



CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA EN AJOS Y SUELOS REGADOS  
CON EFLUENTES DOMÉSTICOS TRATADOS.  
MENDOZA (ARGENTINA)

MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION OF GARLICS AND SOILS IRRIGATED  
WITH TREATED DOMESTIC WASTEWATER.  
MENDOZA (ARGENTINA)

Graciela Fasciolo<sup>1,2</sup>  
María Isabel Meca<sup>3</sup>

Enrique Calderón<sup>4</sup>  
Mirta Rebollo<sup>4</sup>

**Originales**  
Recepción: 22/03/2005  
Aceptación: 15/04/2005

### RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos de un ensayo a campo que se llevó a cabo en la Provincia de Mendoza, Argentina. El objetivo fue evaluar: a) la calidad microbiológica de los ajos regados con efluentes domésticos tratados en zanjas de oxidación y su aceptabilidad para consumo fresco y b) la contaminación residual en suelos. El ajo se cultivó en una parcela experimental regada con efluente y con agua limpia (testigo) mediante riego superficial. A partir de la cosecha se realizaron determinaciones de *Escherichia coli* y de *Salmonella* en los ajos, en tres oportunidades de muestreo, y en el suelo, en dos oportunidades. Los resultados fueron comparados con aquellos obtenidos en un estudio previo conducido en similares condiciones. Siguiendo los planes de muestreo de la Comisión Internacional para la Especificación Microbiológica de Alimentos para vegetales que se consumen crudos, se concluyó que los ajos estuvieron aptos para el consumo a los 20 días después de la cosecha y 26 días desde el último riego. No se detectó *Salmonella* ni en los ajos ni en los suelos.

### ABSTRACT

This paper presents the results obtained from a field irrigation study conducted in the Province of Mendoza, Argentina. The objective was to assess: a) microbiological quality of garlcs irrigated with domestic wastewater treated in oxidation ditches and their suitability for fresh consumption, and b) residual contamination in soils. Garlic crops grown on an experimental plot were surface irrigated with wastewater treated in oxidation ditches and with well water (control). *Escherichia coli* and *Salmonella* were tested after harvest, in garlic during three sampling events and in soils, during two sampling events. Results were compared with those obtained from a previous similar study. In keeping with the sampling plans of the International Commission on Microbiological Specification for Foods for fresh vegetable crops, it was concluded that garlic was acceptable for raw consumption 20 days after harvest and 26 days after the last irrigation was applied. No *Salmonella* were detected at harvest in wastewater irrigated garlic or in the soil.

- 
- 1 Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua. Instituto Nacional del Agua. Belgrano 210. Mendoza, Argentina. M5500FIF. celaa@mendoza.edu.ar
  - 2 Dpto. de Biomatemática y Físicoquímica. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Alte. Brown 500. Chacras de Coria. Mendoza. Argentina. M5528AHB. ccea@fca.uncu.edu.ar
  - 3 Asociación Mutual Personal Jerárquico y Profesional de Obras Sanitarias Mendoza. Martín Zapata 38. Mendoza, Argentina. M5502GRB. meca@impsat1.com.ar
  - 4 Control Ambiental. Bolivia 965. 1406 Capital Federal, Argentina. calderon@microstar.com.ar

### Palabras clave

ajo • riego • laguna de oxidación • suelo • efluente

### Key words

garlic • irrigation • oxidation ditch • soil • wastewater

## Antecedentes

El uso de efluentes domésticos e industriales en la agricultura cobra mayor importancia día a día debido a la creciente escasez hídrica en las regiones áridas del mundo. 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 representa para la salud de quienes consumen los productos regados y de los agricultores que manejan estos cultivos.

Las normas y las prácticas referidas a la calidad microbiológica de las aguas residuales empleadas en agricultura en América Latina están influenciadas por las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (8). Los cultivos están clasificados en categorías según la calidad microbiológica de las aguas residuales utilizadas. Una media geométrica de coliformes fecales =1000 Número Más Probable (NMP)/100 ml se recomiendan para riego irrestricto de cultivos, incluyendo los de consumo crudo.

