

UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUAL URBANA NA REGA DO *CHRYSANTEMUM HORTORUM* L.

Delgado-Sousa, F.
Horta-Monteiro, M.C.

Escola Superior Agrária de Castelo Branco
Quinta da Senhora de Mércules
6000 Castelo Branco-Portugal

Resumo

Com o objectivo de avaliar a possibilidade de utilização na rega de águas residuais depuradas (AR), realizou-se um primeiro ensaio, em estufa, com a cultura do crisântemo (*Chrysanthemum hortorum* L.) para flor de corte.

O delineamento experimental constou de quatro modalidades quanto ao tipo de rega: I- água residual resultante de tratamento secundário (AR); II- água residual desinfectada com hipoclorito de sódio (ARD); III- água da rede (A) e IV- água da rede desinfectada com hipoclorito de sódio (AD).

Cada modalidade foi efectuada com três repetições. Na preparação do solo foi incorporado estrume de bovino em todas as modalidades e, a rega foi controlada através de um medidor de bouyoucos, até o solo atingir 80% da capacidade de campo.

Durante e após o ensaio foram avaliados vários parâmetros relativos à qualidade da produção, bem como algumas características químicas do solo.

Como aspecto mais relevante, salienta-se o facto das plantas regadas com ARD, apresentarem uma altura manifestamente inferior à das plantas das outras modalidades, nomeadamente às regadas com A. A rega com A.R. mostrou ser neste primeiro ano de ensaio uma opção possível na rega desta cultura pois conduziu à obtenção de plantas de igual categoria comercial às regadas com água da rede.

Palavras chave: água residual depurada; cloragem; rega; *Chrysanthemum hortorum* L; fertilidade do solo; poluição.

2. Abstract

Irrigation of *Chrysanthemum hortorum* L. with urban wastewater

The aim of the present work was to evaluate the importance of urban wastewater use with and without chlorination. An experiment with cut-flower chrysanthemums in a greenhouse was conducted.

Four water treatments with three replications were made: I - wastewater (AR); II - wastewater with chlorination (ARD); III - tapwater (A); IV - tapwater with chlorination (AD).

Cow manure was incorporated in the soil in all the treatments. The irrigation control was made up to 80% of field capacity.

During the experiment some aspects of cut-flower quality production and some chemical soil characteristics were evaluated.

The plants irrigated with chlorinated wastewater (ARD) grew less than the plants irrigated with the other treatments.

Keywords: wastewater; chlorination; irrigation; *Chrysanthemum hortorum* L.; soil fertility; pollution.

3. Introdução

Em Portugal Continental um dos factores que limitam a produção agrícola é, sem dúvida, a escassez de água na época mais quente do ano.

Na região da Beira Interior, e durante a época estival o problema não só da escassez de água é importante, como também o da pressão da mesma (dado os baixos volumes existentes) o que condiciona a periodicidade e o tipo de rega efectuada, principalmente em culturas em estufa. Nestas condições, admite-se que o uso de águas residuais urbanas (A.R.) possa ter interesse como alternativa ao uso de água de outras origens no âmbito da horticultura ornamental. No entanto, para que as A.R. urbanas possam ser correctamente utilizadas na rega, é necessário que as mesmas sofram tratamento adequado, com o objectivo de lhes conferir características físico-químicas e microbiológicas apropriadas, tendo em atenção o ambiente específico das estufas.

Dentro das culturas ornamentais de flor de corte de interesse para a região, o crisântemo (*Chrysanthemum hortorum* L.) assume particular importância no Outono, por altura do dia de finados (2 de Novembro), tendo então um elevado valor comercial.

É uma cultura efectuada tradicionalmente em estufa. Segundo a bibliografia não é muito exigente em fertilização, efectuando-se por este motivo apenas uma estrumação antes da sua instalação. É ainda referida como uma espécie tolerante à salinidade. Admite-se desta forma, que a rega com A.R. possa ser uma fonte de água alternativa, e ainda possa fornecer alguns dos seus nutrientes à planta. Como referem Neilsen *et al.* (1989) a rega com A.R. urbana pode ser considerada como uma contínua fertirrigação com uma concentração diluída de nutrientes.

