

# IMPACTOS AGROECONOMICO DEL RIEGO CON EFLUENTES DOMESTICOS TRATADOS EN CULTIVOS DE AJO Y CEBOLLA

Fasciolo, G. E.<sup>1</sup>; E. Gabriel<sup>2</sup>, J. Morábito<sup>3</sup>, F. Tozzi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>) Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua (CELA) del Instituto Nacional del Agua (INA). Belgrano 210 Oeste (5500) – Mendoza - Argentina. [gracielafasciolo@yahoo.com.ar](mailto:gracielafasciolo@yahoo.com.ar) – [celaa@mendoza.edu.ar](mailto:celaa@mendoza.edu.ar)

<sup>2</sup>) INTA-EEA Mendoza. Agencia Extensión La Consulta

<sup>3</sup>) Centro Regional Andino (CRA) del Instituto Nacional del Agua y del Ambiente (INA) Belgrano 210 Oeste (5500) Mendoza – Argentina [jmorabito@ina.gov.ar](mailto:jmorabito@ina.gov.ar)

<sup>4</sup>) INTA-EEA Mendoza. Agencia Extensión Lavalle. Belgrano y Las –Heras, (5533) Lavalle, Mendoza. [ftozzi@mendoza.inta.gov.ar](mailto:ftozzi@mendoza.inta.gov.ar)

## RESUMEN

Durante los años 1998, 1999, 2000 y 2002 se realizaron, en la provincia de Mendoza, Argentina, ensayos en cultivos de ajo y cebolla regados con efluentes domésticos tratados en zanjas de oxidación, con el objeto de realizar una evaluación de los impactos agro-económico del riego con efluentes domésticos. Los ensayos se llevaron a cabo utilizando un diseño en franjas, en bloques al azar, en una parcela agrícola vecina a la planta depuradora. Los cultivos se regaron con ‘efluentes’, con ‘agua de perforación con fertilizante’ y con ‘agua de la perforación sin agregado de fertilizante’ (testigo). Como impactos positivos se concluye que el riego con efluentes domésticos tratados aumenta el rendimiento del cultivo de ajo en un 19% y el de cebolla en un 15%, con respecto al riego con el tratamiento testigo, como consecuencia del potencial fertilizante de los efluentes. Por igual motivo se incrementa también el diámetro ecuatorial – calibre de los bulbos. Entre los impactos negativos se concluye que el riego con efluentes aumenta el crecimiento de malezas en el cultivo y el porcentaje de bulbos de ajo descartados por defectos. En el suelo irrigado con el efluente durante 4 años, la concentración de materia orgánica y de fósforo aumentó un 11% respectivamente pero no se detectaron cambios en la concentración de plomo, arsénico, mercurio, cadmio, zinc y boro.

Palabras clave: ajo, cebolla, efluente, fertilización, riego

## INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas, existe una sentida necesidad de producir innovaciones en la gestión del agua para evitar los peligros de la escasez del recurso hídrico. La creciente demanda de agua para uso doméstico e industrial disminuye la disponibilidad para la agricultura, por lo tanto, es importante tanto mejorar la eficiencia de este uso, como explorar alternativas para aprovechamiento de aguas marginales. Entre ellas, los efluentes domésticos tratados.

El uso de aguas marginales en agricultura, además de aprovecharse para mitigar la aridez, está visto como una alternativa para la disposición final de los efluentes domésticos, lo que permite evitar la contaminación de los cauces receptores con los efluentes. Está reconocido que los efluentes domésticos tratados tienen un importante valor de uso directo cuando son utilizados como insumo en la producción agrícola, lo que incluye su potencial fertilizante como lo expresa Papadopoulos (2000) y Moscoso Cavallini (1999).

Durante los años 1998, 1999, 2000 Y 2002 se realizaron, en Mendoza, Argentina, ensayos a campo con vegetales que crecen bajo tierra, ajo y cebolla, regados con efluentes domésticos tratados en zanjas de oxidación, y con agua de perforación, con y sin agregado de fertilizante. Se estudiaron los aspectos agro-económicos de los efectos en cultivos y en suelos del riego con efluentes domésticos tratados y los aspectos sanitarios en lo que hace a su admisibilidad para el consumo en fresco.

