 2004).

Rodríguez (2007) evaluó el comportamiento de Tomate Cherry *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* con tres tipos de cobertura (paja de arroz con salvado de arroz, paja de arroz solamente y cobertura con polietileno). Las mayores producciones de frutos totales (3,4 kg.planta⁻¹) se obtuvieron con el tratamiento de paja de arroz con salvado de arroz, seguido por los otros dos tratamientos con 2,5 kg.planta⁻¹. También se determinó que la aplicación de salvado de arroz, redujo el manejo para el control de malezas.

Peña Calzada (2003) desarrolló una investigación con el objetivo de evaluar la influencia que tiene los restos de cosecha de arroz *Oriza sativa* y el vetiver *Vetiver azizanioides* usados como cobertura de suelo en el cultivo de Cebolla *Allium cepa* L. Los tratamientos fueron cobertura muerta con restos de cosecha de arroz, cobertura con vetiver y un testigo (suelo descubierto). Los rendimientos de los tratamientos cubiertos fueron entre 31,5 y 32,5% mayores que en el tratamiento con suelo desnudo.

Anzalone Graci (2008) evaluó en tomate *Lycopersicon esculentum* la potencial utilización de diferentes restos vegetales, plástico biodegradable y papel representando alternativas al uso polietileno como cobertura del suelo para el manejo de malezas. Se incluyeron los tratamientos de desmalezado manual, herbicida y testigo sin desmalezar. Los tratamientos sin control de malezas obtuvieron una producción entre 68% y 71% menor que aquellos donde se aplicó algún tipo de control. El polietileno logró los mejores rendimientos del cultivo. Las cubiertas con restos vegetales obtuvieron niveles de rendimientos medios,

similares a los del herbicida, con excepción de los restos de *Artemisia absinthium*, que obtuvieron los niveles más bajos de producción, mayores sólo que los del testigo sin desmalezar. En ningún caso se registraron diferencias en los parámetros de calidad del fruto entre los diferentes tratamientos aplicados.

Najul y Anzalone (2006) condujeron un ensayo con la finalidad de evaluar el nivel de control de malezas con el uso de coberturas vegetales en el cultivo de poroto *Phaseolus vulgaris* L. y determinar el efecto que sobre algunos componentes del rendimiento tienen estos métodos en comparación al control químico y manual. El mayor rendimiento del cultivo se obtuvo con el uso de la paja de *Panicum máximum* compostada con un valor de 2852,53 kg.ha⁻¹. En el resto de los tratamientos de cobertura, así como en el control químico y desmalezado manual, se presentaron rendimientos similares entre sí y superiores al testigo.

Salusso *et al.*, (2014) en ajo blanco regados con efluentes urbanos tratados y utilizando cobertura de suelo con cáscara de maní a razón de 2 kg.m⁻² más un testigo lograron aumentar los rendimientos con valores de 13.9 t.ha⁻¹ en el tratamiento con cobertura y 8.38 t.ha⁻¹ en el testigo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de un cultivo de ajo tipo blanco regado con efluentes urbanos tratados, abonado con biosólidos y cobertura de suelo con cáscara de maní, para evaluar si los efluentes urbanos tratados y los biosólidos tienen incidencia positiva sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo, y si esa incidencia aumentaría el rendimiento (t.ha⁻¹), en cuanto a la cobertura de suelo con cascara de maní se utilizó para ver si se mejoraría la producción del cultivo y sobre la posible disminución en la cobertura de malezas.

HIPÓTESIS

El riego con los efluentes urbanos tratados y el abonado con los biosólidos, tendrá una incidencia positiva sobre el crecimiento del cultivo de ajo.

Los beneficios de la cobertura de suelo con cáscara de maní mejorará el rendimiento del cultivo de ajo.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el rendimiento comercial y la calidad sanitaria de un cultivo de ajo regado por goteo con efluentes urbanos tratados, abonado con biosólidos y aplicación de cobertura vegetal de suelo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar altura de planta, número de hojas y calibre de cuello al momento de alcanzar madurez de cosecha para cada uno de los tratamientos.

Determinar el porcentaje de bulbos normales y con anormalidades en la bulbificación, calibre de bulbos normales y rendimiento comercial para cada uno de los tratamientos.

Determinar el efecto de la cobertura de suelo sobre la incidencia de malezas durante el ciclo del cultivo.

Analizar y determinar a la cosecha la presencia o ausencia de microorganismos perjudiciales para la salud humana como *Salmonella* sp y *Escherischia coli*.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Características ambientales

El ensayo se realizó en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto próximo a las Residencias Estudiantiles Universitaria, (33° 06' 49.78" S, 64° 18' 18.09" O y a 429 metros sobre el nivel del mar), donde está instalada una Planta Experimental para el tratamiento y la reutilización de aguas residuales urbanas con un potencial de captación del efluente erogado por el complejo habitacional, en el Departamento de Río Cuarto, Provincia de Córdoba, Argentina.

Esta región se caracteriza por poseer un régimen climático templado húmedo con invierno seco. La Temperatura Máxima Anual: 23,18 °C; Temperatura Mínima Anual: 10,20 °C, Temperatura Media Anual: 16,30 °C. El régimen de precipitaciones presenta una distribución anual del tipo monzónico con un 80% de las lluvias concentradas en el período primavera-estival, con una precipitación media anual de 801 mm.

En cuanto a las condiciones edáficas del sitio donde se realizó el ensayo, el suelo presenta una textura franco arenoso, clasificado como Haplustol típico, de relieve normal con llanuras suavemente onduladas, de actitud agrícola (Cantero *et al.*, 1986).

