

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



TRABAJO FINAL

Para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

*EFECTOS DEL RIEGO CON DOS CALIDADES DE AGUA  
SOBRE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD Y DORMICIÓN DE LOS  
BULBILLOS DE CULTIVARES DE AJO (*Allium sativum* L.).*

MARTÍN ESTEBAN RODRIGUEZ

DNI 28.081.996

DIRECTOR: Ing. Agr. Liliana Grosso

**Río Cuarto, Córdoba, Argentina**

**2009**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN  
Título del Trabajo Final

EFFECTOS DEL RIEGO CON DOS CALIDADES DE  
AGUA SOBRE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD Y  
DORMICIÓN DE LOS BULBILLOS EN CULTIVARES  
DE AJO (*Allium sativum L.*)

Autor: RODRIGUEZ, MARTÍN ESTEBAN

DNI: 28.081.996

Director: Ing. GROSSO, Liliana Elida

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

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Fecha de presentación: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.

Aprobado por secretaría académica: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Secretario Académico

## INDICE

	Páginas
Certificado de aprobación .....	I
Índice de texto.....	II
Índice de tablas y figuras .....	IV
Resumen.....	V
Summary .....	VI
I. Introducción	
1.1 Aguas residuales .....	1
1.2 Importancia del uso de aguas residuales .....	1
1.3 Importancia del cultivo de ajo .....	2
1.4 Factores de precosecha y dormición .....	3
1.5 Intensidad de la dormición .....	5
1.6 Manejo de la fertilización con respecto a la calidad del ajo .....	6
2. Hipótesis .....	8
3. Objetivos	
II. Materiales y métodos	
2.1 Implantación del cultivo .....	9
2.2 Actividades .....	9
2.3. Análisis estadísticos .....	10
2.4 Tratamientos .....	11
III. Resultados y discusión	
3.1 Productividad.....	18
3.2 Calidad sanitaria.....	19
3.3 Calidad comercial y calibres de ajos.....	19
3.4 Análisis estadísticos .....	23
3.5. Índice visual de superación de la dormición.....	31
IV. Conclusiones.....	34
V. Bibliografía .....	35

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	Páginas
<i>Figura 1.</i> Corte longitudinal del bulbillo para análisis del IVD. ....	10
<i>Figura 2.</i> Ajos pesados en laboratorio. ....	11
<i>Tabla 1.</i> Cultivares dispuestos al azar en ambos tratamientos. ....	12
<i>Figura 3.</i> Variables hídricas. ....	13
<i>Figura 4.</i> Lagunas de maduración para el tratamiento de las aguas residuales. ....	14
<i>Figura 5.</i> Esquema de la distribución espacial de las instalaciones de riego. ....	15
<i>Tabla 2.</i> Determinaciones analíticas del agua residual. ....	16
<i>Tabla 3.</i> Análisis químico del agua de perforación para riego. ....	17
<i>Tabla 4.</i> Productividad de los cultivares. ....	18
<i>Tabla 5.</i> Proporción de bulbos normales, abiertos, algo deformados y chicos con su correspondiente peso. ....	20
<i>Figura 6.</i> Nieve INTA testigo clasificado por calidad. ....	20
<i>Figura 7 y 8.</i> Nieve efluente y Unión testigo clasificados por calidad. ....	21
<i>Figura 9 y 10.</i> Morados y Perlas testigos clasificados por calidad. ....	22
<i>Tabla 6.</i> Calibre de los bulbos. ....	23
<i>Figura 11.</i> Porcentaje de brotación para cultivares de ajo bajo dos tipos de aguas. ....	24
<i>Tabla 7.</i> Promedio de brotación de los cultivares en los dos tratamientos. ....	25
<i>Figura 12.</i> Porcentaje de brotación de Nieve INTA con sus dos tratamientos. ....	25
<i>Figura 13.</i> Porcentaje de brotación de Morado INTA con sus dos tratamientos. ....	26
<i>Figura 14.</i> Porcentaje de brotación de Perla INTA con sus dos tratamientos. ....	26
<i>Figura 15.</i> Porcentaje de brotación de Unión INTA con sus dos tratamientos. ....	27
<i>Figura 16.</i> Porcentaje de brotación de cuatro cultivares de ajo. ....	29
<i>Figura 17.</i> IVD en Nieve efluente. ....	31
<i>Figura 18.</i> IVD en Morado testigo. ....	32
<i>Figura 19.</i> IVD en Unión testigo. ....	32
<i>Figura 20.</i> IVD en Perla efluente. ....	33

## RESUMEN

### **Efectos del riego con dos calidades de agua sobre la producción, calidad y dormición de los bulbillos en cultivares de ajo (*Allium sativum* L.)**

En la U.N.R.C, en el área Horticultura, durante el periodo 2004-05, se desarrolló un ensayo con 4 cultivares de ajos, 3 tipo comercial "blanco", Nieve INTA, Perla INTA, y Unión y un cultivar Morado INTA, regados con dos calidades de agua; 1- agua de perforación (AP) y 2- efluentes urbanos tratados (Efl). El objetivo del trabajo fue evaluar si el riego con agua residual tratada aumentaba la productividad ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), si afectaba la calidad comercial y sanitaria del cultivo del ajo y si modificaba su período de dormición debido a que se suponía que el efluente aportaría nitrógeno en exceso. Este ensayo se realizó en el campo experimental de la U.N.R.C sobre un suelo Hapludol Típico. El diseño experimental utilizado fue en franjas con 3 repeticiones, cada bloque o repetición, fue de 5 m de largo, el marco plantación fue de 0.7 m entre surco por 0.08 m entre plantas de ajo, dando una densidad de plantas por hectáreas de  $178.500 \text{ plantas.ha}^{-1}$ . Los datos obtenidos se procesaron mediante el programa estadístico INFOSTAT, en el cuál se realizó análisis de varianzas y comparación de medias a través del test de (DUNCAN  $\alpha = 0,05$ ). La productividad aumentó al ser regados con efluentes urbanos tratados en un promedio solamente del 6,5 %, el riego con efluentes domésticos tratados no aumentó el porcentaje de defectos y malformaciones en los bulbos de ajos y tampoco afectó la calidad sanitaria y comercial de los bulbos; la brotación en los dos tratamientos fue similar entre ellos. Los cultivares de ajo pueden ser regados con efluentes urbanos tratados sin ser afectada su calidad comercial y sanitaria.

**Palabras claves:** ajo, efluentes tratados, brotación, dormición, productividad.

## SUMMARY

### **Effect of two irrigation water qualities on production, quality, and dormancy of bulblets in cultivars of garlic (*Allium sativum*L.)**

In the UNRC in the Horticulture area during the period 2004-05, we developed a test with 4 cultivars of garlic, 3 commercial cultivars of garlic white, Nieve INTA, INTA Pearl, and Union and one cultivar Morado INTA, irrigated with two water qualities; 1 - Water drilling (AP) and 2 - Urban Wastewater treated (EFL). The objective was to determine whether irrigation with treated wastewater increased productivity (kg ha<sup>-1</sup>), if it affected the commercial quality and health of the crop of garlic and whether modifying its dormancy period because they are supposed to provide effluent excess nitrogen. This trial was conducted in the experimental field of the UNRC on Hapludoles Typical soil. The experimental design was in bands with 3 replications, each block or repetition, was 5 feet long, under plantation was 0.7 m between rows by 0.08 m between garlic plants, giving a plant density of 178,500 plants per hectare . ha<sup>-1</sup>. The data was processed using the statistical program InfoStat, in which analysis of variance was performed and mean through the test (DUNCAN  $\alpha = 0.05$ ). Productivity increased by being irrigated with treated urban effluent on average only 6.5%, irrigation with effluent Allowed treated did not increase the percentage of defects and deformities in the bulbs of garlic and did not affect the sanitary quality of the bulbs and commercial; sprouting in the two treatments was similar between them. Garlic cultivars can be irrigated with treated urban effluent quality without being affected trade and health.

Keywords: garlic, treated effluent, sprouting, dormancy, productivity.

## INTRODUCCIÓN

### **Aguas residuales**

El uso de aguas residuales en agricultura es un método de aplicación final en tierra que evita la descarga de efluentes en los cursos de agua, (se sobreentiende que los efluentes previamente deben ser tratados, tanto en un caso como en el otro). El conocimiento de las características de los efluentes, de su procedencia y de su variación estacional y/o anual es esencial para su reutilización con propósitos agrícolas (Haribandi, 1997).

Hay una gran cantidad de textos y publicaciones que mencionan las propiedades benéficas de las aguas residuales cuando son utilizadas para el riego de los cultivos (Moscoso Cavallini, 1999). Las aguas residuales tratadas tienen menor cantidad de nutrientes y materia orgánica que las sin tratar y deben ser evaluadas de acuerdo al tratamiento que han recibido. Fasciolo (1982) ha realizado una revisión de los criterios de calidad del agua de uso agrícola con énfasis en el reuso de efluentes domésticos, sobre la base de bibliografía internacional y regional. Esos criterios se usan para evaluar la calidad del efluente en su condición de agua para riego, especialmente su influencia sobre la salinidad y permeabilidad del suelo, toxicidad específica para los cultivos y contaminación del acuífero (Moscoso Cavallini, 1999).

La reutilización agrícola está basada en aprovechar los nutrientes contenidos en el agua para el desarrollo de los cultivos. Además, este 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, 2001).

La Organización Mundial de la Salud (1989) establece que para el riego sobre cualquier tipo de cultivo el agua no debe tener más de 100 coliformes fecales/100 ml (Pescod, 1992). En California y Arizona las aguas residuales depuradas para el riego de cultivos que se consumen crudos no pueden tener una media geométrica superior a 20 coliformes fecales/100 ml, y ninguna muestra puede tener más de 23-25 coliformes fecales/100 ml (Armon, 1994).

### **Importancia del uso de aguas residuales**

Un efluente tratado aporta macroelementos en cantidades suficientes como para reducir o eliminar la necesidad de fertilizar, además de agregar materia orgánica como acondicionador del suelo (Gabriel *et al.*, 2000).

