



## Qualidade de águas residuárias e salobra utilizadas no cultivo hidropônico de três cultivares de alface crespa

### *Quality of wastewater and brackish water used in the hydroponic cultivation of three varieties of curly lettuce*

José Emídio de Albuquerque Júnior<sup>1</sup>, Carlos Alberto Vieira de Azevedo<sup>2</sup>, Márcia Rejane de Queiroz Almeida Azevedo<sup>3</sup>, Josilda de França Xavier<sup>4</sup>, Antônio Fernandes Monteiro Filho<sup>5</sup>

**Resumo:** O reúso de efluentes tratados não é uma prática nova, no entanto, há um interesse crescente em relação à necessidade de sua reutilização. Objetivou-se avaliar a caracterização das águas residuárias doméstica e do reator UASB e água salobra de poço para o cultivo hidropônico de alface crespa. O experimento foi conduzido em ambiente protegido com sistema hidropônico. Delineamento experimental foi em blocos casualizados com esquema fatorial 7 x 3, três repetições sendo, 7 soluções hidropônicas e três cultivares de alface. A parcela experimental, S<sub>1</sub>=solução de Furlani; S<sub>2</sub>=água residuária doméstica; S<sub>3</sub>=água residuária doméstica otimizada; S<sub>4</sub>=água de poço; S<sub>5</sub>=água de poço otimizada; S<sub>6</sub>=água residuária (UASB) e S<sub>7</sub>=água residuária (UASB) otimizada, subparcela três cultivares de alface. O pH das águas residuárias foram de 7,7 e 7,4 (Poço); 7,4 e 8,0 (Esgoto bruto) e, 7,2 e 8,2 (Extrabes). A (CE) foram 0,957 e 1,002 (Poço); 2,133 e 2,368 (Esgoto bruto) e (Extrabes) 2,502 e 2,4 09 dS m<sup>-1</sup>. O uso de soluções minerais nutritivas utilizando água residuária é viável quando utilizado em sistemas hidropônicos, sendo indicado para principalmente para região do semiárido brasileiro e quando se faz uso de água de irrigação de qualidade inferior na produção de hortaliças.

**Palavras-chave:** reúso, nutrientes, salinidade.

**Abstract:** The reuse of treated wastewater is not a new practice, however, there is a growing interest in the need for re-use. The objective was to evaluate the Characterisation of domestic wastewater and UASB and brackish well for hydroponic lettuce. The experiment was conducted in a protected environment with hydroponically. Experimental design was a randomized block with factorial 7 x 3, three replications and 7 hydroponic solutions and three lettuce cultivars. The experimental portion, S1 = Furlani solution; S2 = domestic wastewater; S3 = domestica optimized wastewater; S4 = well water; S5 = optimized well water; S6 = wastewater (UASB) and S7 = wastewater (UASB) optimized subplot three lettuce cultivars. The pH of wastewater were 7.7 and 7.4 (well); 7.4 and 8.0 (raw sewage) and 7.2 and 8.2 (Extrabes). The (EC) were 0.957 and 1.002 (Wells); 2,133 and 2,368 (raw sewage) and (Extrabes) 2,502 09 and 2.4 dS m<sup>-1</sup>. The use of nutritional mineral solutions using wastewater is feasible when used in hydroponic systems, is indicated for mainly for the Brazilian semi-arid region and when it makes use of water of poor quality irrigation in vegetable production.

**Key words:** reuse, nutrients, salinity

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 12/04/2016; aprovado em 20/06/2016

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia Agrícola Universidade Federal de Campina Grande-UFCG. [josildaxavier@yahoo.com.br](mailto:josildaxavier@yahoo.com.br); Av. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó, Campus I - UFCG - Bloco CM - 1º. Andar - Caixa Postal 10.078 CEP 58429-140 - Campina Grande, PB – Brasil, Fone: (0xx83) 2101 1055, Fax: (0xx83) 2101 1185

<sup>2</sup>Doutor em Agricultural And Irrigation Engineering. Utah State University. Prof. Universidade Federal de Campina Grande UAEA/CTRN/UFCG. [cvieiradeazevedo@gmail.com](mailto:cvieiradeazevedo@gmail.com)

<sup>3</sup>Doutora em Recursos Naturais pela UFCG. Prof. DA/CCA/UEPB, E-mail: [marciarqaa@ibest.com.br](mailto:marciarqaa@ibest.com.br);

<sup>4</sup>Pós-Doutoranda em Engenharia Agrícola Universidade Federal de Campina Grande-UFCG. [josildaxavier@yahoo.com.br](mailto:josildaxavier@yahoo.com.br);

<sup>5</sup>Doutor em Engenharia Agrícola-UFCG DA/CCA/UEPB, [afernandesmf@gmail.com](mailto:afernandesmf@gmail.com);



## INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2011), ao longo dos últimos 50 anos o bom gerenciamento dos recursos terra e água atendeu á demandas em rápida ascensão por alimentos e fibras. O uso da irrigação é o principal responsável por esse fato. De acordo com Beltran (2010) a produtividade das terras irrigadas é aproximadamente três vezes a produtividade das áreas que dependem apenas da chuva.

