

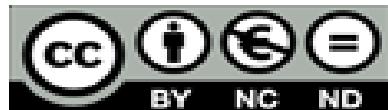
RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS



- 1. Necesidad de la reutilización de las aguas depuradas**
- 2. Ventajas**
- 3. Legislación vigente: criterios de calidad**
- 4. Gestión de la fertilización**
- 5. Manejo del riego y mantenimiento de las instalaciones y los sistemas de riego**
- 6. Señalización**
- 7. Recomendaciones higiénico-sanitarias**
- 8. Bibliografía**

Recomendaciones para el uso de las aguas regeneradas en los cultivos hortícolas./ [Segura, M.L.; Baeza, R. y Fernández, M.M.]. - Almería. Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2012. 1-15 p. - (Producción Agraria)

Aguas residuales urbanas - Legislación - Calidad - Riego - Fertilización - Fertirrigación - Aspectos higiénico-sanitarios



Este documento está bajo Licencia Creative Commons.
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

Recomendaciones para el uso de las aguas regeneradas en los cultivos hortícolas

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
Consejería de Agricultura y Pesca.
Almería, Abril de 2012.

Autoría:

María Luz Segura
Rafael Baeza
María Milagros Fernández



RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

1. Necesidad de la reutilización de las aguas depuradas



El déficit hídrico es el principal problema estructural al que se enfrenta el regadío andaluz

Andalucía padece un grave problema de escasez de agua (cantidad y calidad) debido a factores tales como: baja pluviometría, alta evaporación, aumento de la demanda de agua por la agricultura y el turismo y graves problemas de contaminación química (exceso de fertilizantes, plaguicidas, vertido de aguas residuales, etc.). Esta limitación de agua pone en peligro la sostenibilidad de una de las principales actividades económicas de la región como es la agricultura.

Entre las medidas de actuación que plantea la Administración Autonómica para paliar el déficit hídrico se encuentra la reutilización de **aguas regeneradas** que son aguas residuales depuradas que han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan.

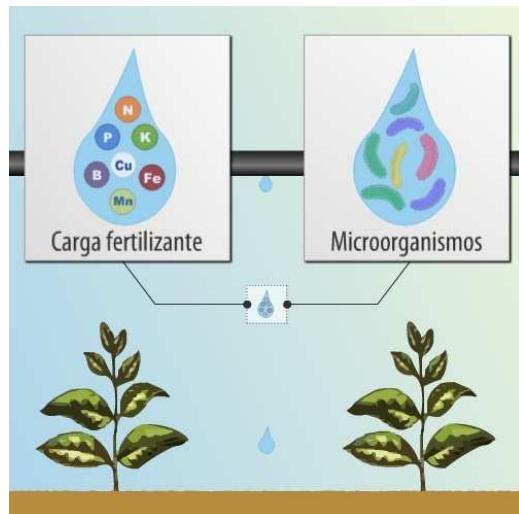
La reutilización de las aguas depuradas para riego agrícola, tiene como principales beneficios, además del aumento de los recursos hídricos disponibles, un importante ahorro de fertilizantes. Por otra parte, las aguas residuales contienen una carga variable de contaminantes de origen físico (turbidez, partículas en suspensión, etc), químico (sales minerales y en muchos casos, metales pesados y contaminantes orgánicos) y microbiológico (bacterias, virus, nematodos intestinales, etc.) que constituyen un riesgo potencial para la salud humana y el medio ambiente y que requiere, por tanto, de procesos de tratamiento y regeneración altamente eficientes a fin de obtener las calidades mínimas exigidas para su uso agrícola. Además es necesario desarrollar estrategias de manejo del riego y la fertilización que aseguren la seguridad alimentaria y la sostenibilidad del recurso.