2. Planta de tratamientos de efluentes urbanos tratados.

El efluente proveniente de las Residencias Universitarias se conduce a través de una tubería de PVC, K4 de 160 mm de diámetro desde una profundidad de 0,60 m hasta 2 m, con una pendiente proyecto de 1,5% y descarga en una cámara receptora de cemento de 1,5 m de ancho por 2,5 m de largo por 5 m de profundidad (Figura 1) donde comienza la etapa de pre-tratamiento (Crespi *et al.*, 2012), en principio, el material pasa a través de un disco de acero inoxidable de 0,30 m de diámetro con 40 perforaciones de 15 mm de diámetro, que actúa como primer prefiltro de material grueso, y luego vierte por gravedad al canasto de acero inoxidable de 0,075 m³ cubierto de perforaciones que actúa como un colador y que hace a veces de segundo prefiltro que retiene el grueso que podría haber pasado en el paso anterior, semanalmente se retrae el canasto para su limpieza, se lava y se vuelve a introducir.

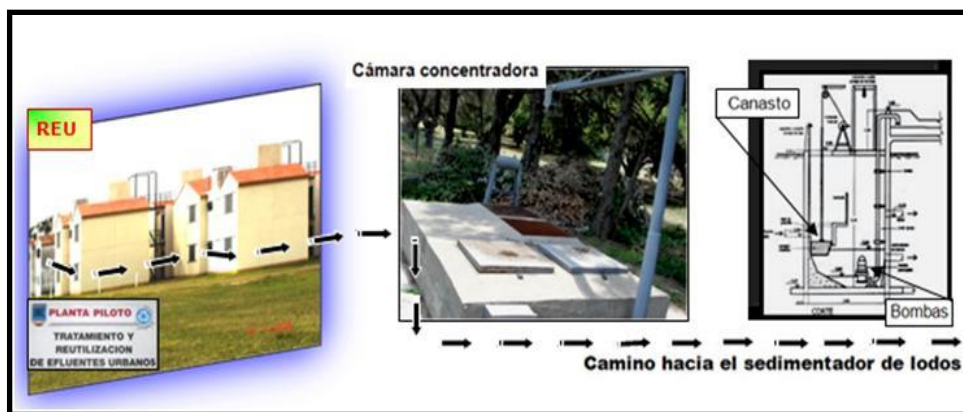


Figura 1. Conducción de los efluentes y pretratamiento. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

2.1 Pretratamiento

Desde la cámara receptora, por medio de bombas que operan alternativamente y en forma automática cada vez que se almacena un volumen de efluentes de 3000 L, éstos son enviados hacia el tanque sedimentador de lodos conducido por una tubería de PVC en la planta experimental.

En la Tabla 1, se muestra la composición físico-química del efluente urbano crudo, que será sometido a tratamiento para poder reutilizarse en riego.

Tabla 1. Determinaciones analíticas del efluente domiciliario.

<i>Ph</i>	<i>CE</i> (dSm^{-1})	<i>Nt</i> ($mg L^{-1}$)	<i>Pt</i> ($mg L^{-1}$)	<i>K</i> ($mg L^{-1}$)	<i>Alcalinidad</i> ($mg L^{-1}$)	<i>DBO₅</i> ($mg L^{-1}$)
7,8	1,1	108,5	8,1	16	350	112,5

2.2 Tratamiento del agua residual

El tanque sedimentador (Figura 2), con un volumen de 10000 L y forma cónica, 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 con generación de biogás y biosólidos y en la parte superior queda el sobrenadante que se vuelca a la 1ª laguna (Figura 3) facultativa, con presencia macrófitas, en la que permanecen los efluentes un tiempo de residencia hidráulico (TRH) de 13 días produciéndose una remoción del 97% de coliformes fecales y un 73% de coliformes totales.

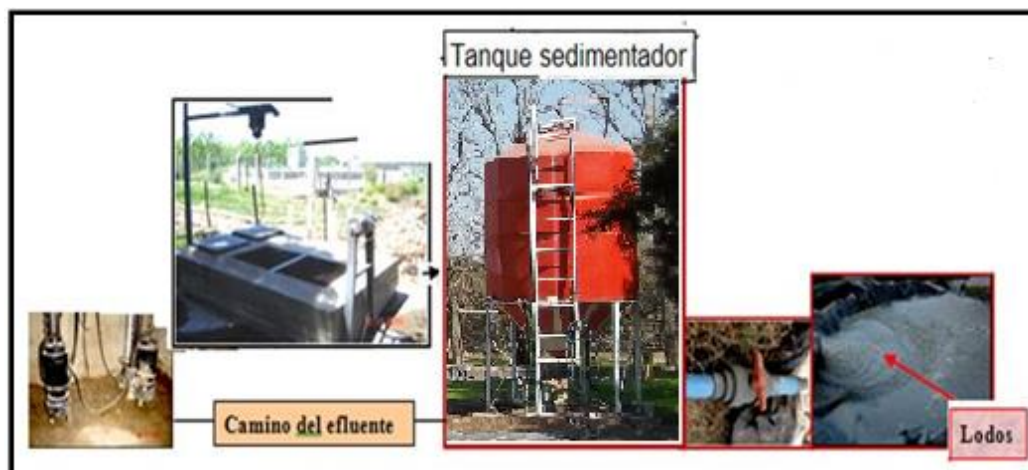


Figura 2. Efluente crudo y tanque sedimentador de lodos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Desde allí pasa a una 2ª laguna (Figura 3), también con macrófitas flotantes, en la que también permanece un TRH de 13 días produciéndose una remoción del 100% de coliformes fecales y quedando un remanente de coliformes totales de 4×10^5 N° más probable/100 ml. de agua residual.



Figura 3. 1º y 2º laguna con macrófitas. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Desde aquí el agua pasa a una laguna de maduración donde actúa la luz UV para eliminar completamente los coliformes totales desde donde, finalmente, se capta el agua para el riego de la parcela experimental.

3. Características del ensayo.

Con anterioridad a la plantación se efectuó la preparación del suelo mediante una rastra de discos y un rastrillo de manos, con el objetivo de asegurar un terreno mullido, desterronado, parejo, libre de malezas y rastrojos, para lograr una brotación uniforme.

