

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL FOLIAR DA GÉRBERA IRRIGADA COM EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO¹

LISÂNEA MYCHELINE OLIVEIRA DAMASCENO^{2*}, ADERSON SOARES DE ANDRADE JÚNIOR³, HANS RAJ GHEYI⁴, NILDO DA SILVA DIAS⁵, CLESCY OLIVEIRA DA SILVA⁶

RESUMO - Com o objetivo de avaliar o teor de nutrientes em folhas de gérbera quando fertirrigada com efluentes domésticos tratados com e sem suplementação mineral, foi conduzido um experimento em ambiente protegido na Embrapa Meio-Norte de Teresina - PI, em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos estudados foram: T₁ - necessidades hídrica e nutricional das culturas atendidas mediante 100% fertirrigação (N e K₂O); T₂ - 75% do volume de água residuária tratada (ART) associada a 25% de fertirrigação; T₃ - 50% de ART associada a 50% de fertirrigação; T₄ - 25% de ART associada a 75% de fertirrigação e T₅ - 100% de ART. O crescimento e o desenvolvimento foliar foram favorecidos pelo tratamento de 50% de fertirrigação associados a 50% de ART (T₃). Ao final do experimento, 120 dias após o plantio, coletaram-se duas folhas adultas em cada tratamento para análise dos teores de micro e macronutrientes; sendo também coletadas amostras de solo para verificar as alterações nas características físico-químicas após o cultivo das gérberas. O solo irrigado com 100% de água residuária tratada apresentou elevada concentração de P, matéria orgânica e níveis baixos de Na e K; porém, estas alterações não resultaram em modificações no estado nutricional das folhas e na qualidade das flores de gérberas.

Palavras-chave: *Gerbera jamesonii*. Reúso de água. Solução nutritiva.

MINERAL COMPOSITION OF GERBERA LEAVES IRRIGATED WITH DOMESTIC WASTEWATER EFFLUENT

ABSTRACT - To evaluate the nutrient content of leaves of gerbera fertigated with treated domestic effluents with and without mineral supplementation, a study was carried out in a greenhouse located at the Embrapa Meio-Norte in Teresina, Brazil from July to October 2007. The treatments studied were: T₁ - 100% water and nutritional needs furnished with fertigation (N e K₂O); T₂ - 25% volume of water through fertigation and 75% treated wastewater effluents (TWE); T₃ - 50% volume of water through fertigation and 50% TWE; T₄ - 75% volume of water with fertigation and 25% TWE; and T₅ - volume of water 100% supplied through TWE. The leaf growth and plant development were favored by the application of 50% fertigation and 50% TWE (T₃). At the end of experiment two adult leaves were collected in each treatment and content of nutrients was determined. Soil samples were also collected for analysis to verify alterations in physical and chemical properties. The soil irrigated with 100% wastewater effluent showed high concentrations of P, organic matter and low concentration of Na and K, but these changes did not cause any alteration in nutritional status of leaves and quality of gerberas flowers.

Keywords: *Gerbera jamesonii*. Wastewater reuse. Nutrient solutions.

* Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 17/12/2009; aceito em 11/10/2010.

²Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – IBRAM, SEPN 511, Bloco “C”, Edifício Bittar, Asa Norte, 70750-543, Brasília - DF; lisaneadamasceno@hotmail.com

³Embrapa Meio-Norte, av. Duque de Caxias, 5650, Buenos Aires, 64006-220, Teresina - PI; aderson@cpamn.embrapa.com

⁴UFRB, rua Rui Barbosa, Centro, 44380-000, Cruz das Almas - BA; hans@pq.cnpq.br

⁵UFERSA, Caixa Postal 137, Costa e Silva, 59600-900, Mossoró - RN; nildo@ufersa.edu.br

