



Efeitos da adubação do solo e da irrigação sobre os componentes de produção da alface¹

Tatiana de L. Tavares²; Annemarie König³;
Beatriz S. O. de Ceballos³ & Márcia R. de Q. A. Azevedo⁴

¹ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentado a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

² UFCG/DEC, R. Manoel Joaquim Ribeiro, 136, Bodocongó, CEP 58.109-170, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3333-2270.
E-mail: tatianaltavares@yahoo.com.br

³ UFCG/DEC, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58.109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310-1154.
E-mail: annemariekonig@yahoo.com.br; bs@superig.com.br

Protocolo 127

Resumo: O presente trabalho relata uma experiência de reúso direto de esgoto tratado em uma lagoa de estabilização no cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.), avaliando-se a influência da irrigação nos componentes de crescimento não destrutivo e na produção da hortaliça, com a aplicação de água residuária e da adição da adubação orgânica. O experimento foi realizado nas dependências da ETE de Campina Grande, PB. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições. Foram realizados dois ciclos de cultivo: de julho – agosto (1º ciclo) e de setembro a novembro (2º ciclo). A maior produtividade e valores das variáveis não destrutivas foram encontrados nas alfaces produzidas sob irrigação com a água residuária e adubação orgânica.

Palavras-chave: reúso de efluentes, lagoas de estabilização, *Lactuca sativa*, semi-árido

Effects of soil manuring and irrigation on lettuce production components

Abstract: In the present study effluent of waste stabilization pond was used, in the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa* L.). The influence of irrigation and the addition of organic manure was evaluated (non destructive analyses) on vegetable growth and production components. The experiments were conducted at WWTP of Campina Grande-PB, using four treatments and four repetitions in two cultivation cycles: July - August (1st cycle) and September - November (2nd cycle). Higher productivity and values of variables were found in the lettuces under wastewater irrigation and organic manure application.

Key words: effluent reuse, stabilization ponds, *Lactuca sativa*, semi-arid

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo (Medina et al., 1982). Além de folhosa, é a mais importante na alimentação do brasileiro, assegurando a cultura, expressiva importância econômica (Faquin et al., 1996). Segundo a FAO (2002), no ano 2000 foram produzidos, no mundo, 17,28 milhões de toneladas de alface, em uma área de 791.144 ha. No Brasil, o IBGE (2000), informa que, no ano de 1996, a produção foi de 311.887 toneladas de alface, no valor de 152.347 milhões de reais. Deste total, cerca de 173.000 toneladas foram produzidas no estado de São Paulo, ocupando

uma área de 7.859 ha e gerando 6.360 empregos (Meirelles, 1998).

Segundo Kiehl (1985), os adubos orgânicos aplicados no solo sempre proporcionam resposta positiva sobre a produção das culturas, chegando a se igualar ou até mesmo a superar os efeitos dos fertilizantes químicos; entretanto, dependendo de sua composição química, taxa de mineralização e teor de nitrogênio que, por sua vez, sofrem influências das condições climáticas, os adubos orgânicos em doses elevadas se tornam prejudiciais às culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da irrigação com água residuária de uma lagoa de estabilização nos componentes de crescimento e produção de alface na presença ou na ausência de adubo orgânico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA) em Campina Grande, PB, no bairro da Catingueira. O trabalho de campo constituiu na irrigação da alface (*Lactuca sativa* L.) com água residuária tratada por lagoas de estabilização e água de abastecimento sem cloro (controle).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições: AB C/E e AB S/E - parcelas irrigadas com água de abastecimento (AB) adubadas com (C/E) e sem estrume bovino (S/E), previamente curtido e parcelas irrigadas com efluente final, da ETE, adubadas ou não, com estrume (AR C/E e AR S/E), totalizando 16 parcelas de 4,5 m² (3 x 1,5 m). Cada parcela recebeu 36 mudas e sua área útil de 2,25 m², continha 14 mudas. A irrigação foi manual (regadores) e realizada diariamente com a aplicação aproximadamente de 25 L de água (abastecimento sem cloro e residuária tratada) por parcela, no período da manhã (07 h) e à tarde (17 h), para reproduzir o método de irrigação das hortas comerciais. Realizaram-se dois ciclos de cultivo: de julho - agosto (1º ciclo) e de setembro - novembro de 2003 (2º ciclo).