Se procedió al separado de los bulbillos (dientes) de ajos "blancos" cultivar INCO 283 de forma manual. Se seleccionaron los bulbillos de mayor tamaño (peso superior a 5 g) y los

de tamaño medio (peso entre 4 y 5 g) y se sumergieron, el día previo a la plantación, en una mezcla de agua y fungicida (Tiram) con la finalidad de prevenir ataques fúngicos, como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Desinfección de los bulbillos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Se plantó el cultivo el día 25 de abril del 2015, de forma manual (Figura 5) con el terreno previamente marcado en un modelo espacial de 0,11 m. entre ajos y 0,3 m. entre hileras dando una densidad de 303.030 plantas.ha⁻¹. En los surcos marcados por los marcadores se procedió a plantar los bulbillos de ajo individualmente, de forma manual, en plano a diente visto. Al momento de la plantación se aplicó Linuron para el control de malezas.



Figura 5. (a) Plantación del ajo. (b) Vista de los dientes en detalles. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Los tratamientos fueron (Figura 6):

1. Testigo riego con efluentes urbanos tratados, sin la aplicación de biosólidos (T)
2. Tratamiento riego con efluentes urbanos sumado la aplicación de 30 t.ha⁻¹ (en peso seco) de biosólidos (BIO 30).
3. Tratamiento riego con efluentes urbanos tratados, sumado a la aplicación de 30 t.ha⁻¹ (en peso seco) de biosólidos más cáscara de maní 2 kg.m⁻² (BIO 30 + CAS).

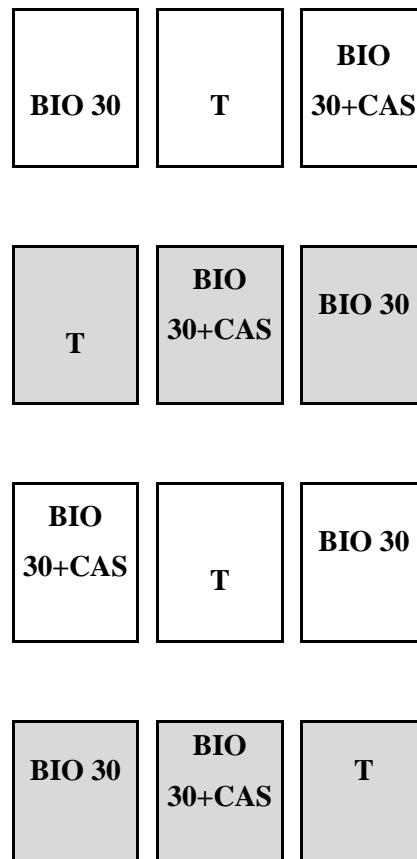


Figura 6. Distribución espacial de las parcelas del ensayo. Planta piloto. UNRC.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con 4 repeticiones. El tamaño de las subparcelas fue de 5,4 m². La unidad experimental fue de 2,4 m² y se correspondió con los 4 surcos centrales de 2 m de largo, descontando las cabeceras de 0,5 m cada una. A los 30 días pos plantación se colocó la cascara de maní.

La parcela presento una superficie total de 64,8 m² (12 m de largo por 5,4 m de ancho).

4. Sistema de riego por goteo

De la laguna maduración y con la ayuda de flotadores se capta el agua para riego desde la parte superior, luego de cumplirse el TRH y mediante el uso de una bomba centrífuga de 11 m³ h⁻¹ y 30 m de altura manométrica, se conduce a través de una tubería de 35 m de longitud y 40 mm de diámetro, de PVC, K6 hasta la parcela de ensayo.

Como se observa en la (Figura 7), el sistema de riego está compuesto en una primera parte por la electrobomba centrífuga y el cabezal de riego, que consta de una llave esférica de 1 ½” de PVC, un filtro de malla de 2” con los correspondientes manómetros antes y después del mismo de 2 kg cm⁻². A los fines de reducir el exceso de presión y garantizar la vida útil de la instalación, se instaló un regulador de presión de 15 p.s.i. de ¾”.



Figura 7. Equipo de bombeo y cabezal de riego. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

El otro componente del sistema fue la red de distribución de tuberías, que consta de una línea secundaria constituido por una tubería de Polietileno de Baja Densidad (P.E.B.D.) ubicada en la cabecera de las líneas de plantación donde se colocaron cintas de riego por goteo, mediante el uso de conectores, dispuestas en cada una de las hileras de plantación con goteros distanciados a 10 cm. El caudal de los goteros fue de 0,85 L.h⁻¹ (Figura 8).



Figura 8. Línea secundaria y laterales de riego por goteo. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba

5. Determinación del contenido hídrico del perfil

La frecuencia de riego fue determinada mediante la cuantificación del contenido gravimétrico del agua del suelo. Estos datos se obtendrán mediante la realización de un seguimiento de la evolución hídrica del perfil del suelo, en donde se extrajeron muestras semanalmente de 0-10 cm, de 10-20 cm y 20-30 cm de profundidad utilizando un barreno. Las muestras serán llevadas a estufa a 75 °C hasta obtener peso constante.

6. Aplicación de biosólidos

La aplicación de los biosólidos se realizó en dos oportunidades, la primera fue a los 74 días de la plantación, y la segunda fue a las 112 días, el líquido se aplicó con un balde plástico entremezclado con cáscara de maní en el surco lo más próximo a la línea de plantación 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).

Previo a la plantación del cultivo se realizó un análisis de suelo en el sitio de ensayo para determinar las características de las principales variables edáficas. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Contenido de nitrógeno de nitrato, nitrato, humedad, materia orgánica, fósforo y pH de la parcela de ensayo hasta los 20 cm de profundidad. U.N.R.C. Río Cuarto.

Profundidad	N-NO₃⁻	NO₃⁻	H°	MO	P	pH
Cm	ppm	ppm	%	%	ppm	
0 a 20	15,60	69,1	14,81	1,70	39,30	6,70

7. Manejo sanitario del cultivo

Para evitar la incidencia de enfermedades foliares, principalmente el ataque de Roya *Puccinia alli* que ocasiona importantes pérdidas en el cultivo, se realizó una primera aplicación a los 166 días pos plantación y la segunda aplicación (Figura 9) a los 181 días con mochila en forma preventiva de Crypton con dosis de 700 cc³/ha (fungicida sistémico) ya que coincidió con el momento del año en que las condiciones ambientales se tornan propicias para el desarrollo de la enfermedad.