Las investigaciones que apuntan a determinar los posibles impactos en la salud del uso de efluentes en riego se han basado fundamentalmente en dos enfoques:

1. Morbilidad por enfermedades hídricas transmitidas por el uso de efluentes domésticos para el riego de verduras que se consumen sin cocción.
2. Calidad microbiológica para consumo humano de los productos agrícolas regados con efluentes domésticos.

En este trabajo se ha adoptado el segundo enfoque.

Una revisión muy completa de los resultados obtenidos tanto en estudios microbiológicos como de evidencia de riesgo por enfermedades hídricas fue realizada por la Water and Environmental Health London and Loughborough (WELL) y está disponible en su página web (<http://www.lboro.ac.uk/well>) bajo la categoría de Estudios de WELL. (3, 9)

Las principales conclusiones sobre la calidad bacteriológica de los cultivos regados con efluentes domésticos de dichos estudios, que toman como indicadores coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella* son las siguientes:

- La calidad bacteriológica de los cultivos está asociada a la calidad del agua de riego, correlación que decrece a medida que transcurre el tiempo entre el último riego y la cosecha.
- El tiempo necesario para que la concentración de bacterias en los cultivos disminuya significativamente es del orden de 5 a 12 días.
- Dada una condición residual, la humedad y las lluvias contribuyen a recontaminar los productos y los suelos después de que el riego ha cesado.

En algunos de estos estudios, la calidad bacteriológica de los cultivos se valora de acuerdo con los criterios de admisibilidad de la International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF) (7), que utilizan a *Escherichia coli* y *Salmonella* como indicadores de contaminación de productos vegetales destinadas al consumo fresco. En el extenso trabajo realizado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) (4), también incluido en el estudio de WELL, se clasifican los cultivos regados según las siguientes categorías:

cultivos que crecen sobre la superficie  
cultivos que crecen bajo el suelo  
cultivos de tallo alto

El porcentaje de los cultivos regados con efluentes domésticos crudos o tratados fue analizado y categorizado para una amplia zona de Perú, utilizando los planes de muestreo de la ICMSF. El 66.9 % de los cultivos que crecen sobre la superficie del suelo y el 60.3 % de los que crecen bajo dicha superficie fueron categorizados como rechazables. Ambos porcentajes son superiores al porcentaje de productos rechazables encontrado entre los cultivos de tallo alto: 32.3 %. Esto muestra que los cultivos que crecen tanto en superficie como bajo tierra, cuando son regados con efluentes, tienen una mayor probabilidad de ser contaminados que los vegetales de tallo alto.

Con respecto a la contaminación residual de los suelos donde se han aplicado efluentes, Feachem et al. (6) llegaron a la conclusión de que es difícil que las bacterias sobrevivan mucho tiempo en climas áridos y cálidos ya que probablemente son removidas en su totalidad después de dos semanas, lo que no es de esperar en el caso de climas húmedos.

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo se desarrolló en la Provincia de Mendoza (Argentina) cuyo clima árido hace de la agricultura el principal sector demandante de agua. El escaso recurso hídrico escurre en un área cerrada formando un oasis. Las aguas residuales de origen doméstico e industrial en muchas oportunidades descargan en la extensa red de distribución de agua para riego en el área urbana y periurbana contaminando los cauces de riego (2). El plan maestro para alcanzar tratamiento secundario para los efluentes domésticos implementado en la provincia de Mendoza en 1991 abrió un camino para el uso seguro de efluentes en riego de cultivos (11).

Una de las condiciones necesarias para el aprovechamiento seguro de los efluentes es alcanzar la denominada descarga cero lo que implica la utilización de todo el efluente producido y evita el vuelco de sus sobrantes en los cauces hídricos. Debido a que en esta provincia la mayor demanda de agua para riego es en verano, existe un excedente de efluentes en invierno que debe ser almacenado o alternativamente puede aprovecharse en los cultivos de dicha estación.