⁶UFC, Caixa Postal 6001, 60455-760, Fortaleza - CE; clescy@gmail.com

INTRODUÇÃO

O efluente tratado quando utilizado como biofertilizante possui notadamente valorização econômica. Para uma população de 500 mil habitantes, cujo consumo de água é 200 L hab⁻¹ ao dia, produz-se, em efluentes, cerca de 85.000 m³ (85% de esgoto canalizado) ou aproximadamente 30 milhões de m³ ano⁻¹ (PESCOD, 1992); desse modo, ao se aplicar uma lâmina de 500 mm ano⁻¹ na irrigação, o total de efluentes produzidos seria suficiente para irrigar 6.000 ha de lavoura. Admitindo-se que o efluente tenha respectivamente 50, 10 e 30 mg L⁻¹ de N, P e K, a irrigação incorporaria ao solo um equivalente à adubação com 550, 640 e 300 kg ha⁻¹ano⁻¹ de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Estudos realizados com a fertirrigação de várias espécies de plantas com esgoto doméstico tratado, especialmente, as ornamentais, têm demonstrado que manejos adequados da água permitem produzi-las comercialmente (MELLOUL et al., 2001; AZEVEDO; OLIVEIRA, 2005; GLOAGUEN et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2009; SOUZA et al., 2010).

Na gérbera, a relação entre as quantidades de nutrientes é fundamental para haver qualidade e produtividade das flores (LUDWIG et al., 2009); portanto, se faz necessário uma análise química do tecido vegetal como forma de diagnosticar o estado nutricional da cultura, visando à avaliação complementar das condições de fertilidade do solo (NOGUEIRA; SOUZA, 2005). A característica mais importante para que uma planta cumpra sua função ornamental é o seu aspecto saudável, atestando estar bem nutrida e hidratada (CHUNG et al., 2001; PARADISO et al., 2003). Deste modo, o diagnóstico foliar reflete os efeitos da interação solo-planta-clima e manejo, sendo uma ferramenta para se estabelecer programas racionais de adubação, que permitam aplicar o suprimento adequado de nutrientes, com base na variação quantitativa de elementos nos tecidos vegetais.

Atualmente há poucas informações disponíveis acerca do uso das águas de esgoto tratado para fins de fertirrigação no Brasil, especialmente, quanto ao equilíbrio nutricional nas plantas. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o estado nutricional foliar das plantas de gérbera (variedade Rambo) fertirrigadas com diferentes proporções de águas residuárias combinados ou não com fertilizantes químicos dissolvidos em água de poço.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em ambiente protegido na Embrapa Meio-Norte, no período de julho a outubro de 2008 em Teresina, PI (05° 05'21''S; 42°48'07''W e 74 m). Durante o experi-

mento, no interior do ambiente, a temperatura média mensal foi de 30 °C, temperatura máxima de 30,6 °C e temperatura mínima de 28,8 °C, radiação solar global média diária de 296,05 MJ m⁻² e umidade relativa média de 25,83%.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo 25 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída por quatro vasos plásticos com capacidade de 5 L, sendo preenchidos com terra fina seca ao ar. A base do vaso foi perfurada e colocada uma camada de 2 cm de brita, recoberta com manta geotêxtil e preenchido com material originado de um Latossolo Amarelo fase arenosa, coletado de 0 - 20 cm. Os resultados da análise química do material de solo utilizado, conforme metodologia de Embrapa (1997) indicaram os valores de pH = 5,24, teor de fósforo = 21,0 mg dm⁻³, potássio = 0,32 cmol_c dm⁻³ e matéria orgânica = 16,68 g kg⁻¹.

Os tratamentos estudados foram: T₁ - necessidades hídrica e nutricional da cultura atendida mediante 100% fertirrigação (N e K₂O nas formas de uréia e cloreto de potássio); T₂ - 75% do volume de água residuária tratada (ART) associada a 25% fertirrigação; T₃ - 50% de ART associada a 50% fertirrigação; T₄ - 25% de ART associada a 75% fertirrigação e T₅ - 100% de ART.