En este trabajo se presentan los resultados relacionados con los aspectos agro-económicos del estudio, obtenidos durante los 4 años de ensayos, 3 en cultivo de ajo y 1 en cultivo de cebolla, para los impactos en la producción y calidad comercial de las hortalizas, como también por la presencia de malezas en el cultivo y los cambios que ocurren en el suelo regado con estos efluentes.

Los aspectos sanitarios del ensayo fueron discutidos por Fasciolo et all. (2005).

## OBJETIVOS

### Generales

Evaluar el impacto agro-económico en cultivos y en los suelos irrigados con efluentes domésticos tratados en zanjas de oxidación

### Específicos

Evaluar en cultivos de ajo y cebolla regados con dichos efluentes:

- a. El rendimiento de los cultivos y presencia de malezas en el cultivo
- b. La calidad comercial de las hortalizas
- c. Los cambios en los componentes del suelo y en su velocidad de infiltración

## METODOLOGÍA

Durante 4 años (1998, 1999, 2000 y 2002) se realizaron ensayos de riego en una parcela experimental ubicada en una finca vecina a la planta depuradora de la ciudad de Junín, Mendoza, la que tiene una capacidad de 630m<sup>3</sup>/día.

En un terreno de aproximadamente 800m<sup>2</sup> se llevó a cabo el ensayo experimental de riego con un dispositivo en franjas en 5 bloques al azar, en donde se aplicaron 3 tratamientos de calidad de agua de riego, y dos tratamientos de variedad (para ajo) y de densidad (para cebolla).

Los tratamientos de agua de riego son: 1) Efluente doméstico tratado, y 2) Agua de perforación con agregado de fertilizantes químicos al suelo (nitrogenados para ajo y nitrogenado y fosforado para cebolla) y 3) Agua de perforación sin agregado de fertilizantes (testigo). En la presente comunicación no se analizan los efectos en las variedades y densidades, si bien se han tenido en cuenta como factores de variación en el análisis de la varianza. Las comparaciones entre medias dentro de cada factor se realizaron mediante prueba de Duncan.

En el año 1998, 2000 y 2002 se cultivó ajo y en 1999, cebolla.

La unidad de análisis ó unidad experimental, estuvo compuesta por 5 surcos consecutivos de 10 metros de largo nivelados a cero, regados sin escurrimiento de agua al pie. El dispositivo experimental está formado por 30 unidades experimentales.

El suelo de la parcela experimental responde a una textura franco limosa, por método de volumen de sedimentación según Nijensohn citado por Nijensohn y Maffei (1995).

El sistema de riego consiste en dos ramales entubados, uno a cada lado de la parcela de ensayo, totalmente independiente. Uno de los ramales conduce el agua de perforación y el otro conduce el agua del efluente.

La composición promedio del agua utilizada para riego y del suelo en el punto de partida y al cabo de 4 años, figura en la Tabla 1. Los datos de suelo se obtuvieron del extracto de saturación de las muestras. Los datos provienen de promedios obtenidos a partir de análisis propios y de otros provistos por el Ente para el Control del Agua y Saneamiento de la Provincia de Mendoza (EPAS).

**Tabla 1. Calidad del agua de riego y Suelo**

Variable	Unidades	Agua del Efluente	Agua de la Perforación	Suelo Testigo
pH	-	7.5 (7.1 a 7.8)	6,9	7,46
Materia Orgánica	%	0,91 *	0	1,7
Salinidad CE	(dS.m <sup>-1</sup> )	1.7	2.53	3,45
Sólidos totales en suspensión	(mg.L <sup>-1</sup> )	14.8	0	S/d
Dureza total	(mg.L <sup>-1</sup> )	480	860	S/d
RAS	(mg.L <sup>-1</sup> )	2.6	3.68	2,29
Nitrógeno total	(mg.L <sup>-1</sup> )	17.8	0	1064**
DBO	(mg.L <sup>-1</sup> )	16.6	0	0
DQO	(mg.L <sup>-1</sup> )	40.4	0	0

