



CITRICOS

Riego de árboles jóvenes de cítricos con agua residual urbana depurada

V. Reboll,
M. Cerezo,
L. Lapeña y
P. García-Agustín

DPTO. DE CIENCIAS EXPERIMENTALES
ÁREA DE BIOLOGÍA VEGETAL
UNIVERSIDAD JAUME I. CASTELLÓN



Parcela experimental situada en la depuradora de Castellón.

El objetivo de este trabajo ha sido investigar el efecto que tiene el agua residual urbana depurada sobre la nutrición, desarrollo, calidad del fruto y productividad en árboles jóvenes de cítricos. La experiencia se ha llevado a cabo durante las campañas 96, 97 y 98.

Para llevar a cabo los objetivos planteados, una parcela situada en la depuradora de Castellón y cultivada con árboles de cítricos, *Citrus sinensis*, de dos años de edad, se dividió en dos subparcelas: una se regó con agua residual urbana depurada (ARUD) y la otra con agua de pozo (AP).

Los resultados muestran diferencias significativas respecto a la composición de ambos tipos de agua, encontrándose en el agua residual urbana depurada valores superiores de P, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , Cl^- , K^+ y B.

Se ha comprobado, así mismo, que no existen diferencias significativas respecto a las características de los frutos (color, diámetro del tronco, corteza etc.), en todas las campañas y para ambos tipos de árboles. Durante la campaña 98 no se han encontrado diferencias significativas respecto a la productividad en ambos tipos de árboles.

También cabe destacar que los árboles regados con ARUD y AP muestran un desarrollo óptimo, no existiendo diferencias significativas en ambos tipos de árboles y en todas las campañas.

Por otra parte, los resultados mostraron que las concentraciones de N foliar eran óptimas para el desarrollo de los árboles regados con ARUD y AP. Respecto al resto de elementos estudiados se han encontrado niveles óptimos para el crecimiento de los árboles. Los niveles de Cl^- , Na^+ y B en árboles regados con ARUD están dentro de los rangos que se consideran que no son perjudiciales para el cultivo de los cítricos.

INTRODUCCIÓN

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 especialmente en la Plana de Castellón, ha obligado a una sobreexplotación de los acuíferos, lo que ha provocado la salinización de los mismos por intrusión del agua marina, lo que unido a 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.

Ante esta problemática se plantea la necesidad de un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos existentes en la zona, entre los cuales

cabe considerar los efluentes urbanos depurados.

Se han realizado estudios en los que se ha utilizado ARUD para el riego de diferentes árboles frutales, manzano (Basiouny, 1982; Neilsen et al., 1989 a,b,c, : 1991) y cítricos (Kale y Bal, 1987; Omram et al., 1998; Zekri y Koo, 1989, 1993, 1994; Lapeña et al., 1994; 1995; 1996; Maurer et al., 1995; Parsons y Wheaton., 1996). Sin embargo existe poca información sobre la influencia que puede tener el ARUD sobre la calidad del fruto y la productividad. En este sentido, Zekri y Koo (1994) y Maurer et al., (1995) han mostrado una mejor calidad del fruto y una mayor producción en Citrus.

Los diferentes elementos presentes en el ARUD y que no difieren de los que se pueden encontrar en cualquier tipo de agua, pueden influir sobre la calidad de los frutos de cítricos.

El **nitrógeno** (N) es uno de los elementos que tiene una gran influencia sobre la productividad. Se ha demostrado que cuando aumenta la concentración de N en hojas aumenta la productividad, sin embargo valores superiores a 2,8 % de nitrógeno empeoran la calidad del fruto y la productividad empieza a disminuir (Legaz y col., 1995).

La **salinidad**, concretamente los iones Cl^- y Na^+ , puede disminuir la producción y generar frutos pequeños de corteza fina (Chapman, 1968).

Respecto al efecto del **boro** (B) sobre el fruto, este no ve alterados sus parámetros, a menos que un exceso de B produzca una defoliación lo que podría afectar gravemente a la cosecha.

El exceso de **potasio** (K) influye fundamentalmente sobre la calidad del fruto que empeora considerablemente. Incluso las concentraciones excesivas de este elemento pueden dificultar la absorción de otros cationes como el magnesio o el calcio cuando éstos se encuentran con bajo contenido en el suelo (Legaz y col., 1995). Asimismo la deficiencia de K produce frutos pequeños y con la corteza delgada y suave.

