



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

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

**PRODUCCIÓN DE AJO BAJO RIEGO CON EFLUENTES  
URBANOS TRATADOS Y USO DE MANTA TÉRMICA**

**Ezequiel M. Cavigliasso**  
**DNI: 34.559.970**

**Director: Ing. Agr. MSc. Grosso, Liliana E**  
**Co - Director: Ing. Agr. Ramos, Diego**

**Río Cuarto– Córdoba**  
**Noviembre / 2015**

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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del Trabajo Final: **“Producción de ajo bajo riego con efluentes urbanos y uso de manta térmica”**

Autor: Ezequiel M. Cavigliasso. DNI: 34.559.970

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

Co - Director: Ing. Agr. Ramos, Diego

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

Dr. Raúl Crespi \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Fabricio Salusso \_\_\_\_\_

Ing Agr. M. Sc. Grosso, Liliana E \_\_\_\_\_

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

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

---

Secretario Académico

## **DEDICATORIA**

La siguiente tesis ha sido dedicada a mi familia:

A mi papa y mamá por el gran esfuerzo, sacrificio, dedicación y sobretodo la confianza que me han brindado para poder llegar a este sueño que siempre tuve desde chico, ser Ingeniero Agrónomo.

A mi hermana Paola por ser el soporte, guía y lo más importante una compañera más durante este tan ansiado camino, aguantando todas mis locuras pre-examen.

No olvidarme de mi cuñado, abuelas, tíos, primos, por la ayuda principalmente moral y anímica, la cuál es muy importante para llegar a la gran meta.

A mis dos abuelos (Titi y Mario) que desde el cielo me guiaron, cuidaron y me dieron fuerzas.

## **AGRADECIMENTOS**

“Cuanto mayor sea el esfuerzo, mayor es la gloria”

Mi primer agradecimiento es a la Universidad Nacional de Río Cuarto, especialmente a la facultad de Agronomía y Veterinaria, por la formación recibida durante este proceso y permitirme ser parte de los nuevos profesionales.

A los profesores de la cátedra de Horticultura (Lili, Fabri y Diego) por el tiempo, dedicación, esfuerzo y sobretodo enseñanza brindada para culminar ésta tesis en forma exitosa.

A mis amigos, la gran compañía diaria durante todos estos años, incluyendo mates, asados, futbol, salidas: Pancho, Huevo, Gringo, Augusto, Nico, Pichu, Manacho, Piru, Tomi, Santi, Agustín.

Para todos ellos y para aquellos que no he nombrado pero que aportaron su grano de arena para que pueda llegar a la meta final, GRACIAS, DE CORAZON...!!

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICES DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
SUMMARY.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
1. Cultivo de ajo.....	1
1.1 Importancia del cultivo a nivel mundial y nacional.....	1
1.2 Características y requerimientos del ajo.....	1
2. Efluentes urbanos tratados.....	2
3. Manta térmica.....	4
HIPÓTESIS.....	9
OBJETIVOS.....	9
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
1. Características ambientales.....	10
2. Planta de tratamiento de efluentes urbanos.....	10
2.1 Pretratamiento.....	11
2.2 Tratamiento del agua residual.....	14
3. Características del ensayo.....	15

4. Sistema de riego por goteo.....	17
5. Cuantificación de variables ambientales.....	18
5.1 Radiación fotosintéticamente activa (RFA).....	18
5.2 Temperatura del aire.....	19
5.3 Humedad relativa del aire.....	20
6. Manejo sanitario del cultivo.....	20
7. Cosecha.....	20
8. Análisis microbiológicos.....	21
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	23
1. Cuantificación de variables ambientales.....	23
1.1 Radiación fotosintéticamente activa (RFA).....	23
1.2 Temperatura del aire.....	24
1.3 Humedad relativa del aire.....	26
1.4 Aportes de agua en el ciclo del cultivo de ajo.....	27
1.5 Característica del suelo del ensayo.....	27
2. Cultivo de ajo.....	28
2.1 Bulbos normales y con anomalías.....	28
2.2 Calibre de bulbos.....	29
2.3 Rendimiento.....	29
2.4 Análisis microbiológicos.....	31
CONCLUSIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Determinaciones analíticas del efluente domiciliario.....	12
Tabla 2. Trasmisividad promedio de la RFA durante el ciclo del cultivo.....	23
Tabla 3. Incrementos promedios de la temperatura mínima, media y máxima del aire durante el ciclo del cultivo.....	25
Tabla 4. Incrementos promedios de la HR del aire debajo de la manta térmica respecto al aire libre durante el ciclo del cultivo.....	26
Tabla 5. Aportes de macronutrientes por parte del efluente urbano tratado.....	27
Tabla 6. Porcentajes de bulbos normales y con anomalías obtenidas a cosecha para cada uno de los tratamientos.....	28
Tabla 7. Calibre promedio de bulbos normales obtenidos a cosecha para cada uno de los tratamientos.....	29
Tabla 8. Rendimiento del cultivo de ajo, según las condiciones de manejo.....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Conducción de los efluentes y pretratamiento. Planta piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	11
Figura 2. Efluente crudo y tanque sedimentador de lodos. Planta piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	14
Figura 3. 1° y 2° laguna con macrófitas acuáticas. Planta piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	15
Figura 4. Desinfección de los bulbillos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	16
Figura 5. Plantación del ajo (a). Vista de los bulbillos en detalles (b). Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	16
Figura 6. Equipo de bombeo y cabezal de riego. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	17
Figura 7. Línea secundaria (a). Laterales de riego por goteo (b). Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	18
Figura 8. Cosecha manual. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	21
Figura 9. Secado de los bulbos (a). Clasificación de los bulbos (b). Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	21
Figura 10: Variación diaria de la temperatura del aire entre los tratamientos.....	25



## RESUMEN

Las tierras agrícolas bajo riego han aumentado considerablemente en estos últimos años, como así también el tratamiento de efluentes urbanos y su reutilización en la producción agrícola, el cuál es muy importante no solo como fuente de agua sino también por el importante aporte de nutrientes. El uso de manta térmica produce modificaciones de las variables ambientales como es el caso de la radiación fotosintéticamente activa, temperatura y humedad relativa del aire. Para evaluar el uso de efluentes urbanos tratados y manta térmica sobre la productividad de un cultivo de ajo, se plantaron ajos blancos cultivar “Inco 283”, a una densidad de 30,3 plantas  $m^{-2}$ , en un diseño experimental de bloques completos al azar, con dos tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: uso de manta térmica desde la bulbificación hasta el final del ciclo y un testigo (sin manta térmica). La densidad de la manta térmica utilizada fue de 17  $gm^{-2}$ . Los tratamientos fueron regados por goteo con efluentes urbanos tratados y se aplicó una lámina de 420 mm. Las precipitaciones efectivas aportaron 197 mm. El agua residual aportó 49  $kg\ ha^{-1}$  de N, 7  $kg\ ha^{-1}$  de P y 50  $kg\ ha^{-1}$  de K. Los rendimientos del cultivo de ajo fueron: Testigo: 7,39 (b) ( $tha^{-1}$ ) y Manta térmica: 8,92 (a) ( $tha^{-1}$ ). Estas diferencias fueron significativas al nivel de 5% (LSD Fisher). El análisis microbiológico de los bulbos confirmaron ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* El aporte de nutrientes del efluente y manta térmica lograron mejorar los rendimientos en el cultivo de ajo.

## SUMMARY

Agricultural land under irrigation has increased considerably in recent years, as well as the treatment of urban wastewater and reuse in agricultural production, which is very important not only as a source of water but also for the input of important nutrients. The use of thermal blanket produce changes in environmental variables such as the photo synthetically active radiation, temperature and relative humidity. To evaluate the use of treated effluent and urban thermal blanket on the productivity of a crop of garlic, white garlic they planted cultivar "Inco 283" at a density of 30.3 plants m<sup>-2</sup>, in a complete block experimental design randomized, with two treatments and four replications. The treatments were, use of thermal blanket from the bulb formation until the end of the cycle and a control (without thermal blanket). The density of the heating element used was 17 gm<sup>-2</sup>. Treatments were drip irrigated with treated urban effluents and a sheet of 420 mm applied. Rainfall contributed with 197 mm. Wastewater contributed 49 kgha<sup>-1</sup> of N, 7 kgha<sup>-1</sup> of P and 50 kgha<sup>-1</sup> of K. The garlic crop yields were: Witness: 7,39 (b) tha<sup>-1</sup> and Thermal Blanket: 8,92 (a) tha<sup>-1</sup>. These differences were significant at the 5% level (Fisher LSD). The microbiological analyzes of bulbes confirmed absence of *Escherichia coli* and *Salmonella sp.* The nutrient effluent and thermal blanket improved yields in growing garlic.