El uso de aguas residuales tratadas para la agricultura se ha incrementado debida a la creciente escasez de recursos hídricos, los elevados costos de los fertilizantes y la búsqueda de alternativas para la sostenibilidad financiera de la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento (Semarnat, 1996).

La creciente demanda del recurso hídrico 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 el riego agrícola. Cabe destacar que, además del potencial que ofrecen los efluentes domésticos como oferta de agua como riego, son una importante fuente de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) y de materia orgánica para los cultivos. Con respecto a la fuente de nutrientes que puede resultar de un efluente tratado, la literatura menciona que, una aplicación de riego de  $20.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , esta asociada a tasas de aplicación de  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno y  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de fósforo, lo que puede reducir o eliminar la necesidad de aplicar fertilizante, además de la materia orgánica que se agrega como acondicionador del suelo. El propósito de la fertilidad nitrogenada en los ensayos conducidos con irrigación mostró que para una población teórica de  $200.000 \text{ plantas ha}^{-1}$  de ajo el aumento de rendimiento obtenido con cada Kg de nitrógeno corresponde a 8 Kg de ajo semi-seco (Mourenas, 1968).

Resultados obtenidos en ensayos de fertilización en ajo, encontraron mayor proporción de bulbos deformes con mayor fertilización nitrogenada (Lipinski *et al.*, 1997).

Reporta (Fasciolo, 2002) que en el cultivo del ajo, el riego con efluentes se comportó como una fertilización nitrogenada aumentando los rendimientos por ha en un 15 % y los calibres de los bulbos en un 9 %; no incrementó el porcentaje de defectos y malformaciones en la bulbificación y no afectó la calidad comercial del ajo. Además indicaron que en los suelos regados con efluentes domésticos tratados, se aumentó la velocidad de infiltración, el contenido de materia orgánica y de fósforo y se produjo modificaciones positivas en la estructura del suelo.

La productividad ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de un cultivo de ajo regado con efluentes urbanos tratados fue equivalente al rendimiento del cultivo regado con agua limpia; por lo cual en éste cultivo el agua del efluente urbano tratado puede reemplazar para riego el uso del agua limpia, sin afectar su productividad y calidad sanitaria (Grosso *et al.*, 2006). El N es el elemento mas extraído por el cultivo. La mayoría de los trabajos coinciden en que el ajo responde a la fertilización con nitrógeno en casi todos los suelos, siendo la magnitud de la respuesta condicionada con los niveles naturales de nitrógeno en el suelo (Lipinski, 1996).

## IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE AJO

La importancia del cultivo de ajo en la Argentina radica en el hecho de ser un tradicional rubro de exportación (45 al 55%), alcanzando hoy valores de hasta 70 millones de pesos por este concepto en el trienio 1996/1998 (Burba, 1998). La provincia de Mendoza ha concentrado el 90% de la producción nacional, alcanzando una superficie cultivada de 11.814 hectáreas en 1977 y 12.998 hectáreas en 1998, con un valor exportado de 104,6 millones de dólares en 1998 (Estévez y Vanin., 1997) y Gobierno de Mendoza, 1998). El mayor volumen se comercializa en fresco en mercados locales e internacionales. En el primer caso Mendoza abastece al mercado nacional desde fin de noviembre hasta fin de agosto, entregando ajo en ristra a los principales centros de abastecimiento como Buenos Aires, Córdoba, Rosario y Tucumán (Estévez y Vanin., 1997).

La ausencia de alternativas en la oferta de variedades de ajos argentinos hacia el exterior es una de las principales debilidades del sistema.

El programa de mejoramiento genético de ajo llevado a cabo a partir de 1989 por el Proyecto Ajo del INTA La Consulta (Mendoza), Argentina, resulto en la inscripción, a partir de 1996, de nuevos cultivares monoclonales en el instituto nacional de semilla (INASE) que amplía el espectro cualitativo y temporal de la oferta de nuevos tipos comerciales. Los de mayor importancia son los “blancos” (grupo III) y “colorados” (grupo IV). En el grupo III, existen al menos dos subgrupos, “blancos” y “violetas”, que se diferencia fundamentalmente por el color de la piel de los bulbos y dientes, el período de dormición y el de conservación tienen en común su cosecha temprana respecto a los grupos IV. Dentro de los blancos se encuentran: Unión, Nieve INTA, Norteño INTA y Perla INTA, los que presentan dormición de duración media, conservación regular, pungencia suave e ingresan al mercado en noviembre. Los “violetas” son más precoces que los “blancos” y con menos poder de conservación; el cultivar Lincan INTA pertenece a este grupo (Burba *et al.*, 2005).

Otra de las características de los cultivares monoclonales blancos es que presentan una anomalía llamada “ajo martillo”, que se presenta como bulbos transversalmente alargados, debido al crecimiento desproporcionado de dos bulbillos más externos y opuestos. Una de las causas más probable es que el riego y nitrógeno en exceso provocan esta anomalía (Portela, 1995).

## **Factores de precosecha y dormición**

Durante su desenvolvimiento normal, el ajo pasa por estadíos fisiológicos sucesivos estrictamente ligados a condiciones ambientales. Por lo tanto, diversas variaciones pueden ocurrir y deben estar relacionadas a las condiciones ambientales reinantes (Climáticas, nutricionales, hídricas) en un determinado estado de desarrollo de la planta y de maduración del bulbo, unidas a las características fisiológicas inherentes de cada genotipo (Ferreira, 1987).

En el manejo de la dormición deben considerarse el destino del bulbo de ajo, dado que en la conservación de los mismos para comercialización, es deseable que la dormición se prolongue, mientras que para el ajo semilla, no debe haber señal de dormición en el momento de plantación (Ferreira, 1987).

Con respecto a los cultivares de ajo, las condiciones de almacenamiento es uno de los factores que afectan la conservación del producto, además los bulbillos de ajo recién cosechados no brotan ya que están sujetos a un período de dormición. La brotación se inicia durante la conservación y esta asociada a una serie de cambios que afectan negativamente la calidad del producto, algunos de ellos son internos del bulbo y otros responden a factores ambientales.

Los mecanismos para superar la dormición o para prolongarla, con la finalidad de ampliar las épocas de plantación, cosecha y por ende racionalizar las tareas, son pocos conocidos (Burba, 1982).

Se define la dormición como al estado en el cual el crecimiento esta temporariamente suspendido. No se habla de reposo, porque en la practica es un proceso dinámico de cambios graduables y permanentes (Mann, 1952).

El bulbillo de ajo es considerado una yema vegetativa durmiente, ingresando en ese estado cuando la diferenciación del mismo es completa, después del desarrollo de las hojas de reserva y brotación. Por lo tanto cualquier fenómeno anormal o alteración inclusive exógena, que ocurra entre la senescencia de la planta y la plantación de lo bulbillos hijos, puede modificar seriamente el comportamiento de la dormición (Arguello *et al.*, 1986).

La duración del período de dormición depende, entre otros factores, de las condiciones de almacenamiento. Si el ajo para consumo en fresco se conserva a 0°C y entre 60-70% humedad relativa (HR), dicho estado se prolonga y los bulbos pueden almacenarse por largos periodos, entre 6 y 8 meses. Temperaturas ambientales entre 14°C-18°C o mas permiten la superación de la dormición, y reducen en consecuencia el período de almacenamiento (Rivero *et al.*, 2003).

Además el estado de dormición es una característica propia de cada clon y por lo tanto se espera que existan diferencias entre distintos clones. Por lo tanto, es importante lograr un manejo

de la dormición según el objetivo agro-económico buscado, acortar o alargar ese período según sea el caso (Borgo *et al.*, 1993).

### **Intensidad de la dormición**

La intensidad de la dormición es medida por IVD (índice visual de superación de la dormición), se establece entre la relación porcentual de la longitud de la hoja de brotación (B) y la de reserva (R), medidas con calibre, en un corte longitudinal del bulbillo por la cara convexa del mismo (Burba, 1983 a).

La hoja de brotación consiste en una vaina que envuelve totalmente los primordios y el crecimiento de estas durante la fase post-cosecha puede ser medido (Couto *et al.*, 1982 ).

La fase final de la bulbificación, resultante de la interacción entre fotoperíodo y hormonas, coincide con la inducción del período de dormición, que esta asociado a bajos niveles de auxinas, giberelinas y alto nivel de inhibidores. El ajo recién cosechado, normalmente presenta bulbillos dormidos y no brota si es plantado inmediatamente. La duración de la dormición puede ser mas o menos larga variando con el cultivar o clon, con las condiciones ambientales, principalmente con la temperatura de almacenamiento, con el tamaño del diente y su posición en el bulbo y con todo factor que desde la senescencia del cultivo madre haya comprometido el normal desarrollo de esta etapa (Burba, 1983 a).

Cada genotipo puede ser caracterizado por el período de dormición, pudiendo encontrarse algunos con apenas 90 días o menos de dormición, mientras que otros almacenados en idénticas condiciones pueden superar los 240 días. En general podemos aceptar la existencia de una correlación directa entre la duración del período de dormición y los requerimientos ecofisiológicos de frío y fotoperíodo. Así las cultivares de dormición corta generalmente poseen escasos requerimientos, ocurriendo lo inverso en aquellas de dormición prolongada. Teniendo en cuenta que el bulbillo no madura simultáneamente y no poseen el mismo tamaño y peso, es lógico pensar que no posean el mismo estado de dormición. Así los dientes externos y los de mayor tamaño superan la dormición mas rápidamente que los internos y pequeños. Este efecto es mas notable durante los primeros meses de almacenamiento y va reduciéndose hacia la época de plantación (Burba, 1983 b).

El calibrado de los dientes antes de la plantación es una labor obligatoria para lograr un stand uniforme a campo, guarda también relación con el estado diferencial de dormición,

indicando que los dientes de mayor tamaño deben plantarse antes que los más pequeños (Burba<sup>1</sup>).