Respecto al **fósforo** (P) cuando existe deficiencia en los frutos, se manifiesta por una disminución de la firmeza de los mismos. Los frutos tienden a alcanzar un tamaño mayor, con corteza gruesa y basta. Un exceso puede dificultar la absorción de otros iones (Legaz y col., 1995).

El principal objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto del agua residual urbana, procedente de la depuradora de Castellón, sobre la nutrición, desarrollo, calidad del fruto y productividad en árboles jóvenes de cítricos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia se ha realizado durante las campañas 1996, 1997 y 1998. Para llevar a cabo los objetivos planteados, una parcela situada en la depuradora de Castellón y cultivada con árboles de cítricos, *Citrus sinensis* L.Osbeck, de dos años de edad, se dividió en dos subparcelas: una de las subparcelas se regó con agua residual urbana depurada (ARUD) y la otra con agua de pozo (AP). (ver fotos).

El riego se realizó por inundación siendo el volumen de riego de 7000 m^3 /Ha/año, y la frecuencia de riego aplicada fue cada 21 días entre marzo y octubre, mientras que el resto de los meses dependió del régimen de lluvias caídas y su intensidad.

La toma de muestra del agua de riego se realizó en el momento del riego, en botellas de polietileno. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio donde fueron conservadas a 4°C y posteriormente se procedió a realizar las determinaciones analíticas correspondientes.

En ambas parcelas se tomaron muestras del material vegetal en la primera quincena del mes de Octubre. Se recogieron al menos 30 hojas

de la brotación de primavera de cada uno de los árboles. Posteriormente el material vegetal, se lavó con agua destilada, se secó y se introdujo en estufa de aire forzado a 60-65°C durante 48 horas. Una vez seco el material vegetal se trituró quedando preparado para su posterior análisis.

En el mes de diciembre se recogieron al menos 25 frutos de cada uno de los árboles y se analizaron los diferentes parámetros que definen la calidad del fruto.

TÉCNICAS ANALÍTICAS

El fósforo se analizó por espectrofotometría UV-visible. El cloruro y el nitrato se analizó por colorimetría con un autoanalizador de flujo segmentado (Perstorp analytical 509) (Patton, 1982). Los cationes se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica, y la medida del pH se realizó directamente con un pH-metro. El boro se analizó siguiendo el método de López y col., (1993). La materia orgánica se analizó siguiendo el método de Rocher (1981). El nitrógeno total se determinó por el método micro kjeldahl (Bremner, 1965a). Los parámetros que definen la calidad del fruto se analizaron siguiendo el método des-

TABLA 1. FERTILIZANTES (GR/ÁRBOL) APLICADOS DURANTE LA EXPERIENCIA

	1996	1997	1998
MARZO			
Sulfato de Amonio	48	81	81
Fosfato Biamónico	-	72	72
Sulfato Potásico	-	43	43
MAYO			
Sulfato Amónico	48	143	143
JULIO			
Nitrato Amónico	30	90	90
Sulfato Potásico	-	43	43
AGOSTO			
Nitrato Amónico	30	90	90

crito por González-Sicilia (1951). Para estimar el desarrollo y crecimiento de los árboles se midió la altura, el diámetro del tronco y de la copa. El análisis estadístico se ha realizado con el programa STATGRAPHICS 7.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

■ Elementos minerales incorporados por el agua de riego.

Se observan claras diferencias en la composición de los dos tipos de agua de riego (agua de pozo y agua residual urbana depurada) (Tabla 2). En el agua residual urbana depurada se encuentran valores superiores de P, Na⁺, Cl⁻, K⁺ y B en todas las campañas. Sin embargo, los niveles de nitrato, NO₃⁻, encontrados en el agua de pozo son superiores a los del agua residual urbana depurada. Probablemente ello sea debido a que en esta zona los acuíferos están contaminados por NO₃⁻ como consecuencia del uso excesivo de fertilizantes nitrogenados.



Parcela experimental situada en la depuradora de Castellón.

En la tabla 3, se puede observar que los árboles que han sido regados con agua residual urbana depurada en todas las campañas, muestran concentraciones de N foliar óptimas para el desarrollo de la planta. Diversos autores han encontrado que el agua residual urbana depurada constituye una fuente importante de nitrógeno para el cultivo de los cítricos (Zekri y Koo,

1989, 1994; Parsons y Wheaton, 1996). Estos resultados son similares a los encontrados en este estudio. Se ha comprobado que el agua residual urbana depurada lleva incorporada una elevada concentración de materia orgánica cuya mineralización podría incrementar los niveles de nitrato en la zona radicular favoreciendo la absorción de este ion por la planta.