## INTRODUCCIÓN

### 1. Cultivo de ajo

#### 1.1 Importancia del cultivo a nivel mundial y nacional

El ajo (*Allium sativum* L.), procedente del centro y sur de Asia desde donde se propagó al área mediterránea y de ahí al resto del mundo, se cultiva desde hace miles de años. Unos 3.000 años AC, ya se consumía en la India y en Egipto (Abcagro, 2012; Burba, 2013). Los españoles introdujeron el ajo en el continente americano (Espina Pozo, 2003).

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 taño<sup>-1</sup>. 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).

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; Burba, 2013).

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

#### 1.2 Características y requerimiento del ajo

El ajo pertenece a la familia *Liliaceae*, subfam. *Allioideae*. Nombre científico: *Allium sativum*. L. Es una planta bulbosa, vivaz y rústica, presenta una raíz compuesta de 6 a 12 bulbillos (“dientes de ajo”), reunidos en su base

por medio de una película delgada, formando lo que se conoce como “cabeza de ajo”. Cada bulbillo se encuentra envuelto por una túnica blanca, a veces algo rojiza, membranosa, transparente y muy delgada, semejante a las que cubren todo el bulbo (Infoagro, 2013).

Es una especie que crece con un pH entre 5,5 y 7, es bastante tolerante a la sequía, sin embargo, no le debe faltar el agua en las etapas de germinación y formación de bulbos, aunque debe contar con un periodo seco en la etapa de maduración (Benacchio, 1982). Con respecto a los suelos deben tener un buen drenaje, y la humedad del mismo estar por debajo de la capacidad de campo para lograr un óptimo desarrollo del cultivo (Infoagro, 2013).

No es una planta muy exigente de condiciones climáticas, aunque adquiere un sabor más picante en climas fríos. La temperatura mínima para crecimiento está entre 4 y 8°C, en etapas tempranas de desarrollo prefiere temperaturas de entre 8 y 16°C para la brotación y formación de bulbos (Santibáñez, 1994). Para conseguir un desarrollo vegetativo vigoroso es necesario que las temperaturas nocturnas permanezcan por debajo de 16°C (Infoagro, 2013).

## **2. 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. 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, 2010).

En algunos casos, las aguas residuales son el único recurso hídrico de las comunidades pobres que subsisten por medio de la agricultura tradicional. Si bien el uso de aguas residuales en la agricultura puede aportar beneficios (incluidos los beneficios de salud como una mejor nutrición y provisión de alimentos para muchas personas), su uso no controlado generalmente está relacionado con impactos negativos importantes sobre la salud humana. Estos im-

pactos en la salud se pueden minimizar cuando se implementan buenas prácticas de manejo en la reutilización (González y Rubalcaba, 2010).

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, arenas, etc.) (Cortez Cadiz, 2003).

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 mgL<sup>-1</sup> de N, de 5 a 25 mgL<sup>-1</sup> de P y 10 a 40 mgL<sup>-1</sup> 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 (Silva *et al.*, 2008).

Entre los beneficios de la utilización de aguas residuales urbanas para el riego pueden señalarse el tratamiento y la eliminación de las aguas negras con bajos costos y de forma inocua; la conservación del agua y la reposición de las reservas freáticas; y la utilización de los nutrientes de las aguas residuales con fines de producción (Braatz y Kandiah, 2004).

Aunque los efluentes son un recurso muy valioso, algunos 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).

Si bien a escala global tan solo una pequeña parte de las aguas residuales tratadas se utilizan para la agricultura, ésta práctica atrae cada vez mayor interés en todo el mundo, y en algunos países (España y México, por ejemplo) un porcentaje elevado de las aguas tratadas se destinan al riego (FAO, 2010).

Crespi (2005) demostró que en la zona central de Argentina es posible reutilizar los efluentes municipales tratados mediante riego por goteo superfi-

cial aprovechando un importante recurso hídrico, reduciendo el impacto ambiental y maximizando los beneficios agrícolas de diversos cultivos.

Grosso *et al.*, (2004); Crespi *et al.*, (2005) en ensayos realizados en cultivares de ajo “blanco” y “morado” regados con dos calidades de agua, efluentes urbanos tratados y agua de perforación, si bien no se encontraron diferencias estadísticas entre ambos tipos de calidades de agua para la producción ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), 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 en éste cultivo el riego con el efluente urbano tratado puede reemplazar el uso del agua limpia, sin afectar su producción y calidad sanitaria.

Reportan Fasciolo *et al.*, (2002) que el riego con efluentes en un cultivo de ajo se comportó como una fertilización nitrogenada aumentando los rendimientos por ha en un 15%, los calibres de los bulbos en un 9 % y no afectó la calidad comercial del ajo. Además indican 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.

Los resultados logrados en soja regada con aguas residuales, indican que en éste cultivo, pierde importancia relativa la técnica de inoculación, es aconsejable que bajo estas condiciones, no se realice esta práctica, ahorrando mano de obra y costo del inoculante (Crespi *et al.*, 2009).

### **3. Manta térmica**

Históricamente los horticultores han intentado modificar el microclima de los cultivos para acelerar el crecimiento, incrementar el rendimiento y adelantar la madurez. Varias técnicas de protección han sido usadas para incrementar la temperatura del aire y suelo, incrementar la humedad alrededor de las plantas, reducir ataque de insectos, presión de enfermedades y estrés hídrico (Wells y Loy, 1985; Pollard y Cundari, 1988; Kjelgren, 1994).

El uso de protecciones en las hileras de cultivos se ha utilizado durante muchos años en Europa, Asia, Israel y EE.UU. En estos días, están disponibles materiales más avanzados para mejorar medios de cultivo en hortalizas y plantas ornamentales (Fitzgerald y Stiltz, 2005).

La manta térmica es un material confeccionado a partir de largos filamentos de polipropileno que se colocan en capas soldadas entre sí a temperaturas apropiadas, constituyéndose un material muy liviano y de resistencia suficiente para su utilización en la agricultura. Algunas de las ventajas del uso de la manta en cultivos protegidos son la posibilidad de su colocación y retiro en cualquier fase del desarrollo, y la posibilidad de ser colocada directamente sobre las plantas, sin necesidad de estructuras de sustentación (Ferrato *et al.*, 2010; Fernandes Otto *et al.*, 2010).

En el mercado existen materiales de diferente peso y densidad, los cuales modifican de manera diferenciada las variables ambientales en el cultivo. Materiales ligeros ( $17 \text{ gm}^{-2}$ ) se comercializan como "barreras de insectos", poseen un 90 a 95% de transmitancia de radiación, y aumentan la temperatura entre 1 a 3,3 °C. Materiales intermedios presentan transmitancia entre 75 a 85%, y materiales más pesados ( $50 \text{ a } 67 \text{ gm}^{-2}$ ) se utilizan generalmente para extender la temporada de cultivo en primavera y en otoño, presentan 30 a 50% de transmitancia y modifican entre 2 a 5,5 °C (Traunfeld, 2011).

La protección contra heladas varía según el material utilizado. Para una mejor protección se recomienda el uso de materiales de mayor densidad (Fitzgerald y Stiltz, 2005). El empleo de manta térmica incrementa las temperaturas máximas y mínimas diarias del aire, y por ende, la suma térmica o unidades de calor diarias ( $\text{grados.día}^{-1}$ ) que acumulan los cultivos (Nelson y Young, 1986).

Algunos autores reportan incrementos en la temperatura media del aire con el uso de la manta térmica en 2,4 °C respecto al control al aire libre, esto se debe al efecto invernadero de la cubierta y a la reducción del viento que disminuye el transporte turbulento (Otto *et al.*, 2000).

Otro efecto favorable es la retención de humedad, el agua se condensa en la parte inferior de la cobertura con la manta térmica y retorna al suelo.

Además la protección contra los vientos también ayuda a la planta en la retención de la humedad (Mermier *et al.*, 1995; Fitzgerald y Stiltz, 2005). Crea una barrera contra insectos y pájaros que puedan potencialmente alimentarse del cultivo (Traunfeld, 2011).