O consumo hídrico da cultura e a lâmina de água aplicada foi calculada com base na evapotranspiração de referência (ET_o), a partir do método de Penman-Monteith (Equação 1). Os dados meteorológicos foram obtidos na estação agrometeorológica automática, localizada no ambiente interno, próximo às bancadas dos vasos.

$$ETP = \frac{0,408 \delta (R_n - G) + \gamma 900 U_2 (e_s - e_a) / T + 273}{\delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (1)$$

em que:

R_n - saldo de radiação diária, MJ m⁻² d⁻¹

G - fluxo de calor no solo, MJ m⁻² d⁻¹

γ - fator psicrométrico (0,063 kPa °C⁻¹)

U₂ - velocidade do vento a 2 m de altura, m s⁻¹

e_s - pressão de saturação de vapor, kPa

e_a - pressão parcial de vapor, kPa

δ - declividade da curva de saturação do vapor d'água, kPa °C⁻¹

No início do cultivo, foi realizado um desbaste foliar nas mudas das gérberas, deixando apenas duas folhas adultas e uma folha nova (bandeira), para o início da aplicação dos tratamentos (cinco dias após o transplantio). Com base na recomendação preconizada pela BioLab Tecnologia Vegetal Ltda e adotada por Medeiros et al. (2007), aplicou-se: no tratamento T₁, três vezes por semana, na fase inicial (até os 30 dias após o transplantio), 28 mL planta⁻¹ de uma solução nutritiva contendo 200 e 100 mg L⁻¹ de

N e K_2O , respectivamente; e, na fase de floração, 100 e 200 $mg L^{-1}$ de N e K_2O , respectivamente. Os tratamentos T_2 , T_3 e T_4 receberam, respectivamente, 25%, 50% e 75% da quantidade de solução aplicada em T_1 . Em T_5 aplicou-se apenas ART, com base na necessidade hídrica da cultura.

Aos 120 dias, foi extraída uma amostra com duas folhas adultas de dois vasos de cada parcela, totalizando 25 amostras, referentes aos cinco tratamentos e cinco repetições. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa a 60 °C durante 72 h. Em seguida, foram moídas e acondicionadas em sacos plásticos para análises posteriores. Foram determinados os teores de macronutrientes: nitrogênio (pelo método de Kjeldahl), fósforo, potássio, cálcio e magnésio e dos micronutrientes: ferro,

zinco, cobre e manganês, por espectrofotometria de absorção atômica no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa Meio-Norte, de acordo com metodologia descrita pela EMBRAPA (1997).

O efluente doméstico tratado utilizado no estudo foi originado e transportado da lagoa de maturação da Estação de Tratamento de Esgotos - ETE LESTE, da Companhia de Água e Esgoto do Piauí S.A. (AGESPISA). Na Tabela 1, estão apresentados os resultados de análises das amostras do efluente que foi coletado, antes do preenchimento nos reservatórios. Estas amostras foram avaliadas, segundo o método convencional de análises de água já utilizado pelas ETEs. Tais dados foram cedidos mensalmente em forma de boletins à Embrapa Meio-Norte para análise.

Tabela 1. Características físico-químicas e microbiológicas das amostras coletadas do efluente doméstico tratado na ETE-LESTE, durante o período experimental.

Parâmetros	Período de coleta			
	Junho	Julho	Agosto	Setembro
pH	7,9	7,2	7,7	7,7
CE ($dS m^{-1}$)	0,75	0,43	0,80	0,92
Nitrato ($mg L^{-1}$)	0,18	0,39	0,21	2,00
Cloreto ($mmol_c L^{-1}$)	1,72	1,77	1,74	1,86
Fósforo ($mg L^{-1}$)	-	2,00	Ausente	Ausente
Temperatura (° C)	28	31	31	30
OD ($mg L^{-1}$)	3	3	4	4
DBO ₅ a 20 °C ($mg L^{-1}$)	34	31	33	29
DQO ($mg L^{-1}$)	171	148	100	151
Detergente ($mg L^{-1}$)	5	6	5	4
Amônia total ($mg L^{-1}$)	34	37	18	19
Sólidos sedimentáveis ($ml L^{-1} h^{-1}$)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Alcalinidade total ($mg L^{-1}$)	225	231	235	229
Acidez total ($mg L^{-1}$)	28	26	29	31
Coli. Termotolerantes (CT 100mL ⁻¹)	3×10^4	$2,7 \times 10^4$	8×10^4	7×10^4
Ortofosfato solúveis	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fonte: AGESPISA S.A. Boletim Parcial de Análise do Efluente da ETE-LESTE. 2007, Teresina, PI. D = oxigênio dissolvido, DBO₅ = Demanda biológica de oxigênio e DQO = Demanda química de oxigênio.