TABLA 2. ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA RESIDUAL URBANA DEPURADA Y AGUA DE POZO.
n=8 (1996 y 1997); n=10 (1998)

ppm	1996			1997			1998		
	ARUD	AP		ARUD	AP		ARUD	AP	
NO ₃ ⁻	18.7±0.7	115.1±15.2	*	13.8±2.7	91.2±8.3	*	17.2±1.7	49.3±30.5	*
Cl ⁻	259.5±3.5	74.5±1.8	*	282.1±43.5	54.8±8.2	*	299.3±23.3	58.1±10.5	*
B	0.9±0.1	0.2±0.02	*	1.3±0.2	0.07±0.03	*	0.8±0.06	0.2±0.03	*
P	8.4±1.8	0.6±0.01	*	7.3±1.2	5.7±0.3	*	7.7±1.2	4.8±2.1	*
Na ⁺	81.1±5.7	48.1±2.5	*	211.6±26.3	36.7±4.2	*	110.3±9.9	19.8±3.3	*
K ⁺	9.9±2.2	1.5±0.1	*	16.3±1.9	1.7±0.1	*	10.3±0.9	1.1±0.2	*
Ca ²⁺	45.0±4.7	53.9±5.7	*	138.8±4.8	116.9±1.6	*	79.2±6.5	67.1±8.9	*
Mg ²⁺	19.2±2.1	15.6±3.0	*	40.3±2.4	29.9±0.8	*	23.0±1.9	16.8±1.7	*
pH	7.7±0.2	7.6±0.1	NS	8.2±0.1	8.0±0.3	NS	7.5±0.4	7.5±0.3	NS
MO	40.3±2.4	10.9±2.2	*	41.6±2.4	11.6±2.2	*	42.5±0.5	11.1±0.3	*

NS diferencias no significativas ; * diferencias significativas p<0.05
ARUD – Agua residual urbana depurada; AP – Agua de pozo

TABLA 3. ANÁLISIS FOLIAR DE LOS ÁRBOLES JÓVENES DE CÍTRICOS N=10

	1996			1997			1998		
	ARUD	AP		ARUD	AP		ARUD	AP	
N %	2.6±0.4	2.6±0.3	NS	3.1±0.5	3.2±0.2	NS	2.3±0.6	2.6±0.4	NS
Cl⁻ %	0.7±0.2	0.5±0.08	*	0.4±0.07	0.3±0.07	*	0.4±0.08	0.2±0.03	NS
B ppm	158.1±14.2	52.2±8.8	*	154.8±12.7	53.7±5.7	*	155.2±2.7	54.5±1.8	*
P %	0.16±0.01	0.2±0.02	NS	0.2±0.02	0.2±0.01	NS	0.2±0.01	0.2±0.01	NS
Na⁺ %	0.03±0.01	0.03±0.01	NS	0.02±0.01	0.01±0.01	NS	0.03±0.00	0.04±0.00	NS
K⁺ %	1.2±0.1	1.4±0.3	NS	1.3±0.2	1.2±0.3	NS	1.2±0.3	1.5±0.5	NS
Ca²⁺ %	4.4±0.4	4.3±0.4	NS	4.4±0.5	4.8±0.8	NS	6.0±0.1	4.7±0.6	NS
Mg²⁺ %	0.3±0.04	0.3±0.04	NS	0.3±0.06	0.3±0.07	NS	0.4±0.1	0.4±0.3	NS

NS diferencias no significativas; * diferencias significativas p<0.05
ARUD Agua residual urbana depurada; AP Agua de pozo

Cuando se comparan los valores de N foliar de los árboles regados con agua residual urbana depurada y agua de pozo en todas las campañas, no se encuentran diferencias significativas. Estos valores de N foliar están dentro del rango considerado como óptimo para el desarrollo de los cítricos (2.5-2.8 %) (Legaz et al., 1995) (Tabla 3).

Por otro lado, los cítricos son considerados como un cultivo sensible a la salinidad (Maas y Hoffman, 1977), pudiendo causar una reducción del desarrollo vegetativo y disminuyendo las relaciones de intercambio de CO₂ y O₂ (Walker y col., 1982). En este sentido se ha encontrado que los niveles foliares de Cl⁻ son inferiores en árboles regados con AP que con ARUD (Tabla 3). Se observa que la concentración de Cl⁻ en el ARUD en todas las campañas es superior a la

del AP (Tabla 2), sin embargo los niveles foliares de Cl⁻ en las plantas regadas con ARUD no superan el valor considerado como fitotóxico para el cultivo (0.7% respecto el peso seco de la planta) (Embleton y col., 1973) (Tabla 2).