Com o objectivo de avaliar a influência que a rega com A.R. possa ter na qualidade da produção de flor cortada de crisântemo, efectuou-se um ensaio em estufa, comparando o efeito da A.R. e A.R. desinfectada com hipoclorito de sódio (ARD), com água da rede (A) e água da rede desinfectada com hipoclorito de sódio (AD).

4. Material e métodos

Material utilizado

Foi efectuado um ensaio em estufa com a cv. Snowdown de *Chrysanthemum hortorum* L.. A cultivar utilizada produz flores grandes e arredondadas de cor branca e as plantas instaladas foram obtidas por propagação vegetativa, por meio de estacas caulinares terminais, com 7 a 10 cm de comprimento, desinfectadas com benomil e sujeitas a um tratamento hormonal à base de ácido indolacético. Seguidamente, foram colocadas em tabuleiros com turfa tipo spagnum e perlite (2:1, v/v), tendo sido enraizadas em bancada aquecida (22°C) durante 20 dias.

O solo da estufa apresenta uma textura franco-arenosa, teor médio em matéria orgânica (M.O.), pouco ácido e com teores muito altos de fósforo e potássio “assimiláveis”.

A água utilizada na rega foi água residual de origem urbana, sujeita a um tratamento de nível secundário na Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de Castelo Branco, para as modalidades que o exigiam, tendo-se utilizado água da rede nas restantes modalidades. Dado que a A.R. apresentava níveis de contaminação microbiológica elevados (Quadro 1), procedeu-se a uma cloragem com a finalidade de melhorar este parâmetro. A desinfecção da água de rega (quer da água residual quer da água da rede), foi efectuada com hipoclorito de sódio em solução (com 7% de cloro activo). Laboratorialmente determinámos pelo método de DPD (Standard Methods, 1980) a quantidade de hipoclorito de sódio a adicionar quer à A.R. quer à água da rede para obtermos após 30mn de tempo de contacto um valor de cloro residual livre de 3mg.L^{-1} .

A dose de hipoclorito de sódio assim calculada foi adicionada à água, e esta armazenada em "jerricans" de 50L, colocados em local escuro e fresco, de onde era retirada a água necessária à rega. A operação de cloragem era repetida sempre que houvesse nova colheita de A.R. Efectuámos uma análise microbiológica à A.R. e A.R.D. Pudemos verificar que a cloragem com esta dose de cloro livre residual foi suficiente para, nos parâmetros microbiológicos avaliados, colocar a A.R. com um nível de desinfecção suficiente para rega de culturas por aspersão sem restrição (Quadro 1).

Quadro 1 - Resultados das análises microbiológicas da água residual utilizada no ensaio

Amostra	coliformes	coliformes	<i>streptococcus</i>	sulfitorreductores	mesófilos (n.º mic.ml ⁻¹)	
	totais	fecais	fecais		37°C	20°C
	(NMP.100ml ⁻¹)	(NMP.100ml ⁻¹)	(NMP.100ml ⁻¹)			
AR	>1800	>1800	>1800	pos. 20cc	$1,9 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$
ARD	neg	neg	neg	neg	$2,3 \times 10^2$	$3,9 \times 10^2$

Como atrás referimos, foram efectuadas várias colheitas de A.R. ao longo do ensaio, apresentando-se os resultados analíticos no quadro 2.