La utilización de éstas genera una modificación del fitoclima debajo de la cobertura, con cambios en los niveles de radiación incidente sobre las plantas (Benoit y Ceustermans, 1987), modificaciones en la humedad relativa del aire (Hemphill, 1989), así como la humedad del suelo (Wolfe *et al.*, 1989), protección contra los vientos (Mermier *et al.*, 1995) y un mejor control térmico, siendo especialmente recomendada para especies vegetales sensibles a cambios bruscos de temperaturas y heladas. Los ciclos de cultivo se acortan y son más regulares, con el mayor beneficio económico que ello conlleva (Fitzgerald y Stiltz, 2005; Horticom, 2013).

La manta térmica se utiliza principalmente en cultivos hortícolas (tomate, pimiento, lechuga, zapallito), en almácigos de tabaco, como doble techo dentro de invernaderos, e inclusive en protección de árboles jóvenes, utilizada a modo de "capuchón" para protegerlas del frío (Carluccio *et al.*, 2002; Stavisky, 2010).

Con el uso de la manta térmica se han observado múltiples resultados positivos en los cultivos como precocidad de cosecha (Reghin *et al.*, 2002, 2003; Feltrin *et al.*, 2003, 2006), aumento de la producción (Pereira *et al.*, 2003; Salas *et al.*, 2008), mejora en la calidad del producto final (Reghin *et al.*, 2002;), en la producción de plántulas (Reghin *et al.*, 2000), protección contra daños por heladas (Reghin *et al.*, 2002), protección contra el ataque de plagas (Fitzgerald y Stiltz, 2005), mantenimiento de la humedad del suelo y sanidad de las plantas (Furiatti *et al.*, 2008; Salas *et al.*, 2008; Dallapria *et al.*, 2009).

Benoit y Hartman (1974) afirman que este tipo de cobertura se introdujo por primera vez en Holanda en 1965, utilizadas en cultivo de ruibarbo y fresas. Este tipo de cobertura fue probado por varios investigadores en la década de 1970 para mejorar y aumentar los rendimientos de algunos cultivos de hortalizas como lechuga de cabeza y zanahoria (Benoit y Hartmann, 1974; Benoit, 1975; Geustermans *et al.*, 1981; Henriksen, 1981).



La utilización de manta térmica como medida de protección en cultivo de ajo permitió aumentar la temperatura bajo las mismas y provocar mayor crecimiento vegetativo y rendimiento de bulbos, a pesar de la menor radiación PAR recibida (Guiñazú *et al.*, 2011).

Suárez-Rey *et al.*, (2009) evaluaron el comportamiento de un cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) utilizando manta térmica con respecto a otro tratamiento al aire libre (sin manta térmica). Los resultados mostraron que con el uso de la manta se redujo la longitud del ciclo en 30 días, la temperatura media del aire se incrementó en 2,4 °C respecto al control al aire libre, como así también la temperatura del suelo en 2 °C. Con respecto a la radiación incidente PAR hubo una disminución del 35% debajo de la manta, en cuanto a la biomasa no hubo diferencias significativas, sin embargo sobre el rendimiento se apreció un aumento en el mismo con el uso de manta térmica.

Nelson y Young (1986) evaluaron el efecto del uso de manta térmica sobre la modificación de la temperatura del aire en cultivos de rábanos, cebolla, repollo, pepino, calabaza y maíz dulce, encontrando valores de 2,7 °C de aumento en la temperatura mínima del aire bajo la protección de la manta con respecto al aire exterior, y destacan una mayor acumulación de grados día en cultivos que responden a este fenómeno como el maíz dulce con aumentos de 1,5 a 2,4 veces superiores que fuera de la manta térmica.

Barros Júnior *et al.*, (2004) evaluaron el rendimiento de lechuga cultivares Tainá y Babá de Verão en túneles bajos cubiertos con manta térmica de diferentes densidades (13 y 40 g.m<sup>-2</sup>) y un testigo sin cobertura. El cultivar Babá de Verão presentó mejor desempeño en altura de plántula, número de hojas y productividad. El túnel bajo con manta de 40 g.m<sup>-2</sup> promovió una mayor altura, diámetro y productividad para los cultivares.

Un estudio realizado en la Universidad Nacional de La Pampa sobre el comportamiento de Espinaca (*Spinacea oleracea* L.) híbrido 424 cultivada bajo dos sistemas de protección: túnel bajo de polietileno y manta térmica, más un testigo sin protección, arrojó diferencias significativas de rendimiento en las situaciones protegidas respecto al testigo: 17,29 tha<sup>-1</sup> (b), 16,78 tha<sup>-1</sup> (b) y 11,35 tha<sup>-1</sup> (a) para túnel bajo de polietileno, manta térmica y testigo respecti-

vamente. Además se logró mayor precocidad en el cultivo con un acortamiento del ciclo de 15 días a favor de los protegidos (Siliquini *et al.*, 2007).

Por su parte, Fernandes Otto *et al.*,(2010) para la región de Ponta Grossa, (Brasil) midieron la respuesta productiva en cultivares de lechuga Vera (tipo crespada) y Lídia (tipo lisa) en sistemas protegidos con manta térmica natural ( $15 \text{ gm}^{-2}$ ), manta térmica blanca ( $17 \text{ gm}^{-2}$ ) y un testigo sin protección para la época de invierno – primavera no encontrando diferencias entre manta térmica natural y blanca, pero en las situaciones protegidas se observó un aumento de la fitomasa fresca y un mejor aprovechamiento de hojas en ambos cultivares respecto al testigo.

## **HIPÓTESIS**

El riego con efluentes urbanos tratados aporta macro y micronutrientes, que sumado al uso de la manta térmica favorecería el crecimiento y producción ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) del cultivo de ajo sin pérdida de la calidad comercial y sanitaria.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

1. Evaluar la producción de un cultivo de ajo regado por goteo con efluentes urbanos tratados y el uso de manta térmica.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Cuantificar el efecto de la protección con la manta térmica sobre radiación fotosintéticamente activa (RFA), temperatura del aire y humedad relativa del aire durante el ciclo del cultivo.
2. Determinar el porcentaje de los bulbos normales y con anomalías, calibre de los bulbos y rendimiento a cosecha ( $\text{tha}^{-1}$ ).
3. Determinar a cosecha la presencia de microorganismos dañinos para la salud humana tales como *Escherichia coli* y *Salmonella sp.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Características ambientales

El ensayo se realizó en la Planta Piloto de Tratamiento de Efluentes Urbanos ubicada en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto ( $33^{\circ} 07'$  lat. Sur;  $64^{\circ} 14'$  long. Oeste; 421 m.s.n.m), provincia de Córdoba, Argentina.

Esta región presenta un régimen de precipitaciones tipo monzónico. La precipitación media anual varía entre 550 y más de 990 mm. La precipitación media de los últimos 20 años en Río Cuarto fue 801 mm, los meses de mayor precipitación son diciembre y enero, con 130 mm por mes, mientras que para junio y julio la media alcanza los 12 mm por mes (ADESUR, 1999).

La zona presenta marcada amplitud térmica a lo largo del año, con temperaturas bajo cero en los meses más fríos (Junio y Julio) y por encima de los  $35^{\circ}\text{C}$  en los meses de verano (Diciembre y Enero). El periodo libre de heladas en Río Cuarto es de 256 días y va desde mediados de Septiembre hasta mediados de Mayo. El viento es otro componente climático importante en la región, su dirección predominante es de NE a SO y las mayores velocidades se dan en el periodo de julio a noviembre (ADESUR, 1999). El suelo del sitio de ensayo es un Haplustol típico (Cantero *et al.*, 1986).

### 2. Planta de tratamiento de efluentes urbanos

El efluente proveniente de las Residencias Universitarias se conduce a través de una tubería de PVC, de 160 mm de diámetro desde una profundidad de 0,60 m hasta 2 m, se descarga en una cámara receptora de cemento de 1,5 m de ancho por 2,5 m de largo por 5 m de profundidad 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 m<sup>3</sup> 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).

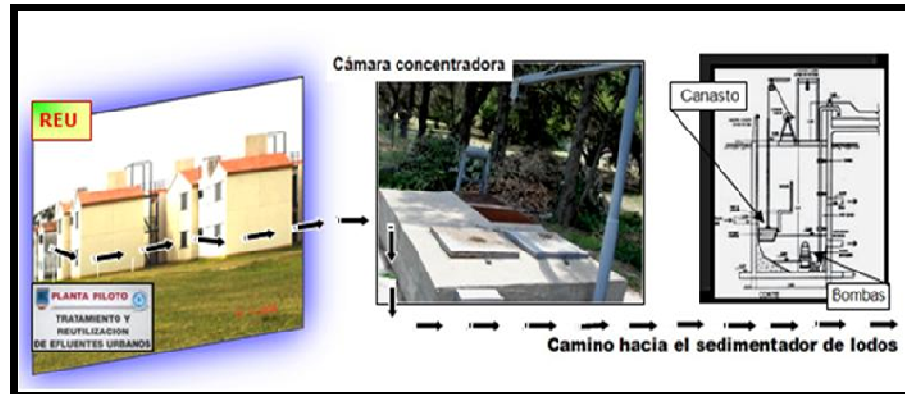


Figura 1. Conducción de los efluentes y pretratamiento. Planta piloto. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

## 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 tratado, que será sometido a tratamiento para poder reutilizarse en riego.