Más información de las Áreas de Producción Agraria, Producción Ecológica y Recursos Naturales en:
www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa
webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

2. Ventajas



La reutilización de las aguas depuradas presenta múltiples ventajas pero no hay que descuidar determinados aspectos de su calidad

Algunas de las principales ventajas de la reutilización de las aguas depuradas en la agricultura son:

- a) Conservación de los recursos naturales (reducción de la descarga de vertidos, reducción de los problemas de eutrofización de ríos y mares por exceso de nitrógeno y fósforo y aumento de las reservas hídricas al sustituir el agua prepotable por agua regenerada).
- b) Garantía del caudal de agua disponible que no depende de la estacionalidad del recurso ni de las épocas de sequía.
- c) Recarga de acuíferos con las aguas de infiltración procedentes de los excedentes del riego.
- d) Reducción del gasto de fertilizantes comerciales en las explotaciones agrícolas, debido a que el agua regenerada aporta, generalmente, nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos.
- e) Aumento de la rentabilidad de las inversiones efectuadas en su depuración al reducir los costes de tratamiento y de vertidos.



RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

3. Legislación vigente



En España la reutilización de aguas regeneradas está regulada por el **Real Decreto 1620/2007** (RD), que establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas y los mecanismos legales que permiten disponer del agua residual depurada como recurso alternativo, se impulsan planes de reutilización y de uso más eficiente del agua y define los criterios de calidad para la reutilización de las aguas según sus usos (urbanos, agrícolas, industriales, recreativos y ambientales).

El agua regenerada en el punto de entrega (explotación agrícola), tiene que cumplir las normas predeterminadas de calidad que asegure que es apta para riego.

El proveedor será responsable de que el agua cumpla los criterios de calidad establecidos en el RD de reutilización, para lo cual realizará los controles analíticos establecidos, a la salida de la planta de regeneración, y en todos los puntos de entrega al usuario.

El usuario será responsable de evitar el deterioro de la calidad, desde el punto de entrega del agua regenerada hasta los lugares de uso. Evitando que el agua sufra cambios relevantes que pongan en riesgo la salud humana y el medio ambiente.

La tabla 1 muestra, de forma resumida, los criterios de calidad que ha de cumplir el agua regenerada para uso agrícola según el RD de reutilización.

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

3. Legislación vigente



Tabla 1. Valores máximos admisibles en las aguas regeneradas para uso agrícola según el RD 1620/2007

Tipo uso agrícola	Máximo valor admisible (MVA)			
	Nematodos Intestinales (huevos/10 L)	<i>Escherichia coli</i> Unidades Formadoras de Colonias (UFC)/100 mL	Sólidos en suspensión (mg/L)	Turbidez Unidad Nefelométrica de Turbidez (NTU)
<u>Calidad 2.1.</u> Riego de cultivos en el que hay contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco.	1	100	20	10
<u>Calidad 2.2.</u> Riego de cultivos de consumo humano no fresco, pastos y acuicultura.	1	1000	35	No se fijan límites
<u>Calidad 2.3.</u> Riego localizado de cultivos leñosos sin contacto agua-frutos. Riego de cultivos ornamentales, viveros y productos no alimentarios.	1	10000	35	No se fijan límites

El proveedor tiene la obligación de controlar el nivel de contaminantes incluidos en el RD 849/1986, cumpliendo la Autorización de vertido de aguas residuales y respetar las Normas de Calidad Ambiental (NCA) para las sustancias peligrosas incluidas en el RD 907/2007, en el punto de entrega de las aguas regeneradas, siendo el Organismo de Cuenca el que valorará la frecuencia de análisis. Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización, como es el riego por aspersión, es obligatorio medir *Legionella spp* en las aguas de calidad 2.1 y 2.3, para las que el RD establece como valores máximos permitidos, 1000 y 100 UFC/L, respectivamente.



RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

3. Legislación vigente



Para evitar problemas de salinidad y/o sodicidad en los suelos agrícolas, es necesario conocer la conductividad eléctrica (CE) y la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) del agua de riego. El RD de reutilización establece para las aguas regeneradas, unos niveles de referencia para la conductividad de 3,0 dS/m y 6, para la Relación de Adsorción de Sodio. El riego con aguas regeneradas con valores de CE y RAS mayores, puede producir graves problemas de salinidad y/o sodicidad en los suelos agrícolas, siendo necesario el aporte de exceso de agua para reducir la acumulación de sales.