Em sua totalidade, as águas usadas em irrigação contém sais em variadas quantidades, à qualidade destas água é determinada em função da concentração e a importância dos seus constituintes. A qualidade da água de irrigação pode variar significativamente, conforme o tipo e a quantidade de sais dissolvidos (BRITO; ANDRADE, 2010).

A salinidade é um dos principais estresses ambientais que afetam negativamente o crescimento e o metabolismo vegetal, além de ser um dos fatores responsáveis pelo decréscimo da produtividade de culturas nas regiões áridas e semiáridas (SOUZA et al, 2011). A prevenção de problemas relacionados à qualidade de água necessita de avaliação do potencial, restrição de uso e emprego de técnicas de manejo especiais para manter rendimentos aceitáveis dos cultivos (AYERS; WESTCOT, 1999).

Nos últimos anos pesquisas vem avaliando a viabilidade do aproveitamento de água salobra em cultivo hidropônico (SOARES et al., 2007; PAULUS et al., 2010; AMORIM et al., 2005). O aproveitamento de água salobra em hidroponia pode ser menos prejudicial para as culturas de ciclo curto quando seu uso é exclusivo para a reposição da evapotranspiração da cultura, pois, neste caso a salinização, sofre um aumento gradual ao longo do ciclo da cultura o que seria menos danosa ao vegetal.

No Brasil há falta de tradição na reciclagem dos resíduos gerados, particularmente do efluente de esgoto. Todavia, nos anos recentes a aplicação de resíduos orgânicos na agricultura tem recebido atenção considerável pelo aumento crescente do requerimento de energia para produção de fertilizantes minerais e em virtude dos custos e problemas ambientais associados a métodos alternativos de disposição de resíduos (CHAE; TABATABAI, 1986).

Os maiores benefícios dessa forma de reúso estão associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública (SILVA et al., 2009). A utilização da água residuária tratada na agricultura pode ser importante não apenas como fonte extra de água, mas também devido a vários outros fatores, como: servir de fonte de nutrientes, visto que podem auxiliar no desenvolvimento da cultura.

No Brasil, o reúso de água encontra uma gama significativa de aplicações potenciais. O reúso de efluentes tratados não é uma prática nova, no entanto, há um interesse crescente em relação à necessidade de sua reutilização, principalmente na agricultura. A utilização das águas residuárias tratadas na agricultura é imprescindível não apenas por servir como fonte extra de água, mas também de nutrientes para as culturas (SANDRI et al. 2007).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta herbácea, originária de clima temperado, pertencente à família Asteracea e da subfamília Cichoriaceae, certamente uma das hortaliças mais populares e consumidas no mundo e no Brasil. Praticamente todas as cultivares de alface desenvolvem-se bem em climas amenos, principalmente no período de crescimento vegetativo.

A temperatura pode influenciar significativamente a cultura da alface, alterando a sua arquitetura produção, ciclo e resistência ao pendoamento (DIAMANTE et al., 2013). Temperaturas elevadas podem acarretar redução na produção de alface (ARAÚJO et al., 2009).

Até o início da década de oitenta, o cultivo da alface no Brasil era restrito às regiões de clima ameno, próximas aos grandes centros urbanos, as quais possibilitavam o cultivo durante todo o ano (BRANCO et al., 2001). Novas tecnologias como o cultivo protegido, têm permitido aumentar a produção na época chuvosa, regularizar a oferta ao longo do ano e protege a cultura dos efeitos climáticos (TRANI et al., 2006).

O termo hidroponia significa o cultivo de plantas em meio líquido. É derivado de duas palavras de origem grega: *hydro*, que significa água, e *ponos*, trabalho; o cultivo hidropônico de hortaliças ocorre em ambiente protegido, atualmente muito difundido devido à possibilidade de controle das condições adversas de cultivo que favorece o desenvolvimento das plantas permitindo a produção de olerícolas de melhor qualidade (HELBEL JÚNIOR et al., 2008; CUPPINI et al., 2010). Em razão dessa tendência do mercado hortícola, o cultivo hidropônico vem aumentando em importância a cada ano, o que tem contribuído para modificar, parcial ou totalmente, os sistemas de cultivo tradicionais (GUALBERTO et al., 2009).