Quadro 2 - Resultados analíticos da água residual, utilizada no ensaio

Parâmetro	12-07-1996	17-07-96	29-07-96	02-08-96	09-08-96	19-08-96	26-08-96	06-09-96	27-09-96
ST (g.L ⁻¹)	0.59	0.4	0.51	0.58	0.46	0.57	0.61	0.52	0.62
SVT (g.L ⁻¹)	0.15	0.11	0.13	0.26	0.12	0.15	0.19	0.1	0.11
SST (g.L ⁻¹)	0.05	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04
CQO*	235	75	275	200	50	140	65	130	205
CBOS*	12.05	vest.	15	10.05	vest.	7.5	vest.	7.1	12.2
C.E. mS.cm ⁻¹	1.323	0.83	1.081	1.157	0.988	1.46	1.35	1.22	1.55
pH	7.8	7.8	7.7	7.8	7.9	7.7	7.6	7.4	7.6
Cloretos*	289.45	290.35	295.8	267.85	246.45	101.5	102.35	94.85	103.5
Sulfatos*	41.2	44.8	28.4	29.4	34	38	38.4	36.24	44.4
Bicarb. (meq.L ⁻¹)	4.5	4.5	5.9	4.6	5.3	5.4	5.1	4.7	9.7
Azoto Orgânico* (N)	0.84	1.12	0.84	1.12	0.56	1.12	0.84	0.56	3.56
Azoto Amoniacal* (N)	45.92	15.4	35.56	32.2	19.6	24.08	7.84	15.2	36.4
Nitratos+Nitritos* (N)	1.12	1.4	0.84	0.84	1.4	1.4	1.12	1.12	1.12
P total* (P)	0.2	0.19	0.19	0.18	0.19	0.21	0.19	0.2	0.19
K*	11.5	10.5	16.5	16	12.5	21.5	19.5	25.5	17.5
Ca*	25.39	31.42	86.25	35.90	78.76	95.31	34.83	105.61	39.69
Na*	130	90	110	110	120	120	130	100	140
Mg*	3.77	3.8	5.66	3.86	5.35	6.53	3.41	5.46	4.83
Fe*	vest.	vest.	0.55	vest.	vest.	0.5	vest.	0.5	vest.
Cu*	vest.	vest.	0.65	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.
Zn*	vest.	0.12	3.53	vest.	3.14	4.57	0.21	5.62	0.14

* valores expressos em mg L⁻¹

Na avaliação da qualidade da A.R. utilizada na rega deste ensaio, salienta-se que é uma água que apresenta quanto à salinidade e à permeabilidade (avaliada através do valor da razão de adsorção de sódio e da condutividade eléctrica) um grau de restrição ligeiro a moderado; em relação à toxicidade devida a um dado ião e no que respeita ao sódio para rega de superfície apresenta também um grau de restrição ligeiro a moderado. O teor em nitratos e nitritos apresenta-se baixo bem como o teor nos micronutrientes determinados. Em relação à avaliação microbiológica é uma água que tem um nível de contaminação elevado (Ayers e Westcot, 1988 ; Decreto-Lei 74/90).

Métodos

Os métodos analíticos utilizados na análise de terra foram os seguintes: o pH foi determinado pelo eléctrodo de vidro, numa suspensão de terra em água de 1:2.5 (p/v), a condutividade eléctrica (C.E.) através de um condutivímetro numa suspensão de terra em água de 1:5 (p/v), o fósforo e o potássio “assimiláveis” foram extraídos pelo método de Egner- Riehm e doseados colorimetricamente e por fotometria de chama respectivamente e a matéria orgânica (M.O.) foi determinada pelo método de Walkley-Black. A água foi analisada conforme descrito em Standard Methods (1980).

Instalação do ensaio

A plantação foi efectuada de raiz protegida, com um compasso de 17x20cm. Para a tutoragem foi utilizado um sistema de redes (4 redes) com malha de 17x20cm, colocadas horizontalmente. Na instalação do ensaio, procedeu-se primeiro a uma estrumação, com estrume de bovino bem curtido, a que se seguiu uma gradagem de 30cm de profundidade

e posteriormente uma fresagem. A cultura foi instalada no dia 18-07-96, em camalhões de dimensão 75x150cm e 15cm de altura. A rega foi efectuada com um regador, junto ao solo. A humidade do solo foi mantida a 80% da capacidade de campo e controlada através de um medidor de Bouyoucos. Nas primeiras duas semanas a rega foi efectuada em todas as modalidades com água da rede.

No presente ensaio foram utilizadas as seguintes modalidades:

I- rega com A.R. sujeita a tratamento secundário (A.R.)

II- " " e cloragem, com 3mg.L^{-1} de cloro livre residual (A.R.D)

III- rega com água da rede (A)

IV- " " e cloragem, com 3mg.L^{-1} de cloro livre residual (AD)

Todas as modalidades foram efectuadas com três repetições, tendo-se observado no final do ensaio 10 plantas por modalidade e repetição. O corte das plantas foi efectuada dia 28 de Outubro. Após o corte, foram avaliados os seguinte parâmetros:

a) altura da haste floral

b) diâmetro da inflorescência

c) rigidez do pedúnculo, esta avaliação foi feita numa escala de 1-2-3 em que o valor 1 dizia respeito a plantas cujo pedúnculo se apresentava visivelmente entortado e o valor 3 quando se apresentava perfeitamente direito e erecto.