El análisis de sales mayoritarias (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, sodio, magnesio, calcio) y otros nutrientes como son nitrógeno (nitratos, amonio), fósforo y potasio, no están regulados en el RD de regeneración, es necesario determinar estos parámetros para calcular la dosis de fertilizantes a aplicar al cultivo.

Para una gestión sostenible de las aguas regeneradas es importante que el usuario cuente con asesoramiento técnico para el cálculo del volumen de riego, fracción de lixiviación y dosis de fertilizantes.

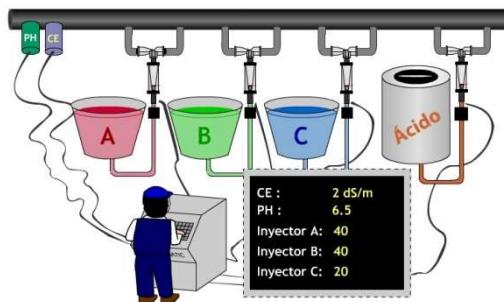


Más información:

www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/sar/

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

4. Gestión de la fertilización



Al realizar el programa de fertilización hay que tener en cuenta el contenido de nutrientes del agua regenerada

Las aguas regeneradas contienen cloruros, sulfatos, bicarbonatos, sodio, calcio, magnesio, potasio, fósforo y nitrógeno en cantidades significativas. Además de micronutrientes requeridos por las plantas como hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno y boro en cantidades variables.

La presencia de nutrientes en las aguas regeneradas permite reducir la cantidad de fertilizantes necesarios para obtener unos rendimientos óptimos. Sin embargo, si el aporte de nutrientes es mayor que el requerido por el cultivo, durante el ciclo, puede perjudicar al crecimiento de la planta y producir una acumulación excesiva de nutrientes en el suelo con efectos negativos sobre los acuíferos y aguas superficiales, debido al lixiviado de éstos con las aguas de infiltración y de escorrentía.

Al realizar el programa de fertilización (fertirrigación) se tendrán en cuenta las extracciones de nutrientes del cultivo (tabla 2), la fertilidad del suelo, el contenido de nutrientes del agua regenerada y las pérdidas potenciales por lixiviación de nutrientes que están relacionadas con el volumen de riego. La fertilidad del suelo se determinará a partir de un análisis de suelo al inicio del cultivo y el contenido de nutrientes y sales del agua regenerada, mediante análisis periódicos de ésta en la explotación agrícola (RD 1620/2007).

En Zonas Vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias (Decreto 36/2008 Junta de Andalucía) es obligatorio cumplir las normas que establece el Programa de Actuación (Orden 18/11/2008 Junta de Andalucía) respecto a la fertilización nitrogenada y aportes de materia orgánica al suelo.



Más información:

<http://juntadeandalucia.es/boja/boletines/2009/4/d/updf/d8.pdf>

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

4. Gestión de la fertilización

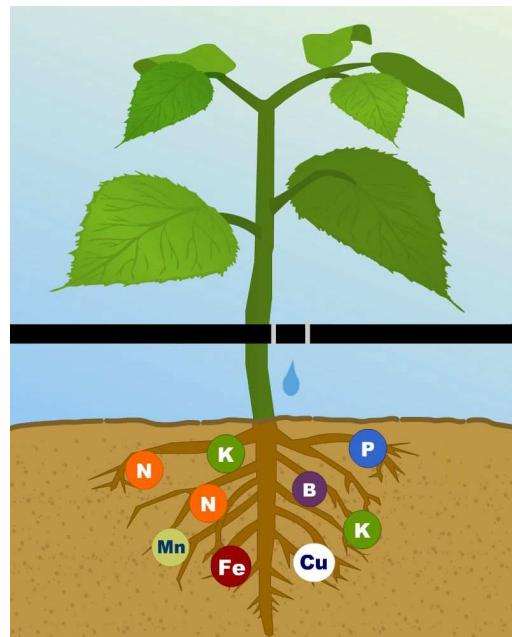
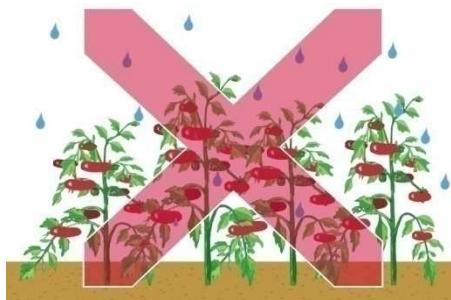