Variable	Unidades	Agua del Efluente	Agua de la Perforación	Suelo Testigo
Fósforo Total	(mg.L <sup>-1</sup> )	16.8	0	9,82***
Potasio (K <sup>+</sup> )	(mg.L <sup>-1</sup> )	23.2	10.9	---
Potasio Intercambiable	(mg.Kg <sup>-1</sup> )	---	---	472
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	(mg.L <sup>-1</sup> )	155.1	300	417
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	(mg.L <sup>-1</sup> )	22.1	26.75	87.5
Sodio (Na <sup>+</sup> )	(mg.L <sup>-1</sup> )	132	248.4	196,2
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	(mg.L <sup>-1</sup> )	430	916.8	S/d
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	(mg.L <sup>-1</sup> )	0	0	S/d
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> )	(mg.L <sup>-1</sup> )	S/d	268.4	S/d
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	(mg.L <sup>-1</sup> )	143	166.8	S/d
Plomo (Pb)	(mg.L <sup>-1</sup> )	<0.050	S/d	S/d
Cadmio (Cd)	(mg.L <sup>-1</sup> )	<0.005	S/d	S/d
Cromo (Cr)	(mg.L <sup>-1</sup> )	<0.050	S/d	S/d
Arsénico (As)	(mg.L <sup>-1</sup> )	<0.050	S/d	S/d
Mercurio (Hg)	(mg.L <sup>-1</sup> )	<0.005	S/d	S/d

\* Corresponde a Mat. Orgánica expresada en (g.L<sup>-1</sup>)

\*\* Corresponde a Nitrógeno total por Método de Kjeldahl, expresado en (mg.kg<sup>-1</sup>)

\*\*\* Corresponde a Fósforo Disponible por Extracción Carbónica, Método Arizona Relac 1:10 en (mg.kg<sup>-1</sup>)

Los efectos estudiados, para los tres tratamientos de calidad de agua de riego, son los siguientes:

- *En el cultivo:* Rendimiento parcelario y presencia de malezas.
- *En las hortalizas:* Tamaño del bulbo ó diámetro ecuatorial y defectos y malformaciones
- *En el suelo:* Infiltración básica y concentración de algunos componentes

En la Tabla 2 se presenta las láminas de riego y los aportes de fertilizante en los 3 años, según tratamiento de calidad de agua de riego.

**Tabla 2. Láminas de riego y aportes de N y P por año, según tratamiento**

Tratamiento	Lámina riego *	Kg N/ha	Kg P/ha	Lámina riego *	Kg N/ha	Kg P/ha
	1988/Ajo (1)			1999/Cebolla (2)		
Efluente	540	106	10	395	131	10
Agua Perf + Fert	855	96	0	402	154	30
Testigo	855	0	0	402	0	0
	2000/Ajo (3)			2002Ajo (3)		
Efluente	900	110	10	960	118	10
Agua Perf + Fert	932	185	0	960	185	0
Testigo	932	0	0	960	0	0

\* En mm. No incluye precipitación

- (1) cultivo durante 8/9 meses, según variedad. Cosechado en noviembre/diciembre según variedad. Riego con efluente a partir de julio (4 ½ meses). Los riegos correspondientes a los 3 primeros meses del ciclo, para el tratamiento del efluente, se realizó con agua de la perforación (315 mm).
- (2) Cultivo a campo desde el transplante en agosto, hasta la cosecha a fines de diciembre. 5 meses.
- (3) Cultivado desde marzo/abril, según variedad durante 8/9 meses, hasta cosecha en noviembre/diciembre, según variedad. El primer riego para el tratamiento efluente se realizó con el agua de la perforación (32 mm de riego de asiento).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. En el cultivo

#### 1.1. Rendimiento del parcelario

El estudio de rendimiento de los cultivos se realizó en base al peso del mismo luego del tratamiento de secado natural, de aproximadamente 30 días, hasta obtener condiciones comerciales de venta. Las plantas de cebolla se mantuvieron a campo “en ballena”, para el curado (deshidratado de las catáfilas exteriores y cierre del bulbo a la altura del cuello); las plantas de ajo se acondicionaron en secadero vertical

El tratamiento ‘agua de perforación mas agregado de fertilizante’ se lo realizó con fertilización nitrogenada exclusivamente para el ajo y con fertilización nitrogenada y fosfatada en el caso de cebolla, siguiendo las recomendaciones que el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria hace en la zona para estos cultivos de acuerdo a lo expresado por Lipinsky (1998).

Los resultados conjuntos en ajo, año 1998, 2000 y 2001 y en cebolla, año 1999, se presenta en las Figuras 1 y 2.