Los niveles foliares de sodio a partir de los cuales se consideran fitotóxicos están próximos al 0.25% respecto al peso seco de la planta (Embleton y col., 1973). Se puede observar que en ambos tipos de árboles (regados con ARUD y AP y en todas las campañas) los valores de Na⁺ están muy lejos de los que podrían causar riesgo al cultivo (Tabla 3).

Las concentraciones foliares de K⁺ encontrados en árboles regados con AP y ARUD en todas las campañas alcanzan valores similares y son óptimos para la nutrición de las plantas

(Tabla 3). Diversos autores mostraron una acumulación de K⁺ en hojas de árboles de manzano (Neilsen y col., 1989b) y cerezo (Neilsen y col., 1991).

Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en los contenidos foliares de P en ambos tipos de árboles (regados con ARUD y AP) (Tabla 3), aún aportando una mayor cantidad el ARUD en todas las campañas (Tabla 2). Ello se podría explicar porque la cantidad de P aportada por el agua debe ser mínima respecto a la que contiene el suelo o ha sido aportado por los fertilizantes.

No hay diferencias significativas de los niveles foliares de calcio y magnesio en ambos tipos de árboles (regados con ARUD y AP y en todas las campañas) (Tabla 3). Estos valores están dentro del rango considera-

TABLA 4. CRECIMIENTO DE ÁRBOLES JÓVENES DE CÍTRICOS. N=10

cm	1996			1997			1998		
	ARUD	AP		ARUD	AP		ARUD	AP	
altura	64.6±5.5	68.6±9.7	NS	99.6±20.0	95.3±24.3	NS	119.7±25.2	121.6±25.6	NS
diámetro del tronco	1.7±0.4	1.6±0.5	NS	2.7±0.5	2.3±0.8	NS	3.7±0.5	3.3±0.7	NS
diámetro de la copa	92.7±13.3	87.8±23.7	NS	212.7±48.4	180.4±106.7	NS	278.7±48.4	244.5±102.5	NS

NS diferencias no significativas; * diferencias significativas p<0.05
ARUD Agua residual urbana depurada; AP Agua de pozo



do óptimo para la nutrición de los cítricos establecido por (Embleton y col., 1973), siendo de 3-5% para el calcio respecto el peso seco de la planta y 0.26-0.6% para el magnesio. En este sentido se ha encontrado en uva, que el contenido foliar de calcio y magnesio aumenta cuando se utiliza ARUD para riego (Nielsen y col., 1989b), sin embargo en cerezo el contenido foliar de calcio y magnesio desciende durante la experiencia (Nielsen y col., 1991). Los resultados

muestran que el ARUD podría ser una fuente de calcio y magnesio suficiente en algunos cultivos y en otros se necesitaría adicionar estos elementos minerales o nutrientes al abonado, con objeto de poder conseguir un buen estado nutricional de las plantas.

Diversos estudios han mostrado que un exceso de B en el ARUD puede ocasionar riesgo al cultivo de cítricos (Chapman; 1968). Trabajos recientes han mostrado que el B, en cítricos, reduce el crecimiento, la

productividad, causa defoliación y amarilleamiento de la hojas, cuando se emplea agua de riego que contiene un elevado contenido de B (Aucejo y col., 1997).

En los árboles regados con ARUD en todas las campañas, se ha observado que los niveles foliares de B no son superiores a 260ppm, valor crítico a partir del cual se pueden encontrar riesgos de fitotoxicidad para el cultivo de cítricos (Embleton y col. 1973) (Tabla 3). El pH del suelo y del agua en las tres campañas están próximos a 7.8 y 8.3 respectivamente. Probablemente este pH, alcalino, del agua y del suelo han dificultado la absorción del boro por las raíces de las plantas.