Concomitantemente às coletas das folhas, realizaram-se também a coleta do material de solo em cada tratamento para as análises de fertilidade, conforme metodologia da Embrapa (1997); em que se determinou o teor de matéria orgânica (MO), pH (H_2O), P, K, Al, H + Al, Ca, Mg, Na, Soma de bases, CTC, valores V e m.

Os resultados do teor de nutrientes das plantas foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Student-Newman-

Keuls (SNK) a 0,05 de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades químicas do solo antes e após o cultivo da gérbera

De acordo com o teste de SNK (Tabela 2), a fertilidade média do solo foi significativamente ($p < 0,01$) influenciada entre tratamentos estudados, indi-

cando que ocorreram alterações nos parâmetros nutricionais do solo, exceto para o teor de matéria orgânica (MO) e Na. Embora tenha sido observado um incremento no teor de matéria orgânica (MO) do solo após um ciclo da cultura, não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados tendo ou não suplementação mineral (Tabela 2).

Duarte et al. (2008) afirma que além do teor de N, os efluentes secundários contêm teores de

carbono maior que nas águas superficiais, o que favorece a proliferação da biota do solo e, por sua vez, transforma o nitrogênio orgânico em nitrogênio assimilável às plantas. Provavelmente, o alto teor de N e C contido na ART tenha favorecido a rápida mineralização e, conseqüentemente, influenciou na significância entre os tratamentos com água residuária e T₁.

Tabela 2. Valores médios da fertilidade do solo antes e após um ciclo cultural da gérbera.

Características	Unidade	Fertilidade do solo					
		Antes	Após cultivo com gérbera ^{1e2}				
			T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
MO	g kg ⁻¹	16,68	22,97	23,52	27,70	20,77	20,35
pH (água)		5,24	4,50c	5,40b	5,29b	4,57c	5,76a
P	Mg dm ⁻³	21,00	51,84	48,02	46,40	42,76	51,10
K ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,32	0,29 ^a	0,20b	0,27a	0,28a	0,13c
Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	1,71	1,87d	2,86b	2,57c	1,98d	3,14a
Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	1,03	0,69c	1,15b	1,09b	0,80c	1,44 ^a
Na ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,05	0,19	0,34	0,55	0,19	0,21
Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	0,04	0,13a	0,00b	0,02b	0,13a	0,00b
H ⁺ + Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	2,59	2,59a	0,82d	1,71c	2,14b	0,89d
S	cmol _c dm ⁻³	3,11	3,06d	4,46b	4,40b	3,42c	4,92 ^a
CTC	cmol _c dm ⁻³	5,70	5,3	5,38	6,09	5,50	5,88
V	%	54,56	54,48d	84,96a	71,88b	59,31c	84,80a
M	%	1,27	4,16a	0,00d	0,38c	3,43b	0,00d
PST	%	0,87	3,37	6,32	9,03	3,45	3,57

¹T₁ – Necessidade hídrica e nutricional da planta atendida mediante 100% fertirrigação; T₂ – 75% água residuária tratada (ART) + 25% de fertirrigação; T₃ – 50% ART + 50% de fertirrigação; T₄ – 25% ART + 75% de fertirrigação; T₅ – 100% ART. Médias de duas plantas das repetições. ²Médias na vertical seguida pela mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK).