Tabla 2. Extracciones de nutrientes de cultivos hortícolas bajo invernadero en condiciones de desarrollo del litoral de Andalucía. Fuente: Segura, M.L., 2011. Elaboración propia basada en diferentes autores.

CULTIVO	EXTRACCION DE NUTRIENTES		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Tomate (porte indeterminado)	2,5	1,2	4,3
Pimiento (tipo Lamuyo)	3,8	0,8	6,3
Pimiento (tipo California)	3,0	0,5	5,3
Pepino largo (tipo Almería)	1,9	1,4	2,8
Judía verde de mata baja	7,6	2,2	11,8
Judía verde de enrame	4,5	2,0	8,5
Melón (tipo Galia)	4,0	1,9	7,9
Sandía	1,5	0,7	2,5
Calabacín	4,5	0,9	5,0
Berenjena	4,5	1,2	7,0

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

5. Manejo del riego y mantenimiento de las instalaciones



No es recomendable la humectación de las plantas hortícolas, especialmente en los períodos de recolección

Humectación de las plantas

Si el riego implica la humectación de las plantas, se debe interrumpir dos semanas antes de la recolección de la cosecha y no se deben recoger los frutos del suelo. Deben extremarse las medidas de higiene en la recolección y en el manejo de los productos en origen (MARM, 2010). En general no se recomienda la humectación de las plantas, por ello no se aconseja emplear sistemas de riego por aspersión, ni tampoco el riego por superficie. El sistema de riego por goteo es el más adecuado. Incluso en este último caso se debe evitar que el agua moje directamente las plantas, separando los ramales de riego del cuello de las plantas y evitando que los frutos entren en contacto directo con el suelo húmedo.

Mantenimiento de la instalación de filtrado

Las aguas regeneradas contienen sólidos en suspensión, principalmente orgánicos por lo que habrá que prestar una atención especial a la instalación de filtrado, realizando las operaciones de limpieza de los filtros tantas veces como sea necesario.

Control de las obturaciones de los emisores en los sistemas de riego por goteo

Un buen diseño y mantenimiento de la instalación de filtrado no garantiza al 100 % la limpieza de los goteros. Para evitar obturaciones es necesario limpiar, al menos 1 ó 2 veces por campaña, los ramales de riego, abriendo los tapones finales. También hay que recordar que el rango de trabajo del pH en el riego se debe mantener entre 5,5 y 6,5. Para comprobar el buen estado de la red es recomendable realizar una evaluación de la uniformidad.



Cuando se utiliza agua regenerada hay que prestar una especial atención a la instalación de filtrado

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

5. Manejo del riego y mantenimiento de las instalaciones



Control de roturas y fugas

Las fugas y roturas además de causar un despilfarro de agua y fertilizantes y generar problemas de encharcamiento en las plantas próximas, suelen provocar la humectación de los frutos, con el consiguiente riesgo sanitario.

Almacenamiento

El agua regenerada es un agua viva. Para garantizar los parámetros de calidad con la que recibimos el agua de nuestra compañía de suministro debemos evitar el almacenamiento. Sólo en el caso de que fuese imprescindible dicho almacenamiento, el usuario es responsable de mantener la calidad de la misma mediante tratamientos de desinfección.

Control climático en los invernaderos

En cultivos en invernadero que cuenten con instalaciones de control climático para la refrigeración, como la nebulización, se deberá disponer de una fuente alternativa de agua, distinta al agua regenerada, para alimentar esas instalaciones. Por otro lado, hay que prestar especial atención a la ventilación de los invernaderos, evitando niveles de humedad del aire cercanos a la saturación. Recolectar los frutos sin humedad superficial es una muy buena medida de higiene.