<sup>1</sup> Burba, J.L. Universidad Nacional De Cuyo. Comunicación personal.

### **Manejo de la fertilización con respecto a la productividad y calidad del ajo**

La aplicación de fertilizantes minerales y de materia orgánica es complementaria y su acción conjunta es necesaria para obtener elevados rendimientos en los establecimientos hortícolas intensivos. El manejo inadecuado de la fertilización podría ser la causa de disturbios fisiológicos en el cultivo del ajo, disminuyendo la calidad comercial de los bulbos (Burba *et al.*, 1987).

Otros autores destacan la influencia de niveles elevados de N, asociados a factores endógenos de las plantas, como las giberelinas. Así, a medida que se incrementa la concentración de N en las plantas, aumentan las posibilidades de almacenamiento de giberelinas pudiendo promover la aparición de superbrotamiento en cultivares sensibles (Moon y Lee, 1980).

El ajo es un cultivo que puede responder en forma favorable o desfavorable a la aplicación de fertilizantes, o sea, es una planta muy sensible a los excesos o deficiencias de nutrimentos. Los excesos de nitrógeno, no aumentan los rendimientos y calidad de ajo; sin embargo, sí provocan pérdida de calidad, ya que los bulbos se abren y además se alarga el ciclo vegetativo del cultivo ([www.aguascalientes.gb.mix](http://www.aguascalientes.gb.mix)).

El efluente de una planta de tratamiento secundario contiene muy poco nitrato, a menos que la planta disponga de un proceso de nitrificación. El contenido de N total puede ser 10 o más veces superiores al contenido de nitrato. El contenido total de nitrógeno de un agua residual, después de un tratamiento secundario oscila entre 20 y 60 mg/l de N (López Gracia *et al.*, 1999).

El nitrógeno contenido en el agua residual regenerada que llega hasta el campo de cultivo a través del agua de riego es esencialmente idéntico al nitrógeno contenido en los fertilizantes agrícolas, aunque es más difícil de controlar. Durante cada sesión de riego, el agua aporta nitrógeno al suelo, fertilizando así el cultivo (López Gracia *et al.*, 1999).

Aunque este proceso es beneficioso en los primeros estadios vegetativos de la planta, deja progresivamente de serlo a medida que la planta inicia la maduración. En algunos casos, el

---

aporte de nitrógeno es excesivo, lo que estimula el crecimiento vegetativo, pudiendo llegar a retrasar la maduración de la planta o reducir la calidad de la cosecha. En otros casos, puede darse un déficit de nitrógeno, lo que obliga a un aporte complementario mediante fertilizante agrícola a fin de satisfacer las necesidades propias del cultivo (López Gracia *et al.* 1999).

## **HIPÓTESIS**

- El riego de ajos con efluentes urbanos tratados puede reemplazar el agua de perforación debido a que no modifica la calidad sanitaria y comercial, aumenta la productividad del cultivo de ajo y no afectaría el período de dormición de los bulbillos.

### **Objetivos Generales:**

- Evaluar en el cultivo de ajo (*Allium sativum*) como responde el mismo al ser regados con dos tipos de aguas, una regadas con efluentes urbanos tratados y otra con agua de perforación, en la localidad de Río Cuarto.

### **Objetivos específicos:**

- Determinar la presencia y/o ausencia de *Escherichia coli*, *Salmonella sp* y de coliformes totales.
- Determinar para cada cultivar de ajo el período de dormición de los bulbillos.
- Determinar la productividad de ajos en ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Implantación del ensayo: La plantación de ajo se realizó el 23 de abril del 2004 en el campo experimental de la UNRC, próximos a las residencias universitarias sobre un suelo hapludol típico.

Esta región se caracteriza por poseer un régimen climático templado subhúmedo con invierno seco. El régimen de precipitaciones presenta una distribución anual del tipo monzónico con un 80% de las lluvias concentradas en el período primavera estival, la precipitación media anual es de 801 mm (Seiler *et al.*, 1995).

Se utilizaron 3 cultivares de ajo tipo comercial, blanco: Nieve INTA, Perla INTA, Unión INTA, y un cultivar tipo morado; Morado INTA.

La plantación se realizó en forma manual, se empleó un diseño en franjas con tres repeticiones, y dos tratamientos, riego con agua de perforación (testigo) y con efluentes urbanos tratados. Las precipitaciones aportaron 425 mm y el riego por superficie 225 mm, este se realizó por surcos a nivel y sin desagües al pie.

El diseño en franjas fue de 16 m de largo, cada bloque o repetición, fue de 5 m de largo, el marco plantación fue de 0.7 m entre surco por 0.08 m entre plantas de ajo, dando una densidad de plantas por hectáreas de 178.500 plantas ha<sup>-1</sup>.

### Actividades

La cosecha se realizó el día 1/12/2004, donde se tomaron al azar 30 bulbos por muestra y se procedió a embolsar y almacenar a la sombra bajo tinglado hasta el día 15/02/2005.

Después del acondicionamiento de cada muestra se realizó la evaluación de rendimiento, los bulbos secos, limpios, se clasificaron en bulbos bien formados, deformados y chicos, también se evaluó la presencia o ausencia de malformaciones en la bulbificación como ajo martillo y ajo abierto, se determinó el peso, calibre y número de bulbillos en los bulbos, para cada tratamiento.

Posteriormente de los bulbos sanos se apartó una muestra de 15 bulbos de cada tratamiento y cultivar, y se acondicionó para su almacenamiento en cajas de cartón en estanterías a temperatura y humedad ambiente bajo techo; para realizar las demás evaluaciones de post-cosecha a partir del segundo mes de almacenamiento (diciembre-enero).

A partir de febrero se tomó una muestra de 10 bulbos por cultivar y se los pesó, consecutivamente una vez por mes hasta julio, para determinar la evolución y la pérdida de peso, a continuación se puede observar bulbillos de ajos pesados en laboratorio (Figura 2).

En todos los tratamientos, a partir del 17/03/2005 cada 15 días se determinó el índice visual de superación de la dormición (IVD) en porcentajes, se tomaron 4 bulbillos por bulbo, en 3 bulbos por repetición, para calcular y ver como evoluciona la brotación en cada cultivar y tratamiento.

El IVD se evaluó hasta llegar al 100 %, una vez superado este porcentaje se considera que el bulbillo está totalmente despierto y su conservación posteriormente es dificultosa.

Los resultados se analizaron a través del programa Infostat, (Infostat, 2002). Se realizaron análisis de varianza univariado y las medias se compararon según el test de (Ducan  $\alpha = 0,05$ ).

El IVD se establece entre la relación porcentual de la longitud de la hoja de brotación (B) y la de reserva (R), medidas con calibre, en un corte longitudinal del bulbillo por la cara convexa del mismo, como muestra (Figura 1), y permite caracterizar para los cultivares ensayados el comportamiento de la dormición durante el período post-cosecha (Burba *et al.*, 1983 a).

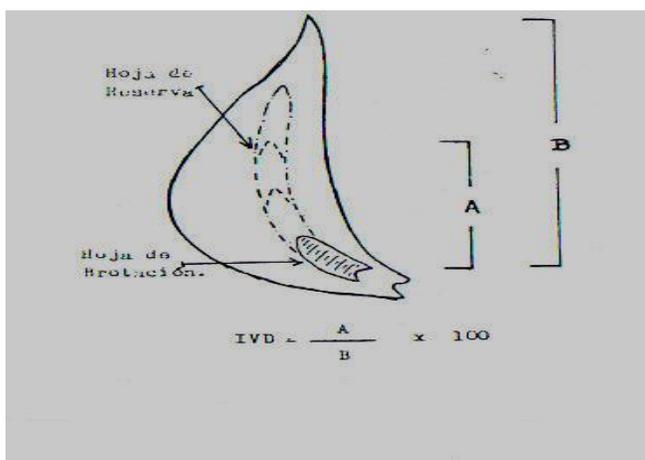


Figura 1. Corte longitudinal del bulbillo para análisis del IVD.

### Análisis Estadísticos

La variable porcentaje de brotación de cuatro variedades de ajo fue analizada utilizando el Análisis de la Varianza, ANOVA, correspondiente a un diseño en parcelas subdivididas con arreglo factorial. En el análisis se consideraron tres factores:

Factor A: Tipo de agua (tratada y sin tratar).

Factor B: Variedades de ajo (Nieve INTA, Unión, Perla INTA y Morado INTA).

Factor C: Fecha pos-cosecha.

Las hipótesis a probar son:

HO: No hay interacción entre los factores H1: Hay interacción entre los tres factores

HO: No hay efecto del factor A H1: Hay efecto del factor A

HO: No hay efecto del factor B H1: Hay efecto del factor B

HO: No hay efecto del factor C H1: Hay efecto del factor C



*Figura 2. Ajos pesados en laboratorio 1 vez por mes para determinar la pérdida de peso.*

Los efectos estudiados fueron cuantificados mediante las siguientes variables:

- Calidad, por el tamaño del bulbo: diámetro, en mm.
- Calidad, por ausencia de defectos: malformaciones y presencia o ausencia de microorganismos dañinos para la salud.
- Calidad, por porcentaje de brotación: medidos por el IVD en las 4 cultivares de ajo en los 2 tratamientos de riego con distinta calidad de agua.

**Tratamientos:**

- **Testigo:** 4 cultivares de ajos regados con agua de perforación (Ap).

Se regó un total de 225 mm distribuidos en 5 riegos de 45 mm cada uno, los riegos se realizaron en las fechas siguientes: 10/09/04; 27/09/04; 05/10/04; 20/10/04, 11/11/04, (Figura 2).

- **Efluente tratado:** 4 cultivares de ajos regados con agua residual tratada (Efl).

Se regó de la misma modalidad que el anterior, (figura 2).

Estos tratamientos fueron evaluados en dos partes: 1- diseño estadístico y 2- diseño experimental a campo

1-- El modelo estadístico que se uso fue un arreglo factorial de 4 cultivares de ajos por 2 calidades de agua de riego, dando lugar a 8 tratamientos.

