

APLICACION DE AGUAS RESIDUALES URBANAS AL RIEGO DE CITRICOS EN LA PLANA DE CASTELLON

Leonor LAPEÑA, Miguel CEREZO, Ignacio MORELL y Pilar GARCIA-AGUSTIN

*Departamento de Ciencias Experimentales. Universidad Jaime I. Campus Borriol.
Apartado 224. 12080 Castellón.*

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la posibilidad de utilización del agua residual depurada para el riego de cítricos.

*Se presentan los resultados preliminares obtenidos durante una campaña agrícola en dos parcelas cultivadas con *Citrus sinensis* L., una de ellas regada con agua residual depurada y la otra con agua de un pozo cercano.*

Después de cada riego, se extrajo solución del suelo mediante cápsulas de succión situadas a distintas profundidades y se analizaron algunos elementos químicos (NO_3^- , B, Cl⁻ y Na⁺).

En plantas regadas con agua residual depurada las concentraciones de Cl⁻, Na⁺ y B en las hojas, no alcanzaron niveles críticos a partir de los cuales aparecen los primeros síntomas de fitotoxicidad. Además, estas plantas muestran unas concentraciones de nitrógeno en hojas superiores a las de las regadas con agua de pozo. Esto se puede interpretar como una consecuencia del aporte de materia orgánica que lleva incorporada el agua residual depurada. Este resultado es de mucho interés, ya que es indicativo de que el riego con agua residual puede permitir una reducción del consumo de fertilizantes nitrogenados.

INTRODUCCION

La Comunidad Valenciana posee amplias zonas de agricultura intensiva, especialmente en las zonas litorales, donde predomina el cultivo de cítricos y en menor extensión el de hortalizas.

La gran demanda de agua que existe en estas áreas, y más concretamente en la Plana de Castellón, ha obligado a la explotación intensiva de los acuíferos. Esto ha provocado, en algunos casos la salinización de los mismos por intrusión del agua marina. En otros casos, la utilización excesiva de fertilizantes, herbicidas, pesticidas y el vertido incontrolado de residuos sólidos y líquidos al agua ha provocado una pérdida de su calidad.

La utilización del agua residual depurada para el riego de los cítricos se ha practicado con anterioridad en esta área, especialmente en periodos de elevada demanda, pero no se ha tenido ningún control sobre el efecto que puede provocar sobre el suelo, el acuífero y los propios árboles.

Diversos autores han utilizado el agua residual depurada para riego en distintas zonas y en diferentes cultivos (Sopper and Kards, 1973; Elliot and Stevenson, 1977; Basiouny, 1982; Kirkham 1986; Ramos y col 1989 ; Mujeriego y Sala, 1991; Montserrat 1993). Dichos autores encuentran que el

agua residual depurada no es nociva para los cultivos y su uso podría reducir el consumo de fertilizantes ya que suelen presentar elevados contenidos en algunos elementos minerales (Nielsen y col., 1989).

El objetivo de este trabajo es investigar la incidencia que tiene la utilización del agua residual depurada sobre el cultivo de los cítricos. Este trabajo forma parte de una investigación más amplia desarrollada en una parcela experimental en la que además se estudia la posible influencia que el lixiviado puede tener sobre el propio acuífero (Esteller et al. 1993a,b).

MATERIAL Y METODOS

La experiencia se llevó a cabo desde Mayo de 1992 hasta Junio de 1993, en un campo experimental que se encuentra situado en las proximidades de la estación depuradora de Castellón.

Se cultivaron 2 parcelas con *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. Una de ellas (D) se regó con agua residual procedente de dicha depuradora, mientras que en la otra (F) el riego se efectuó con agua procedente de un pozo cercano.

El espaciamiento entre los riegos fué de 21 días entre Marzo y Octubre, mientras que durante el resto de los meses dependía de la distribución e intensidad de las lluvias. El volumen de riego fue de 7000 m³/ha/año. Entre Marzo y Junio de 1993 se aplicaron a los cultivos 3 tipos de fertilizantes: 100 grs/árbol de nitrosulfato amónico (26% de N), 3 Kg/árbol de turba y 1.5 Kg/árbol de sulfato de hierro.

