

Posible aplicación de riego con aguas servidas tratadas en el Valle de Azapa, (Arica, Chile).

Possible use of treated waste water irrigation in Azapa Valley, (Arica, Chile).

Fernando De la Riva M.*

Los efluentes provenientes de las aguas servidas, luego de su tratamiento, constituyen un importante recurso de agua para el riego de los cultivos en aquellos lugares en que ésta sea escasa o de alto costo.

En el caso del Valle de Azapa, el tratamiento de las aguas servidas provenientes del pueblo de San Miguel, constituye una importante acción a desarrollar; por una parte debido a que se producirá el saneamiento de ese núcleo poblacional, al evitar la infiltración de sus pozos negros hacia el acuífero del valle, con la consecuente contaminación de éste y por otra, se podrá disponer de un caudal aproximado de 7 l/seg para el riego.

Respecto a la utilización de estas aguas servidas tratadas, un aspecto importante a considerar es el tipo de cultivo que se debería regar con ellas, siendo aquellos sólo cuya producción no esté en contacto o cerca del suelo, como los olivos y otros frutales, o cultivos ornamentales y flores de corte; ello debido a que la principal preocupación desde el punto de vista sanitario son los organismos que causan enfermedades y que están contenidos en el agua servida (virus, bacteria, protozoos y huevos de gusanos parasíticos).

La norma americana señala que el nivel de tratamiento de las aguas servidas urbanas, que las deja aptas para el riego de cultivos dedicados a la alimentación humana, debe ser tal que una vez que ha recibido un tratamiento secundario y desinfectado adecuadamente no debe pasar un recuento de 2,2/100 ml de coliformes a los siete días y un recuento total máximo a los 30 días que no exceda 23/100 ml. Sin embargo, existen normas en otros lugares del mundo que son menos exigentes.

Otro aspecto importante a considerar en el riego con aguas servidas tratadas es el exceso de nitrógeno, sal y/o

sodio que puedan contener. Si bien es cierto el nitrógeno es un importante elemento nutritivo para los vegetales, un exceso de este puede producir un retraso en la maduración de los frutos o reducir las cualidades del producto como sabor, textura, o contenido de azúcares.

Para el riego en climas calurosos, como el valle de Azapa, el nitrógeno en el agua no debería ser superior a 5 mg/l. Los problemas aumentan a medida que la concentración de este elemento es superior.

Respecto a la salinidad del agua a obtener luego de su tratamiento, ésta variará de acuerdo al contenido salino del agua servida que se reciba para su tratamiento, independientemente del método que se utilice, por ello, en este caso especial cuidado se debe tener con el vaciado al sistema de alcantarillado de aguas con gran concentración de sal y/o soda cáustica proveniente de la preparación de las aceitunas.

Para el uso en riego, un efluente que contiene una concentración salina debajo de 500 mg/l es aceptable, aunque lo normal en el valle es una variación de 500 a 2.000 mg/l. Un contenido de sal por encima de las 2.000 mg/l presentaría serios problemas para los cultivos, especialmente los más sensibles como las flores y los cítricos.

Por lo expuesto, resulta de gran importancia el sistema de tratamiento de las aguas servidas a utilizar; la elección entre el grado de tratamiento y el tipo de cultivos a regar es básicamente una comparación económica entre los costos adicionales de tratamiento y el ingreso adicional suministrado por las cosechas de alto valor.

En este caso es necesario agregar el valor social que constituye la solución de un problema sanitario para un importante sector poblacional como lo es San Miguel de Azapa.

* Facultad de Agronomía, Universidad de Tarapacá, Avda. 18 de Septiembre 2722, Casilla 6-D, Arica - Chile.

Existen métodos probados de tratamientos de aguas servidas, tales como los sistemas de lodos activados, zanjas de oxidación, lagunas aireadas, lagunas anaeróbicas y lagunas facultativas. La decisión para optar por alguno de ellos depende, en último término, de una evaluación económica y/o social, en la cual los factores importantes a considerar para el estudio son: el uso posterior del efluente, la disponibilidad y costo de energía, terrenos y mano de obra.

Una vez conocidas las características del agua residual y analizadas todas las necesidades y condicionantes, así como los objetivos de la calidad que se persigue, es necesario conocer los diferentes sistemas de tratamientos para llegar a cumplirlos.

Existen diversas clasificaciones de los diferentes métodos para el tratamiento de las aguas residuales; según el medio de eliminación de los contaminantes, éstos pueden ser físicos, químicos y biológicos. Normalmente un sistema de tratamiento es una combinación de los mismos.

Los procesos físicos son métodos de tratamientos en los que predomina la aplicación de fuerzas físicas, entre ellos: separación de sólidos por rejas, tamicos, filtración mecánica, desengrasado, sedimentación, flotación, evaporación y absorción.

Los procesos químicos son métodos de tratamiento en que la eliminación de contaminantes es provocada por la adición de productos químicos o por otras reacciones químicas, entre ellos la floculación y coagulación, neutralización, oxidación, reducción, intercambio iónico, absorción, desinfección.