Tabla 1. Determinaciones analíticas del efluente domiciliario.

<b>Determinación analítica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
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	ml/L	210,00
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	252,00
pH		7,82
Conductividad eléctrica	dS/m	1,13
Turbiedad	FAU	263,50
Color Verdadero	PtCo APHA	1150,00
Nitrógeno total	mg/L	72,4
Cloruros	mg/L	138,00
Sulfatos	mg/L	14,50
Alcalinidad total	mg/L	350,00
Alcalinidad carbonatos	mg/L	<1
Fósforo total	mg/L	8,1
Hierro	mg/L	1,30
Litio	mg/L	No detectable
Boro	mg/L	0,14

Cromo	mg/L	0,04
Magnesio	mg/L	11,60
Manganeso	mg/L	0,08
Níquel	mg/L	No detectable
Potasio	mg/L	16,00
Plomo	mg/L	No detectable
Selenio	mg/L	No detectable
Sodio	mg/L	158,00
Aluminio	mg/L	0,99
Arsénico	mg/L	0,017
Cadmio	mg/L	0,00014
Calcio	mg/L	50,00
Zinc	mg/L	0,11
Cobalto	mg/L	No detectable
Cobre	mg/L	No detectable
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	265,00
Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	112,57

Las determinaciones físico-químicas fueron realizadas por el Departamento de Tecnología Química de la Facultad de Ingeniería de la UNRC y por el INA (Mendoza); el departamento de Microbiología de Ciencias Exactas de la UNRC, fue el responsable de realizar un conteo promedio de coliformes totales del efluente crudo estableciendo un valor de coliformes totales de 9,0 por  $10^{12}$  NMP/100 ml de agua residual (Crespi *et al.*, 2005).

## 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 facultativa (Figura 3), con presencia de macrófitas acuáticas, 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.

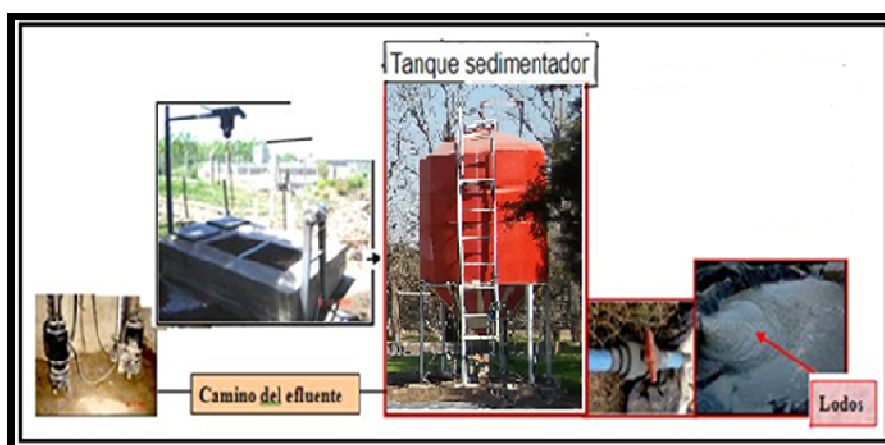


Figura 2. Efluente crudo y tanque sedimentador de lodos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

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  $4 \times 10^5$  N° más probable/100 ml. de agua residual.





Figura 3. 1° y 2° laguna con macrófitas acuáticas. 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 y finalmente, se capta el agua para el riego del ensayo 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) en forma manual de ajos blancos cultivar “Inco 283” de un tamaño promedio de 4 g, provenientes de bulbos de calibre 5. Se seleccionaron los bulbillos de mayor tamaño (peso superior a 5 g.) y los de tamaño medio (peso entre 4 y 5 g.) que se sumergieron, el día previo a la plantación, en una mezcla de agua y fungicida (Metalaxil) con la finalidad de prevenir ataques fúngicos (Figura 4).



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

Se plantó el día 25 de abril del 2014, de forma manual en plano a diente visto (Figura 5) con el terreno previamente marcado y en un marco de plantación de 0,11 m. entre bulbillos y 0,3 m. entre hileras, dando una densidad de  $303.030 \text{ plha}^{-1}$ .

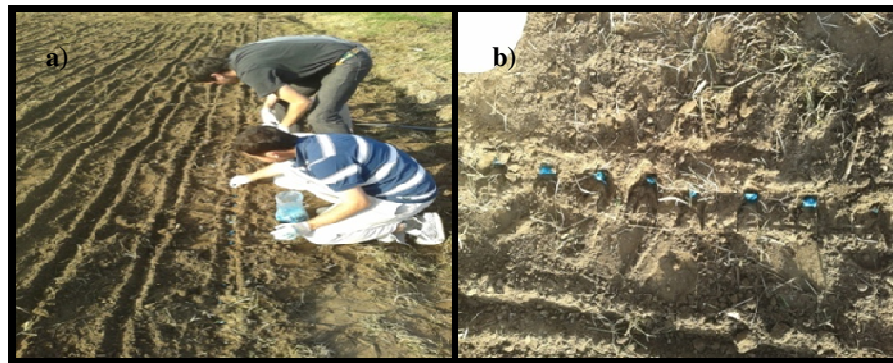


Figura 5. Plantación del ajo (a). Vista de los bulbillos en detalle (b). Planta Piloto. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con 2 tratamientos y 4 repeticiones. El tamaño de cada sub-parcela fue de 3 m. lineales y de 6 líneas de plantación distanciados a 0,3 m., quedando así una superficie de  $5,4 \text{ m}^2$ . La unidad experimental fueron las 4 líneas centrales por 3 metros lineales, es decir  $3,6 \text{ m}^2$ .

Los tratamientos que se realizaron fueron:

1. Testigo. (Sin manta térmica)
2. Uso de manta térmica desde la bulbificación hasta el final del ciclo.

Todos los tratamientos fueron regados por goteo con efluentes urbanos tratados y la densidad de la manta térmica utilizada fue de  $17 \text{ gm}^{-2}$ .

#### 4. Sistema de riego por goteo

De la laguna maduración y con la ayuda de flotadores se captó el agua para riego desde la parte superior, luego de cumplirse el TRH y mediante el uso de una bomba centrífuga de  $11 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  y 30 m de altura manométrica, se condujo a través de una tubería de 35 m de longitud y 40 mm de diámetro, de PVC, K6 hasta las parcelas de ensayo.

Como se observa en la Figura 6, 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  $1 \frac{1}{2}$ " de PVC, un filtro de malla de 2" con los correspondientes manómetros antes y después del mismo de  $2 \text{ kg.cm}^{-2}$ . 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  $\frac{3}{4}$ ".



Figura 6. 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 PVC 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 en la línea. El caudal de los goteros fue de  $0,85 \text{ Lh}^{-1}$  (Figura 7).

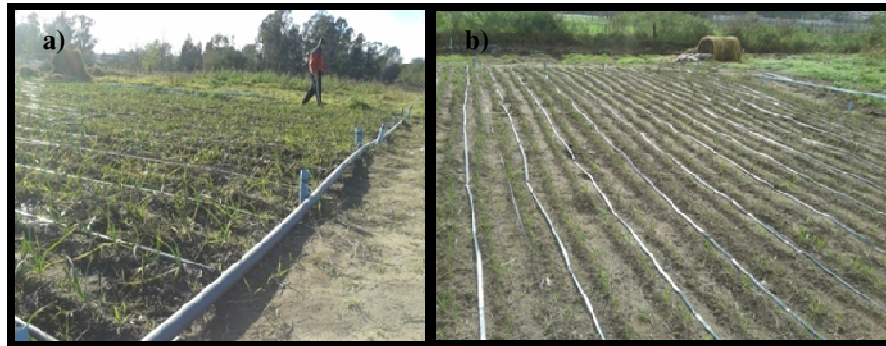


Figura 7. Línea secundaria (a). Laterales de riego por goteo (b). Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

## 5. Cuantificación de variables ambientales

Para evaluar las modificaciones en las variables ambientales que generó la utilización de la manta térmica se efectuaron mediciones de radiación fotosintéticamente activa (RFA), temperatura del aire, humedad relativa del aire y temperatura del suelo.