Os menores valores de pH (4,5 e 4,57) foram verificado no solo com o tratamento T₁ e T₄, respectivamente. Este fato ocorreu, provavelmente, devido ao efeito residual ácido da uréia utilizada na fertirrigação, uma vez que nos tratamentos T₁ e T₄ foram aplicados maiores quantidade de adubos, ou seja, 100 e 75% de fertirrigação. Já o maior valor de pH do solo irrigado com 100% água residuária (5,76), deveu-se ao caráter básico do pH da ART utilizada (Tabela 1), podendo ser comprovado pelo aumento dos teores de Ca e Mg trocável no solo deste tratamento. O aumento destes elementos trocáveis no solo resultou em altos valores de saturação por bases e baixos valores de m e H⁺ + Al³⁺ (Tabela 2).

É importante destacar que, embora não haja diferença significativa entre os tratamentos para o teor de P no solo, verificou-se, após a fertirrigação, um aumento no teor de P no solo (mais de duas ve-

zes) em todos os tratamentos; em parte devido a não utilização total do P aplicado na adubação ou na água residuária, como também devido ao aumento da disponibilidade deste elemento em função do aumento do pH do solo.

Ainda em relação à Tabela 2, os menores teores de K foram observados no solo do tratamento T₅ e, ainda em relação ao valor inicial do solo, houve uma redução dos teores deste elemento nos solos de todos os tratamentos estudados. Isto sugere que, devido à alta demanda da cultura por K, principalmente na fase de florescimento, há necessidade de complementação de K na fertirrigação ou no solo a fim de manter sua fertilidade, ao exemplo do tratamento T₅, que após um ciclo de cultivo sob fertirrigação apresentou teor de K muito inferior ao solo original.

Duarte et al. (2008) não observou efeito significativo nos teores de potássio no solo entre os trata-

mentos, no cultivo de pimentão sob fertirrigação com água residuária, pois, geralmente, a concentração de potássio nas águas residuárias é baixa. Os autores, recomendam adubações com K em programas de reúso de água na agricultura, especialmente em culturas exigentes em K como a gérbera, para a manutenção da fertilidade do solo e nutrição das plantas.

Observou-se que o teor de Ca^{2+} (Tabela 2) no T_5 foi o que apresentou maior média ($3,14 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) em relação aos demais, sendo que no material de solo analisado, antes da aplicação dos tratamentos, foi de apenas $1,71 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Quanto ao Al^{3+} , os maiores teores no solo foram registrados nos tratamentos T_1 e T_4 , sendo superiores ao solo original; além disso, houve redução de $0,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para zero, após a aplicação dos efluentes domésticos tratados com a aplicação dos tratamentos T_2 e T_5 (Tabela 2). Já a capacidade de troca de cátions (CTC), assim como o teor de MO do solo, não foi influenciada com a aplicação dos tratamentos, sendo registrada médias entre $5,30$ e $6,09 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Com relação à percentagem de sódio trocável (PST) não houve diferença significativa, devido também a não significância do Na trocável nos solos

entre os tratamentos estudados. Foram observadas médias de PST entre $3,37$ a $9,03$, indicando que não há restrição de uso da água residuária quanto aos riscos de sodificação do solo em nenhum dos tratamentos.

Estado nutricional das plantas

De acordo com o teste de SNK (Tabela 3), os teores de macro e micronutrientes do tecido foliar da gérbera não foram influenciados estatisticamente pelos tratamentos estudados ($p > 0,05$), indicando que o estado nutricional das plantas não foi alterado com a aplicação das ART com e sem complementação mineral.

O valor médio de N encontrado nas folhas foi de $22,05 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria seca (Tabela 3), estando próximo ao encontrado por Ludwig et al. (2008), que realizaram estudo com gérbera (cultivares Cherry e Salmon Rose) e registraram teor de N igual a 27 g kg^{-1} nas folhas de gérberas quando irrigada com solução nutritiva de elevada CE. Já os níveis de K nas folhas da gérbera fertirrigada com efluentes tratados com e sem adubo mineral variaram de $40,23$ a $39,11 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 3), não sendo, contudo, observado sintomas de deficiência deste nutriente nas folhas das plantas.