As variáveis de crescimento da hortaliça foram quantificadas no final de cada ciclo de cultivo: após 38 e 41 dias para os 1º e 2º ciclos, respectivamente. Antes da retirada dos pés de alface da área útil, foram feitas as medidas, com régua, de altura e do diâmetro de cada planta; em seguida e com auxílio de uma pá, retiraram-se os 14 pés de alface da área útil de todas as parcelas experimentais; após a retirada das plantas, fez-se a lavagem, para remover o solo, e, se procedeu à contagem do número de folhas, medição do comprimento e diâmetro da raiz (com paquímetro plástico) e à pesagem, em balança digital Fillizola, da parte aérea e da raiz, separadamente. A produtividade (kg m⁻²) para cada tratamento foi avaliada na área útil de cada parcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da precipitação pluvial nos dois ciclos do cultivo da alface (Figura 1) mostram que o 1º ciclo recebeu maior volume de água de chuva (68,4 mm). As precipitações ocorridas no 1º ciclo foram as mais adequadas para o desenvolvimento da hortaliça, diminuindo a necessidade da irrigação além de garantir maior umidade relativa do ar e menor evaporação, fatores adequados para um bom desenvolvimento da alface (Azevedo *et al.*, 1997).

Segundo Gheyi *et al.* (1999), o monitoramento das águas de irrigação é indispensável para avaliar seus efeitos nas propriedades do solo, além de permitir que se escolha o melhor tipo de cultura que pode ser explorada. Os valores da temperatura (Tabela 1) nas águas de irrigação se mantiveram em níveis considerados adequados para a atividade de irrigação, bem como o pH, variando entre 6,8 e 8,4. A alface é moderadamente sensível à salinidade, segundo Maas (1984) e Maas & Hoffman (1977) apud Ayres & Westcot (1999), sendo seu rendimento potencial alcançado quando a condutividade elétrica do extrato saturado atinge o valor limite de 1,3 dS m⁻¹ e redução de 13% do rendimento por aumento unitário de salinidade.

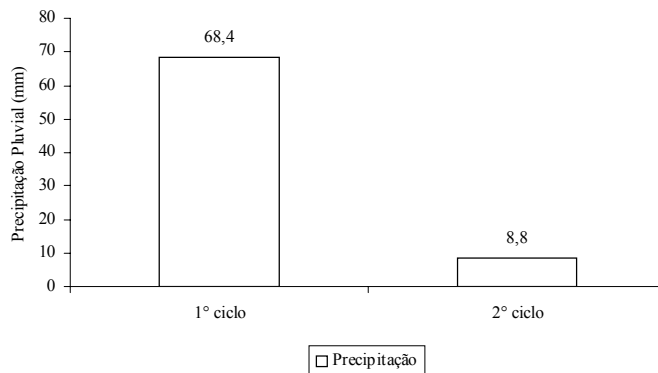


Figura 1. Precipitação pluvial, ocorrida em Campina Grande, PB, no período experimental de julho – novembro/2003

Tabela 1. Valores médios das variáveis físico-químicas das águas de irrigação durante o experimento conduzido em Campina Grande, PB, no período de julho a outubro de 2003

Parâmetros	Água de Abast.		Água Resid. Tratada	
	1ºCiclo	2ºCiclo	1º Ciclo	2º Ciclo
Hora da coleta	17 h	17 h	(7 e 17h)	(7 e 17 h)
			(Média)	(Média)
T (°C)	28	30	23	24
CE (dS cm ⁻¹)	0,45	0,48	1,50	1,68
pH	7,6	6,6	7,19	7,08
DBO (mg L ⁻¹)	7	3	27	35
STF (mg L ⁻¹)	-	-	997	762
STV (mg L ⁻¹)	-	-	647	613
STF (mg L ⁻¹)	-	-	349	149
Na (mg Na L ⁻¹)	-	-	334	214
N (mg L ⁻¹)	0,1	0,1	1,5	0,25
P (mg P L ⁻¹)	1,0	1,1	6,5	7,8
Orto - P (mg P- PO ₄ ⁻² L ⁻¹)	0,2	0,1	4,0	4,55
Ca (mg Ca ⁺² L ⁻¹)	34	40	38	28
Mg (mg Mg ⁺² L ⁻¹)	11	31	30	43
Cl (mg Cl ⁻ L ⁻¹)	173	275	251	348
HCO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	116	177	433	381