Figura 9. Aplicación de fungicida. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

8. Cobertura de malezas

Para evaluar el efecto de los tratamientos de cobertura del suelo con cáscara de maní sobre el desarrollo de malezas en el cultivo, se midió la abundancia-cobertura de las mismas utilizando el método de Braun-Blanquet (1979), el cual consta de una escala con 7 niveles de abundancia-cobertura (r, +, 1, 2, 3, 4 y 5) de los cuales los 3 primeros niveles (r, + y 1) consisten mayormente de estimaciones de abundancia (o densidad) de individuos de la especie y los 4 niveles siguientes (2 a 5) se refieren específicamente a la cobertura de la especie.

Antes de que emerja el cultivo se aplicó Linuron, herbicida selectivo de preemergencia, con poder residual, el mismo depende de la textura del suelo y las condiciones de aplicaciones, esto se realizó en el comienzo del ciclo, junto con el aporcado. Posteriormente se realizó el control de malezas manualmente mediante el uso de azadas en dos oportunidades, a los 140 días y 166 días respectivamente.

9. Altura de planta, N° de hojas y calibre del cuello

Estos parámetros se registraron a los 194 días después de plantación, en el cual la altura de la planta se determinó con una cinta métrica tomando desde la base del suelo hasta la parte más distal de la misma. Por otra parte se determinó el número de hojas y por último el diámetro del cuello mediante un calibre tomando la medición al ras del suelo. Se tomaron 10 muestras de cada tratamiento.

10. Cosecha

La cosecha se realizó a los 207 días después de la plantación en forma manual, (Figura 10 a) evaluando los 4 surcos centrales de cada subparcela correspondiente a cada tratamiento (los laterales se descartaron para eliminar el efecto “bordura”). Los indicadores utilizados para definir el momento de cosecha fueron variaciones de color de las hojas y falso tallo. Los bulbos se colocaron para su secado en bolsas aireadas durante 60 días bajo un tinglado para facilitar la circulación de aire (Figura 11). Posteriormente se procedió a su limpieza para determinar el porcentaje de bulbos normales y con anomalías, calibre, número de bulbillos y rendimiento total ($t \cdot ha^{-1}$).



Figura 10. (a) Cosecha manual. (b) Oreado de bulbos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba



Figura 11. (a) Secado de los bulbos. (b) Clasificación de los bulbos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba

11. Análisis microbiológicos

Para el análisis microbiológico se tomaron a cosecha del cultivo 5 muestras de bulbos para cada tratamiento, se colocaron en bolsas de nylon identificadas. Los análisis correspondientes fueron efectuados por un laboratorio de la Facultad de Ciencias Exactas – UNRC.

Para la determinación de *Escherichia coli* se utilizó el método del Caldo MacConkey 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).

Todos 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 DISCUSIÓN

1. Aportes de agua durante el ciclo del cultivo

La deficiencia y/o el mal manejo del agua en un cultivo puede ocasionar mermas importantes de rendimiento y calidad de producto, a la vez puede favorecer el ataque de ciertos patógenos, plagas y enfermedades aprovechando éste estado de deficiencia hídrica en la planta.

En la zona donde se llevó a cabo el experimento las precipitaciones en los meses donde se desarrolla el cultivo son insuficientes para satisfacer la demanda hídrica por lo que es imprescindible contar con el aporte del riego para cubrir estos requerimientos.

En la (Figura 12) se muestran los aportes de agua que recibió el cultivo a lo largo del ciclo.

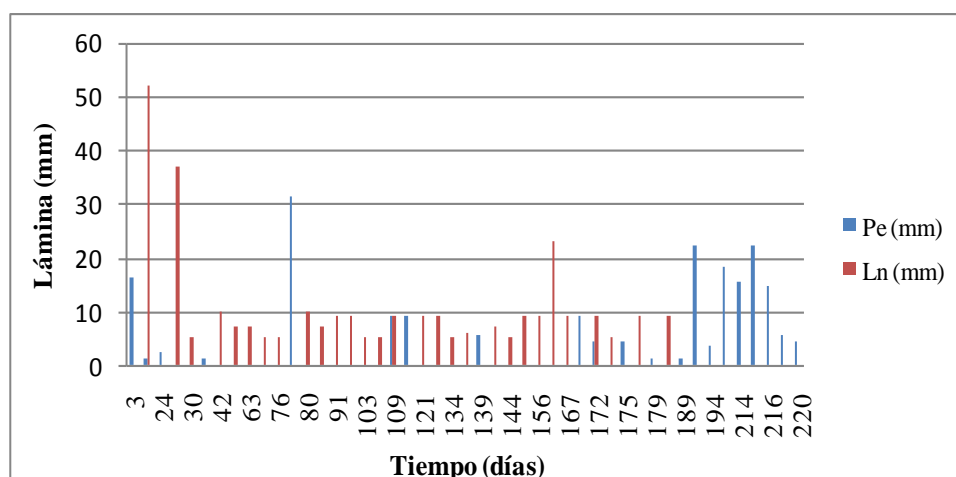


Figura 12. Milímetros de agua que recibió el cultivo durante el ciclo.

La lámina aplicada por el riego fue de 306 mm. distribuidos en 29 riegos, por su parte, el aporte realizado por las precipitaciones durante el ciclo del cultivo fue de 204 mm, alcanzando un total de agua aportada al cultivo de 510 mm. La lámina total de agua suministrada (Riego + Precipitaciones) fue igual a la mínima necesaria para lograr óptimos rendimientos en ajo, (Burba, 2013).

La técnica de riego por goteo con alta frecuencia sumado al uso de coberturas, permitieron dosificar mejor la lámina de riego en el ciclo del cultivo, con una mejor utilización del agua, evitando pérdidas de agua por evaporación, escurrimiento superficial y percolación profunda.