Los procesos biológicos son los métodos de tratamiento en los cuales se consigue la eliminación del contaminante por medio de una actividad biológica. El proceso biológico se usa esencialmente para eliminar las sustancias orgánicas biodegradables (coloidales o disueltas) presentes en el agua residual. Básicamente estas sustancias se transforman en gases que pueden escapar a la atmósfera y en tejido celular biológico que puede, posteriormente eliminarse por sedimentación, entre estos métodos figuran: lodos activados, lechos bacterianos, lagunaje, biodiscos y sistemas de aplicación al suelo.

Desde el punto de vista operacional, los sistemas de tratamiento de aguas servidas se pueden clasificar en:

A) Métodos blandos o tecnologías de bajo costo; la base de estos sistemas es la reproducción de los fenómenos de depuración naturales con vistas a una mayor facilidad de manejo y por tanto lograr unos menores costos de mantenimiento.

Dentro de estos sistemas destacan los siguientes:

Lagunaje: Su funcionamiento se basa en la interacción simbiótica algas-bacterias. En este sistema no son necesarios equipos de aireación, ya que el oxígeno es proporcionado por la fotosíntesis y por agitación natural de las lagunas. Los productos de la actividad bacteriana son usados por las algas. Este tratamiento es factible cuando existe espacio disponible, a bajo costo y alejado de los centros poblacionales.

Otros sistemas de esta categoría son los contactores biológicos, los lechos de turba y el tratamiento mediante plantas acuáticas (lenteja de agua, jacinto de agua, cañas, totoras).

B) Métodos convencionales o forzados; también son procesos naturales de depuración, pero son sistemas intensivos de bajo tiempo de retención, al contrario de los métodos blandos o de bajo costo, ya que precisan elementos que auxilian la depuración.

Dentro de estos sistemas destacan los siguientes:

Lodos activados: basado en promover un cultivo, fundamentalmente bacteriano y de protozoos en un depósito agitado y suficientemente aireado. El oxígeno necesario se proporciona por medio de agitación con diversos sistemas que, a la vez, mantienen los floculos en suspensión, introduciendo aire por medio de difusores. Después de un tiempo de contacto, la mezcla se envía a un decantador secundario, donde se separa el fango del agua tratada. Una parte de estos fangos se recircula al tanque de aireación y la otra se elimina hacia el tratamiento de fangos.

Otros sistemas de esta categoría son los tratamientos bacterianos y tratamientos convencionales de fangos, estos últimos suelen ir asociados al tratamiento de lodos activados, como producto secundario se suelen utilizar como mejorador de suelos para cultivos.

En las tablas 1 se entregan las características de los efluentes según los distintos sistemas de tratamiento y en la tabla 2, las operaciones, procesos unitarios y sistemas

de tratamiento para eliminar la mayoría de los contaminantes presentes en el agua residual.

Algunas experiencias realizadas en la Primera Región respecto al tratamiento de aguas servidas y su utilización en la agricultura, son las desarrolladas por el Depto. de Agricultura de Desierto de la Universidad Arturo Prat en la localidad de Pica. Allí se evaluó el riego con aguas servidas tratadas mediante el sistema de lagunas de estabilización, en el cítrico Tangelo Mineola y se comparó con otros regados con agua de pozo bajo las mismas condiciones de manejo.

Se estudiaron variables como: comportamiento fenológico, producción, calidad de fruta, status nutricional del suelo y foliar. Se demostró una respuesta positiva en el incremento del nivel de nitrógeno en el suelo y foliar con el tratamiento regado con agua servida tratada; también se obtuvo una mayor brotación, floración y producción; ello permitió concluir la conveniencia de utilizar estas aguas que permite disminuir en forma importante el empleo de fertilizantes, no obstante recomiendan controlar los niveles de amonio y nitratos por debajo de 30 ppm.

Otra experiencia es la realizada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Tarapacá en el marco del Proyecto FONDEF AI - 14, en el cual se construyó un

sistema de tratamiento de aguas servidas mediante lagunas de estabilización en el sector de Villa Frontera. Allí se realizaron ensayos con plantas ornamentales y olivos y se compararon con otras regadas con agua de pozo del sector con un alto contenido salino. Las conclusiones fueron muy similares a los obtenidos en Pica, con la diferencia que las plantas regadas con agua de pozo se mostraron muy afectadas por su alto contenido salino y de boro particularmente (27 ppm), produciéndose un notorio deterioro y/o muerte de diversas especies.

Se puede concluir que el agua obtenida del sistema de lagunaje es adecuada para el riego de diversas especies frutales y ornamentales. Sin embargo, una de las desventajas que presentaría es la gran superficie de terreno que requiere para su operación, limitando así su aplicación en el caso del Valle de Azapa para el tratamiento de las aguas de San Miguel.

Lo anterior conlleva la necesidad de utilizar uno de los sistemas de tratamientos convencionales o forzados, que requieren menor superficie e implementándole un sistema de tratamiento secundario para aumentar la depuración del agua (aplicación de luz ultravioleta, ozonización, cloración, etc.) evitando así los riesgos de contaminación y efectos adversos a la salud humana.

Tabla 1

Características de los efluentes, según los distintos sistemas de tratamientos.