En Mendoza, las políticas de reúso de efluentes han estado orientadas, en primer lugar, a la remediación de la contaminación de los cauces de riego y, en segundo lugar, a satisfacer requerimientos de agua para uso agrícola. Las normas de calidad sanitaria para permitir el riego con efluentes han sido dictadas -teniendo en cuenta las directrices de la OMS (8)- por el Departamento General de Irrigación (DGI) de la Provincia mediante Resolución 627/2000 modificada en 2001 y son de aplicación en las denominadas Áreas de Cultivos Restringidos (ACRES). Sin embargo, en ningún caso se permite el riego irrestricto, aun cuando el efluente alcance los valores recomendados para esta categoría.

Con el objeto de identificar los riesgos para quienes consumen productos crudos regados con efluentes domésticos tratados, se realizó en Mendoza durante el año 2002 un ensayo de riego a campo en un cultivo de ajo, el cual crece en invierno,

y si bien se lo consume crudo o cocido, se lo somete previamente a un período de estacionamiento. Se evaluó su aceptabilidad para el consumo y la contaminación residual de los suelos a partir de estudios microbiológicos.

En un ensayo similar llevado a cabo en el 2000 y publicado en el 2002 (5) se concluyó que el producto comestible presentaba niveles bajos de *Escherichia coli* (<100 NMP/g) a partir de los 20 días posteriores a la cosecha y 25 días después del último riego. Como los resultados obtenidos revelaban la presencia de *Salmonella* tanto en el producto regado con efluente como en el producto regado con agua de perforación (testigo) en todas las fechas de evaluación, se recomendó una confirmación serológica de los aislamientos de esta bacteria y no se consideraron confiables las determinaciones de *Salmonella* realizadas en dicha oportunidad. No se detectó *Escherichia coli* en los suelos a los 20 días de la cosecha. Tampoco se detectaron huevos de helmintos en el suelo ni en los ajos.

En este documento se presentan los resultados obtenidos en el 2002 y se incorporan en el análisis los del ensayo realizado en el 2000.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo de riego se realizó en una parcela de 800 m<sup>2</sup> en donde se regaron las unidades experimentales con efluente y con agua de perforación (testigo) según un diseño en 10 bloques al azar. El riego se aplicó mediante surcos sin pendiente. La lámina de riego fue la misma para ambos tratamientos: 950 mm/año. Cada unidad estuvo constituida por 5 surcos, utilizando como parcela efectiva el surco central; los ajos y el suelo fueron submuestreados de esta última. El riego se realizó desde la plantación (marzo) hasta 6 días antes de la cosecha (diciembre).

El efluente aplicado proviene de la planta depuradora -zanja de oxidación- de la ciudad de Junín (Mendoza), con una capacidad de tratamiento de 630 m<sup>3</sup>/día y el ensayo de riego se llevó a cabo en una parcela agrícola vecina a la planta. No se detectó contaminación en el agua de perforación usada como testigo. La calidad microbiológica del efluente de la planta depuradora durante el período de riego se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1.** Calidad microbiológica promedio del efluente. Año 2002.

<i>Escherichia coli</i> Media geométrica NMP/100 ml	<i>Salmonella</i> Presencia/100ml	Helmintos Nº huevos/litro
1.9 x 10 <sup>5</sup>	4 de 9 muestras	No se detecta

### **Planes de muestreo para el ajo y para el suelo**

Para los ajos se utilizaron los planes de muestreo para vegetales que se consumen en fresco sugeridos por la International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF) (7), que consideran dos indicadores: *Salmonella* y *Escherichia coli*. Se utilizaron 10 unidades de muestra para las determinaciones de *Salmonella* (presencia/g) como parte de programas de muestreo de atributos de dos clases, n=10 y c=0. Para que los ajos sean asignadas a la categoría de acepta-