2. Aportes de nutrientes a través de efluentes y biosólidos

Además por medio del riego se realizó un aporte de nutrientes, ya que el agua provenía de efluentes tratados y además hubo en dos oportunidades aplicación de biosólidos.

Se pueden observar las cantidades en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de cada macronutriente aportadas por el efluente urbano tratado, los biosólidos y los aportados por el suelo (Tabla 3).

Tabla 3. Aporte de macronutrientes por parte del Efluente urbano tratado, los biosólidos y el suelo.

Nutrientes	TRATAMIENTOS			Total($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
	Efluentes($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Biosólidos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Suelo($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	
Nitrógeno	47	33	39	119
Fósforo	7	22	99	128

Con los niveles de fósforo y nitrógeno aportados durante el ciclo del cultivo, y considerando los aportes por mineralización de la materia orgánica que para esta región oscila entre 3 a 5%, (Bongiovanni *et al.*, 2006) se cubrieron los requerimientos de estos nutrientes, por lo tanto, los mismos no constituyen una limitante para alcanzar un rendimiento óptimo de este cultivo.

El ajo es un cultivo que responde fundamentalmente a la fertilización nitrogenada, absorbiendo éste nutriente principalmente en la etapa de mayor expresión vegetativa, extrayendo valores que oscilan entre $120\text{-}240 \text{ kg ha}^{-1}$ (Huez Lopez *et al.*, 2010).

3. Cobertura de malezas

Los resultados demostraron una menor incidencia de malezas en el tratamiento con cobertura de suelo con cáscara de maní en relación al testigo (Figura 13).

Como se puede evidenciar en la (Tabla 4) hay evidencia estadísticamente significativa en el porcentaje de cobertura de malezas entre los tratamientos, lo cual nos puede hacer concluir que el uso de la cobertura vegetal de suelo con cascara de maní puede ser una herramienta muy favorable, en detrimento del testigo el cual evidencio un porcentaje de cobertura de malezas mayor que (BIO 30 + CAS).

Tabla 4. Porcentaje de cobertura de malezas en los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Tratamientos	% de malezas
BIO 30 + CAS	23,54 b
T	50,63 a
r ²	0,27
c.v.	10,39
p. value	0,0001

Diferentes letras en columnas indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

La reducción de radiación incidente que llega al suelo determinó una menor presencia de malezas, los cultivos de cobertura pueden permitir una reducción del insumo de herbicidas. La supresión de las malezas hecha por los residuos del cultivo de cobertura por lo general permite que los cultivos se establezcan antes que las malezas, lo dicho anteriormente coincide con Scalone Echave (1986), Teasdale y Mohler (2000) y Anzalone Graci (2008).

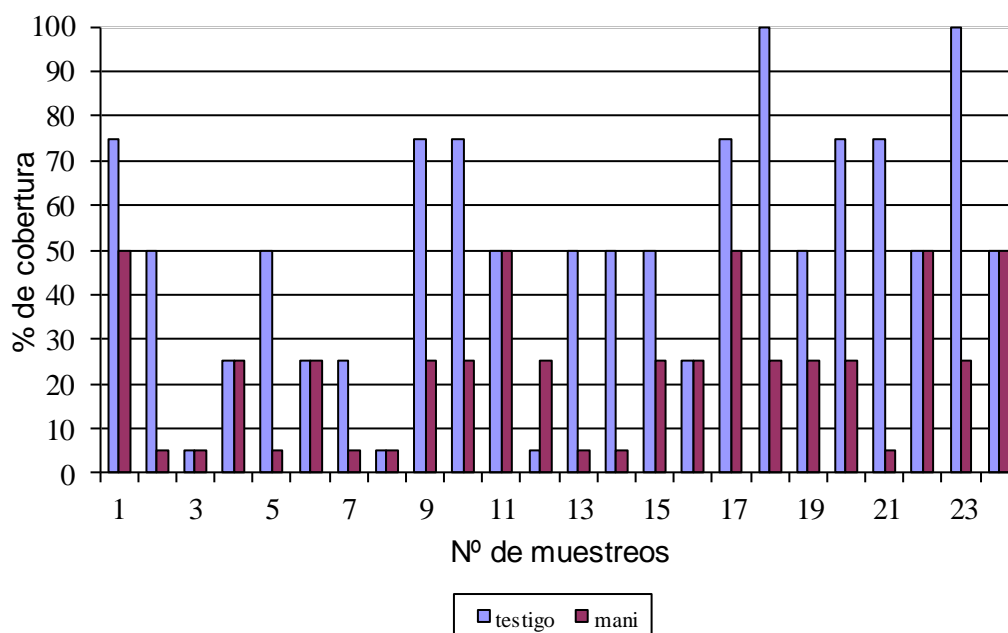


Figura 13. Porcentaje de coberturas de malezas en los diferentes muestreos.

En la (figura 13) se puede observar que en todos los muestreos, el porcentaje de cobertura de malezas estuvo por encima del tratamiento (BIO 30 + CAS), de esta forma podemos concluir que la cobertura de suelo con maní tuvo una incidencia negativa sobre el desarrollo de malezas.

4. Altura de planta, N° de hojas y calibre del cuello

El número de hojas por plantas a los 194 días de la plantación se diferenció significativamente de la aplicación de biosólidos con respecto al testigo, en cuanto a la altura se puede evidenciar que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

La aplicación de biosólidos al suelo logro incrementar el calibre del cuello, que se diferenció estadísticamente del testigo, como lo muestra la (Tabla 5).

Tabla 5. Diferencias entre altura, número de hojas y calibre entre los tratamientos. U.N.R.C. Río Cuarto.

Tratamiento	Altura	N de hojas	Calibre de cuello
BIO 30	58,60 a	8,75 a	20,75 a
BIO 30 + CAS	58,15 a	8,50 ab	19,35 a
T	54,60 a	7,80 b	15,20 b
r²	0,37	0,43	0,60
c.v.	4,77	6,37	12,00
p. value	0,1293	0,0784	0,0158

Diferentes letras en columnas indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

5. Bulbos normales y anormales

Al analizar el porcentaje de bulbos con calidad comercial (bulbos normales con calibre igual o mayor a 4 mm) y anormales (bulbos deformados, martillos y chicos) no se encontraron diferencias estadísticas. Entre los tratamientos (BIO 30 y BIO 30+ CAS y T) hubo una tendencia de mayor porcentaje de bulbos normales en el tratamiento (BIO 30 + CAS).