Tabela 3. Teores de micro e macronutrientes nas folhas de gérberas, após 120 dias de cultivo.

Variáveis	Tratamentos ^{1 e 2}					CV
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	
Macronutrientes	g kg ⁻¹					
Nitrogênio	21,01	21,72	21,64	23,54	22,32	13,66
Fósforo	2,72	2,84	3,48	2,54	1,95	26,91
Potássio	34,26	39,11	30,91	40,70	40,23	24,76
Cálcio	10,92	11,18	11,08	13,10	11,50	23,88
Magnésio	7,47	7,25	8,11	9,60	7,60	17,13
Micronutrientes	mg kg ⁻¹					
Ferro	269,14	263,86	225,4	264,88	210,03	27,87
Cobre	4,98	1,72	3,20	1,69	2,64	23,59
Manganês	151,72	119,02	70,80	182,13	190,95	23,88
Zinco	36,22	37,51	31,08	40,33	37,77	29,84

¹T₁ – Necessidade hídrica e nutricional da planta atendida mediante 100% fertirrigação; T₂ – 75% água residuária tratada (ART) + 25% de fertirrigação; T₃ – 50% ART + 50% de fertirrigação; T₄ – 25% ART + 75% de fertirrigação; T₅ – 100% ART. Médias de duas plantas das repetições. ²Médias na vertical seguida pela mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK).

Para Feigin et al. (1991), mesmo que ocorra aumento no teor de K disponível mediante fertirrigação de águas residuárias no solo, a quantidade deste nutriente exigida pelas plantas é tão elevada que dificilmente apenas a irrigação com efluente poderia suprir adequadamente as plantas; fato este não comprovado no presente estudo uma vez que não houve diferença significativa no teor deste elemento nas folhas sob condições de fertirrigação com e sem complementação mineral e, ainda não foram registrados sintomas de deficiência nas folhas, de florescimento. Mota (2007) obteve, nas duas cultivares de gérbera, que receberam soluções nutritivas com $0,5$ a

$6,5 \text{ dS m}^{-1}$, uma variação no teor de K de 32 a 46 g kg^{-1} , mostrando que os resultados deste ensaio estão dentro dos relatados na literatura.

Com relação ao Mg, os teores médios variaram entre $9,60$ e $7,25 \text{ g kg}^{-1}$, bem superiores ao obtido por Mota (2007), que constatou teor de Mg entre 2 a $3,9 \text{ g kg}^{-1}$. Já para o teor de P, verificaram-se teores médios entre $1,95$ e $3,48 \text{ g kg}^{-1}$ e o teor de Ca na folha entre $10,92$ e $13,1 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 3).

Apesar de os efluentes se constituírem de elevadas substâncias orgânicas e inorgânicas, não se observou efeitos significativos entre os nutrientes absorvidos pela cultura. Diversas pesquisas em que

se utilizaram uma fonte extra com adubação orgânica, mesmo verificando aumentos significativos de determinados macronutrientes nas plantas, recomendam que se utilize, além desta fonte orgânica de nutrientes, uma segunda fonte mineral com a intenção de suplementar as necessidades das plantas (SALLES; DESCHAMPS, 1999), fato este não observado no presente estudo, o que pode estar diretamente relacionado com a exigência nutricional da cultura.

Quanto aos micronutrientes, observa-se que o Cu apresentou concentrações similares (entre 2,64 e 4,98 mg kg⁻¹) aos observados por Mota (2007) (média de 3,94 mg kg⁻¹), enquanto, nos demais tratamentos, os resultados foram inferiores (Tabela 3). O teor de Mn oscilou entre 70,80 e 190,95 mg kg⁻¹, concordando com os resultados Mota (2007) que encontrou teores de Mn (111 mg kg⁻¹) dentro deste intervalo para a cultura da gérbera.