CONCLUSIONES

De los resultados encontrados podemos concluir que el uso del ARUD para riego podría suponer un aporte adicional de nitrógeno pudiéndose reducir el uso de fertilizantes nitrogenados. Los niveles foliares de sodio, cloruro y boro encontrados en los árboles regados con ARUD durante la

TABLA 5. CALIDAD DEL FRUTO DE ÁRBOLES JÓVENES DE CÍTRICOS. N=10

	1996			1997			1998		
	ARUD	AP		ARUD	AP		ARUD	AP	
Índice Color	18.3±1.8	15.6±0.5	NS	20.5±1.1	19.6±0.9	NS	16.2±1.0	15.6±1.7	NS
Diámetro mm	73.8±1.5	76.7±1.4	NS	75.8±1.6	79.3±3.0	NS	75.7±7.4	78.4±6.2	NS
Peso Medio gr	227.0±23.1	232.7±16.2	NS	216.3±12.8	248.9±37.4	NS	213.0±69.0	233.7±58.9	NS
Sólidos Solubles %	11.9±1.1	11.4±0.5	NS	12.3±0.6	12.9±0.9	NS	16.4±1.0	15.2±2.0	NS
Acidez gr/L	13.4±1.9	15.3±1.7	NS	13.1±0.9	12.5±1.2	NS	8.4±0.4	8.1±0.5	NS
Índice Madurez	8.6±0.6	7.5±0.5	NS	10.2±0.4	10.5±0.7	NS	12.5±0.4	12.3±1.00	NS
Corteza mm	4.5±0.6	4.7±0.5	NS	4.5± 0.3	4.7± 0.2	NS	4.6±0.9	4.7±0.4	NS
Corteza %	44.67 0.5	45.29±0.4	NS	40.8±0.7	41.3±0.4	NS	39.2±1.4	39.0±1.6	NS
Pulpa %	5.03±1.1	6.14±0.5	NS	5.7±0.2	6.7±1.1	NS	6.6±1.1	6.1±0.3	NS
% Zumo	49.5±2.6	47.3±2.5	NS	53.5±2.6	49.3±4.6	NS	51.8±1.1	53.4±2.2	NS

NS diferencias no significativas; * diferencias significativas $p < 0.05$
ARUD Agua residual urbana depurada; AP Agua de pozo

experiencia no son tóxicos para el crecimiento de los cítricos. Por último, los elementos minerales calcio, magnesio, potasio, y fósforo se encuentran dentro de los considerados óptimos para la nutrición de los cítricos. Estos resultados muestran que la utilización del ARUD para riego de cítricos no causa daño a este tipo de cultivo siempre que se realicen análisis del agua de riego y el análisis foliar de los árboles.

Cuando se comparan árboles regados con ARUD y AP en todas las campañas, se observa que no hay diferencias significativas ni en altura, ni en el diámetro del tronco ni de la copa (Tabla 4). De estos resultados se puede concluir que el ARUD no tiene ningún efecto negativo sobre el desarrollo de los árboles jóvenes de cítricos. Estos resultados están en concordancia con los encontrados por otros autores en cítricos (Zekri y Koo, 1994).

Cuando se compara entre los árboles regados con ARUD y AP, en todas las campañas, se observa que no mues-



Vista de la estación depuradora de Castellón

tran diferencias significativas en ninguno de los parámetros que definen la calidad de los frutos (Tabla 5).

No habiéndose observado ningún efecto negativo sobre la calidad de los frutos, productividad, crecimiento y nutrición de los árboles de cítricos, se puede concluir que no se encuentran limitaciones respecto al uso del agua residual urbana depurada, procedente de la depuradora de Castellón, para el cultivo de cítricos.

La productividad durante la campaña 98 fue de 40 frutos por árbol en la par-

cela regada con agua residual urbana depurada y 42 frutos por árbol en la parcela regada con agua de pozo, no existiendo por tanto diferencias significativas entre ellos.

Este trabajo ha sido financiado por la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación y por la Fundació Caixà Castelló-BanCaja 1997. Los autores agradecen a la empresa Facsa las facilidades dadas para utilizar las parcelas experimentales. Asimismo agradecemos la colaboración del IVIA.

BIBLIOGRAFIA

Aucejo, A.; Ferrer J.; Gabaldón C.; Marzal P.; Seco A. (1997).- "Toxicity in citrus plantations in Villareal, Spain". Water, Air and Soil Pollution. 94:349-360.

Basiouny F.M. (1984).- "The use of municipal treated effluent for peach tree irrigation". Proc. Fla. State Hort. Soc, 97:345-347.

Bremner J M 1965 Total nitrogen. Methods of soil analysis, Part 2. An.Soc.Agron.Madison WI, 1149-1178.