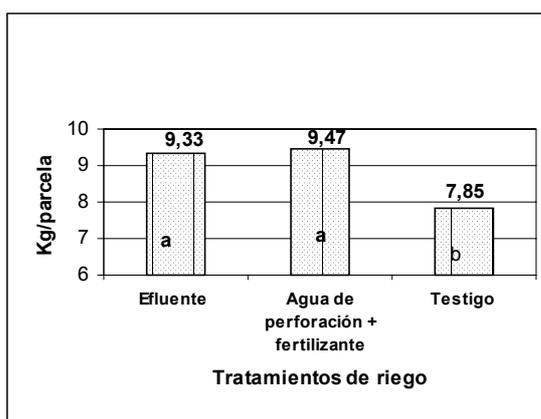


Figura 1. Media de los rendimientos en ajo. 1998, 2000 and 2002.

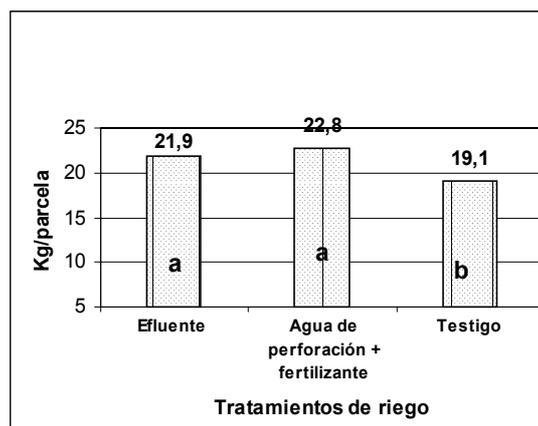


Figura 2. Medias de los rendimientos en cebolla. 1999.

Tanto para el cultivo de ajo- 3 años- como para el cultivo de cebolla-1 año- se presentaron diferencias significativas entre las medias de los rendimientos parcelarios del riego con ‘efluente’ y el riego con ‘agua de pozo sin agregado de fertilizante’ ó ‘testigo’ ( $P > F = 0,0001$  y  $0,03$  respectivamente), siendo estos últimos menores. En el cultivo de ajo, se presentaron diferencias significativas entre los rendimientos medios de los años, siendo estos mayores en 1998.

No hubo diferencias en los rendimientos promedios en las parcelas regadas con ‘efluentes’ y aquellas regadas con ‘agua de perforación con agregado de fertilizante’.

Estos resultados confirman que el riego con efluentes domésticos tratados en zanjas de oxidación, aumenta los rendimientos promedios de ambos cultivos, en porcentajes que oscilan entre 15 y 19 %, con respecto al riego con agua de perforación sin agregado de

fertilizante. Se considera que el riego con efluente es equivalente a una fertilización nitrogenada en ajo y a una fertilización nitrogenada y fosfatada en cebolla. Se considera que algunas variables no cuantificadas como otros elementos presentes en el efluente pueden incidir también en el rendimiento.

### 1.2. Presencia de malezas en el cultivo

Este efecto se estudió para el ensayo en cultivo de ajo realizado en 2002. En la Tabla 3 se presentan los promedios del número de plantas de malezas (nº/m<sup>2</sup>) por tratamiento. En la última fila de dicha tabla se agrega la probabilidad observada para el valor de F obtenido en el análisis de la varianza para determinar si hay diferencia entre las medias de los tratamientos. En las tres situaciones, Monocotiledóneas, Dicotiledóneas y Total, no se presentaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

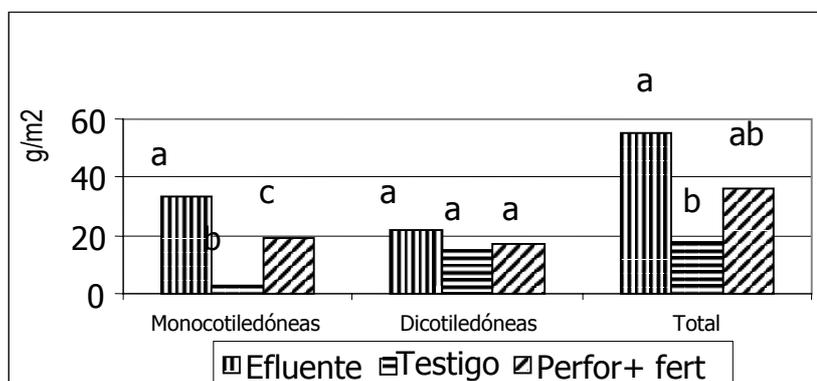
**Tabla 3. Promedio del número de plantas de malezas por tratamiento.**