En la Tabla 6, se indican los distintos tratamientos con sus valores en porcentaje de bulbos normales y bulbos anormales.

Tabla 6. Porcentaje de bulbos normales y con anomalías, según los distintos tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Tratamiento	Bulbos normales	Bulbos anormales
BIO 30	55,78 a	44,23 a
BIO + CAS	59,35 a	40,65 a
T	55,68 a	44,33 a
r²	0,02	0,02
c.v.	27,94	36,94
p. value	0,9336	0,9336

Diferentes letras en columnas indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

6. Calibre de bulbos

El análisis estadístico del calibre como componente del rendimiento arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. A medida que se mejoraron las condiciones agronómicas de los tratamientos se logró aumentar el calibre de los bulbos. El agregado de la cobertura vegetal y los biosólidos permitieron obtener los mejores resultados. (Tabla 7).

Tabla 7. Calibre de bulbos normales de bulbos normales. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Tratamientos	Calibres de los bulbos normales (cm)
BIO 30 + CAS	5,70 a
BIO 30	5,33 b
T	5,14 b
r²	0,15
c.v.	10,54
p. value	0,0001

Diferentes letras en columnas indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

En experiencias similares Grosso *et al.*, (2004); Crespi *et al.*, (2005) no hallaron diferencias en calibre de bulbos normales utilizando como fuente de agua para riego efluentes urbanos tratados.

7. Rendimiento

El mayor rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) fue obtenido por el tratamiento (BIO 30 + CAS). Así como ocurrió con el calibre de los bulbos, la mayor intensificación de los tratamientos permitió maximizar el rendimiento. El menor desempeño se obtuvo en el tratamiento testigo (Tabla 8).

Tabla 8. Rendimiento individual promedio en t.ha⁻¹ de los bulbos de ajo. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Tratamientos	Rendimiento (t.ha⁻¹)
BIO 30 + CAS	11,00 a
BIO 30	9,60 a
T	7,38 b
r²	0,76
c.v.	10,39
p. value	0,0016

Diferentes letras en columnas indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Los rendimientos alcanzados por el cultivo de ajo fueron cercanos al promedio del país, logrados a través de la implementación de riego por goteo con efluentes urbanos tratados, la utilización de biosólidos y cobertura de suelo. El resultado obtenido en el tratamiento (BIO 30 + CAS) es semejante con lo obtenido por Postaschner (2010) para ajo blanco limpio y seco. Los resultados alcanzados fueron similares a los obtenidos por Salusso *et al.*, (2014).

Para concluir podemos decir que el tratamiento (BIO 30 + CAS) fue el que obtuvo mayor rendimiento, mayor calibre de los bulbos normales y menor calibre de los bulbos anormales, por lo tanto es una tecnología que nos podemos valer en el futuro para aumentar los rendimientos y ser más amigables con el medio ambiente.

Al utilizar un eficiente riego durante todo el ciclo con agua residual urbana tratada, más la aplicación de los biosólidos, se cubrieron, los requerimientos hídricos del cultivo de ajo y los requerimientos nutricionales del mismo; con estas aplicaciones se ha logrado incorporar una dosis de abonos bien equilibrada y distribuida en el tiempo logrando cantidad y calidad de producto que garantizan firmeza, color y conservación, sin el uso de fertilizantes químicos, haciendo de esta forma el uso sustentable de los recursos naturales.

8. Análisis microbiológicos

Inmediatamente después de la cosecha, se realizó en el laboratorio de Análisis Microbiológico de Alimentos de la UNRC, los análisis químicos para determinar la presencia de agentes patógenos en los bulbos de ajo. Se evaluaron los tratamientos y se comprobó ausencia de *Escherischia coli* y *Salmonella* sp.

CONCLUSIONES

Producto del método de tratamiento secundario de aguas residuales se obtuvo una importante reducción de nutrientes, eliminación de contaminantes y reducción de patógenos lo que convierte a este procedimiento en una técnica aceptable y ambientalmente sustentable.

La carga de nutrientes que significó la aplicación de biosólidos adicionado al aporte del agua residual para riego; permitió demostrar un avance tecnológico interesante como es la sustitución de fertilizantes de origen sintéticos por ecofertilizantes, sin afectarse significativamente los rendimientos.

La utilización de restos vegetales como cobertura no solo redujo la necesidad de utilizar herbicidas sino que también aumentó los rendimientos.

El cultivo de ajo bajo este manejo tecnológico, no perjudicó la calidad comercial y sanitaria del cultivo. Los análisis microbiológicos realizados en las catáfilas de los bulbos de ajo, indicaron que en ningún tratamiento hubo desarrollo de agentes patógenos, alcanzando la condición de “aceptable” desde el punto de vista bacteriológico para consumo humano en crudo.