Foram realizadas observações quinzenais, da evolução vegetativa das plantas, realizando diferentes operações culturais importantes para a cultura, como sejam: desbotoamento, tutoragem, monda e tratamentos fitossanitários.

Colheu-se também uma amostra de terra de cada repetição para análise laboratorial.

Interpretação estatística dos resultados

O delineamento experimental do ensaio foi o de um bifactorial completo. A análise estatística dos resultados foi efectuada através do programa Excel-7, utilizando a análise de variância. O teste de comparação múltiplo de médias utilizado foi o LSD, para uma probabilidade de erro do tipo I inferior ou igual a 5% ($P \leq 0.05$).

5. Resultados e discussão

5.1 Planta

Os resultados obtidos na avaliação qualitativa da flor encontram-se resumidos no quadro 3.

Quadro 3 - Valores médios das modalidades para os parâmetros qualitativos da flor do crisântemo

Modalidades	Altura da haste floral (cm)	Diâmetro da inflorescência (cm)	Rigidez do pedúnculo
A	96.6 a	12.0 ab	2.7a
AD	77.9 c	10.2 b	2.3 b
ARD	67.9 d	12.4 a	2.3 b
AR	86.2 b	13.0 a	2.6 ab

Altura da haste floral

Foi possível verificar que a altura da haste floral variou significativamente entre as modalidades. Conforme se pode observar pelo quadro 3, as plantas da modalidade regada com água da rede apresentaram a maior altura da haste floral, seguidas das modalidades regadas com AR. Resultado diferente foi obtido por Sawwan (1992), num ensaio realizado na Jordânia, em que o crisântemo regado com A.R. industrial apresentou uma altura significativamente superior ao regado com água da rede.

No entanto o decréscimo observado na altura da haste floral, na modalidade regada com A.R., não foi suficiente para diminuir o seu valor comercial, pois continua com a mesma classificação que a flor obtida na modalidade regada com água da rede (Regulamento do Conselho CEE, nº316/68 de 12 de Março de 1968).

Pudemos ainda observar que quando se fez a cloragem, quer da água da rede, quer da A.R. a altura decresce significativamente, atingindo os valores mais baixos (67cm) na modalidade ARD, e diminuindo nestas duas modalidades de categoria comercial.

Apesar do crisântemo não ser referido na bibliografia como uma espécie sensível à salinidade, os resultados obtidos podem levar a admitir a possibilidade desta cultivar ser menos tolerante aos efeitos da salinidade (diminuição do potencial hídrico da solução do solo, desequilíbrio iónico, toxicidade devido a um ião específico), parâmetro avaliado na análise de terra efectuada e referido em 5.2.

Diâmetro da inflorescência

Como se pode observar pelo quadro 3, as modalidades regadas com A.R. e ARD apresentam um diâmetro da inflorescência superior às modalidades regadas com A e AD sendo esta diferença significativa para a modalidade AD.

A rega com AR ou ARD não parece ter afectado a qualidade da flor neste parâmetro.

Rigidez do pedúnculo

Dos resultados obtidos (Quadro 3), verificou-se que a cloragem da água de rega diminui significativamente a rigidez do pedúnculo. No entanto a redução deste parâmetro não conduziu à quebra da haste floral. Esta observação poderá ser devida ao facto de quando se fez a cloragem o teor em Na da água aumentar (sendo a A.R. já uma água com maior teor de Na) o que conduzirá a um desequilíbrio na relação Ca/Na. As plantas absorvendo

mais Na, terão então tendência a formar menos tecidos mecânicos, o que poderá justificar a menor rigidez do pedúnculo observada.

5.2 Solo

Os valores observados após o ensaio, relativamente aos parâmetros referidos neste artigo encontram-se no Quadro 4.