ble para el consumo (parcial), en ninguna de las unidades de muestra debe detectarse presencia de *Salmonella* ( $c=0$ ). Para *Escherichia coli* se tomaron 5 unidades en programas de muestreo de atributos de tres clases,  $n=5$  y  $c=2$  (para  $m=100$  NMP/g y  $M=1000$  NMP/g). Si las 5 unidades resultan en concentraciones  $<100$  NMP/g se clasifican los ajos como aceptables. Si al menos una de ellas toma valores  $>1000$  NMP/g se los clasifica como rechazables. Los ajos se clasifican como provisoriamente aceptables si al menos dos unidades ( $c=2$ ) presentan concentraciones entre 100 y 1000 NMP/g. La aceptación para el consumo exige que los ajos sean clasificados como aceptables para ambos indicadores.

Las determinaciones en ajo se realizaron al momento de la cosecha (6 días después del último riego) y a los 17 y 30 días posteriores a la misma. Cada unidad de muestra estuvo compuesta por 5 bulbos de ajo. Los ajos se conservaron en condiciones de secado natural en ambientes cubiertos con techo pero con circulación lateral de aire para la remoción de humedad.

Las evaluaciones en suelo se realizaron al momento de la cosecha y 30 días después de la misma (36 días desde el último riego). Se utilizaron los mismos indicadores, *Salmonella* y *Escherichia coli*, con muestras de 5 unidades. Se utilizaron aproximadamente 0.5 kg de tierra para cada unidad de muestra.

### **Métodos empleados en análisis microbiológicos de efluentes cloacales, tierras de cultivo y ajos**

Como en algunos casos no existen métodos estandarizados, se han adaptado técnicas de referencia para otros usos.

#### ***En muestras de efluentes cloacales***

##### ***Escherichia coli***

La técnica de fermentación de tubos múltiples descrita por Arauzo de Zumaeta (1) para recuentos de fecal coniformes fue modificada y adaptada al recuento de *Escherichia coli*. Se tomaron 6 diluciones de las muestras de líquidos cloacales previamente agitadas y 3 porciones (alícuotas) de cada dilución fueron inoculadas en tubos de caldo lauril triptosa y tubos de fermentación MUG. Éstos fueron incubados a 44.5 °C durante 24-48 horas. La formación de gas y la fluorescencia a luz UV (366 nm) constituyó la respuesta positiva. Combinando los resultados positivos y negativos se obtuvo el Número Más Probable de *Escherichia coli* en cada unidad de muestra.

##### ***Salmonella***

Se utilizó una adaptación semicuantitativa de la técnica de fermentación en tubos múltiples. Se inocularon alícuotas de 100, 10, 1 y 0,1 ml en medios de pre-enriquecimiento (agua peptonada tamponada). Transcurridas 18 horas de incubación a 37 °C, se incubaron en paralelo dos medios de cultivo de enriquecimiento selectivos (caldo selenito cistina y caldo tetracionato) durante períodos de 24 y 48 horas a 37 °C y 43 °C. De estos cultivos se inocularon placas de medios sólidos selectivos, ágar XLD y ágar SS, y se las incubó a 37 °C durante 24 a 48 horas. Las colonias típicas aisladas se caracterizaron mediante pruebas bioquímicas en tanto que la verificación/confir-mación definitiva se basó en la identificación serológica. Los resultados de la alícuota correspondiente se expresaron como positivos o negativos.

### **En muestras de suelo**

#### *Escherichia coli*

Se utilizó una adaptación de la técnica de fermentación de tubos múltiples para biosólidos de la EPA 503 (10). Después de mezclar las muestras de suelo, se pesaron alícuotas de 100 g de cada una de ellas y se las puso en suspensión en 100 ml de diluyente (agua peptonada tamponada). Las suspensiones se agitaron enérgicamente 20 veces y se inocularon alícuotas por triplicado de 10 ml, 1 ml y de cinco diluciones decimales en sendos tubos de caldo lauril triptosa + MUG. Transcurridas 24-48 horas de incubación a 37 °C se observó en cada uno de ellos la presencia de gas y fluorescencia. Combinando los resultados positivos y negativos se obtuvo el Número Más Probable de *Escherichia coli* en cada unidad de muestra.