Os valores médios da matéria orgânica biodegradável (DBO₅) apresentaram residuais consideráveis nas águas residuárias tratadas; isto pode ser considerado positivo, haja vista que a matéria orgânica atua no solo como condicionador, melhorando suas características físicas, além de suprir nutrientes às plantas. Grande parte dos sólidos presentes no efluente da lagoa tratada esteve em maiores concentrações no 1º ciclo, evidenciando a grande quantidade de chuvas que ocorreram neste ciclo e, assim, uma homogeneização do esgoto. As concentrações fósforo total e ortofosfato solúvel, são as usualmente encontradas em esgotos sanitários, variando pouco entre os ciclos. A água residuária tratada apresentou elevada concentrações de sódio (334 e 214 mg L⁻¹), cálcio (38 e 28 mg L⁻¹) e magnésio (30 e 43 mg L⁻¹), a presença de ions no efluente estão relacionados com a incorporação de sais oriundos dos detergentes e sabões nos esgotos domésticos.

Quando se avaliou as análises estatísticas das medições da alface revelou no primeiro ciclo, diferença estatisticamente

Tabela 2. Resumo da análise de variância e valores médios dos fatores estudados (TA) e adubação (E) para as variáveis altura de planta (AP), circunferência da planta (CP), número de folhas (NF) peso das folhas (PF), peso da raiz (PR), peso total (PT) e diâmetro da raiz (DR) no final do 1º ciclo de cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.), em experimento conduzido em Campina Grande, PB, no período de julho-novembro/2003

Causa de Variação	GL	Quadrado Médio						
		AP (cm)	CP (mm)	NF	PF (g)	PR (g)	PT (g)	DR (mm)
Tipo de água (TA)	1	47,09 **	51,30 **	18,06 ns	12635,45 ns	21,58 ns	13700,70 ns	0,20 ns
Adubação (E)	1	684,74 **	375,68 **	588,06 **	270496,21 **	847,39 **	301609,66 **	2,51 *
TA x E	1	13,58 *	60,02 **	33,06 *	13743,46 ns	21,53 ns	14853,52 ns	0,70 ns
Resíduo	12	2,53	5,26	4,52	3215,65	10,13	3289,27	0,16
CV	(%)	7,14	7,32	8,75	21,36	12,94	19,77	20,64
Valores Médios								
Tipo de água (TA)								
Água de abastecimento		20,57 a	29,54 a	23,25 a	237,37 a	23,44 a	260,80 a	2,01 a
Água residuária		24,00 b	33,12 b	25,38 a	293,57 a	25,76 a	319,33 a	1,79 a
dms		1,73	2,49	2,32	61,78	3,47	62,48	0,43
Adubação (E)								
S/E (sem estrume)		15,75 a	26,48 a	18,25 a	135,45 a	17,32 a	152,77 a	1,50 a
C/E (com estrume)		28,83 b	36,17 b	30,38 b	395,49 b	31,88 b	427,36 b	2,30 b
dms		1,73	2,49	2,32	61,78	3,47	62,48	0,43

(*) Significativo em nível de 5% de probabilidade,

(**) Significativo em nível de 1% de probabilidade

(^{ns}) Não significativo pelo teste F; As médias seguidas de mesma letra para cada linha e fator não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

significativa (em nível de significância de 1%) para altura e circunferência da planta (Tabela 2) quando se avaliou o tipo de água de irrigação; os maiores valores foram encontrados nas parcelas irrigadas com água residuária (Tabela 2). Quando se avaliou o efeito da adubação orgânica (E), houve diferença estatisticamente significativa para o diâmetro da raiz (significância em nível 5%), para altura e circunferência da planta, número e peso das folhas, peso da raiz e peso total (em nível de 1%); neste caso, os maiores valores foram encontrados nas parcelas adubadas (Tabela 2). A interação “tipo de água x adubação orgânica” (TA x E), foi observada para altura da planta e número de folhas, em nível de significância de 5% e, em nível de 1%, somente para circunferência da planta. No desdobramento adubação orgânica dentro do tipo de água (Tabela 3) houve diferença (em nível de 1%) para altura e circunferência da planta e número de folhas para as parcelas adubadas (Tabela 3). Quando se avaliou o desdobramento tipo de água dentro da adubação (Tabela 3), diferença (em nível de 1%) para diâmetro, circunferência da planta e número de folhas e os maiores valores foram encontrados nas parcelas que receberam a irrigação com água residuária (Tabela 3).