### 5.1 Radiación fotosintéticamente activa (RFA)

Se determinó la fracción de la radiación fotosintéticamente activa interceptada por la manta térmica. Para ello, se utilizó una barra de radiación BAR-RAD 100 con sensores LICOR colocada en forma paralela a las líneas de plantación, y las mediciones se efectuaron de la siguiente manera: En los tratamientos con manta térmica se midió la radiación por encima y por debajo de la misma, en todas las situaciones se realizó 3 repeticiones.

Las observaciones se efectuaron durante el ciclo del cultivo con una frecuencia semanal, sólo bajo condiciones de cielo despejado y durante las horas próximas al mediodía solar, lo que permitió homogeneizar las mediciones (De la Casa *et al.*, 2007). La trasmisividad de la RFA debajo de la manta térmica se determinó mediante la ecuación 1:

Ecuación 1:

$$TRFA = \left( \frac{RFA_o}{RFA_i} \right) \times 100$$

Donde:

TRFA: Trasmisividad de la RFA debajo de la manta térmica (%).

RFA<sub>o</sub>: RFA bajo la manta térmica (MJ<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>).

RFA<sub>i</sub>: RFA sobre la manta térmica (MJ<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>).

## 5.2 Temperatura del aire

La temperatura del aire se registró con un equipo Data Loggers cuyos valores fueron tomados cada 60 minutos durante una parte del ciclo del cultivo. Los sensores se colocaron en un soporte plástico a una altura de 15 cm sobre la superficie del suelo, debajo de la manta y fuera de la misma, con 3 repeticiones.

### **5.3 Humedad relativa del aire**

La humedad del aire se midió utilizando un Termo-higro anemómetro digital marca Skywatch (Atmos) en forma manual con 3 repeticiones, colocando el instrumento a 15 cm de la superficie del suelo entre las líneas de cultivo, debajo de la manta y fuera de la misma, realizando una lectura directa del mismo.

### **6. Manejo sanitario del cultivo**

Para evitar la incidencia de enfermedades foliares, principalmente el ataque de Roya del ajo (*Puccinia alli*) que ocasiona importantes pérdidas en el cultivo, se realizó una aplicación con mochila en forma preventiva de Tri-floxistrobin y Prothioconazole “Cripton” (fungicida sistémico) a los 166 días desde la plantación ya que coincidió con el momento del año en que las condiciones ambientales se tornan propicias para el desarrollo de la enfermedad.

### **7. Cosecha**

La cosecha se realizó a los 207 días después de la plantación en forma manual, evaluando los 4 surcos centrales de cada sub-parcela correspondiente a cada tratamiento (los laterales se descartaron para eliminar el efecto “bordura”) (Figura 8). Los indicadores utilizados para definir el momento de cosecha fueron variaciones de color de las hojas y falso tallo.

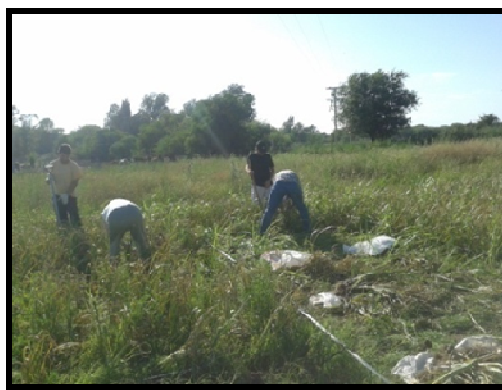


Figura 8. Cosecha manual. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Los bulbos se colocaron para su secado en bolsas aireadas durante 90 días bajo un tinglado para facilitar la circulación de aire. Posteriormente se procedió a su limpieza para determinar el porcentaje de bulbos normales y con anomalías, calibre y rendimiento total ( $\text{tha}^{-1}$ ) (Figura 9).



Figura 9. Secado de los bulbos (a). Clasificación de los bulbos (b). Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

### **8. Análisis microbiológicos**

Para el análisis microbiológico se tomaron muestras de 5 bulbos de cada tratamiento, se colocaron en bolsas de nylon identificadas y se llevaron a laboratorio para realizar los análisis bacteriológicos correspondientes.

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 Tetrionato 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 DISCUSIÓN

### 1. Cuantificación de variables ambientales

La utilización de la manta térmica como medida de protección del cultivo de ajo a campo produjo modificaciones en las principales variables ambientales involucradas en el crecimiento y desarrollo del cultivo. La temperatura y humedad relativa del aire se incrementaron bajo la manta, mientras que la RFA incidente sobre el cultivo disminuyó. A continuación se analizan más en detalle sus efectos sobre el comportamiento de cada variable.

#### 1.1 Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA)

La trasmisividad de la manta térmica constituye un parámetro que indica la relación entre RFA que incide sobre el material y la RFA que atraviesa al mismo. Los valores de trasmisividad no son constantes en el tiempo, ya que a consecuencia de la exposición al ambiente se va produciendo una sensible reducción de la misma, principalmente por la adherencia de polvo, condensación de agua y envejecimiento del material, así como también se producen variaciones normales según la hora del día y época del año (Suarez Rey *et al.*, 2009). El valor promedio obtenido durante el ciclo del cultivo se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Trasmisividad promedio de la RFA durante el ciclo del cultivo.

	<b>Trasmisividad de la RFA</b> (%)
<b>Ciclo del cultivo</b>	68,5

Algunos autores obtuvieron resultados semejantes para la misma densidad de manta térmica, Guiñazú *et al.*, (2011) en ensayos sobre cultivo de ajo para la región de Cuyo midieron trasmisividades de 55 a 62%. Sá y Reghin, 2008 en cultivo de achicoria obtuvieron valores de 73,9% en Ponta Grossa

(Brasil) y Suarez Rey *et al.*, (2009) valores de 65% en cultivo de ajo realizado en Andalucía (España).

La reducción de la RFA incidente sobre el cultivo podría constituir una posible desventaja de la manta térmica afectando la actividad fotosintética del cultivo y su capacidad de síntesis de compuestos orgánicos. Sin embargo, como se detallará más adelante, el impacto que tuvo la manta sobre el rendimiento final fue positivo, por lo tanto, es probable que la magnitud de la reducción de transmisividad no alcanzó a constituir una limitante significativa para el normal crecimiento del cultivo en las condiciones de Río Cuarto.

Lima de Oliveira *et al.*, (2006) utilizando mantas térmicas en forma de túnel bajo lograron mejores rendimientos en cultivares de lechuga a pesar de la reducción de la RFA que ejerció la protección. De igual forma, Grangeiro *et al.*, (2004) lograron aumentar la producción de rúcula en un 81,2% bajo manta.

## **1.2 Temperatura del aire**

Los resultados de las mediciones mostraron que la temperatura del aire se incrementó en el ambiente protegido con manta durante el ciclo del cultivo. Este aumento de la temperatura se debe principalmente al efecto invernadero de la cobertura y la reducción del viento que disminuye el transporte turbulento (Mermier *et al.*, 1995; Fitzgerald y Stiltz, 2005).

Al respecto se observó un comportamiento diferencial cuando se compararon los valores de temperatura mínimos y máximos diarios alcanzados debajo de la manta. En el momento que ocurría la temperatura máxima diaria del aire libre los incrementos debajo de la manta fueron más significativos en contraste con los incrementos producidos durante las horas en que se alcanzaba la temperatura mínima. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Incrementos promedios de temperatura mínima, media y máxima del aire durante el ciclo del cultivo.

	T° mín. media	T° máx. media	T° media
	°C	°C	°C
<b>Ciclo del cultivo</b>	2,76	4,12	3,44

Este incremento diferencial ya fue demostrado por Nelson y Young, (1986) donde obtuvieron en promedio aumentos de 1,51 °C en temperatura mínima y 4,3 °C en temperatura máxima debajo de la manta. Abbas (1986) midieron en cultivo de lechuga protegido con manta térmica incrementos promedios en temperatura mínima, máxima y media de 0,6, 1,3 y 2 °C respectivamente. Por su parte, Iapichino *et al.*, (2010) en lechuga lograron incrementos promedios de 1,5 °C en temperatura mínima y 5 °C en máxima.

En la figura 10 se muestra la variación diaria de la temperatura del aire entre los tratamientos.