Tratamiento	DBO5 (mg/l)	S.S. (mg/l)	Coliformes (por 100 ml)	DQO (mg/l)
Aguas residuales	300	270	10 ⁷	450
Tamiz fino	270-285	215-265	10 ⁷	405430
Cloración directa de aguas Residuales	210-255	-	10 ⁶	-
Sedimentación primaria (>3h)	180-225	80-160	10 ⁶ -5x10 ⁶	290-360
Precipitación química	45-150	30-80	2x10 ⁶ -6x10 ⁶	90-225
Filtro bacteriano	15-150	20-135	5x10 ⁵ -8x10 ⁵	90-225
Lodos activos seguidos y Procedidos de sedimentación	15-135	15-120	10 ⁵	90-225
Lagunas de estabilización >20 días	15-30	15-40	10 ³	90-135
Cloración de lodos tratados biológicamente	-	-	10-2x10	-

Tabla 2

Operaciones, procesos unitarios y sistemas de tratamiento para eliminar la mayoría de los contaminantes presentes en el agua residual.

Contaminante	Operación sanitaria, proceso unitario, o sistema de tratamiento
Sólidos en Suspensión	Sedimentación Desbaste y aireación Variaciones de filtración Flotación Adición de polímeros o reactivos químicos Coagulación/sedimentación Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Materia orgánica Biodegradable	Variaciones de fangos activados Película fija: filtros percoladores Película fija: discos biológicos Variaciones del lagunaje Filtración intermitente en arena Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno Sistemas fisicoquímico
Patógenos	Cloración Hipocloración Ozonización Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Nutrientes: Nitrógeno	Variaciones de sistemas de cultivo-suspendido con nutrición y desnitrificación Variaciones de sistemas de película fija con nitrificación y desnitrificación Arrastre de amoníaco (stripping) Intercambio de iones Cloración en el punto crítico Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Fósforo	Adición de sales metálicas Coagulación y sedimentación con cal Eliminación biológica y química del fósforo Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Materia orgánica Refractaria	Adsorción en carbón Ozonización terciaria Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Materia orgánica Refractaria	Adsorción en carbón Ozonización terciaria Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Metales pesados	Precipitación química Intercambio de iones Sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Sólidos inorgánicos disueltos	Intercambio de iones Osmosis inversa Electrodialisis

LITERATURA CONSULTADA

- ALONSO FERNANDEZ-COPPEL M.C. 1993. Explotación, Manejo y Seguimiento de la Depuración. Problemas Prácticos. En: Tratamiento de Aguas Residuales, Basuras y Escombros en el Ámbito Rural. Editorial Agrícola Española S.A. Primera Edición. Madrid. pp 107-137.
- BARTOLOME C.R. y ARBOCOROFF S. 1987. Irrigation Reuse of Ponds Efficiency in Developing Countries. Water Science Technology. Vol. 19 N° 12. pp 289-297.
- BOUWER H. 1982. Tecnología del Agua. Recarga de Efluentes Cloacales por Aguas Freáticas para el Regadío de Cultivos. En: Revista Desarrollo Nacional Vol. 29 N° 1. Enero-Febrero 1982. pp 17-25.
- DE LA RIVA M. F. 1999. Tratamiento de aguas servidas: Métodos convencionales o forzados y métodos de lagunas o blandos. Fac. de Agronomía, Universidad de Tarapacá. 41 pp.
- METCALL E. 1985. Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales. Editorial Labor S.A.
- MUÑOZ G., DOUSSOULIN E. y DE LA RIVA F. 1997. Una experiencia sobre implementación de tecnologías de tratamiento de aguas servidas urbanas para uso en agricultura de zonas áridas. En: Resúmenes del XL VIII Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile, U. de Tarapacá, Arica 114 p.
- OLAVE J. EBNER N., TELLO V. y OLIVA M.I. Pica: Una experiencia sobre implementación de tecnologías de tratamientos de aguas servidas urbanas para uso en agricultura de zonas áridas. En: Resúmenes del XLVIII Congreso Anual de la Sociedad Agronómica de Chile, U. de Tarapacá. Arica 115 p.
- SILVA S.A., MARA D.D. y OLIVEIRA R. 1987. The Performance of a series of five deep waste stabilization ponds in Northeast Brazil. Water Science Technology. Vol. 19 N° 12 pp 61-64.
- ULLOA SANTAMARIA J.J. 1993a. Los Distintos Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Ambito de Aplicación. Parámetros Físicos, Químicos y Biológicos. En: Tratamiento de Aguas Residuales, Basuras y Escombros en el Ambito Rural. Editorial Agrícola Española S.A. Primera Edición. Madrid. pp 11-49.
- ULLOA SANTAMARIA J.J. 1993b. El Lagunaje En: Tratamiento de Aguas Residuales, Basuras y Escombros en el Ambito Rural. Editorial Agrícola Española S.A. Primera Edición. Madrid. pp 69-105.
- VUILLOT M. y BOUTIN C. 1987. Waste Stabilization ponds in Europe: A State of the Art. Review. Water Science Technology. Vol. 19 N° 12, pp. 1-6.