Tratamiento	Número Medio de Malezas / m <sup>2</sup>		
	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas	Total
Efluente	76.75a	38.16a	114.91a
Agua Perf + Fert	104.2 a	47.99a	152.24a
Testigo	43.69a	34.13a	77.82a
Pr>F	0.156	0.644	0.118

En la Tabla 4 se presentan los pesos promedios de plantas de malezas expresados en gr/m<sup>2</sup>. La probabilidad de F para las plantas monocotiledóneas y para el total indica que hay diferencias significativas entre las medias de los tratamientos de estas dos variables. En este caso se ha realizado la prueba de comparaciones múltiples de Duncan cuyos resultados se muestran también en la Figura 3.

**Tabla 4. Rendimientos Medios de plantas de malezas. Por tratamiento. En g/m<sup>2</sup>**

Tratamiento	Peso Promedio de malezas		
	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas	Total
Efluente	33.596 a	21.86 a	55.46 a
Agua Perf + Fert	19.058 c	16.83 a	35.88 ab
Testigo	2.696 b	15.18 a	17.88 b
Pr>F	0.0006	0.79	0.016



**Figura 3. Peso Promedio de Malezas**

Los resultados muestran, que para el número medio de malezas no existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de riego. Sin embargo, el peso de las plantas de malezas presenta diferencias significativas. Aunque solamente hay diferencias entre tratamientos para las medias de los pesos secos de las malezas monocotiledónea y para el total, siendo mayor el peso cuando el cultivo fue regado con efluente’.

Para el peso de las plantas monocotiledóneas, hay diferencias significativas entre las medias de los tres tratamientos (con ‘efluente’, con ‘agua de perforación más fertilizante’ y con ‘agua de perforación sin fertilizante’ –testigo), pero para el peso total de malezas, solo existe diferencia entre las medias del tratamiento de riego con efluente y el testigo, siendo siempre mayor el peso promedio cuando las parcelas fueron regadas con ‘efluente’.

La respuesta del peso seco de las malezas al tratamiento de riego es coincidente con lo que sucede con los rendimientos del cultivo de ajo.

Para las malezas monocotiledóneas el peso seco en las parcelas regadas con ‘efluente’, es 12 veces superior al de aquellas regadas con ‘agua de perforación sin fertilizante’ ó ‘testigo’, y 1,8 superior al de las parcelas regadas con ‘agua de perforación más de fertilizante’.

Se puede decir que con el riego con efluente, el aporte permanente de Nitrógeno (fertiliriego), actúa favorablemente en la fertilización por tener una mayor eficiencia de aplicación y como consecuencia una mejor disponibilidad por parte del cultivo y las malezas, al ser este fertilizante el principal factor que actúa potenciando el crecimiento de las malezas, en menor medida el Fósforo y otros elementos aportados por el efluente, como son los micro-nutrientes.

## **2. En las hortalizas**

Se estudiaron dos aspectos de la calidad comercial de las hortalizas regadas con el efluente: el calibre del bulbo del ajo y de la cebolla y el porcentaje de defectos y malformaciones.

### **2.1 Calibre (*diámetro ecuatorial del bulbo*)**

Esta es la variable más importante de la calidad.. Se presentaron diferencias significativas entre las medias de los diámetros del bulbo de ajo evaluado en conjunto el año 1998, 2000 y 2002, siendo mayores los diámetros medios obtenidos en las parcelas regadas con el ‘efluente’ y con el riego ‘de la perforación más fertilizante’, con respecto al riego con ‘agua de perforación sin fertilizante’ ó ‘testigo’ ( $P > F = 0,0001$ ). Este mismo resultado se dio para la cebolla en el año 1999 ( $P > F = 0,005$ ). La Tabla 5 contiene los calibres medios de los bulbos.

Las medias de los tratamientos con igual letra no presentan diferencias significativas

**Tabla 5. Calibres medios de los bulbos, por cultivo, según tratamiento, en mm.**

Tratamiento	Cultivo	
	Ajo 1998 y 2000	Cebolla 1999
Efluente	48,3 b	75,1 b
Agua Perforación + Fertilizante	48,7 b	77,2 b
Testigo	44,9 a	71,7 a

El incremento en el diámetro medio del bulbo de cebolla debido al riego con ‘efluente’, estuvo en el orden del 5% con respecto al diámetro medio de aquellos regados con el tratamiento ‘testigo’. Este incremento para el bulbo del ajo es de 8%.