#### *Salmonella*

Se pesaron alícuotas de 100 g de cada muestra, se las puso en suspensión en agua de dilución para pre-enriquecimiento (agua peptonada tamponada) y se incubaron 18 horas a 37 °C. Se inocularon en paralelo alícuotas de 1 ml de estas suspensiones en dos medios selectivos de enriquecimiento (caldo selenito cistina y caldo tetrionato), incubándose a 37 °C y 43 °C. Transcurridas 24-48 horas se sembró cada uno de los tubos con desarrollo bacteriano en sendas placas de medios sólidos selectivos (ágar XLD y ágar SS), las cuales se incubaron a 37 °C durante 24 horas. Se realizaron pruebas bioquímicas con las colonias sospechosas cultivadas en los medios sólidos selectivos con posterior confirmación por identificación serológica. Los resultados referidos a las especies de *Salmonella* se informaron como detectados o no detectados en el volumen de muestra procesada (100 g).

### **En muestras de ajo**

#### *Escherichia coli*

La técnica para análisis bacteriológicos de productos agrícolas descrita por Aurazo de Zumaeta (1) fue utilizada para recuento de *Escherichia coli* en los ajos. Se pesaron alícuotas de 100 g de las unidades de muestras, se pusieron en suspensión en 100 ml de diluyente y se agitaron 25 veces. Esta solución se procesó como una muestra líquida (véase la técnica utilizada para efluentes cloacales).

#### *Salmonella*

Se utilizó la técnica para análisis bacteriológicos de productos agrícolas descrita por Aurazo de Zumaeta (1). Se pesaron alícuotas de 100 g de cada muestra, se las puso en suspensión en 100 ml de agua de dilución (agua peptonada tamponada) y se incubaron 18 horas a 37 °C. Transcurrido ese lapso se inocularon por duplicado alícuotas de 1 ml de las muestras pre-enriquecidas en medios de enriquecimiento selectivos. Estos medios se incubaron a 37 °C y 43 °C durante 24-48 horas y se inocularon en medios sólidos selectivos (ágar XLD y ágar SS), incubándose las placas a 37 °C durante 24 horas. Se realizaron pruebas bioquímicas con las colonias típicas aisladas en dichos medios sólidos con posterior confirmación por identificación serológica. Los resultados referidos a las especies de *Salmonella* se informaron como detectados o no detectados en el volumen de muestra procesada (100 g).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ajo

En la tabla 2 se muestran los resultados de los análisis en ajo, clasificadas las unidades en base al plan de muestreo propuesto por la ICMSF (7).

**Tabla 2.** Calidad microbiológica del ajo: número de unidades de muestra

Oportunidad de muestreo	Tratamiento	<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)			<i>Salmonella</i> (Presencia/g)		
		n=5		Calificación parcial	n=10		Calificación parcial
Negativo ( $m \leq 10^2$ )	Positivo ( $m > 10^2$ )	Negativo (nsd*)	Positivo				
Cosecha	testigo	5	0	aceptable	10	0	aceptable
	efluente	5	0	aceptable	10	0	aceptable
17 días	testigo	5	0	aceptable	10	0	aceptable
	efluente	5	0	aceptable	10	0	aceptable
31 días	testigo	5	0	aceptable	10	0	aceptable
	efluente	5	0	aceptable	10	0	aceptable

\* No se detecta

Se advierte que los ajos de las parcelas regadas con el agua de perforación (testigo) se encontraron en las mismas condiciones de calidad sanitaria que los ajos regados con el efluente, y que en todas las oportunidades de medición (cosecha, 17 días, 30 días) ambos estuvieron aceptables para consumo en fresco.

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en el ensayo realizado en el año 2000 (5) para *Escherichia coli*, clasificados en base al mismo plan de muestreo.

**Tabla 3.** Determinaciones de *E.coli* en ajo. N° de unidades positivas sobre total de unidades y calificación parcial. Ensayo año 2000 (5).