En cada una de las parcelas (D y F) se instalaron 4 cápsulas de succión de cerámica porosa, montadas en tubos de PVC de 7 cm de diámetro, a distintas profundidades (30, 60, 90 y 120 cm).

En el agua extraída de cada una de las cápsulas, se analizaron los iones nitrato, boro, cloruro y sodio como posibles causantes de la contaminación del acuífero.

El sodio del agua se analizó por espectrofotometría de absorción atómica siguiendo el método descrito en Standard Methods. El boro del agua se determinó espectrofotométricamente con azometina-H, basándose en el método descrito en Standard Methods. El nitrato del agua se determinó por espectrofotometría del UV visible (Standard Methods, 1987).

Durante los primeros quince días de Octubre se recogieron al menos 10 hojas de cada uno de los árboles. El peso seco se obtuvo después de colocar el material vegetal en una estufa de aire forzado durante 48h a 60-65 °C. Las concentraciones de sodio, calcio, magnesio, potasio y fósforo en hojas se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica (Chapman y Prat 1961). El boro de las hojas se analizó por espectrofotometría del UV-visible. El nitrógeno total se determinó por el método microkjeldahl (Bremner 1965). Por último, para la determinación del cloruro en hojas se siguió básicamente el método de Gillian (1971), valorándose la concentración de este ión mediante un analizador Corning-926.

RESULTADOS Y DISCUSION

La tabla 1 muestra las concentraciones de los distintos iones (NO_3^- , Cl^- , Na^+ y B) presentes en los dos tipos de agua utilizadas para el riego de los cítricos. Se observa que las concentraciones de NO_3^- encontradas en el agua residual depurada son menores que las encontradas en el agua de pozo durante el periodo estudiado. Por el contrario, se encuentran niveles más altos de Cl^- , Na^+ y B en el agua residual depurada que en el agua de pozo. Estos resultados coinciden con los encontrados por Monserrat (1993).

También se aprecia que existen diferencias significativas entre los dos tipos de agua en cuanto a la materia orgánica. En el agua residual depurada su concentración oscila entre 24.4 y 32.3 ppm desde Enero a Junio de 1993, mientras que en el agua de pozo estos valores se encuentran entre 5.68 y 3.22 ppm.

La tabla 2 muestra la distribución de la concentración del ión nitrato a distintas profundidades del suelo en ambas parcelas. En la regada con agua de pozo, la concentración del ión nitrato va disminuyendo progresivamente con la profundidad dentro de la zona no saturada. Sin embargo en la regada con agua residual la concentración de NO_3^- es máxima a la profundidad de 30 cm, a partir de la cual va disminuyendo. Este aumento de la concentración del NO_3^- en la capa superficial del suelo se podría explicar por el aporte de materia orgánica que lleva incorporada el agua residual.

La concentración de los iones Cl^- , Na^+ y B disminuyen progresivamente con la profundidad. Este descenso se podría explicar por el fuerte lavado que se produce como consecuencia del riego intensivo que se ha aplicado al cultivo.

En la tabla 3 se puede observar que las plantas que han sido regadas con agua residual muestran unas concentraciones de nitrógeno en hojas superiores a las de las regadas con agua de pozo. Estos resultados coinciden con los encontrados por Ramos y col., (1989) en cultivos de uva. Este efecto se podría explicar como una consecuencia del aporte de N procedente de la materia orgánica que lleva incorporada el agua residual. La mineralización de esta materia orgánica incrementa los niveles de NO_3^- en la zona radicular lo que favorece la absorción de este ión por la planta. Los resultados presentados en este trabajo muestran que el agua residual depurada constituye una fuente de nitrógeno para el cultivo de los cítricos y por tanto, mediante su uso, se podría reducir el consumo de fertilizantes nitrogenados. Sin embargo, otros autores (Nielsen y col., 1989) encuentran que el agua residual depurada alcanza valores de nitrógeno bajos, mientras que para el P y K ocurre lo contrario.