Quanto ao Fe, houve oscilação nas médias de 210 a 269 mg kg⁻¹, com o menor valor em T₅, enquanto Mota (2007) constatou valor reduzido (129 mg kg⁻¹), com a maior aplicação sob a solução nutritiva da CE (6,5 dS m⁻¹). Baixos níveis de Fe foram encontrados em plantas de girassol irrigado com efluente tratado em relação aos das plantas irrigadas com água potável (FRIEDMAN et al., 2007). As concentrações de Zn variaram entre 31,08 e 40,33 mg kg⁻¹ sendo, em geral, semelhante aos obtidos por Mota (2007), que constatou médias de 20 a 33 mg kg⁻¹ na cultivar Cherry e 27 a 34 mg kg⁻¹ na Salmon Rose.

Cerqueira et al. (2008), utilizando efluentes tratados na irrigação de helicônia, observaram que não houve diferença significativa, com relação a Zn, Fe, Mn e Cu na cultura irrigada com efluentes. No

entanto, os níveis de Fe superaram os da água de riacho, enquanto as concentrações de Zn não atenderam à necessidade da cultura. A carência do Zn diminuiu o tamanho das folhas novas, além de ocasionar o estreitamento e alongamento das mesmas (MALAVOLTA, 2006), sintomas estes não observados na presente pesquisa.

De maneira geral, independentemente do seu teor no solo, a composição mineral de nutrientes nas folhas da gérbera não variam entre os tratamentos, sendo observado em média, o acúmulo de macronutrientes seguindo a ordem: K > N > Ca > Mg > P e micronutrientes esta ordem: Fe > Mn > Zn > Cu.

De acordo com Savvas e Gizas (2002), quanto à absorção de nutrientes da família da Asteraceae, o potássio é exigido em maiores quantidades, resultado esse confirmado também no presente trabalho, em que houve alta acumulação nas folhas da gérbera, constatando a importância do uso de efluentes como fonte de potássio para as plantas.

Os resultados, em geral, permitem inferir que a composição mineral das folhas de gérberas não foram influenciadas pelas irrigações com água residual tratada contendo ou não suplementação mineral, sendo absorvidos em quantidades suficientes pelas plantas, uma vez que estas apresentaram aspecto sadio, ou seja, sem sintomas de deficiência nutricional.

Deve-se ressaltar que as análises de folhas foram realizadas no final do experimento, o que não garante que no início do ensaio, as plantas estivessem em bom estado nutricional. Isto pode ser explicado mediante o número médio de flores por mês, como não houve diferença estatística, pode-se inferir que as plantas de gérberas não sofreram por deficiência nutricional (Tabela 4).

Tabela 4. Médias do número de flores colhidas por vaso para cada tratamento, referentes a cada período na avaliação de flores.

Tratamentos ²	Médias ¹				
	Número de flores colhidas				
	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Total ³
T ₁	1,63 (0,146)	3,84 (0,159)	3,24 (0,107)	2,19 (0,266)	10,19 (1,993)
T ₂	1,00 (0,178)	4,54 (0,159)	3,35 (0,107)	1,85 (0,230)	11,06 (2,102)
T ₃	1,90 (0,146)	3,50 (0,159)	3,53 (0,107)	1,44 (0,230)	10,47 (1,832)
T ₄	1,32 (0,113)	5,71 (0,159)	4,54 (0,107)	2,53 (0,206)	14,60 (1,536)
T ₅	1,93 (0,113)	3,03 (0,178)	2,72 (0,120)	2,54 (0,230)	10,42 (1,706)

¹Os números entre parênteses são os desvios-padrões da média. ²T₁ – Necessidade hídrica e nutricional da planta atendida mediante 100% fertirrigação; T₂ – 75% água residual tratada (ART) + 25% de fertirrigação; T₃ – 50% ART + 50% de fertirrigação; T₄ – 25% ART + 75% de fertirrigação; T₅ – 100% ART.