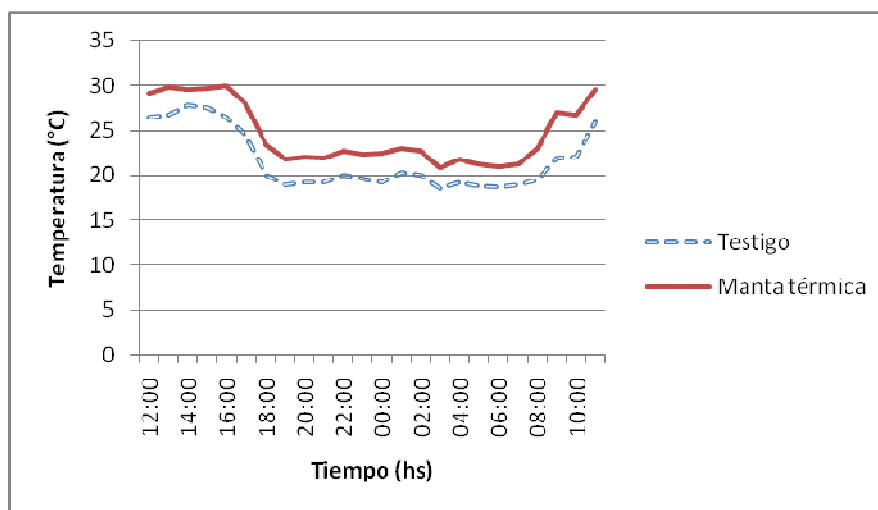


Figura 10. Variación diaria de la temperatura del aire entre los tratamientos.

El aumento de la temperatura del aire acelera los procesos biológicos en la planta determinando una mayor precocidad en el cultivo (Reghin *et al.*, 2002, 2003; Feltrin *et al.*, 2003, 2006) reduciendo el tiempo a cosecha y permitiendo un mayor número de ciclos en el año.

### 1.3 Humedad relativa del aire

Las mediciones de humedad relativa del aire mostraron un incremento debajo de la manta térmica respecto al aire libre. El valor promedio de la HRA debajo de la manta fue de 52,4% y fuera de la misma de 36,16%, por lo tanto el incremento fue de 16,24%. (Tabla 4)

Tabla 4. Incrementos promedios de la HR del aire debajo de la manta térmica respecto al aire libre durante el ciclo del cultivo.

	<b>Incremento promedio de la HR (%)</b>
<b>Ciclo del cultivo</b>	16,24

Como ya se demostró con anterioridad, la temperatura del aire debajo de la manta térmica es mayor respecto a la exterior, esto definitivamente impacta sobre el contenido de humedad relativa del aire, ya que este factor se relaciona directamente con la temperatura. A medida que ésta se incrementa aumenta su capacidad para contener vapor de agua, al contrario cuando la temperatura del aire desciende una parte de la humedad se condensa incluso antes de alcanzar valores inferiores a 0 °C. El calor desprendido en esa condensación retrasa el proceso de enfriamiento, reduciendo el efecto de la baja temperatura sobre el cultivo (Fuentes Yagüe, 1987).

Al existir una mayor cantidad de vapor de agua en el ambiente debajo de la manta, es menor la pérdida neta de calor radiactivo hacia el ambiente exterior y más lenta la caída de temperatura en la noche, debido que el vapor de agua absorbe parte de la radiación de onda larga emitida por la superficie del suelo, regulando la emisión de calor, y reduciendo los riesgos de heladas (González Arancibia e Hidalgo Pizarro, 2009).

La interacción de estos factores en el ambiente protegido no solo contribuiría a reducir la probabilidad de ocurrencia de una helada, sino que

además, si esta ocurriese, un descongelamiento paulatino permitiría a la planta recuperarse más rápidamente ante el proceso de deshidratación que genera el fenómeno y sufrir menos sus efectos.

#### 1.4 Aportes de agua en el ciclo del cultivo del ajo

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.

La lámina de efluentes urbanos tratados aplicada mediante riego por goteo durante el ciclo del cultivo fue de 420 mm. Distribuidos en 16 aplicaciones, por su parte, el aporte realizado por las precipitaciones fue de 197 mm, alcanzando un total de agua aportada al cultivo de 617 mm. De acuerdo a esto el aporte de nutrientes por parte de los efluentes se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Aporte de macronutrientes por parte del efluente urbano tratado.

Nutrientes	Kgha <sup>-1</sup>
Nitrógeno	49
Fósforo	7
Potasio	50

#### 1.5 Característica del suelo del ensayo

Al comenzar el ensayo la disponibilidad de nitrógeno de nitratos del suelo presentó un valor de 31 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que a la cosecha del cultivo el análisis de nitrógeno indicó una disponibilidad de 80 kg ha<sup>-1</sup> dicho valor corresponde al aporte del suelo más el de efluente aportado por el riego.

Lipinski *et al.*,(1995) en su reporte de efectos de la densidad y fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo citan que para una disponibilidad de 80 kg ha<sup>-1</sup> el rendimiento esperado sería de 9 tha<sup>-1</sup> de ajo. En el presente trabajo el

rendimiento logrado fue de 7,39  $\text{tha}^{-1}$ , el mismo concuerda con el nitrógeno y los milímetros de agua (617 mm) aportado al cultivo de ajo.

## 2. Cultivo de ajo

### 2.1 Bulbos normales y con anomalías

Al analizar el porcentaje de bulbos con calidad comercial (bulbos normales con calibre igual o mayor a 5 cm y bulbos chicos) y anormales (bulbos deformados y martillos) no se encontraron diferencias entre los tratamientos (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje de bulbos normales y con anomalías obtenidos a cosecha para cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	Bulbos normales	Bulbos anormales
<b>Testigo</b>	80,4 a	19,6 a
<b>Manta térmica</b>	86,2 a	13,9 a
<b>r<sup>2</sup></b>	0,2	0,2
<b>c.v.</b>	8,6	42,7
<b>p-value</b>	0,3	0,3

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

Los resultados solo mostraron una leve tendencia a incrementar el porcentaje de normalidad en el tratamiento con manta térmica respecto al testigo.

## 2.2 Calibre de bulbos

El análisis estadístico del calibre como componente del rendimiento arrojó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, aunque se observó un mayor calibre al utilizar manta térmica (Tabla 7).

Tabla 7: Calibre promedio de bulbos normales obtenidos a cosecha para cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	Calibre (cm)
Testigo	5,14 a
Manta térmica	5,42 a
r <sup>2</sup>	0,03
c.v.	16,17
p value	0,136

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

## 2.3 Rendimiento

El mayor rendimiento ( $\text{tha}^{-1}$ ) se obtuvo con el uso manta térmica logrando diferencias estadísticas significativas respecto al testigo (Tabla 8).

Tabla 8: Rendimiento del cultivo de ajo, según las condiciones de manejo.

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (tha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Testigo</b>	7,39 b
<b>Manta térmica</b>	8,92 a
<b>r<sup>2</sup></b>	0,69
<b>c.v.</b>	7,18
<b>p value</b>	0,01

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

En este trabajo, valiéndose de la tecnología aplicada, como es una correcta utilización de riego durante todo el ciclo del cultivo, con agua residual urbana tratada, se han cubierto por un lado, los requerimientos hídricos del cultivo de ajo y, por otro, una parte de los requerimientos nutricionales del mismo; con estas aplicaciones se ha logrado incorporar dosis de nutrientes bien equilibrada y distribuida en el tiempo logrando cantidad y calidad del producto a cosechar.

El efecto de la manta térmica sobre las principales variables ambientales determinó un aumento de la productividad del cultivo de ajo logrando mayores rendimientos.

Los rendimientos alcanzados por el cultivo de ajo tanto en calidad como en cantidad fueron muy buenos, comparándolos con el promedio para esta región del país, logrados a través de la implementación de riego por goteo con aguas residuales tratadas y la utilización de manta térmica.

Los resultados obtenidos en el experimento coinciden con Suárez-Rey *et al.*, (2009) que evaluaron diferencias en el cultivo de ajo (*Allium sativum*



L.) utilizando manta térmica con respecto a otro tratamiento al aire libre (sin manta térmica), ya que demostraron que el rendimiento del cultivo  $\text{tha}^{-1}$  con el uso de la manta térmica fue superior al testigo.

#### **2.4 Análisis microbiológicos**

Inmediatamente después de la cosecha, se realizaron los análisis microbiológicos correspondientes para determinar la presencia de agentes patógenos en los bulbos de los ajos.

Se evaluaron los tratamientos ensayados y se comprobó que en todos se registró ausencia de *E. coli* y *Salmonella sp.*, demostrando la seguridad que este producto ofrece, bajo las técnicas de manejo del cultivo aquí desarrolladas.