Tratamientos fitosanitarios

El equipo de aplicaciones fitosanitarias deberá permanecer aislado del cabezal de riego. El agua regenerada no se puede emplear para la preparación del caldo de tratamiento.



RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

6. Señalización



Panel de señalización en zonas regables

El color que identifica las infraestructuras de tratamiento, almacenamiento y distribución del agua regenerada es el violeta (PANTONE 2577U ó RAL 4001). La obligación de señalización afecta también al usuario del agua regenerada que deberá identificar con violeta las infraestructuras de canalización, las tapas de arqueta, las bocas de riego, aspersores, valvulería y otros elementos del sistema de riego.

El público y los usuarios serán informados mediante carteles indicativos de que se está utilizando agua regenerada no potable para el uso correspondiente. Para ello se colocarán las señales en lugares fácilmente visibles en todos los casos, de conformidad a lo previsto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Tanto las canalizaciones como todos los elementos del sistema de riego deberán estar señalizados con la leyenda “AGUA REGENERADA NO POTABLE”.



Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2010. Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas. www.asersagua.es/publicaciones/2_13_APuig_ASERSA_1CONF_INTERN.pdf

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

7. Recomendaciones higiénico-sanitarias



Los trabajadores que operen con el agua regenerada y la instalación de riego deben disponer de los equipos de protección individual adecuados

Los usuarios de agua regenerada deben respetar una serie de normas que aseguren que se está realizando un uso adecuado de la misma con total garantía para la salud pública. Cualquier entidad o empresa que utilice aguas regeneradas está obligada a implantar un Plan de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) que deberá incluir, entre otros aspectos, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para realizar la acción de prevención de riesgo, en los términos que reglamentariamente se establezcan.

El usuario del agua regenerada debe velar para que se cumpla la normativa vigente en materia de seguridad y prevención de riesgos laborales en el lugar de uso. Los trabajadores que operen con el agua regenerada y la instalación de riego deberán estar instruidos en el adecuado manejo de este recurso, haciendo hincapié en las condiciones higiénicas a mantener, tanto durante la realización del servicio como a la finalización del mismo. Deben disponer de los equipos de protección individual adecuados (ropa, guantes, calzado, etc.), cambiarse la ropa de trabajo y lavarse antes de abandonar las zonas de utilización. No usar agua regenerada para lavar la ropa de protección, no comer ni beber en los cabezales de riego, evitar andar descalzos durante el riego, baldeo, limpieza, etc.

En zonas frecuentada por el público, los puntos de suministro de agua regenerada estarán dotados de dispositivos de cierre que eviten el libre acceso a la misma. La instalación deberá estar adecuadamente señalizada de modo que quede clara la prohibición de acceso al público y el uso de agua regenerada.



RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

8. Bibliografía

- Decreto 36/2008, de 5 de febrero, por el que se designan las zonas vulnerables y se establecen medidas contra la contaminación por nitratos de origen agrario. BOJA núm. 36, 20 de Febrero de 2008.
- Directiva Europea 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura. Diario Oficial nº L 375 de 31/12/1991 p. 0001 – 0008.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM) 2010. Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (ISBN: 978-84-491-0998-0).
- Orden de 18 de noviembre de 2008, por la que se aprueba el programa de actuación aplicable en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en Andalucía. BOJA núm.4, 8 de Enero de 2009.
- Real Decreto de Reutilización 1620/2007 de 7 de diciembre de 2007. BOE número 294 de 8/12/2007.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE nº 97, de 23 de Abril de 1997.
- Ley 31/1995. de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269, de 10 noviembre de 1995.

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS AGUAS REGENERADAS EN LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Edificio BLUNET. Avda. Isaac Newton nº 3 Planta 2^a
Parque Científico y Tecnológico Cartuja `93
41092 Sevilla (Sevilla) España
Teléfonos: 954 994 593 / 954 994 666 Fax: 954 994 664
e-mail: webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es
www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa



www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa



Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA

15/15

Este trabajo ha sido cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2007-2013