2-En el diseño experimental a campo los tratamientos se realizaron mediante un diseño estadístico en bloques divididos (diseño con ambos factores en franjas), consta de una franja con agua de perforación y la otra con efluentes, los cultivares en cada bloque son designados al azar.

A continuación se presentan como quedan en el campo distribuidos al azar los cultivares de ajos en los 2 tratamientos (Tabla 1):

Tabla 1. *Cultivares dispuestos al azar en ambos tratamientos*

Riego con agua de Perforación

Riego con efluentes urbanos tratados

I	Unión	Nieve	Morado	Perla	Morado	Unión	Nieve	Perla
II	Morado	Perla	Nieve	Unión	Unión	Nieve	Perla	Morado
III	Nieve	Morado	Unión	Perla	Perla	Morado	Nieve	Unión

A continuación se presenta un gráfico de barras donde se representa el ciclo del cultivo de ajo con las precipitaciones y láminas de riego recibidas .

Las flechas indican los días de riego.

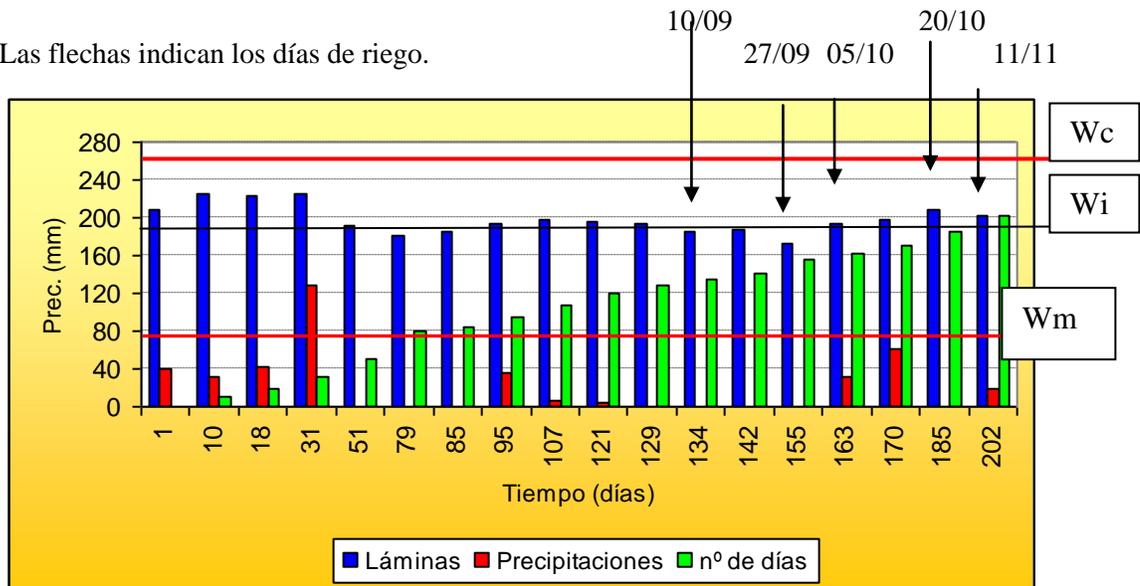


Figura 3. Variables hídricas analizadas durante el ciclo del cultivo de ajo.

#### Referencias:

-Contenido de humedad a capacidad de campo (Wc): Se define como el contenido de agua en el suelo después de 48 horas de un riego o de una lluvia abundante. Se supone que transcurrido este tiempo empieza el drenaje lento del agua contenida en el suelo ( Porta *et al.*, 1994).

-Contenido de humedad a punto de marchites permanente (Wm): El contenido de agua por debajo de la cual las plantas no son capaces de extraer agua del suelo. Viene a corresponder al límite inferior del agua retenida por fuerzas capilares absorbibles por las raíces (Porta *et al.*, 1994).

-Contenido de humedad a punto de marchites incipiente (Wi): Es el nivel de agua a la que puede llegar un suelo sin que esa disminución de humedad produzca síntomas de restricción a la evapotranspiración (Porta *et al.*, 1994).

#### Tratamiento de los efluentes:

Para llevar a cabo este proyecto se tomó el efluente de 8 departamentos de las residencias estudiantiles universitarias. Este pasa por 4 cámaras sépticas y vierte en una tubería principal de PVC de 110 mm de diámetro externo, de 48 m de longitud, clase 4 y en su trayectoria esta provista de 3 cámaras de inspección. Con una pendiente del 1,5 % se conduce el efluente por

gravedad hasta un pozo absorbente con paredes de cemento y piso de tierra de 1 m de diámetro y 4 m de profundidad. En el fondo se ha instalado una electro bomba centrífuga portátil de  $\frac{3}{4}$  HP, con un flotante automático que periódicamente es activado para conducir a través de 42 metros de tubería de PVC de 110 mm de diámetro, el efluente hacia un reactor biológico de una capacidad de 24000 litros (Crespi *et al.*, 2003).

El tratamiento de aguas residuales se realizó mediante la aplicación de tecnologías no convencionales disponiendo 3 lagunas en serie. La primera tiene por objetivo producir la digestión de la materia orgánica, bajando en 10 veces la demanda biológica de oxígeno y las otras 2 lagunas tienen por objetivo eliminar a través de luz ultravioleta la población de gérmenes patógenos hasta el nivel permisible para riego (Crespi *et al.*, 2003).

El tiempo que lleva desde que llega el agua sin tratar hasta que la misma es utilizada como agua de riego es de 6 horas en la primera laguna y de 1,5 días a 3 días en las otras 2 lagunas dependiendo de la época del año (en verano 1,5 días y en invierno 3 días).



Figura 4: Lagunas de maduración para el tratamiento de las aguas residuales. UNRC, Río Cuarto. Córdoba. Argentina. Fuente: (Crespi, *et al.*, 2003).

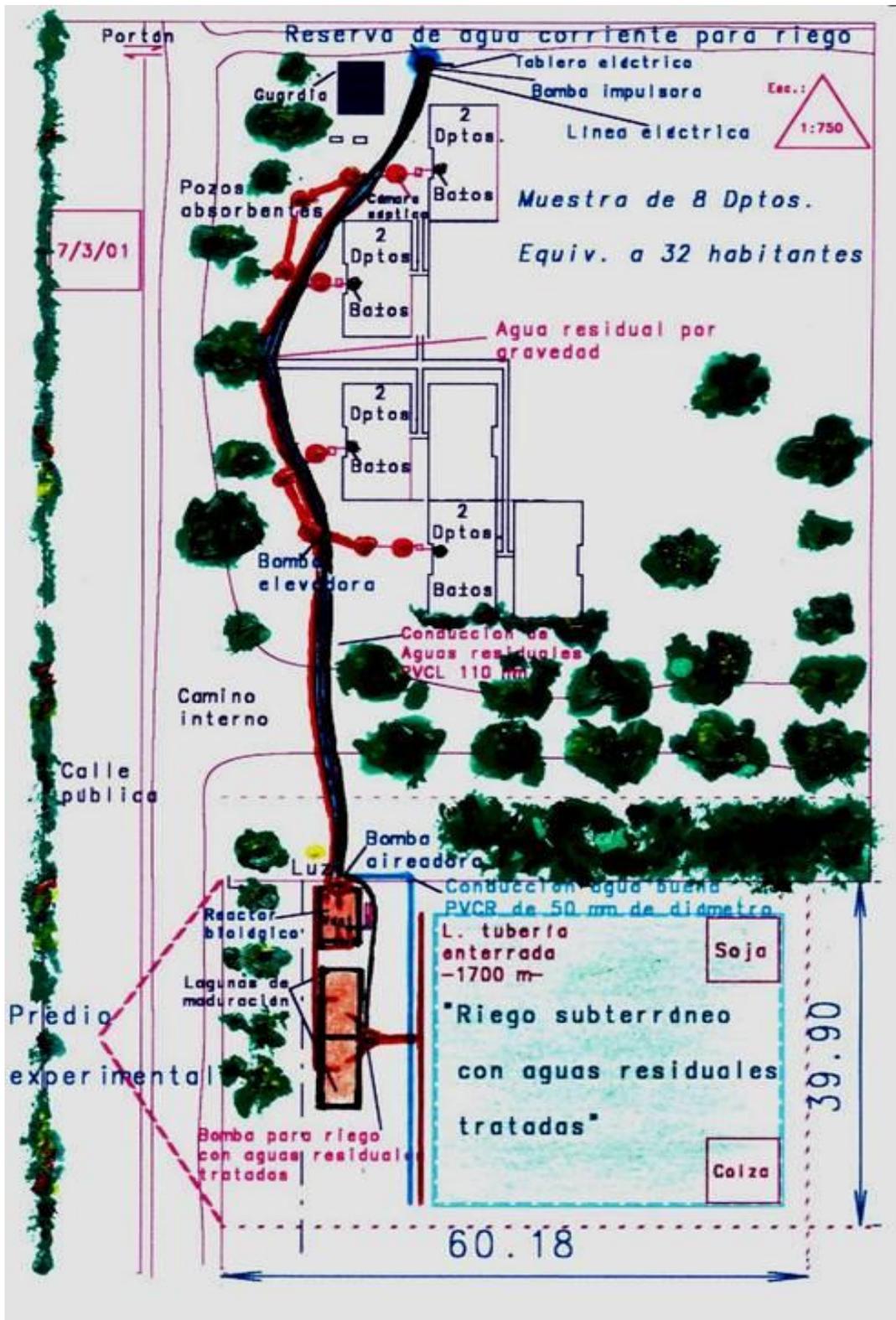


Figura 5. Esquema de la distribución espacial de las instalaciones de riego en el predio experimental. UNRC, Río Cuarto. Córdoba.

Fuente: (Crespi et al., 2003).