## CONCLUSIONES

1.El tratamiento de las aguas residuales permite su reutilización en la producción agrícola, evitando desecharlas lo que convierte a este procedimiento en una técnica aceptable y ambientalmente sustentable.

2.La utilización de efluentes urbanos tratados como fuente de agua para riego en cultivos de ajo no perjudicó la calidad comercial y sanitaria del cultivo.

3.El ajo bajo fertirriego logra mayores rendimientos debido al aumento de la eficiencia de fertilización, otra ventaja del uso de riego por goteo es que existe más superficie útil para el crecimiento de las plantas en comparación a un riego por surcos.

4.El uso de los efluentes urbanos tratados en la horticultura cumple un doble rol, por un lado el uso eficiente del recurso hídrico, y por el otro la disposición final del efluente, evitando que se arroje a los cauces de agua.

5.Los efluentes urbanos tratados aportan macro y micronutrientes que mejoran el rendimiento de los cultivos.

6.Las mantas térmicas crean un microclima favorable a la planta, y son de fácil aplicación, económicas, de alta transparencia y permeables al agua y aire. Es una alternativa posible de utilizar logrando aumentar la producción y mejor calidad del producto.

## BIBLIOGRAFÍA

- **ABBES, A. 1986.** The effect of floating row covers on tomato and romaine lettuce. Thesis Master of Science. Oregon State University. En: <https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/handle/1957/25549>. Consultado: 10/03/2015.
- **ABCAGRO. 2012.** El cultivo del ajo. En: <http://www.abcagro.com/hortalizas/ajo.asp> .Consultado: 14/3/2015.
- **ADESUR. 1999.** Asociación interinstitucional para el sur de Córdoba. En: [http://www.agrobit.com/Documentos/I\\_3\\_10\\_Agricult%5C379\\_en000003\\_en\[1\].htm](http://www.agrobit.com/Documentos/I_3_10_Agricult%5C379_en000003_en[1].htm) Consultado: 16/4/2015.
- **BARROS JÚNIOR, A. P.; GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E y D. C. MEDEIROS. 2004.** Cultivo da alface em túneis baixos de agrotêxtil. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.4, p. 801-803.
- **BENACCHIO, S. S. 1982.** Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nal. de Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p
- **BENOIT, F. 1975.** Effects of flat plastic film covering and tunnel protection on the development of early lettuce. Sci. Hort. 3:405-415 citado en: ABBES, A. 1986. The effect of floating row covers on tomato and romaine lettuce. Thesis of Master of Science in Horticulture.Oregon State University.
- **BENOIT, F. y H. D. HARTMANN. 1974.** The effect of flat plastic film covering on the development of lettuce in two places with different ecological conditions. Sci. Hort. 2:123-135 citado en: ABBES, A. 1986. The effect of floating row covers on tomato and romaine lettuce. Thesis of Master of Science in Horticulture.Oregon State University.
- **BENOIT, F. y N. CEUSTERMANS. 1987.** Advancing the harvest of bolt-sensitive endives by means of temporary single and double direct crop covering. Plasticulture 7: 4-8.
- **BRAATZ, S. y A. KANDIAH. 2004.** Utilización de aguas residuales urbanas para el riego de árboles y bosques. En:<http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep84/vleh/fulltext/acrobat/utilizacion.pdf>. Consultado el 11/03/15.

- **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.
- **CANTERO GUTIERREZ, A.; BRICCHI, E. M.; BECERRA, V. H.; CISNERO, J. M. y H. A. GIL. 1986.** Zonificación y descripción de las tierras del departamento de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Pp 78.
- **CARLUCCIO, C.; LENSCAK, M.; PANELO, M.; COLOMBO, M.; CÁCERES, S.; MOLINA, N.; SCAGLIA, E. y C. PERNUZZI. 2002** Desarrollo Actual de los Cultivos Protegidos en la República Argentina. En:<http://www.ecofisiohort.com.ar/wp-content/uploads/2008/10/cultivos-forzados-en-la-argentina-no-actualizado.pdf>. Consultado el 16/03/15.
- **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. 2005.** Reutilización de aguas residuales en la producción agrícola. Rev. Hydria, Año I. N° 3. Buenos Aires, Argentina.
- **CRESPI, R.; RODRÍGUEZ, C.; PLEVICH, O.; GROSSO, L.; BOS-SOLASCO, M.; FRIGERIO, C.; BETTERA, S.; THUAR, A.; BOEHLER, J.; PUIATTI, J.; BAROTTO, O.; DEMAESTRI, M.; RICOTTO, A.; RAMOS, D. 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.; CAMACHO, E. y J. M. POLO. 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.; PUGLIESE, M.; GROSSO, L.; RAMOS, D.; SALUSSO, F.; SOLER, E.; SOLTERMAN, A.; SANCHEZ, A.; RAINERO, F.; SILVA, D. 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.

- **DALLAPRIA, M.; REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F. y VINNE, J. VAN DER. 2009.** Ocorrência de doenças em “pakchoi” em cultivos com cobertura do solo e da planta com polipropileno. *ScientiaAgraria*,v.10, p.337-341.
- **DE LA CASA, A.; OVANDO, G.; BRESSANINI, L.; RODRÍGUEZ, Á. y J. MARTÍNEZ. 2007.** Uso del índice de área foliar y del porcentaje de cobertura del suelo para estimar la radiación interceptada en papa. *Agricultura Técnica (Chile)* 67 (1):78-85.
- **ESPINA POZO, M. 2003.** Cadena productiva del ajo. Fundación Produce Queretaro. Pp: 1-85.
- **FAO. 2010.** El uso seguro de las aguas residuales en la agricultura ofrece múltiples beneficios. En [:http://www.fao.org/news/story/es/item/44983/icode](http://www.fao.org/news/story/es/item/44983/icode) Consultado el 21/03/15.
- **FASCILOLO, G.; GABRIEL, E.; TOSI, F. 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.
- **FASCILOLO, G.; MECA, M. I.; CALDERON, E. y M. REBOLLO. 2005.** Contaminación microbiológica en ajos y suelos regados con efluentes domésticos tratados. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UN-Cuyo*, tomo XXXVI. N° 1. Mendoza, Argentina. Pp 31 - 40.
- **FERNANDES OTTO, R.; YAMOMOTO REGHIN, M.; NIESING, P. C. y B. L. ALVESREZENDE. 2010.** Respostas produtivas de alface em cultivo protegido com agrotêxtil. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 4, p855-860.
- **FERRATTO, J. A.; MONDINO, M. C.; GRASSO, R.; ORTIZ MACKINSON, M.; LONGO, A.; CARRANCIO, L.; FIRPO, I. T.; RONDONO, R.; ZEMBO, J. C.; CASTRO, G.; GARCÍA, M.; RODRÍGUEZ FAZZONE, M. y M. J. IRRIBAREN. 2010.** Buenas prácticas agrícolas para la agricultura familiar. Cadena de las principales hortalizas de hojas en Argentina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO en Argentina) - Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MINAGRI, Argentina) - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina) - Universidad Nacional del Rosario (UNR, Argentina). pp. 433-469.

- **FELTRIN, A. L.; REGHIN, M. Y. y VINNE, J. VAN DER. 2003** Cultivo da alface com agrotêxtil em diferentes períodos. Publicatio UEPG, v.9, p.21-27.
- **FELTRIN, A. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; y J. C. BARBOSA. 2006.** Produção de chicória em função do período de cobertura com tecido de polipropileno. Horticultura Brasileira, v.24, p.249-254.
- **FITZGERALD T. y M. STILTZ. 2005.** Row Covers. Washington State University.Spokane county extension.Master gardenerprogram
- **FUENTES YAGÜE, J. L. 1987.**Protección contra las heladas. Hojas divulgadoras. Núm. 5/87 HD. I.S.B.N.: 84-341-0540-3. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion. Madrid.
- **FURIATTI, R. S.; PINTO JUNIOR, A. R. y J. A. B. LOPES. 2008.** Estudo comparativo entre agrotêxtil e inseticidas no controle da mosca minadora da batata. Revista Acadêmica, Ciência Agrária Ambiental, v.6, p.89-96.
- **GEUSTERMANS, N., BENOIT, F. y A. CALUS. 1981.** Optimization of covering time with perforated plastic on early carrots (*Daucus carota* L.). Acta Hort. 122:53-60 citado en: ABBES, A. 1986. The effect of floating row covers on tomato and romaine lettuce. Thesis of Master of Science in Horticulture. Oregon University.
- **GONZÁLEZ ARANCIBIA, C. y J. HIDALGO PIZARRO. 2009.** Aspectos micrometeorológicos y sinópticos de las heladas para los Valles Elqui y Limarí durante el período 2004 – 2007. Tesis para optar al título profesional de Meteorólogo. Carrera de Meteorología. Departamento de Meteorología. Facultad de Ciencias. Universidad de Valparaíso.
- **GONZÁLEZ, M. y S. RUBALCABA. 2010.** Uso seguro y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura. En:[http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol37\\_01\\_11/spu07111.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol37_01_11/spu07111.htm) Pp 11. Consultado el: 20/03/2015.
- **GRANGEIRO, L.C.; BARROS JÚNIOR, A.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J.O; FREITAS, K.K.; AZEVEDO, P. E. y R. K. C. LISBOA. 2004.** Cultivo de rúcula em túneis baixos de agrotêxtil em Mossoró-RN. Horticultura Brasileira, v.22, n.2, citado en: LIMA DE OLIVEIRA, S. K.,L. COSTA GRANGEIRO, M. ZULEIDE DE NEGREIROS, B. SAVADA DE SOUZA y S. ROSSIELY ROMÃO DE