Los resultados obtenidos son coherentes con los resultados obtenidos con la variable rendimiento.

## **2.2. Defectos y malformaciones**

Con respecto al porcentaje de bulbos descartables por defectos y malformaciones en los resultados provenientes de los ensayos con ajo (1998, 2000 y 2002), se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ( $p > F = 0,0314$ ). El mayor porcentaje de malformaciones correspondió al riego con ‘efluente’ y luego al riego con agua de ‘perforación más fertilizante’; ambos porcentajes son significativamente mayores a los porcentajes descartables en los ajos regados con ‘agua de perforación sin fertilizante’. En el año 1999, con cebolla, los porcentajes de bulbos descartables son mucho menores y las medias (porcentajes) de los tratamientos no resultaron significativamente diferentes ( $p > F = 0,0659$ ), siendo mayor el porcentaje correspondiente al tratamiento de riego con fertilizante. Ambos resultados se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6. Defectos y malformaciones según cultivo y por tratamiento. En porcentaje**

Tratamiento	Cultivo	
	Ajo 1998, 2000 y 2002	Cebolla 1999
Efluente	16,7 b	2,6 a
Agua Perforación + Fertilizante	15,2 b	4,9 a
Testigo	13,2 a	2,6 a

Los porcentajes correspondientes a los tratamientos con igual letra, no presentan diferencias significativas.

Entre las causas que los diferentes autores mencionan para explicar los defectos y las malformaciones están fundamentalmente las ambientales y genéticas de la semilla, las que se mantienen constantes dentro del año, pero también se menciona el excesivo contenido de nitrógeno en el momento de la bulbificación según Borgo (1995) y Portela (1995).

En este sentido, se interpreta que el nitrógeno aplicado al suelo, en dosis instantáneas mayores, (momento de las aplicaciones) podría haber influenciado la mayor proporción de malformaciones producida con el ‘agua de perforación más fertilizante’ y con el ‘efluente’, con respecto a la proporción producida en los ajos regados con el agua de ‘perforación sin fertilizante’ ó ‘testigo’.

### 3. En el suelo

#### 3.1. Elementos y otras variables

En la Tabla 7 se muestran los resultados de la evaluación de los cambios en el suelo agrícola. El estudio se realizó en el año 2002, luego de 4 años en que las parcelas fueron regadas con los 3 tratamientos de calidad de agua – 1998, 1999, 2000 y 2002. Durante el año 2001 las parcelas no fueron cultivadas ni regadas. Estos resultados fueron analizados mediante análisis de la varianza. Las comparaciones entre los tratamientos se realizaron mediante prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

**Tabla 7. Efecto acumulativo en el suelo luego de 4 años de riego. Medias de las variables ó factores.**

Variable	Media según tratamiento			P>F
	Efluente	Agua Perforación + Fertilizante	Testigo	
Nitrógeno (mg.L <sup>-1</sup> )	968,8 a	957,0 a	890,4 a	0,177
Fósforo	8,51 a	7,18 b	7,19 b	0,064
Potasio	459,9 a	446,6 a	454,6 a	0,478
Materia orgánica (%)	1,93 a	1,85 ab	1,74 b	0,053
Conductividad eléctrica (dS.m <sup>-1</sup> )	3,24 a	3,39 a	3,46 a	0,760
Calcio, Ca <sup>++</sup> (me/l)	22,78 a	26,42 a	25,32 a	0,514
Magnensio, Mg <sup>++</sup> (me/l)	3,04 a	3,12 a	3,60 a	0,541
Sodio Na <sup>+</sup> , (me/l)	10,14 a	8,34 a	9,76 a	0,376
Cloruros, Cl <sup>-</sup> , me/l	8,6 a	7,40 a	7,8 a	0,729
Relación de Adsosión Sodio	2,8 a	2,2 a	2,6 a	0,339
PH	7,35 a	7,29 b	7,30 b	0,011
Carbonatos, CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (me/l)	1,7 a	1,8 a	1,8 a	0,856
Sulfato, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (me/l)	26,1 a	29,5 a	30,0 a	0,475
Relación de Adorsión Potasio	0,30 a	0,24 b	0,27 c	0,014
Arsénico, As (ppm)	nd	nd	Nd	-
Plomo, Pb (ppm)	16,4 a	-	14,2 a	0,438
Cadmio, Cd (ppm)	0,34 a	-	0,60 a	0,073
Cinc, Zn (ppm)	18,1 a	-	19,7 b	0,018
Mercurio, Hg (ppm)	1,8 a	-	2,3 b	0,421
Boro, B (ppm)	0,69 a	-	0,63 b	0,226

Las medias de los tratamientos con igual letra no presentan diferencias significativas.