### Composición química del efluente:

Las determinaciones físico-químicas fueron realizadas por el Departamento de Tecnología Química de la Facultad de Ingeniería de la UNRC. El Departamento de Microbiología de Ciencias Exactas de la UNRC, fue el responsable en un principio de realizar un conteo promedio del efluente cloacal crudo, estableciendo un valor de coliformes totales de  $9.0 \times 10^{12}$  NMP/100 ml de agua residual.

**Tabla 2: Determinaciones analíticas del agua residual. UNRC. Río Cuarto. Córdoba**

Determinaciones	Unidades	Valor
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	252,00
pH		7,82
Conductividad Eléctrica	dS/m	1,13
Turbiedad	FAU	263,50
Nitrógeno total	mg/L	108,5
Fósforo Total	mg/L	8,1
Alcalinidad carbonatos	mg/L	< 1
Alcalinidad total	mg/L	350,00
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
Aluminio	mg/L	0,99
Arsénico	mg/L	0,017
Cadmio	mg/L	0,00014
Zinc	mg/L	0,11
Cobalto	mg/L	No detectable
Cobre	mg/L	No detectable
Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	113
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	265

Fuente: (Crespi *et al.*, 2003).

Cálculos para determinar los Kg/ha<sup>-1</sup> de nitrógeno aportado por el efluente

Riego total: 225 mm = 2.250.0000 L.ha<sup>-1</sup> regados.

Nitrógeno efluente: 32 mg.L<sup>-1</sup> = 0.000032 kg. de N.

2.250.000 L.ha<sup>-1</sup> x 0.000032 Kg = 72 Kg de N.

Dicho resultado sale de multiplicar los litros totales regados con efluente con la cantidad de nitrógeno total que aporta el riego con efluente.

Entonces el suelo recibió una cantidad de 72 Kg.ha<sup>-1</sup> durante el ciclo del cultivo lo cuál cubre los requerimientos del mismo.

**Tabla 3. Análisis químico del agua de perforación para riego. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.**

Determinaciones		meq/L	mg/L
Carbonatos	(CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> )	0,000	0,000
Bicarbonatos	(CO <sub>3</sub> <sup>-1</sup> )	2,920	178,120
Cloruros	(Cl <sup>-</sup> )	0,240	8,510
Sulfatos	(SO <sub>4</sub> O <sup>-2</sup> )	0,345	16,570
Sumatoria de aniones		3,505	203,201
Calcio	(Ca <sup>+2</sup> )	2,000	40,080
Magnesio	(Mg <sup>+2</sup> )	0,240	2,918
Sodio	(Na <sup>+2</sup> )	0,850	19,550
Potasio	(K <sup>+</sup> )	0,270	10,557
Sumatoria de cationes		3,360	73,105
Conductividad Eléctrica (CE) en dS/m			0,45
pH			7,40
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)			1,21

Fuente: (Crespi *et al.*, 2003).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Productividad

Este trabajo muestra similitudes con lo que reporta (Grosso *et al.*, 2006) en que la productividad ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de un cultivo de ajo regado con efluentes urbanos tratados fue equivalente al rendimiento del cultivo regado con agua limpia; por lo cual en éste cultivo el agua del efluente urbano tratado puede reemplazar para riego el uso del agua limpia, sin afectar su productividad y calidad sanitaria (Grosso *et al.*, 2006).

Excepto el cultivar de ajo Nieve INTA, los demás cultivares incrementaron los rendimientos de bulbos, al ser regados con efluentes urbanos tratados en un promedio del 6,5 % (Tabla 4), si bien las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre cultivares, ni entre calidades de agua de riego.

**Tabla 4.** Productividad ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) de bulbos de ajo según cultivar y tipo de riego.

Cultivares	Riego	$\text{Kg ha}^{-1}$
<b>Unión</b>	Agua De Perforación	4.686 a
	Efluente	4.833 a
<b>Nieve INTA</b>	Agua De Perforación	4.469 a
	Efluente	4.242 a
<b>Perla INTA</b>	Agua De Perforación	4.947 a
	Efluente	5.189 a
<b>Morado INTA</b>	Agua De Perforación	5.423 a
	Efluente	6.035 a

Medias con igual letras para cada factor (cultivar o calidad de agua), no difieren significativamente entre sí. Test de Duncan ( $\alpha: =0,05$ )

## **Calidad sanitaria**

Este trabajo presentó resultados parecidos a (Yoval y Misset, 2004, indicaron que las hortalizas como lechuga, rábano y cebolla regadas con efluentes urbanos tratados son segura bacteriológicamente, ya que no presentaron *E. coli*, aun en aquellas hortalizas regadas con agua residual cruda o tratada sin desinfección.

Con respecto a las bacterias *Escherichia coli*, *Salmonella sp* , en los bulbos de ajo cosechados no se detectaron la presencia de estas bacterias.

## **Calidad comercial y calibres de ajos**

Según (Gabriel *et al.*, 2001) realizó ensayos con Nieve INTA donde fue regado con aguas tratadas y de perforación. De acuerdo a los resultados obtenidos concluyeron que el riego con efluentes tratados en ajo no afecta el rendimiento ni la calidad comercial expresada como porcentaje de bulbos malformados.

Los resultados del presente trabajo, presentan coincidencias con lo reportado por (Fasciolo *et al.*, 2002) indican que el riego con efluentes domésticos tratados no aumentó el porcentaje de defectos y malformaciones en el cultivo de ajo y no afectó la calidad sanitaria ni comercial de los bulbos de ajos.

Los tres cultivares de ajos “blancos” presentaron un alto porcentaje de bulbos deformados (def) entre él (27 % y al 40 %) como se muestra en la tabla 5, si bien no presentan una circunferencia casi perfecta es una característica común de los clones de ajos “blancos”; Morado INTA no presentó esta malformación. El riego con efluentes no modificó la proporción de anomalías de la bulbificación. Perla INTA se diferenció significativamente al lograr el mayor porcentaje de bulbos bien formados (35 %) cuando fue regado con agua de perforación y del (50 %) al ser regado con efluentes. Morado INTA se diferenció significativamente de los demás cultivares, por presentar un alto porcentaje de bulbos abiertos (67 %) cuando se regó con agua de perforación y del (85 %) cuando se regó con efluentes, la cosecha se realizó tardíamente, para las características de precocidad de éste cultivar, lo que intensificó esta anomalía (Tabla 5 y Figura10). El riego con efluentes disminuyó la proporción de bulbos chicos es decir los de menor peso y calibre (Tabla 5). Para el carácter calibre de los bulbos no se hallaron diferencias significativas por el tipo de riego recibido, tampoco fue modificado el número de bulbillos por bulbo (Tabla 6). Más adelante (Figuras 6, 7, 8,9 y 10) presentan algunas muestras de calidad de los bulbos de ajos.

**Tabla 5.** Proporción de bulbos normales, abiertos, deformados y chicos con su correspondiente peso.

Cultivar	Riego	Porcentaje de Bulbos				Peso de Bulbos			
		Normal	Abierto	Def	Chico	Normal	Abierto	Def	Chico
Unión	Agua de Perforación	26,3 b	29,6 b	27,2 a	40,8 a	34,2 a	29,9 a	31,8 a	17,9 a
	Efluente	17,6 b	2,9 b	40,2 a	25,4 a	36,5 a	35,4 a	29,1 a	15,3 a
Nieve INTA	Agua de Perforación	15,4 b	11,7 b	36,3 a	31,0ab	31,6 a	26,0 a	24,8 a	15,5 a
	Efluente	30,2 b	8,5 b	29,8 a	25,5ab	26,9 a	24,6 a	26,5 a	15,8 a
Perla INTA	Agua de Perforación	35,2 a	6,2 b	31,9 a	24,9ab	32,9 a	38,6 a	27,4 a	17,6 a
	Efluente	50,4 a	8,0 b	28,7 a	17,6ab	31,3 a	33,1 a	31,1 a	19,2 a
Morado INTA	Agua de Perforación	22,8 b	66,7 a	0.0	10,2 b	36,3 a	29,9 a	0.0	20,3 a
	Efluente	6,5 b	84,7 a	0.0	9,5 b	37,8 a	35,4 a	0.0	17,0 a

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

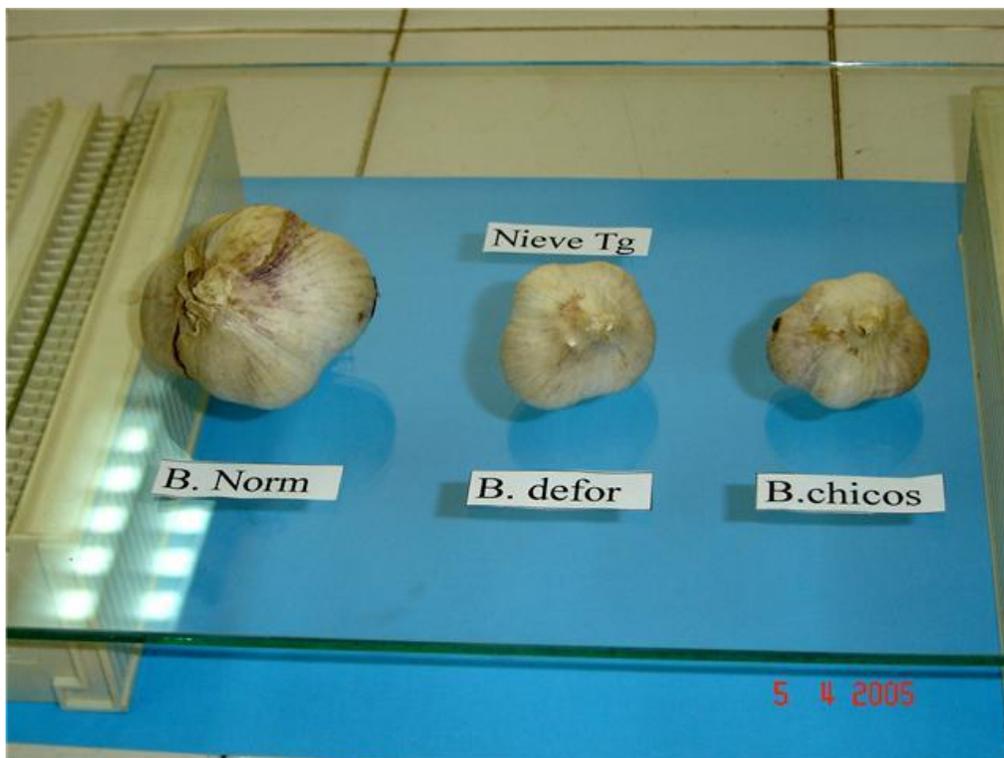


Figura 6. Nieve INTA testigo clasificado por calidad.