- SOUZA. 2006. Cultivo de alface com proteção de agrotêxtil em condições de altas temperaturas e luminosidade. Revista Caatinga, vol. 19, núm. 2, pp. 112-116, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil.
- **GROSSO, L.; RICOTTO, A.; RAMOS, D.; THUAR, A.; GIACHERO, M. L. y R. CRESPI. 2004.** Efectos del riego con efluente urbanos tratados e inoculados con *Azospirillum brasilense* en ajo (*Allium sativum* L). XXVII Congreso Argentino de Horticultura; 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.
  - **GUÑAZÚ, M. E.; CIRINCIONE M.A.; PORTELA, J. A.; BRUBA J. L. y J. B. CAVAGNARO. 2011.** Congreso; XXXIV Congreso Argentino de Horticultura.
  - **HEMPHILL, D. D. 1989.** Tomato, cucurbit, and sweet corn growth under agriplastics as a function of heat unit accumulation. Proceed. of 21<sup>st</sup> NAPC, Orlando, Florida, pp. 276-282.
  - **HENRIKSEN, K. 1981.** Influence of temporary covering with plastic on timing, yield and quality of iceberg lettuce. Acta. Hort. 122:61-75 citado en: ABBES, A. 1986. The effect of floating row covers on tomato and romaine lettuce. Thesis of Master of Science in Horticulture. Oregon State University.
  - **HORTICOM. 2013.** Viverismo profesional: Climatización. Mantas térmicas En: <http://www.horticom.com/empresas/p/manta-termica/comercial-projar-s-a/8873/23267> .Consultado el 18/12/2014.
  - **IAPICHINO, G.; VETRANO, F.; MONCADA, A.; FASCELLA, S. Y G. INCALCATERRA. 2010.** Effects of plastic mulch and floating cover on lettuce production in Sicily. ISHS Acta Horticulturae 936: XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on Quality-Chain Management of Fresh Vegetables: From Fork to Farm.
  - **I.C.M.S.F. 1983.** Bacterias coliformes. Pp.: 128-146. En: Microorganismos de los alimentos I. Técnicas de análisis microbiológico. Ed.: Acribia. Zaragoza, España.
  - **I.F-H. 2001.** Informe Fruti-hortícola. Tecnologías para el desarrollo sustentable de la ciudad. Boletín N° 1. Diciembre.

- **INFOAGRO. 2013.** El cultivo de ajo. En:<http://infoagro.com/hortalizas/ajo.htm> Consultado el 12/12/2014
- **KJELGREN, R. 1994.** Growth and water relation of Kentucky coffee tree in protective shelters during establishment. *HortScience*, 29:777-780.
- **LIMA DE OLIVEIRA, S. K.; COSTA GRANGEIRO, L.; ZULEIDE DE NEGREIROS, M.; SAVADA DE SOUZA, B. y S. ROSSIELY ROMÃO DE SOUZA. 2006.** Cultivo de alface com proteção de agrotêxtil em condições de altas temperaturas e luminosidade. *Revista Caatinga*, vol. 19, núm. 2, pp. 112-116, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil.
- **LIPINSKI VM.; GAVIOLA DE HERAS S. 1995.** Efecto de la densidad y la fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo. Mendoza, INTA EEA. La Consulta.p.61F-70F.
- **MERMIER M.; REYD, G.; SIMON, J. C. y T. BOULARD. 1995.** The microclimate under Agril P17 for growing lettuce. *Plasticulture*, 107: 4-12.
- **NELSON, L. y M. YOUNG. 1986.** Effect of floating row covers on radishes, yellow Spanish onions, cabbage, cucumber, winter squash and sweet corn at Redmond, Oregon in 1986.
- **OTTO, R.F.; GIMÉNEZ, C. y N. CASTILLA. 2000** Evapotranspiration and dry matter production of horticultural crops under cover. *Acta Horticulturae* 516: 23-30.
- **PEREIRA, A. V.; OTTO, R. F. y M. Y. REGHIN. 2003** Respostas do feijão-vagem cultivado sob proteção com agrotêxtil em duas densidades de plantas. *Horticultura Brasileira*, v.21, p.564-569.
- **POLLARD, J. E. y C. M. CUNDARI. 1988.** Over-wintering strawberry plants under rowcovers increases fruit production. *HortScience*, 23:332 – 333.
- **REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F. y J. B. D. A. SILVA. 2000.** StimulateMo e proteção com “tecido não tecido” no pré-enraizamento de mudas de mandioquinha-salsa. *Horticultura Brasileira*, v.18, p.53-56.
- **REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE, J. VAN DER y A. L. FELTRIM. 2002.** Produção de repolho branco chinês (pak choi) sob proteção com ‘não tecido’ de polipropileno. *Horticultura Brasileira*, v.20, p.233-236.
- **REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE, J. VAN DER y A. L. FELTRIM. 2003.** Tamanho da célula de diferentes bandejas na produção de



- mudas e no cultivo do pak choi na presença e ausência do agrotêxtil. *Scientia Agraria*, v.4, p.61-67.
- **SÁ, G. D. y M. Y. REGHIN. 2008.** Desempenho de duas cultivares de chicória em três ambientes de cultivo. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.378-384.
  - **SALAS, F. J. S.; MORAES, C. A. P.; GARCIA, S. y T. T. SABUNDJIAN. 2008.** Evaluación del cultivo protegido por agrotêxtil en la cultura de lechuga y su desempeño en diferentes tipos de aplicaciones. *Archivos do Instituto Biológico*, v.75, p.437-442.
  - **SANTIBÁÑEZ, F. 1994.** Crop requirements: Temperate crops. In: *Handbook of agricultural meteorology*. J. F. Griffiths Editor. Oxford Univ. Press. New York., USA. pp. 174-188.
  - **SILIQUNI, O. A.; GRÉGOIRE, H. C.; SCARONE, J. G. y E. M. BAUDINO. 2007.** Comportamiento de la espinaca híbrida 424 cultivada bajo dos sistemas de protección. *Rev. Fac. Agronomía - UNLPam Vol 18 1/2 6300*, Santa Rosa, Argentina. ISSN 0326-6184.
  - **SILVA, J.; TORRES, P. y C. MADERA. 2008.** Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión. *Rev. Agronomía Colombiana*, Vol. 26, Nº 2. Colombia. Pp. 347 - 359.
  - **STAVISKY, A. 2010.** Situación actual de la plasticultura en Argentina. XXXIII Congreso argentino de horticultura, ROSARIO 2010.
  - **SUÁREZ-REY, E. M.; ROMERO-GÁMEZ, M.; MONTOSA, J. M. y F. MANSILLA. 2009.** Producción de ajo tierno bajo cubiertas flotantes de agrotêxtil. *Revista horticultura junio 2009*. Pág. 1-9. España.
  - **TRAUNFELD, J. 2011.** Floating row cover - an organic gardening tool that improves plant growth and excludes pests. En: *Grow it eat it. Maryland's food gardening network*. Extension Specialist, University of Maryland.
  - **WELLS, O. S. y J. B. LOY. 1985.** Intensive vegetable production with row covers. *HortScience*, 20:822 – 826.
  - **WOLFE, D. W.; ALBRIGHT, L. D. y J. WYLAND. 1989.** Modelling row cover effects on microclimate and yield. I. Growth response of tomato and cucumber. *JASHS*, 114(4): 562-568.