Oportunidad de muestreo	Efluente	Testigo
Cosecha (5 días del último riego)	3/5 rechazable	3/5 rechazable
7 días	1/5 aceptable condicional	0/5 aceptable
21 días	0/5 aceptable	0/5 aceptable

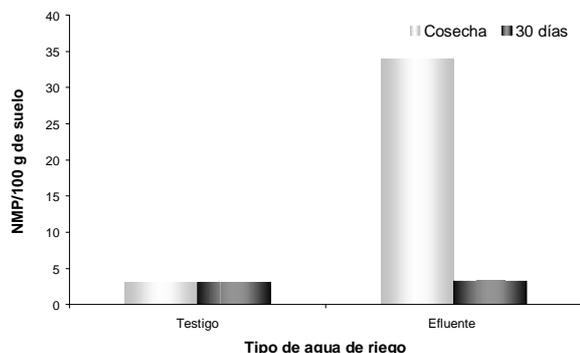
Los productos alcanzaron el nivel aceptable para *Escherichia coli* recién a los 21 días de la cosecha, mientras que en el ensayo llevado a cabo en 2002 se alcanzó ese nivel inmediatamente después de la cosecha. Se considera que las diferentes condiciones meteorológicas en ambos años pueden haber incidido en el tiempo necesario para llegar al nivel de aceptabilidad para *Escherichia coli*.

Con respecto a *Salmonella*, los resultados obtenidos en el año 2002 no son comparables porque en 2000 no se obtuvo información confiable.

Teniendo en cuenta los resultados de ambos ensayos (2 años para *Escherichia coli* y 1 año para *Salmonella*), los ajos alcanzan la condición de aceptables a los 26 días desde el último riego.

## Suelos

La siguiente figura muestra los resultados en suelos regados con efluente y con el tratamiento testigo para *Escherichia coli*.



Media geométrica de la concentración de *E. coli* en suelos irrigados (n = 5)

Al momento de la cosecha (6 días después del último riego), la contaminación del suelo con *Escherichia coli* fue mayor en los suelos regados con efluente que en los suelos regados con el tratamiento testigo. A los 30 días de la cosecha los valores fueron similares en los suelos irrigados con ambos tratamientos.

En la tabla 4 se presentan los resultados microbiológicos de los análisis de suelos, clasificadas las unidades como negativas o positivas. Para *Escherichia coli* el límite utilizado para clasificar una unidad como negativa es el valor mínimo detectado con la técnica analítica mencionada (<3 NMP/g). Para *Salmonella* es la no detección de la misma. No se detectó *Salmonella* al momento de la cosecha; es decir 6 días después del último riego para ninguno de los dos tratamientos de riego: testigo y efluente.

**Tabla 4.** Características microbiológicas de los suelos irrigados: número de unidades de muestra (n=5).

Oportunidad de muestreo	Tratamiento	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 g)		<i>Salmonella</i> (Presencia/100g)	
		Negativo (<3)	Positivo (≥3)	Negativo (nsd*)	Positivo
Cosecha	testigo	5	0	5	0
	efluente	2	3	5	0
30 días	testigo	4	1	--	--
	efluente	3	2	--	--

\* No se detecta

A los efectos de determinar si hay asociación entre contaminación por *Escherichia coli* y exposición a distintos tratamientos de riego (testigo y efluente) se realizó un análisis estadístico no paramétrico, clasificando las unidades de muestras de suelo en contaminadas o no contaminadas de acuerdo con los resultados positivos o negativos de la tabla 4. Se utilizó la prueba exacta de Fisher para tablas de contingencia de 2x2. La hipótesis nula es la independencia entre exposición y contaminación. La asociación resultó más evidente al momento de la cosecha ( $p < 0.08$ ) mientras que a los 30 días se observó independencia entre exposición y contaminación ( $p < 0.500$ ).

De la comparación de los resultados de los análisis de suelo (figura y tabla 4) con los obtenidos para los ajos (tabla 2, pág. 37) puede concluirse que -al momento de la cosecha- las mayores concentraciones de *Escherichia coli* en los suelos regados con efluente no llevaron a mayores concentraciones en los ajos cultivados bajo ese tipo de riego.