Figura 7. Nieve INTA efluente clasificado por calidad.



Figura 8. Unión INTA testigo clasificado por calidad.



Figura 9. Perla INTA testigo clasificado por calidad



Figura 10. Morado INTA testigo clasificado por calidad, con un importante grado de bulbo abierto.

**Tabla 6.** Calibre de los bulbos normales, abiertos, deformados y chicos con correspondientes números de bulbillos en sus bulbos.

Cultivar	Riego	Calibre del Bulbo				N° de Bulbillos en Bulbo			
		Normal	Abierto	Def	Chico	Normal	Abierto	Def	Chico
Unión	Agua de perforación	4,9 a	5,1 a	4,9 a	3,9 a	7,3 a	9,0 ab	9,0 b	4,8 b
	Efluente	4,9 a	5,2 a	5,6 a	3,7 a	9,3 a	10,0 ab	10,0 b	6,0 b
Nieve INTA	Agua de perforación	4,8 a	4,4 b	4,7 a	3,7 a	10,5 a	7,0 b	7,0 b	6,8 a
	Efluente	4,9 a	4,3 b	4,8 a	3,7 a	9,6 a	6,7 b	6,75 b	8,4 a
Perla INTA	Agua de perforación	5,2 a	5,3 a	4,9 a	3,8 a	9,8 a	12,0 a	12,0 a	9,3 a
	Efluente	4,9 a	4,8 a	5,0 a	3,99 a	22,5 a	12,5 a	12,5 a	9,2 a
Morado INTA	Agua de perforación	4,9 a	5,3 a	0,0	3,9 a	12,3 a	11,0 a	0,0	9,2 a
	Efluente	4,9 a	5,0 a	0,0	3,7 a	9,50 a	11,1 a	0,0	9,0 a

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

### Análisis estadísticos

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%brotación	96	0,98	0,96	8,30

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
fecha * tipo de agua * variedad..	762,03	9	84,67	2,45	0,0220	

El valor  $p=0,0220$  asociado a la interacción fecha \* tipo de agua \* variedad es altamente significativo ( $\alpha=0,05$ ), indicando que los factores estudiados no actúan independientemente. Por este motivo no se establecen conclusiones sobre los efectos principales de cada factor, los mismos no pueden interpretarse directamente.

Se realizaron comparaciones múltiples entre las medias de los niveles de cada factor mediante el test de Duncan.

## FACTOR TIPO DE AGUA

### Tratada

Test: Duncan Alfa = 0,05

Error: 75,0024 gl: 39

Cultivares	Medias n		
Morado	84,58	12	A
Perla	67,18	12	B
Unión	64,62	12	B
Nieve	62,88	12	B

Letras distintas indican diferencias significativas  
( $p <= 0,05$ )

### Sin tratar

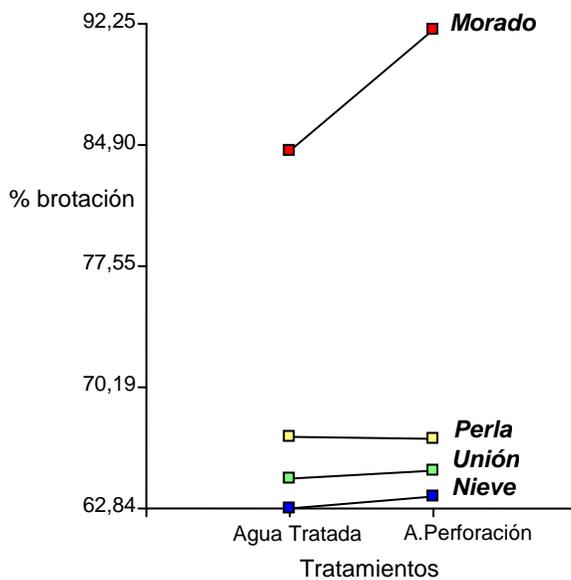
Test: Duncan Alfa = 0,05

Error: 147,7946 gl: 39

Cultivares	Medias n		
Morado	91,88	12	A
Perla	67,01	12	B
Unión	65,13	12	B
Nieve	63,61	12	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p <= 0,05$ )

Con agua de perforación el cultivar Morado INTA difiere significativamente de las otras tres cultivares de ajo en el porcentaje de brotación (figura11).



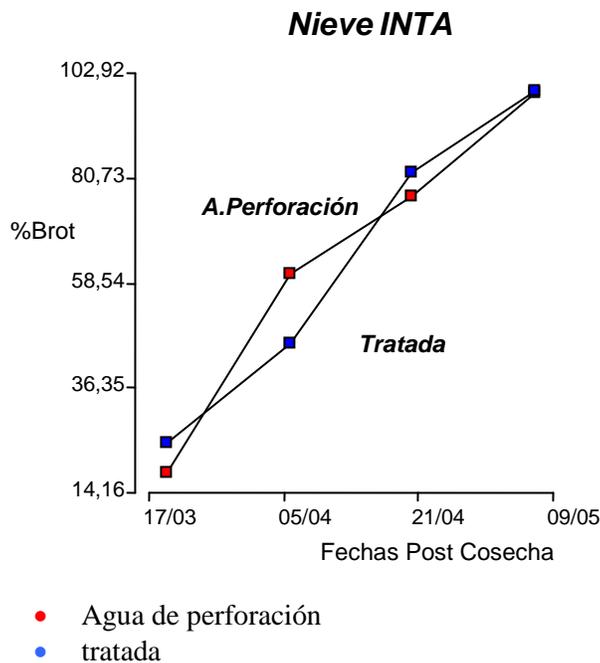
**Figura 11.** Porcentaje de brotación de cultivares de ajos bajo riego con agua de perforación y agua residual.

Con agua de efluentes tratados sólo presenta mayor porcentaje de brotación el cultivar Perla INTA, aunque las diferencias son mínimas, de solo 0.17 %.(tabla 7).

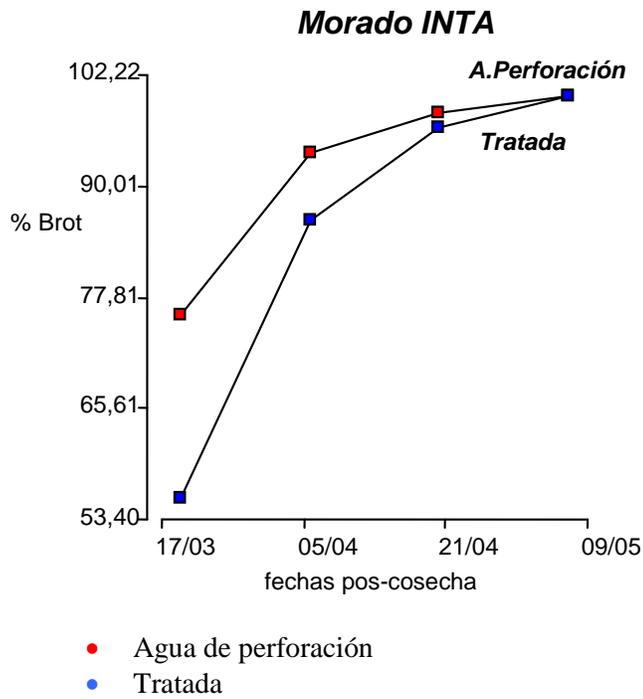
**Tabla 7.** Promedio de brotación de los cultivares en los dos tratamientos.

	<b>Efluentes urbanos tratados</b>	<b>Agua de perforación</b>
<b>Cultivares</b>	Promedio % Brotación	Promedio % Brotación
Morado INTA	84.58	91.88
Perla INTA	67.18	67.01
Unión INTA	65.13	64.62
Nieve INTA	63.01	62.88

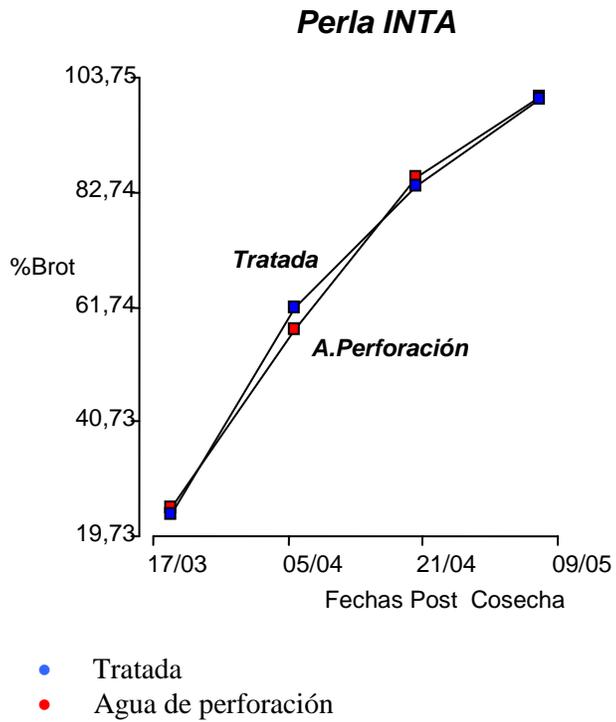
Los tres cultivares blancos, Perla INTA, Unión INTA y Nieve INTA presentaron al ser valores levemente superiores, en promedio de 0.20 % de adelantamiento de brotación al ser regados con efluentes urbanos tratados con respecto a los regados con agua de perforación.