BIBLIOGRAFÍA

- ABCAGRO. 2012. En: <http://www.abcagro.com/hortalizas/ajo.asp> Consultado: 14/3/2015.
- AJO – CADENAS ALIMENTARIAS.2013. En: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/03/revistas/r_39/cadenas/hortalizas_ajo.htm. Consultado: 15/12/13.
- ANZALONE GRACI A. 2008: Evaluación de alternativas al uso del polietileno como cubierta del suelo para el manejo de malas hierbas y otros aspectos agronómicos en el cultivo del tomate *Lycopersicon esculentum* P. Mill. en España y Venezuela Pp: 145.
- BLUMENTHAL, U.; A. PEASEY; G. RUIZ PALACIOS y D. MARA. 2000. Guidelines for was the waterer use in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence. Rev. Task. N° 68. Part 1. UK. Pp.66
- BONGIOVANNI, M.; BONADEO, E; MORENO, I. Relaciones sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y raíces de alfalfa. Ciencia de suelo Vol. 24 N° 2 Buenos Aires.
- BURBA, J. L. 1997. 50 temas sobre producción de ajo. Ingeniería de cultivo. Vol. N° 3. E.E.A. La Consulta, Mendoza, Argentina. Pp 112- 119.
- BURBA, J.L. 2005. INFORAJO 2. Ediciones, INTA. EEA. La Consulta Mendoza.
- BURBA, J L. 2013. 100 temas sobre producción de ajo Vol.: 1 “Situación del cultivo de ajo y aspectos socio-económicos. Ed.: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación experimental “La Consulta”. ISBN: 978-987-679-223-3
- 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.
- CANTERO GUTIERREZ, A.; E. M. BRICCHI; V. H. BECERRA; J. M. CISNERO y H. A. GIL. 1986. Zonificación y descripción de las tierras del departamento de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Pp 78.
- CORTES CADIZ, E. C. 2003. Fundamentos de ingeniería para el tratamiento de biosólidos generados por la depuración de aguas servidas de la región metropolitana. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Físicas y Matemática. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile. Pp 99.
- 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, Argentina. Pp. 76.
- CRESPI, R. 2005. Reutilización de aguas residuales en la producción agrícola. Rev. Hydria, Año I. N° 3. Buenos Aires, Argentina.
- CRESPI, R.; CAMACHO, E. y POLO, J.M. 2009. Riego subsuperficial con aguas residuales tratadas. En: Ingeniería del agua, Vol.: 16, N°: 2. Fundación para el fomento de la ingeniería del agua. ISSN: 1134 – 2196. Pp: 145 – 155.
- CRESPI, R.; M. PUGLIESE; L. GROSSO; D. RAMOS; F. SALUSSO; E. SOLER; A. SOLTERMAN; A. SANCHEZ; F. RAINERO; D. SILVA y A. TESTA. 2012. Generación de biogás y disposición de biosólido. 18° Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente. Buenos Aires, Argentina. Pp 1 – 18.
- DELGADO, M.; MIRALLES, R. PORCEL, M. A.; BELTRÁN, E. M; BERINGOLA, L.; MARTIN J.V.; BIGERIEGO, M. 2002. Ensayo sobre el efecto como fertilizantes del compost de lodo y del RSU, para su empleo en la forestación de tierras agrarias. Monte 67:54-58.
- E. UTRIA-BORGES; J. A. CABRERA-RODRIGUEZ; I.M. REYNALDO –ESCOBAR; D. MORALES – GUEVARA; A.M. FERNANDEZ; E.TOLEDO. 2006. Utilización agraria de los biosólidos y su influencia en el crecimiento de plántulas de tomate *lycopersicon esculentum* Mill.
- ESPINA POZO, M. 2003. Cadena productiva del ajo. Fundación Produce Queretaro. Pp: 1-85.
- ESTELLER, M. V. 2002. Vulnerabilidad de los acuíferos frente al uso de aguas residuales y lodos en la agricultura. Revista Latino-americana de Hidrogeología. N° 2. Toluca, México. Pp 103 - 113.
- FAO, 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Consultado 20/10/2014.
- FAO, 2013. En <http://www.fao.org/docrep/019/i3388s/i3388s.pdf> .Consultado: 10/8/15.
- FASCIOLO, G. Riego con efluentes tratados: aceptabilidad sanitaria para un cultivo de ajo. Presentado en: XXVII congreso interamericano de Engenharia sanitaria e ambiental. 9 p.
- FASCIOLO, G; E, GABRIEL; MECA, M.I.; LIPINSKI, V. 2000. Riego con efluentes tratados: potencial fertilizante para un cultivo de ajo. 13 p.
- FASCIOLO, G; E, GABRIEL; J MOROBITO; TOZZI. 2002. Impacto agroeconómico del riego con efluentes domésticos tratados en cultivos de ajo y cebolla. 12 p.

- FASCIOLO, G. E.; E. GABRIEL; F. TOSI y M. I. MECA. 2002. Rendimiento de los cultivos de ajo y cebolla regados con efluentes domésticos tratados. XIX Congreso Nacional del Agua. Córdoba. Argentina.
- FASCIOLO, G.; M. I. MECA; E. CALDERON y M. REBOLLO. 2005. Contaminación microbiológica en ajos y suelos regados con efluentes domésticos tratados. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo, tomo XXXVI. N° 1. Mendoza, Argentina. Pp 31 - 40.
- FERRATO, J; TINEO,F; GRASSO, R; LONGO,A 2003. Experiencias sobre nuevas tecnologías hortícolas en cultivos bajo cubierta.
- FORMENTO, S; FERRAZZINO, A. 2011. Apuntes agroeconómicos, consultado 08/08/2015. http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_2/agua.htm
- GARCÍA-FAYOS P. 2004: Interacciones entre la vegetación y la erosión hídrica En: Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid. ISBN: 84-8014-552-8. Pp: 309-334
- GAVIOLA, S; M. F. FILIPPINI, y V. M. LIPINSKI. 1991. Ritmo de crecimiento y absorción de nutrimentos en ajo *Allium sativum* L. I y II Curso Taller Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. 24 al 29 Junio 1991. INTA, Centro Regional Cuyo, Mendoza, Argentina. Pp. 105-112.
- GAVIOLA, S. y V. M. LIPINSKI. 2008. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y el color de cultivares de ajo *Allium sativum* L. colorado. Rev. Ciencia e Investigación Agraria. Vol. 35. N° 1. Pp 67 - 75.
- 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. L. GIACHERO; R. CRESPI . 2004. Efectos del riego con efluente urbanos tratados e inoculados con *Azospirillum brasilense* en ajo *Allium sativum* L. XXVII Congreso Argentino de Horticultura; VI Reunión Científica de la Cebolla del Mercosur; I Jornadas de Productos Frutihortícolas para una Alimentación Saludable, Villa de Merlo. Universidad Nacional de San Luis. Pp 51-51.
- 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. Rev. Asociación Argentina de Horticultura. Vol. 24. N° 56/57. General Roca, Río Negro. Pp 114
- 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. 1º Simposio Internacional sobre Cultivos Protegidos. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