A Tabela 4 apresenta os resultados das análises estatísticas referentes às variáveis não destrutivas altura da planta (AP), circunferência da planta (CP), número de folhas (NF), peso das folhas (PF), peso da raiz (PR), peso total (PT) e diâmetro da raiz (DR) avaliadas no segundo ciclo.

A análise estatística mostrou diferença estatisticamente significativa (em nível de 1%) para todas as variáveis analisadas, somente quando se avaliou a adubação orgânica, com maiores valores nas parcelas adubadas (Tabela 4).

Produtividade

A produtividade da hortaliça foi avaliada no final dos dois ciclos e os resultados das análises estatísticas, para ambos, encontra-se na Tabela 5. Houve diferença estatística, em nível de 5%, para tipo de água (TA) e em nível de 1% para a adubação

Tabela 3. Desdobramento e média do desdobramento da interação “tipo de água x adubação orgânica” (TA X E) referente às variáveis altura de planta (AP), circunferência da planta (CP) e número de folhas (NF) no final do 1º ciclo de cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.), em função do tipo de água (TA) e adubação (E), em experimento conduzido em Campina Grande, PB, no período de julho-novembro/2003

Causa de Variação	Quadrado Médio		
	AP (cm)	CP (mm)	NF
(E) dentro (TA)			
E dentro de AB	443,87 **	368,02 **	450,00 **
E dentro de AR	254,03 **	67,69 **	171,13 **
(TA) dentro da (E)			
TA dentro de S/E	55,02 **	111,15 **	50,00 **
TA dentro de C/E	5,23 ns	0,17 ns	1,13 ns
Média do desdobramento			
(E) dentro da AB			
S/E (sem estrume)	13,12 a	22,75 a	15,75 a
C/E (com estrume)	28,02 b	36,32 b	30,75 b
dms	2,45	3,53	3,28
(E) dentro da AR			
S/E (sem estrume)	18,37 a	30,21 a	20,75 a
C/E (com estrume)	29,64 b	36,03 b	30,00 b
dms	2,45	3,53	3,28
(TA) dentro da (E)			
AB	13,12 a	22,75 a	15,75 a
AR	18,37 b	30,21 b	20,75 b
dms	2,45	3,53	3,28
(TA) dentro da (E)			
AB	28,02 a	36,32 a	30,75 a
AR	29,64 a	36,03 a	30,00 a
dms	2,45	3,53	3,28

(*) Significativo em nível de 5% de probabilidade

(**) Significativo em nível de 1% de probabilidade

(^{ns}) Não significativo pelo teste F; As médias seguidas de mesma letra para cada linha e fator não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

orgânica (E) e o ciclo de cultivo (T); as maiores produtividades foram registradas no primeiro ciclo, para as parcelas irrigadas com água residuária e adubadas com estrume (Tabela 5).

Tabela 4. Resumo da análise de variância e valores médios dos fatores tipo de água (TA) e adubação (E) para as variáveis altura de planta (AP), circunferência (CP), número de folhas (NF) peso das folhas (PF), peso da raiz (PR), peso total (PT) e diâmetro da raiz (DR) no final do 2º ciclo de cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.), em experimento conduzido em Campina Grande, PB, no período de julho-novembro/2003

Causa de Variação	GL	Quadrado Médio						
		AP (cm)	CP (mm)	NF	PF ¹ (g)	PR ¹ (g)	PT ¹ (g)	DR ¹ (mm)
Tipo de água (TA)	1	4,06 ns	5,69 ns	5,06 ns	3,90 ns	0,06 ns	3,74 ns	0,02 ns
Adubação (E)	1	655,23 **	852,93 **	715,56 **	375,89 **	16,03 **	304,89 **	0,86 **
TA x E	1	0,20 ns	3,50 ns	5,06 ns	0,42 ns	0,05 ns	0,43 ns	0,04 ns
Resíduo	12	6,58	9,53	14,98	1,89	0,26	2,04	0,03
CV	(%)	16,1	12,44	18,16	11,79	13,28	11,62	13,79
Valores Médios								
Tipo de água (TA)								
AB (água de abastecimento)		15,43 a	24,22 a	20,75 a	11,15 a	3,82 a	11,81 a	1,28 a
AR (água residuária)		16,44 a	25,42 a	21,88 a	12,14 a	3,94 a	12,78 a	1,22 a
dms		0,91	3,36	4,22	1,5	0,56	1,56	0,19
Adubação (E)								
S/E (sem estrume)		9,54 a	17,52 a	14,63 a	6,80 a	2,85 a	7,39 a	1,02 a
C/E (com estrume)		22,34 b	32,12 b	28,00 b	16,50 b	4,88 b	17,20 b	1,49 b
dms		2,78	3,36	4,22	1,5	0,56	1,56	0,19