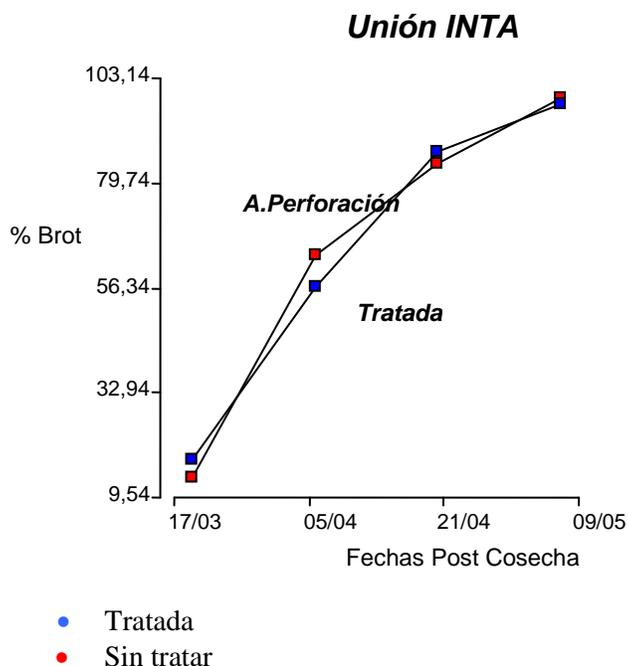
**Figura 12:** Porcentaje de brotación de Nieve INTA con sus dos tratamientos.



**Figura 13:** Porcentaje de brotación de Morado INTA con sus dos tratamientos



**Figura 14:** Porcentaje de brotación de Perla INTA con sus dos tratamientos.



**Figura 15:** Porcentaje de brotación de Unión INTA con sus dos tratamientos.

### Factor fecha

\*Fecha pos-cosecha 1

**Test:Duncan** Alfa=0,05

Error: 118,3882 gl: 17

Variedad	Medias	n	
Morado	65,73	6	A
Perla	24,27	6	B
Nieve	21,46	6	B
Unión	15,92	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

El resultado de la prueba de Duncan muestra que en la fecha pos-cosecha 1 la cultivar Morado INTA difiere significativamente de las otras tres cultivares de ajo en el porcentaje de brotación (Figura 20)

\*Fecha pos-cosecha 2

**Test:Duncan** Alfa=0,05

Error: 50,1016 gl: 17

Variedad	Medias	n	
Morado	89,94	6	A
Unión	60,03	6	B
Perla	59,57	6	B
Nieve	53,12	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )

En la fecha pos-cosecha 2 la cultivar Morado INTA difiere significativamente de las otras tres cultivares de ajo en el porcentaje de brotación (Figura 20).

**\*Fecha pos-cosecha 3**

**Test:Duncan Alfa=0,05**

*Error: 21,5192 gl: 17*

Variedad	Medias	n	
Morado	97,25	6	A
Unión	85,34	6	B
Perla	84,75	6	B
Nieve	79,44	6	B

*Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )*

En la fecha pos-cosecha 3 la cultivar Morado INTA difiere significativamente de las otras tres cultivares de ajo en el porcentaje de brotación (Figura 20).

**\*Fecha pos-cosecha 4**

**Test:Duncan Alfa=0,05**

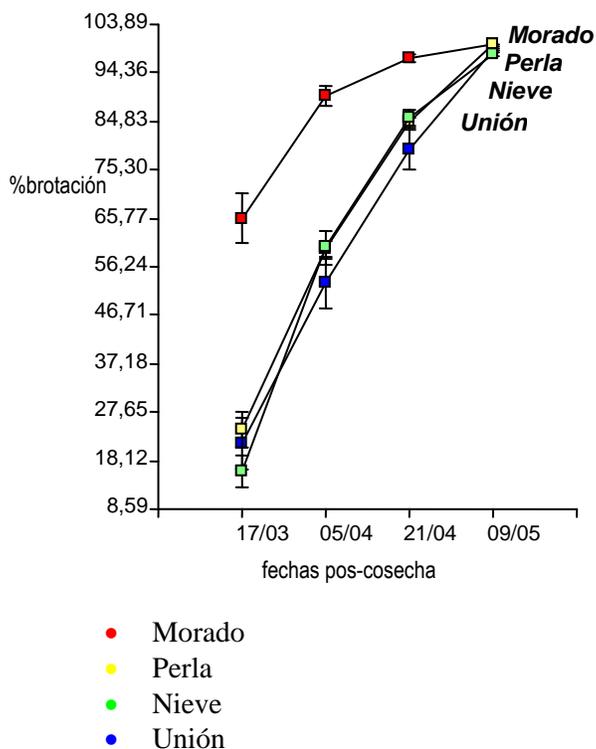
*Error: 1,1244 gl: 17*

Variedad	Medias	n	
Morado	100,00	6	A
Perla	99,79	6	A
Nieve	98,96	6	A B
Unión	98,19	6	B

*Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0,05$ )*

En la fecha pos-cosecha 4 la variedad Unión difiere significativamente de Morado INTA y Perla INTA en el porcentaje de brotación (Figura 16).

**Figura 16:** Porcentaje de brotación de cuatro cultivares de ajo en diferentes fechas pos-cosechas.



En este gráfico se puede observar que en la fecha pos-cosecha 4 se obtiene el mayor porcentaje de brotación para las cuatro cultivares de ajo y que la cultivar Morado INTA presenta los mayores valores de la variable bajo estudio.

En general las figuras nos muestran que con agua sin tratar (agua de perforación) los porcentajes de brotación son algo mayores, siendo Perla INTA la excepción, aunque en la fecha pos-cosecha 4, los valores de la variable bajo análisis son prácticamente similares bajo agua tratadas (efluentes) que sin tratar en las cuatro cultivares.

Analizando las fechas poscosechas y cultivares por el test de Duncan se observa que el cultivar Morado INTA tanto en riego por efluentes como de perforación en todas las fechas de muestreo y análisis siempre superó significativamente en el porcentaje de brotación a las demás cultivares. Los tres cultivares de ajo blanco mostraron una brotación paulatina y lenta durante su evaluación, en cambio Morado INTA mostró una brotación brusca y rápida, debido a que unas de las características principales de este clon es su precocidad de desarrollo.

En general los resultados que se observan, son que la brotación en los dos tratamientos fue similar, con lo cual dichos resultados difieren significativamente de los resultados esperados.

El nitrógeno aportado por el efluente fue de 72 Kg ha<sup>-1</sup> cubriendo las necesidades del cultivo de ajo.

Para el caso del nitrógeno total según Compo (2006) donde los requerimientos son 6-8 kg ha<sup>-1</sup> por cada tonelada, el aporte del efluente fue superior en un 80 % a las necesidades del cultivo, también fue superior en un 30% para las necesidades que menciona Arboyeda *et al.*, (1997) que son de 10 Kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno total.

La producción de ajo estuvo alrededor de los 5000 Kg ha<sup>-1</sup>, entonces se deduce que el cultivo absorbió unos 40-50 kg de N quedando como excedente 30-40 Kg ha<sup>-1</sup>.

Relacionando lo anterior podemos concluir que el efluente aportó suficiente nitrógeno al cultivo de ajo, cubrió la demanda del cultivo, dejó excedente en el suelo, no afectó la brotación de los bulbillos ya que la brotación fue similar en los tres cultivares de ajo blanco y se diferenciaron del cultivar morado al no ser cultivares precoces.

El riego con dos calidades de agua no modificó el comportamiento de dormición de los bulbillos de ajo, esta se produjo en cada cultivar de ajo de manera idéntica al ser regados con distinta calidad de agua.

### Índice Visual de Superación de la Dormición

A continuación (Figura 17, 18,19 y 20) se muestran algunas fotos del resultado de la realización del IVD en varios bulbillos de distintas cultivares y en diferentes calidades de aguas.

Se puede observar a simple vista el brote en el bulbillo de ajo, que no hay diferencias significativas entre calidades de aguas diferentes, por lo cual fue muy similar la brotación.



*Figura 17. Resultado del IVD en Nieve INTA efluente.*



Figura 18. Resultado del IVD en Morado INTA testigo.

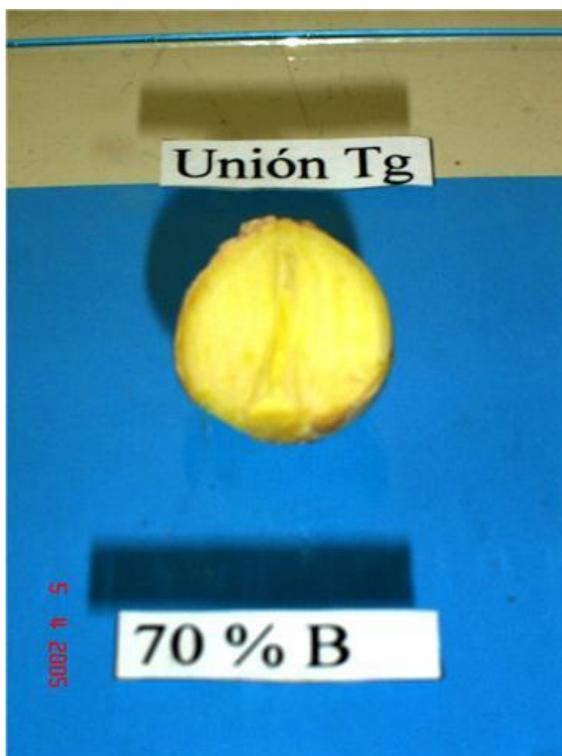


Figura 19. Resultado del IVD en Unión INTA testigo.