Puede observarse que los únicos cambios significativos se presentaron en fósforo en donde la media del tratamiento ‘efluente’ es significativamente mayor que la de los otros dos tratamientos. Los valores medios de nitrógeno no presentaron diferencias significativas pero se muestran superiores en las parcelas regadas con ‘efluente’ y con ‘agua de la perforación +fertilización’ (nitrogenado) con respecto a ‘agua de perforación sin fertilizante’. La materia orgánica también presenta medias significativamente superiores en las parcelas regadas con ‘efluente’.

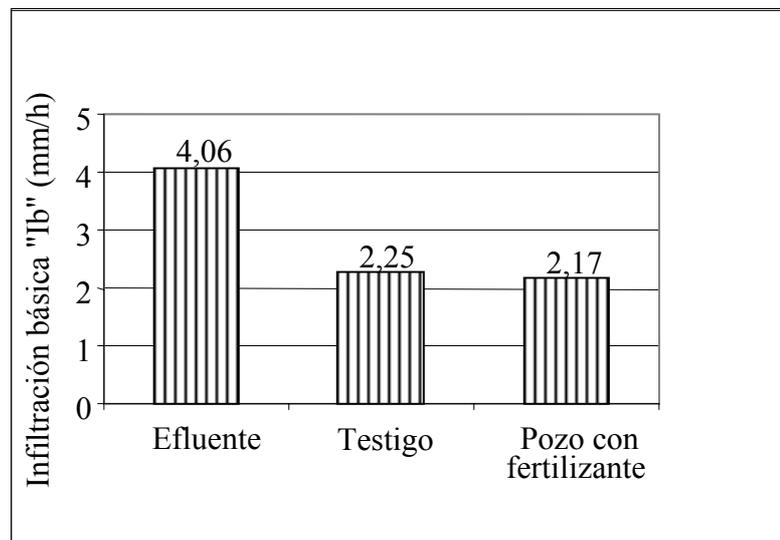
Puede concluirse que el riego con el efluente mejoró la composición del suelo- de textura franco limosa - por cuanto aumentó la materia orgánica del suelo en el orden del 11% y incrementó también sus niveles de fósforo en casi un 9%, en ambos casos con respecto a los niveles de las parcelas testigos.

Con respecto a los metales pesados analizados (Arsénico, Plomo, Mercurio, Cadmio, Cinc) y Boro, no se detectaron cambios en las concentraciones de los mismos en las parcelas de suelo con excepción del Cinc, el que aumentó en las parcelas regadas con el agua de la perforación. No se detectó Arsénico en las parcelas de suelo.

### 3.2. *Velocidad de infiltración*

Se estudió en el suelo los cambios en la velocidad de infiltración al final de los 3 años consecutivos de ensayo, para los tres tratamientos de riego, 'efluente', 'agua de perforación con agregado de fertilizante' y 'agua de perforación sin agregado de fertilizante'. La velocidad de infiltración se midió con el infiltrómetro de doble anillo y por el método volumétrico presentado por Walker and Skogerboe (1987). En la Figura 4 se presentan los resultados obtenidos con el método de doble anillo.

La Figura 4 presenta los resultados de la velocidad de infiltración básica (Grassi, 1986)



**Figura 4. Velocidad de infiltración básica**

La velocidad de infiltración del agua de riego aumentó, casi al doble, en las parcelas de suelo regados con efluentes domésticos tratados durante 3 años, ya sea medida por el método del infiltrómetro de doble anillo, como por el método volumétrico; se considera que se produce un efecto acumulativo en el suelo, presentando una clara tendencia a incrementar la velocidad de infiltración con sucesivos períodos de riego con efluentes domésticos tratados. Se considera que, entre las causas que contribuirían a las diferencias entre las medias de las velocidades de infiltración de los tratamientos, está el

mayor contenido de sodio en el agua de la perforación y el contenido de materia orgánica en el efluente.