- HUEZ LÓPEZ, M. A.; F. A. PRECIADO; J. LÓPEZ-ELÍAS; A. ÁLVAREZ; J. JIMÉNEZ y P. VALENZUELA. 2009. Productividad de ajo *Allium sativum* L. bajo riego por goteo en la Costa de Hermosillo, México. Rev. Biotecnia, Vol. 11, N° 2. México. Pp. 3 - 12.
- HURTADO, A. 2006. Aportes del ordenamiento territorial. Consultado 12/3/2014.
- I.F-H. 2001. Informe Fruti-hortícola. Tecnologías para el desarrollo sustentable de la ciudad. Boletín N° 1. Diciembre.
- INFOAGRO 2013. Cultivo de ajo. En: <http://www.infoagro.com/hortalizas/ajo.htm>. Consultado 25/02/14
- JACQUELIN L. M. 2013: La cobertura vegetal en la huerta agroecológica Pp: 2 En: <http://inta.gob.ar/documentos/la-cobertura-vegetal-en-la-huerta-agroecologica-1> consultado: 28/08/14
- 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 S. GAVIOLA. 1999. Fuentes y dosis de nitrógeno en fertirrigación de ajo cv. Fuego INTA. Rev. Horticultura Argentina N° 18. Pp 28 - 32.
- LOPEZ, M. 1996. Biosólidos generados en la depuración de aguas (I): planteamiento del problema. Ingeniería del agua, Vol.II, N° 3.
- MÉNDEZ W; PÉREZ, S; CÁRDENAS, J. 2009 Utilización del lodo obtenido de la digestión anaeróbica de la cachaza como bioabono para el cultivo del ajo porro *Allium porrum* l.
- MERLI, G. F. y N. O. RICCIUTI. 2009. Microbiología de las aguas residuales. Aplicación de Biosólido en el suelo. Seminario de procesos fundamentales físico-químicos y Microbiológicos. Especialización y Maestría en Medio Ambiente. EdUTecNe. Bahía Blanca, Argentina. Pp 1 – 24.
- MIGANI, C y R. CRESPI. 2010. Reutilización de efluentes urbanos: la transformación de un problema en un recurso. XVII Jornada de intercambio de conocimientos científicos y técnicos. FCE. UNRC. Pp 21.
- MORLA F., GIAYETO O., DAITA F. y NUÑEZ O. 2010: Pérdida de Rastrojo por Incendio y Rendimiento del cultivo de soja. En: Revista Científica Agropecuaria 14 (2) 2010 Facultad de Ciencias Agropecuarias – UNER. Pp 6 – 12.
- NAJUL C. y ANZALONE A. 2006.: Control de malezas con cobertura vegetal en el cultivo de la Caraota negra *Phaseolus vulgaris* L. consultado en:

- <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85718202> el: 21/09/14 Pp: 9
- PEÑA CALZADA K. 2003. Sistema de Siembra con Cobertura en el Cultivo de Cebolla. Pp 7.
- 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.
- PESINOVA, V. 2008. Reciclado y Tratamiento de Residuos. Gaceta Ide@s CONCYTEG Año 3. N° 32, En:
http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/32032008_II_RECICLADO_TRATAMIENTO_RESIDUOS.pdf. Consultado: 23/02/2015
- PNUMA.2002. Perspectivas del medio ambiente mundial. Ed: mundi prensa.
- 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.
- PROYECTO INTEGRADO PNHFA3.2006. Desarrollado de tecnologías de procesos y gestión para la producción para la producción peri-urbana de hortalizas. En:
<http://www.inta.gov.ar/sanpedro/investiga/pe/PNHF3141>. Htm. Consultado: 15/12/2014.
- ROBINSON, D. 1988. Mulches and herbicides in ornamental plantings.
- RODRÍGUEZ, G. 2007. Efecto de la cobertura del suelo con cascarilla de arroz en el crecimiento y rendimiento del tomate de ramillete En:
http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-16202007000300006&script=sci_arttext&tlng=en Consultado el 10/09/14.
- RODRÍGUEZ-LIZANA, R. ORDÓÑEZ, ESPEJO A., GONZÁLEZ P. y J.V. GIRÁLDEZ 2005: Estudio de la influencia de la cobertura vegetal viva en olivar en la contaminación de las aguas de escorrentía por nitratos. En: Estudios de la Zona No Saturada del Suelo Vol. VII. Pp: 81- 86.
- SALUSSO, F; RAMOS, D; GROSSO, L; CRESPI, R; PUGLIESE, M; SAMBATARO,M. 2014. Producción de ajo regado con efluentes urbanos y efectos de coberturas de suelo con residuos vegetales. XXXVII Congreso Argentino de Horticultura. Mendoza. Consultado 12/08/15
- SANCHEZ, A; CRESPI, R; GROSSO, L; RAMOS, D; SALUSSO, F. 2010. Evaluación del cultivo de ajo bajo riego con efluentes, fertilización nitrogenada y aplicación de biosólidos.
- SCALONE ECHAVE.1986. El mulching en la agricultura “el recubrimiento del suelo en la producción hortícola”. Ed. Montevideo. UY. 1986. Comisión Nacional de Fomento Rural. Pp: 32-40.

- 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.
- SINAVIMO. 2012. Cultivo de Ajo. En: <http://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/ajo> consultado: 10/12/14
- TEASDALE, J.R. y MOHLER, C.L. 2000. The quantitative relationships between weed emergence and the physical properties of mulches. Weed Sci. 48:385-392.
- TUKEY, R. y SCHOFF, E. 1963. Influence of different mulching material upon the soil environment. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 82:68-76.
- 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.
- VILLAFÁFILA E. 2012. Productores de Apóstoles fueron capacitados sobre economizar el agua En: <http://www.ifai.gov.ar/plantillas/noticias.php?id=82>.
- WIKILIBROS, 2015. Consultado en https://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales/Versi%C3%B3n_para_imprimir 08/07/15.