Chapman H.D.,(1968). The mineral nutrition of Citrus, in: W. Reuther, L.D. Batchelor, H.J. Webber (Eds), The Citrus industry, II,pp 127-274.

Embleton T.W.; Jones W.W.; Labanauskas C.K.; Reuther W. (1973).- "Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization". Citrus Ind., 3:183-210.

González-Sicilia, E. (1951) Características de los frutos de algunas variedades de cítricos. Bol. Inst. Nac. Investig. Agron. 24: 135-209.

Kale C.K.; Bal A.S. (1987).- "Reuse of stabilization pond effluent for Citrus reticulata (orange), Forest and road verge plants". Water Sci. Technol., 19 (12): 307-315.

Lapeña L.; Cerezo M.; Morell I.; García-Agustín P. (1994).- "Aplicación de aguas residuales urbanas al riego de cítricos en la plana de Castellón". Investigación en zona no saturada pp: 99-104. Ed. I.Morell.

Lapeña L.; Cerezo M.; García-Agustín P. (1995).- "Possible reuse of treated municipal wastewater for citrus sp. plant irrigation". Bull. Environ. Contam. Toxicol. 55:697-703.

Lapeña L.; Cerezo M.; Morell I.; García-Agustín P. (1996).- "Wastewater irrigation of Citrus trees". Proc. Int. Soc. Citriculture. Vol. 2 pp 808-812

Legaz, F.; Serna, M. D.; Ferrer, P.; Cebolla, V.; Primo-Millo, E. (1995). Análisis de hojas, suelos y aguas para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos. Procedimiento de toma de muestras. Generalitat Valenciana. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Depósito Legal: V-741-1995. Págs. 3-27.

López F G, Gimenez E and Hernandez F 1993 Analytical study on the determination of boron in environmental water samples. Fresenius J Anal Chem 346, 984-987.

Maas E.V.; Hoffman G.J. (1977).- "Crop salt tolerance-current assessment". J. Irrig. Drain, 103:115-134.

Maurer M.; Frederick A.; Davies S.; Graetz D. A. (1995).- "Reclaimed wastewater irrigation and fertilization of mature "Redblush" grapefruit trees on spodosols in Florida". J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(3):393-402.

Neilsen G.M.; Stevenson D.S.; Fitzpatrick J.J. (1989a).- "The effect of municipal wastewater irrigation and rate of Nitrogen fertilization on petiole composition, yield and quality on Okanagan Riesling grapes". Can. J. Plant Sci. 69:1285-1294.

Neilsen, G.M.; Stevenson D.S.; Fitzpatrick J.J.; Brownlee C.H. (1989b).- "Yield and plant nutrient content of vegetables trickle-irrigated with municipal wastewater". Hortscience 24(2):249-252.

Neilsen, G.M.; Stevenson D.S.; Fitzpatrick J.J.; Brownlee C.H. (1989c).- "Nutrition and yield of

young apple trees irrigated with municipal wastewater". J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114:377-383.

Neilsen, G.M.; Stevenson D.S.; Fitzpatrick J.J.; Brownlee C.H. (1991).- "Soil and sweet cherry response to irrigation with wastewater". Can. J. Sci. Soil Soc. 71:31

Omran M.S.; Waly T.M.; Abd Elnaim E.M.; El Nashed B.M.B (1988).- "Effect of sewage irrigation on yield three components and heavy metals accumulation in Navel orange trees" Biol. Wastes 23:17-24.

Parsons L.R.; Wheaton T.A. (1996).- "Florida citrus irrigation with municipal reclaimed water". Proc. Int. Soc. Citriculture. Vol. 2: 692-695.

Patton C J 1982 Doctoral Dissertation, Michigan State University. 87-121.

Rocher J 1981 In Análisis de las aguas. Ed Omega Barcelona

Walker RR, Törökfalvy E and Downton W J S 1982 Photosynthetic responses of the citrus varieties rangpur lime and etrog citron to salt treatment. Australian Journal of Plant Physiology. 9, 783-790.

Zekri M.; Koo R.C.J. (1989).- "Citrus irrigation with reclaimed municipal wastewater". Proc. Flo. Sta. Hort. Soc. 102:52-56.

Zekri M.;Koo R.C.J. (1993).- "A reclaimed water citrus irrigation project." Proc. Fla. State Hort. Soc. 106: 30-35.

Zekri M.; Koo R.C.J. (1994).- "Treated municipal wastewater for citrus irrigation". Journal of plant nutrition, 17(5):693-708.