Quadro 4 - Valores médios das modalidades para alguns parâmetros determinados no solo

Modalidades	Condutividade Eléctrica (OS.cm^{-1})	pH (H_2O)	Matéria Orgânica (%)
A	28.2 b	6.4 c	1.4 b
AD	29.5 b	6.8 b	1.5 b
ARD	46.1 a	7.0 a	2.1 a
AR	45.9 a	7.1 a	1.8 ab

Condutividade eléctrica

A rega com A.R. conduziu a um aumento significativo no valor da C.E. da solução do solo (Quadro 4), o que indica que a solução do solo ficou mais rica em iões. Este facto poderá ter contribuído para um decréscimo no crescimento das plantas, como se observou na avaliação do comprimento da haste floral.

Dado que observámos uma subida significativa deste parâmetro (de 28.2 para 46.1 OS.cm^{-1}), devido à rega com A.R. e estarmos num ambiente condicionado, é de extrema importância proceder a uma utilização cuidadosa deste tipo de água (nomeadamente através da sua diluição), bem como controlar regularmente o valor da C.E. no solo por forma a evitar a salinização.

pH (H_2O)

O valor de pH (H_2O) do solo aumentou significativamente devido à rega com A.R., devido possivelmente ao facto desta água se apresentar mais rica em bases do que a água da rede.

Também a modalidade AD apresenta um valor de pH (H_2O) significativamente superior ao da modalidade A, o que sugere que a cloragem da água da rede conduziu a um aumento no valor de pH, provavelmente devido a um aumento do teor em Na dessa água.

Matéria Orgânica

Observámos que a rega com A.R. não alterou significativamente o teor de M.O. do solo. No entanto, a cloragem da A.R. conduziu a um aumento significativo deste parâmetro (Quadro 4). Os resultados sugerem, que pelo facto de se utilizar A.R. que contém alguma M.O. e com poder desinfectante (A.R. com 3mg.L^{-1} de cloro livre residual), poderá ter havido efeito bactericida desta água sobre alguma actividade microbiana do solo, que

conduziu a uma menor taxa de mineralização e conseqüentemente a um aumento do teor em M.O. do solo. Resultado idêntico foi observado por Horta-Monteiro (1994). Este aspecto parece-nos merecer um estudo mais aprofundado de forma a podermos concluir sobre a relação cloragem da A.R./actividade microbiana

Estes resultados indicam que a A.R. é um tipo de água que poderá ser utilizada na rega do crisântemo, pois em termos qualitativos não parece conduzir a uma diminuição do seu valor comercial, no entanto dado os efeitos que poderá ter no solo, que se irão reflectir na produção requer um estudo mais cuidado e durante um maior período de tempo.

Agradecimentos

Este trabalho foi possível devido ao empenhamento da Escola Superior Agrária e dos Serviços Municipalizados de Castelo Branco. Gostaríamos ainda de agradecer aos funcionários do Laboratório de Solos e Fertilidade da Escola Superior Agrária bem como aos alunos finalistas Paulo Patrocínio e Sandra Campos.

Referências bibliográficas:

- Ayers, RS e Westcot, DW (1988). La qualité de l'eau en agriculture. *Bulletin FAO d'Irrigation et de Drainage* 29(rev.1), Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Rome.
- Decreto-Lei 74/90 de 7 de Março. Normas da Qualidade da água.
- Horta-Monteiro MC (1994). *Utilização de água residual urbana na cultura do azevém (Lolium multiflorum Lam.)*. Trabalho realizado para obtenção do grau de Mestre em Nutrição Vegetal, Fertilidade do Solo e Fertilização. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.
- Neilsen GH, Srevenson DS , Fitzpatrick JJ and Brownlee CH (1989). Nutrition and yield of young apple trees irrigated with municipal wastewater. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 114:377-383.
- Règlement (CEE) N° 316/68 Du Conseil du 12 mars 1968.
- Sawwan J.S. (1992). Response of *Crhysantemum moriflorum* Ramatto to dripp irrigation with treated wastewater and fresh water, at different planting densities. *Dirasat, Series-B, Pure and Applied Sciences*. 19(1): 279-295.
- Stdandard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1980). Ed. Lit. Mary Ann Franson. American Public Health Association. Washington.