Las plantas que han sido regadas con agua residual, muestran niveles foliares de Cl^- inferiores a los niveles que podrían provocar efectos fitotóxicos en las mismas, cuando se comparan con los valores standar considerados como críticos (Embleton y col., 1973). Resultados similares se encuentran en las plantas regadas con agua de pozo (tabla 3).

Sin embargo, los niveles foliares de Na^+ y K^+ son menores en las plantas regadas con agua residual, mientras que los de Ca^{2+} son mayores. Este

hecho puede explicarse por los altos niveles de Ca^{2+} que se encuentran en el agua residual depurada (datos no presentados), que ejercen un efecto antagónico sobre la absorción de ambos cationes monovalentes (Cramer y col., 1987; Epstein 1961; Handley y col., 1965; LaHaye y Epstein 1969; Rains y Epstein, 1967).

El uso del agua residual supone un aporte adicional de nitrógeno, por la materia orgánica que ésta lleva incorporada, y por tanto, permite reducir el consumo de abonos nitrogenados.

	Septiembre 1992	Enero 1993		Junio 1993		
	ARD	AP	ARD	AP	ARD	AP
NO_3^-	3	43	10	30	10	23
Cl^-	312	51	182	51	-	-
Na^+	226	40	169	33	151	28
B	1.03	0.10	1.27	0.15	1.29	0.08
M. O.	-	-	24.4	5.68	32.3	3.22

Tabla 1. Contenido de los iones NO_3^- , Cl^- , Na^+ y B y de la M.O. en el agua residual depurada (ARD) y en el agua de pozo (AP). (concentración en ppm)

Ión	Parc	Septiembre 92					Enero 93					Junio 93				
		Profundidad (cm)					Profundidad (cm)					Profundidad (cm)				
NO_3^-	D	0	30	60	90	120	0	30	60	90	120	0	30	60	90	120
	F	3	321	209	130	136	10	47	102	17	31	10	116	-	224	86
Cl^-	D	43	140	64	99	75	30	33	39	24	-	23	137	-	176	-
	F	312	468	-	375	381	182	-	297	-	181	-	-	350	238	213
Na^+	D	51	101	63	76	69	51	51	51	51	-	94.7	-	-	70	-
	F	226	286	298	237	239	169	-	187	171	141	151	212	-	175	35
B	D	40	87	51	87	69	33	48	35	48	-	28	29.3	36	56	63
	F	1.03	1.40	1.26	1.29	1.24	1.27	-	0.76	0.91	0.82	1.29	-	-	-	1.33
	F	0.10	0.72	0.28	0.75	0.51	0.15	0.36	0.09	0.32	-	0.08	-	0.13	0.47	0.21

Tabla 2. Evolución de los iones NO_3^- , Cl^- , Na^+ y B (ppm), en las parcelas D y F, a distintas profundidades en la campaña agrícola.

Elementos	Unidades	Parcela D	Parcela F	Niveles óptimos
N	%	2.05	1.65	2.40-2.60
Cl^-	%	0.08	0.07	< 0.30
Na^+	%	0.06	0.10	< 0.16
Ca^{2+}	%	4.96	4.10	3.00-5.50
Mg^{2+}	%	0.18	0.18	0.26-0.60
K^+	%	1.37	2.06	0.70-1.09
P	%	0.17	0.21	0.12-0.16
B	mg/l	178.6	152.4	101.0-260.0

Tabla 3. Concentraciones foliares de los elementos minerales en árboles regados con agua residual (parcela D) y con agua de pozo (parcela F).

A pesar de todo esto los valores de concentración foliar, alcanzados en ambas parcelas por los elementos minerales Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y P , se encuentran dentro de los considerados óptimos para la nutrición de los cítricos (Embleton y col., 1973) (tabla 3).

En cuanto a la concentración foliar de boro, los resultados muestran que sus niveles están dentro del intervalo considerado como óptimo para este ión y por tanto no presentan riesgos de fitotoxicidad (tabla 3).

Los resultados indican que no han aparecido limitaciones para el riego de cítricos con agua residual depurada durante el periodo de la experiencia. Ninguno de los iones analizados en las plantas han alcanzado niveles tóxicos para las mismas.