Por lo tanto, se interpreta que el aumento de la velocidad de infiltración en el suelo regado con el efluente tratado es consecuencia de: a) la diferencia en la calidad del agua de riego con respecto al contenido de sodio, el que es mayor en el agua de la perforación, que produce la dispersión de los coloides que componen el suelo y afecta su estructura en las parcelas que recibieron ese tratamiento y b) aporte de materia orgánica en las parcelas regadas con el efluente, lo que favorece a una mejor estructuración del suelo.

No se considera apropiado formular conclusiones más generales porque los resultados de la velocidad de infiltración incluidas en el estudio están relacionadas con la interacción entre la calidad del agua del tratamiento testigo y la composición del suelo en la parcela experimental.

## CONCLUSIONES

Impactos positivos del riego con efluentes:

- El rendimiento medio del ajo y cebolla regada con efluente doméstico tratado aumentó, con respecto al rendimiento medio del cultivo regado con agua de la perforación sin agregado de fertilizante un 19% y 15% respectivamente debido al potencial fertilizante de los efluentes..
- El calibre del bulbo de los cultivos de ajo y cebolla regadas con efluente doméstico tratado aumentó, con respecto al de los cultivos regados con agua de perforación sin agregado de fertilizante, un 5% y 9% respectivamente.
- La materia orgánica contenida en suelos de textura franco limosa regados durante 4 años con efluente doméstico tratado aumentó en un 11% con respecto a los suelos regados con agua de perforación sin agregado de fertilizante.
- No se encontraron incrementos en las concentraciones de metales pesados tales como plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cinc ni tampoco de boro.

Impactos negativos del riego con efluentes:

- La media del peso seco de malezas monocotiledóneas regadas con efluentes domésticos tratados aumentó 12 veces con respecto a la media de aquellas regadas con agua de perforación sin agregado de fertilizante.
- Los ajos regados con efluente doméstico tratado presentaron mayor cantidad de porcentaje de malformaciones en bulbos con respecto a agua de perforación sin agregado de fertilizante.

### ***Agradecimientos:***

*Al Ing. V. Lipinsky y al Ing. A. Maffei por su colaboración en algunas interpretaciones de resultados.*

## BIBLIOGRAFÍA

- Borgo, R.** (1995). *Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la incidencia del 'descanutado' y anomalías en bulbos de ajo colorado*. En: IV Curso Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo. 21 al 24 de junio. EEA La Consulta, INTA. 11-F.
- Fasciolo, G.; M. Meca; E. Calderón y M. Rebollo** (2005). *Contaminación microbiológica en ajos y suelos regados con efluentes domésticos tratados. Mendoza. (Argentina)*. Rev. FCA.UNCuyo. tomo XXXVII. N° 1. 31-40.
- Grassi, C.** (1986). *Métodos de riego por superficie*. CIDIAT. Mérida. Venezuela.
- Lipinsky, V.** (1998). Consulta personal, EEA-La Consulta. INTA. Mendoza.
- Moscoso Cavallini, J.** (1999). *Uso agropecuario de las aguas tratadas en las lagunas de estabilización de San Juan, Lima, Perú. (OPS/CEPIS/99)*. En: Seminario Reuso de efluentes tratados líquidos cloacales. Bs. As, Argentina. 18/9/99.
- Nijensohn, L. y J.A. Maffei** (1995). *Parámetros físicos químicos de los suelos determinados por volumen de sedimentación*. Revista de la Sociedad Argentina de las Ciencias del Suelo. Vol II.
- Papadopoulos, I.** (2000). *Use of treated wastewater for irrigation: agronomic aspects, an environmental impact*. In: Second World Water Forum Special Sesion on non-conventional water resources. "NWRM". Network. CIHEAM/MAI. Bari, Italy. La Haya, Holanda, marzo, 2000.
- Portela, J., 1995. Malformaciones en la bulbificación de ajo. En: IV Curso Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo. 21 al 24 de junio. EEA La Consulta. INTA. 77-F.
- Walker, W. R. and G. V. Skogerboe, 1987, En: Surface Irrigation. Theory and Practice. Cap. 5, p.116/118 y Cap. 4, p.77/80. Prentice- Hall. , Englewood Cliffs, New Jersey 07632. USA. 386 p.