## **CONCLUSIONES**

Los análisis microbiológicos realizados en dos años de cultivo indicaron que los ajos regados con efluente doméstico tratado en zanja de oxidación, cuya calidad microbiológica no permite su uso irrestricto, alcanzaron la condición de aceptables para consumo en crudo a los 20 días de la cosecha y 26 días del último riego.

A los 6 días después del último riego los suelos irrigados con efluente tratado presentaron mayor nivel de contaminación por *Escherichia coli* que los suelos irrigados con agua de perforación, diferencia que desaparece a los 30 días de la cosecha. No se detectó *Salmonella* en los mismos a los 6 días del último riego.

De acuerdo con estos resultados se considera que los ajos pueden ser aceptables para consumo crudo, aunque el efluente no haya alcanzado los niveles de calidad de las directrices de la Organización Mundial de la Salud para riego irrestricto, si los mismos no se liberan al consumo hasta transcurridos 26 días desde el último riego, habiendo sido mantenidos en condiciones de secado natural con techo y circulación lateral de aire.

## **REFERENCIAS**

1. Aurazo de Zumaeta, M. 1993. Metodología para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. Proyecto: Evaluación de riesgo en la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Lima, Perú, CEPIS. 63 p.
2. Bertranou, A. y Fasciolo, G. 1986. Impacto del crecimiento urbano industrial en los recursos hídricos en zonas áridas con oasis de riego: el caso de Mendoza. En: Conferencia Internacional de Tecnología del Agua. Agua, Ciudad y Desarrollo. Marsella, Francia. p. 45-49.
3. Blumenthal, U. J.; Peasey A.; Ruiz Palacios, G. and Mara, D. D. 2000. Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence. WELL Studies (Task No. 68. Part 1). In: <http://www.lboro.ac.uk/well/>
4. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). 1990. Evaluación de riesgos para la salud por uso de aguas residuales en agricultura. Vol. I - Aspectos microbiológicos. CEPIS. Lima. Perú. 80 p.
5. Fasciolo, G. E.; Meca, M. I.; Gabriel, E. and Morábito, J. 2002. Effects on crops of irrigation with treated municipal wastewater. Wat. Sci. Technol. 45 (1), 133-138.
6. Feachem, G.; Bradley, D. J.; Garlick, H. and Mara, D. D. 1983. Sanitation and diseases. Health aspects of excreta and wastewater management. Published for World Bank. John Wiley and Sons. Chichester, etc. (World Bank Studies in Water Supply and Sanitation 3). 501 p.

7. International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF). 1978. Microorganismos de los alimentos 2. Métodos de muestreo para análisis microbiológicos: principios y aplicaciones. Ed. Acribia, España. 215 p.
8. Organización Mundial de la Salud. 1989. Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Informe de un grupo científico de la OMS. OMS, Ginebra. (Serie de Informes técnicos 778). 90 p.
9. Peasey, A.; Blumenthal, U. J.; Mara, D. D and Ruiz Palacios, G. 2000. A review of policy and standards for wastewater reuse in Agriculture: A Latin American perspective. WELL Studies (Task No. 68. Part 2). In: <http://www.lboro.ac.uk/well/>
10. United States Environmental Protection Agency. 1992. Environmental regulations and technology. Control of pathogens and vector attraction in sewage sludge. (EPA/625/R-92/013). 186 p.
11. Vélez, O. R., Fasciolo, G. E. y Bertranou, A. 2002. Riego con efluentes domésticos tratados en Mendoza, Argentina. Políticas y desafíos. En: Publicación de la I Conferencia Latinoamericana en Lagunas de Estabilización y Reúso. Santiago de Cali, Colombia. p. 336-344.

#### **Agradecimiento**

A los Ingenieros Ernesto Gabriel, José Morábito y Fabián Tozzi por el asesoramiento brindado y el trabajo realizado durante el ensayo experimental.