BIBLIOGRAFIA

- APHA, AWWA y WPCF. (1980). Standard methods for the examination of water and wastewater. *Public. Edit. 15ed.* 1134pp.
- BASIOUNY, F. M. (1982). Wastewater irrigation of fruit trees. *Biocycle* 23 (2): 51-53.
- BREMNER, J.M. (1965). Total nitrogen. In : C.A. Black (Editor). *Methods of soil analysis Part 2. Academic Press. N.Y. Agronomy*, 9: 1149-1178.
- CHAPMAN, H.D. y PRATT, P.R. (1961). *Methods of analysis for soils. Plants and waters. University of California.*
- CLESCERI, L.S., GREENBERG, A. E., R, TRUSELL, I, (1989). Standard methods for the examination of water and wastewater.
- CRAMER, G. R., LYNCH, J., LAUHLI, A y EPSTEIN, E. (1987). Influx of Na^+ , K^+ , and Ca^{++} into roots of salt-stressed cotton seedlings. *Plant Physiology* 83:510-516.
- ELLIOT, L. F. y STEVENSON, F. J. (1977). *Soils for management of organic wates and wastewaters. Published by SSA., ASA, CSSA, Madison, Wis.* 650 pp.
- EMBLETON, T. W., WINSTON, W. J., LABANAUSKAS, C. H. K. y RENTHER. (1973). Leaf analysis a doagnostic tool and guide to fertilization. *Citrus industry. Chapter 6.* pp 183-210.
- EPSTEIN, E. (1961). The essential role of calcium in selective cation transport by plant cells. *Plant Physiology* 36:437-444.
- ESTELLER, M. V. y MORELL I. (1993a). Irrigation with treated wastewater and its effect on the Castellón Plain aquifer. *Int. Conf. Envir. Poll. Sitges.* 246-253.
- ESTELLER, M. V.; DURAN, A; MORELL, I; GARCIA-AGUSTIN P. y LAPEÑA L. (1993b). Experimental citrus irrigation with reclaimed wastewater on a Spanish coastal aquifer. *Int. Conf. Ground. Drought, Poll and Mang. (en prensa).*
- GILLIAM, J.W. (1971). Rapid measurement of chloride in plants materials. *Soil Sci Soc. Am. Proc.* 35: 512-513.
- HANDLEY, R., METWALLY, A. y DVERSTREET, R. (1965). Divalent cations and the permeability to Na of the root meristem of Zea mays. *Plant Soil* 22: 200-206.
- KIRKHAM., M. B. (1986). Problems of using wastewater on vegetable crops. *Hortscience*, 21: 24-27.
- LAHAYE, P. A. y EPSTEIN, E. (1969). Salt toleration by plants: Enhancement with calcium. *Science* 166: 395-396.
- MONSERRAT, X. (1991). Aplicación de aguas residuales en Sant Jordi (Mallorca). La zona no saturada y la contaminación de las aguas subterráneas C.I.E.H.A.M. *Barcelona*
- MUJERIEGO, R. y L. SALA (1991). Golf course irrigation with reclaimed wastewater *Water Sci. & Tech.* 24: 161-172.
- NEILSEN, G.M., STEVENSON, D. S. y FITZPATRICK, J.J. (1989). The effect of municipal wastewater irrigation and rate of N fertilization on petiole composition, yield and quality of Okanagan Riesling grapes. *Can. J. Plant. Sci.* 69: 1285-1294.

- RAINS, D. W. y EPSTEIN, E. (1967). Sodium absorption of cations by roots: role of the dual mechanisms of alkali cation transport. *Plant Physiol.* 42: 314-318.
- RAMOS, C., D. GOMEZ DE BARREDA, J. OLIVER, E. LORENZO y J.R. CASTELL (1989). Aguas residuales para riego: Un ejemplo de aplicación en uva de mesa. In E. Cabrera & A. Sahuquillo *El agua en la Comunidad Valenciana*: 167-184 Generalitat Valenciana.
- SOOPER, W. E. y KARDOS, L. T. (1973). Vegetation responses to irrigation with treated municipal wastewater. pages 271-294. in W. E. Sooper and sludge through forest and cropland. *Pennsylvania State University Press, University Park, Pa.*