*Figura 20. Resultado del IVD en Perla INTA efluente.*

## CONCLUSIONES

- La producción del cultivo del ajo, regado con efluentes urbanos tratados, fue equivalente al rendimiento del cultivo de ajo regado con agua de perforación.
- El riego con efluentes urbanos tratados no modificó la proporción de anomalías en la bulbificación del ajo.
- Con respecto al período de dormición de los bulbillos, fue muy similar entre los dos tipos de agua, no existiendo ninguna evidencia de que el riego con efluentes haya estimulado anticipadamente la brotación de algún cultivar, por lo tanto no anticiparía la brotación temprana durante la conservación.
- Los bulbos de ajos resultaron libres de bacterias desde el punto de vista bacteriológico y desde el punto de vista de la salud humana, ya que no se registró presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella Sp* en los bulbos.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUAS CALIENTES. 2009. En [www.aguascalientes.gb.mx/revista4/pagina15](http://www.aguascalientes.gb.mx/revista4/pagina15).  
Consultado: 05/05/2009.
- ARBOLEYA, J.; GARCIA, C. y SUAREZ, C. 1997. 50 Temas sobre producción de ajo. **En el V curso/taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo**. Pág. 112-119. Mendoza, Argentina.
- ARGUELLO, J.A.; BOTTINI, C.A. de LUNA, R & BOTTINI, R.1986. **Dormancy in garlic(*Allium sativum* L.) cv. Rosado Paraguayo**. II-the onset of the process during plant ontogeny. *Plant Cell Physiol* 27(3): 553. 1986.
- ARMON R, 1994. *Water Sci. Tech.* 30, 239; H. Bouwer y E. Idelovich, *Irrigation & Drainage eng.* 113, 516 (1987).
- BORGOS, R.; D.O STAHLSCHEMIDT; L. LEUZZI; C. GAUN; C. CANATELLA. 1993. Eco fisiología del ajo.3  
Dormición de bulbillos y potencialidad de brotación en ajo blanco y colorado. **III Curso/Taller. Producción Comercialización e Industrialización de Ajo**. Pg. 135-140.
- BOUWER, H. Y E. IDELOVITCH. 1987. **Quality requirements for irrigation with sewage water**. *J. Irrig. & Drainage Eng.* 113: 516-535.
- BURBA, J.L. 1982. Técnicas para semilleros de ajos. Parte II. **Técnicas de selección , multiplicación y manejo propuestos para semilleros de ajo (*Allium sativum* L.) de sanidad controlada**. In: Muller, J.J.V and Casali, V.W.D. Ed. *Seminarios de Olericultura*, Vizcosa, 1982, Vol. III, p. 37-62.
- BURBA, J.L.1983 a. Relaciones entre el índice visual de superación de la dormición (IVD) en ajo (*Allium sativum* L.) con el tamaño y posición de bulbillos. **REV. CS. AGROPEC; IV: 99-102**. Córdoba, octubre de 1983.
- BURBA, J.L.1983 b. *Efeitos do manejo do alho semente(*Allium sativum* L.) sobre adormencia, crescimento e producao do cv.* Chonan. Vicoso, UFV. Imprensa universitaria.1983, p .112(tesis de M.S).
- BURBA, J.L., M.V ALEMANY; CID, R.A.B de ACEBEDO. 1987. **Anormalidades morfológicas en la bulbificación de ajo(*Allium sativum* L.)**. *Revista de ciencias agropecuarias* 5:45-55.
- BURBA, J.L.1997. **Obtención de nuevas cultivares de ajo**. 50 temas sobre producción de ajo. Mendoza , Argentina. Vol .2. 1997, p,49-50.

- BURBA, J.L.1998. **Ajo: cadena agroalimentaria**. Mimeografiado, EEA. La Consulta, INTA, Mendoza, Argentina. 19p.
- BURBA, J.L., R OCAÑAS y S. LANZAVECHIA.2005. Evaluación y caracterización de la colección activa de ajo en el banco de germoplasma del INTA La Consulta. Grupo III: “blanco”2004/2005. **En IX Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo**. Mendoza, INTA EEA La Consulta, 2005, p.63.
- COMPO. 2006. Abonamos mejor y protegemos el Medio Ambiente.  
www.compo.es/compo/WedApp. Pág. 1.
- COUTO, F.A.A; J.J.V MULLER; V.W.D CASALI.1982. Relacoes entre o Indice Visual de Dormencia (IVD) em alho (*Allium sativum* L.) como o tamanho do bulbilho e sua posicao no bulbo .In: **Congreso Brasileiro de Oleicultura, 22º, Vitoria-ES. 1982.** Resumos SEA/SOB. p.140-142.
- CRESPI, R; C. RODRÍGUEZ; O. PLEVICH; L. GROSSO; M. BOSSOLASCO; C. FRIGERIO; S. BETTERA; A. THUAR; J. BOEHLER; J. PUIATTI; O. BAROTTO; M. DEMAESTRI; A. RICOTTO; D. RAMOS; D. PICCA. 2003. **Tratamiento y reutilización de aguas residuales domiciliarias**. Río Cuarto. Córdoba. Argentina.
- ESTELLER. M.V. 2001. **Vulnerabilidad de acuíferos frente al uso de aguas residuales y lodos en agricultura. I Seminario-Taller**. Protección de acuíferos frente a la contaminación. Toluca, México.
- ESTÉVEZ, G. M. Y M. VANIN. 1997. **Producción de ajo en Mendoza**. En: 50 Temas sobre producción de ajo 1: Situación de cultivo y aspectos socioeconómicos. INTA, EEA-La Consulta, Mendoza, Argentina. Vol.:16.
- FASCIOLO, G. 1982. **Reuso de efluentes y criterios de calidad de agua de uso agrícola**. Mendoza, INCYTH. CELAA.
- FASCIOLO; G.E. 2002. **Impactos agroeconómicos del riego de cultivos con aguas residuales urbanas**. Junio, Argentina.
- FERREIRA, F.A. 1987. **Manejo da Dormencia de Bulbos de Alho(*Allium sativum* L.)** In: CASALI, V.W.D. “coord.”; Seminarios de Olericultura; Imprensa Universitaria.Vicosa, MG, 1987, vol.XIII. p.01-50.
- GABRIEL; E.L., G.E FASCIOLO; J. MORÁBITO; F. TOSÍ; M.I MECA. 2000. **Potencial fertilizante de efluentes tratados en cultivo de cebolla (*Allium cepa*, L.)**. Junín, Mendoza. Argentina.

- GABRIEL, E.L; G.E. FASCIOLO; J. MORÁBITO; F. TOSÍ; M.I. MECA. 2001. El riego con efluentes domésticos tratados no afecta la calidad comercial del ajo. **VII curso/taller sobre producción , comercialización e industrialización de ajo**. Mendoza, INTA La Consulta, 2001. p.109-110.
- GOBIERNO DE MENDOZA, 1998. **Ajo: Cadena Agroalimentaria**. CD. Del Gobierno de Mendoza.
- GROSSO, L.; RICAGNI A.; RAMOS D. y R. CRESPI 2006. Cultivares de ajo (*Allium sativum* L.), riego con efluentes urbanos tratados y fertilización con nitrógeno. XXIV. Congreso Argentino de Horticultura. Catamarca, Argentina.
- HARIBANDI, A. 1997. **“Effluent water for turfgrass irrigation. University of California Cooperative Extension**. Page: 11.
- INFOSTAT. 2002 Infostat. Versión 1.1. Manual del Usuario. Grupo Infostat FCA, Universidad Nacional de Córdoba, 1º Edición, Ed. Brujas. Argentina.
- LIPINSKI, V. 1996. **Maximizando la producción de ajo y cebolla**: manejo de la fertilización. Fertilizar. Divulgación técnica sobre el uso de fertilizante y enmiendas número 5. INTA Pág. 16-18.
- LIPINSKI, V. M. Y S. GAVIOLA DE HERAS. 1997. Manejo de la fertilización y el abonado en cultivos de ajo de Mendoza. In: **Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo**. (5, 1997). Mendoza, INTA EEA La Consulta p. 120-130.
- LÓPEZ GRACIA, S; A. MOYA MONDÉJAR; M.A. RODRÍGUEZ GRANADOS Y M. SOMOSIERRA LÓPEZ. (1999). **Reutilización de aguas regeneradas en el riego**. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes.
- MANN, L.K.1952. **Anatomy of the garlic bulb and factors affecting bulb development**. Hilgardia 21: 195-240. 1952.
- MOON, W y B.Y LEE. 1980. **Influence of short day treatment on growth and levels of endogenous growth substances in garlic plants (*Allium sativum* L.)**. Jour Kor. Soc. Hort. Sci. 21(2);109-118.
- MOSCOSO CAVALLINI, J. 1999. **Uso agropecuario de las aguas tratadas en las lagunas de estabilización de San Juan de Miraflores, Lima, Perú**. (OPS/CEPIS/99). En: Seminario Reuso de efluentes tratados de líquidos cloacales. Bs.As. Arg. 18/9/99.
- MOURENAS, E.1968. **Lail, sa culture**. En provence Bullentin des engrías. 506 93-98.
- PESCOD, M. M. 1992 Wastewater treatment and use in agriculture. FAO Irrig. & Drain.
- PORTA, J., M. LOPEZ-ACEVEDO; C. ROQUERO. 1994. **Edafología para la agricultura y el medio ambiente**. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España. pag 310

- PORTELA, J.A. 1995. Malformaciones en la bulbificación del ajo. **En IV Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo.** . Mendoza, INTA EEA La Consulta. 1995, p.77-80.
- RIVERO, M.L.; M.I. QUIROGA; J.L. BURBA; O. GONZÁLES. 2003. Efecto de la cultivar sobre la dormición durante la conservación frigorífica de ajo para consumo en fresco. **En: VIII Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo.** Mendoza. p. 151-152.
- SANDOVAL YOVAL, L. Y J. COLLÍ MISSET 2004 **Tratamiento integral de agua municipal, su desinfección y reuso en la agricultura.** XXIX Congreso sanitario y Ambiental. San Juan. Puerto Rico.
- SEILER R.; FABRICIUS R.; ROTONDO V.; VINOCUR M. 1995. Agroclimatología de Río Cuarto – 1974 / 1993. Volumen I. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- SEMARNAT-1996. Límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. **Diario Oficial de la Federación.** Publicado el Lunes 6 de enero de 1997 a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D. F. Pp. 68-85.