(*) Significativo em nível de 5% de probabilidade, (**) Significativo em nível de 1% de probabilidade; (*) Não significativo pelo teste F; ⁽¹⁾ Dados transformados em \sqrt{x} ; As médias seguidas de mesma letra para cada linha e fator não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Tabela 5. Resumo da análise de variância e valor médio dos fatores tipo de água (TA), adubação (E) e ciclos de cultivo (T) referente à variável produtividade (PROD) no final de cada ciclo de cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.), em experimento conduzido em Campina Grande, PB, no período de julho-novembro/2003

Causa de Variação	GL	Quadrado Médio
		PROD ¹ (kg m ⁻²)
Tipo de água (TA)	1	0,45 *
Adubação (E)	1	18,27 **
Ciclos (T)	1	3,39 **
TA x E	1	0,23 ns
TA x T	1	0,09 ns
E x T	1	0,09 ns
TA x E x T	1	0,29 ns
Resíduo	24	0,09
CV	(%)	22,57
Valor Médio		
Tipo de água (TA)		
AB (abastecimento)		1,21 a
AR (residuária)		1,44 b
dms		0,22
Adubação (E)		
S/E (sem estrume)		0,57 a
C/E (com estrume)		2,08 b
dms		0,22
Ciclos (T)		
1º ciclo		1,65 a
2º ciclo		1,00 b
dms		0,22

CONCLUSÕES

1. A água residuária promoveu efeitos estatisticamente significativos para as variáveis altura e circunferência da planta, apenas no primeiro ciclo.

2. Nos dois ciclos de cultivo, a presença do estrume bovino

exerceu efeito estatisticamente significativo sobre todas as variáveis não destrutivas avaliadas.

3. Ao que procede, a água residuária por si só não foi suficiente para suprir as necessidades nutricionais da alface.

4. Somente no primeiro ciclo e para a interação tipo de água e adubação (TA x E), ocorreu significância estatística para as variáveis altura, circunferência e número de folhas da alface.

5. A produtividade foi influenciada significativamente pela utilização da irrigação da água residuária e adição da adubação orgânica, sendo maior no primeiro ciclo. E só será viável acompanhada da aplicação de adubação orgânica.

AGRADECIMENTOS

- À FUNASA (Fundação Nacional de Saúde), pelo suporte financeiro.

- À CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba), regional da Borborema, por ceder sua área para o desenvolvimento deste trabalho.

LITERATURA CITADA

- Ayers, A.S.; Westcot, D.W. A qualidade da água na agricultura. FAO. Tradução H.R. Ghery e J.F. de Medeiros. Campina Grande: UFPB, 1999. 217p.
- Azevedo, S.M.; Momenté, V.G.; Silveira, M.A. et al. Avaliações de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) para as condições quentes e úmidas do Estado de Tocantins. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 37. Manaus, 1997. Resumos. Manaus: Sociedade de Olericultura do Brasil, 1997. r.20.
- FAO-Food and Agriculture Organization. Agricultura production, primary crops. <http://www.fao.org>. 10 Abr. 2002.
- Faquin, V.; Furtini Neto, A.E.; Vivela, L.A.A. Produção de alface em hidroponia. Lavras: UFLA, 1996, 50p.

- Gheyi, H.R.; Medeiros, J.F. de; Souza, J.R. A qualidade de água de irrigação. In: Folegatti, M.V (Org.). Fertirrigação Citrus, Flores, Hortaliças.. Guaíba, RS, 1999. v. , p.237–265.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de indicadores sociais – estudos e pesquisa (informação demográfica e socioeconômica, n. 5). Rio de Janeiro: IBGE, 2000. <http://www.ibge.gov.br>. 07 Out. 2003.
- Kiehl, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1985, 492 p.
- Medina, P.V.L.; Silva, V.F. da; Cardoso, A.A.; Campos, J.P. de. Perda na qualidade da alface (*Lactuca sativa* L.) durante o armazenamento. I. Relação entre as mudanças metabólicas. Revista Ceres, Viçosa, v.29, n.163, p.259-267, 1982.
- Meirelles, J.C. de S. Classificação de alface. São Paulo: Horti & Fruti, 1998. (Folders).