CONCLUSÕES

A fertilidade do solo é melhorada sob fertirrigação apenas com água residual tratada, exceto

para os parâmetros teor de matéria orgânica;

Na ausência de adubação mineral, a irrigação apenas com efluente tratado supre as necessidades nutricionais das plantas de gérbera, comprovando a importância do reúso para a produção de flores de corte;

Para o solo estudado, não há diferença na composição mineral do tecido foliar da gérbera sob fertirrigação com água residuária tratada com e sem suplementação mineral em diferentes proporções.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, L. P.; OLIVEIRA, E. L. Efeitos da aplicação de efluente de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação subsuperficial. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 253-263, 2005.

CERQUEIRA, L. L. et al. Desenvolvimento de *Heliconia psittacorum* e *Gladiolus hortulanus* irrigados com águas residuárias tratadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 606-613, 2008.

CHUNG, Y. M. et al. Morphological characteristics and genetic variation of gerbera (*Gerbera hybrid Hort.*). **Journal of Plant Biotechnology**, v. 3, n. 3, p. 145-149, 2001.

DUARTE, A. S. et al. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 3, p. 302-310, 2008.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1998. 212 p.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. **Irrigation with treated sewage effluents** - management for environmental protection. Berlin: Springer-Verlag, 1991. 224 p. (Advanced Series in Agricultural Sciences, 17).

FRIEDMAN, H. et al. Application of secondary-treated effluents for cultivation of sunflower (*Helianthus annuus L.*) and celosia (*Celosia argentea L.*) as cut flowers. **Scientia Horticulturae**, v. 115, n. 1, p. 62-69, 2007.

GLOAGUEN, T. V. et al. Soil solution chemistry of a Brazilian Oxisol irrigated with treated sewage effluent. **Agricultural Water Management**, v. 88, n. 1, p. 119-131, 2007.

LUDWIG, F. et al. Macronutrientes no tecido vegetal de cultivares de gérbera fertirrigados com duas soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 68-73, 2008.

LUDWIG, F. et al. Qualidade pós-produção de cultivares de gérbera de vaso fertirrigadas com soluções nutritivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 213-220, 2009.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MEDEIROS, S. S. et al. Uso de água residuária de origem urbana no cultivo de gérberas: efeitos nos componentes de produção. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 569-578, 2007.

MELLOUL, A. A. I. T.; HASSANI, L.; RAFOUK, L. Salmonella contamination of vegetables irrigated with untreated wastewater. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 207-9, 2001.

MOTA, P. R. D. **Aplicação via fertirrigação de soluções com diferentes condutividades elétricas para produção de gérbera (*Gerbera jamesonii L.*) sob ambiente protegido**. 2007. 96 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

NASCIMENTO, M. B. H. et al. Propriedades químicas do solo cultivado com mamona, irrigado com água residuária tratada e adubado com biofósforo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n. 1, p. 8-15, 2009.

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. 1. ed. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334 p.

OLIVEIRA, H. V. et al. Alteração nas características físico-química de um solo cultivado com pimentão, efluente de piscicultura, fosfato natural e esterco bovino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21 n. 5, p. 157-163, 2008.

PARADISO, R. et al. Effect of electrical conductivity levels of nutrient solution on growth, gas exchanges and yield of two gerbera cultivars in soilless system. **Acta Horticulturae**, v. 609, n. 1, p. 165-171, 2003.

PESCOD, M. B. **Wastewater treatment and use in agriculture**. 1. ed. Rome: FAO, 1992. 115p. (Irrigation and Drainage Paper, 47).

SAVVAS, D.; GIZAS, G. Response of hydroponi-

cally grown gerbera to nutrient solution recycling and different cation ratios. **Scientia Horticulturae**, v. 96, n. 1, p. 267-280, 2002.

SALLES, R. F. M.; DESCHAMPS, C. Efeito dos teores de metais pesados nos frutos de macieira (*Malus domestica*) submetida à aplicação de lodo de esgotos como fertilizante orgânico. **Sanare**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 44-50, 1999.

SOUZA, R. M. et al. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 125-133, 2010.