O cultivo hidropônico representa uma opção vantajosa quando comparada ao cultivo convencional por obter produtos de qualidade superior, mais uniformes, com maior produtividade, menor custo de mão de obra, menor gasto de água e de insumos agrícolas, (LOPES et al., 2005). Dentro do cultivo protegido a hidroponia é um sistema de produção intensificado e muito adotado para a produção de alface, devido ao curto ciclo de produção (45-60 dias) e à fácil aceitação no mercado (LUZ et al., 2006).

A hidroponia possui algumas desvantagens, como: o alto custo de instalação dos sistemas; necessita de acompanhamento permanente, uso de energia elétrica e do controle da solução nutritiva, de mão-de-obra e de assistência técnica especializada (SAAVAS et al., 20017; AL-KARAKI et al., 2009; SANTOS et al., 2010).

Diante do exposto este trabalho teve como objetivo avaliar a composição química de água usada no preparo de soluções nutritivas utilizadas na produção de três cultivares de alface crespa em sistema hidropônico tipo NFT (Nutrient Film Technique).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido (casa de vegetação) da Universidade Estadual da Paraíba UEPB, Campus II, com as seguintes coordenadas geográficas: 7° 10' 15" S, 35° 51' 14" W, Köppen-Geige (BRASIL, 1971) em sistema hidropônico adotando-se a técnica do fluxo laminar de nutrientes.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas em esquema fatorial 7 x 3, com três repetições cujos fatores foram 7 soluções hidropônicas, com condutividade de 1,5 dS.m<sup>-1</sup> e três cultivares de alface. As soluções nutritivas otimizadas foram formuladas tomando-se como referencia a solução nutritiva de Furlani. A parcela experimental foi constituída pelas soluções nutritivas (S). (S<sub>1</sub> = solução de Furlani; S<sub>2</sub> = água residuária doméstica; S<sub>3</sub> =

água residuária doméstica otimizada; S<sub>4</sub> = água salobra de poços tubulares perfurados para captação de água subterrânea; S<sub>5</sub> = água salobra de poços tubulares perfurados para captação de água subterrânea otimizada; S<sub>6</sub> = solução água residuária provenientes do reator UASB e S<sub>7</sub> = solução água residuária provenientes do reator UASB otimizada) e a subparcela pelas três cultivares de alface do grupo Repolhuda Crespa (Verônica, Vanda e Thais) cada sub parcela foi composta por seis plantas com espaçamento de 0,30m x 0,3m.

As águas utilizadas no experimento foram provenientes de água da chuva armazenada em cisterna (para a solução S<sub>1</sub>), do esgoto bruto da cidade de Lagoa Seca, PB, água salobra de poço tubular perfurado para captação de água subterrânea da zona rural do município Lagoa Seca-PB, e água residuária provenientes do reator UASB da Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES) Campina Grande-PB e que foram encaminhadas para análise química no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/DEAg/UFCG) e no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A – EMPARN.

As mudas de alface das cultivares de alface foram produzidas em espuma fenólica utilizando-se uma mesa para germinação, semeando-se uma semente peletizada por cavidade; após a emergência da plântula (EP), a água de abastecimento utilizada na irrigação foi substituída gradativamente pelas soluções nutritivas (33,33%, 66,66% e 100% a cada quatro dias); após 25 dias da EP as mudas foram transplantadas para os perfis definitivos.

As soluções nutritivas S<sub>3</sub>, S<sub>5</sub> e S<sub>7</sub> foram preparadas conforme metodologia proposta por Furlani (1995). O quantitativo dos fertilizantes minerais e da composição química da solução nutritiva mineral estão dispostos nas Tabelas 1 e 2 para isto, utilizou-se a ferramenta Solver do Microsoft Office Excel; todas as soluções foram preparadas para 200 L.

**Tabela 1.** Quantitativo dos fertilizantes minerais utilizados na confecção das soluções nutritivas minerais.

Solução	
Sais	Furlani
g 1000 L <sup>-1</sup> de água	
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	1000
MAP	150
DAP	-
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-
KCl	150
KNO <sub>3</sub>	600
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	250
MnCl.H <sub>2</sub> O	2,34
Mn SO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	-
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,88
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0,2
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2.04
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0,26
Fe-EDTA	1000 mL

Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O- nitrato de cálcio; MAP- fosfato monoamônio; ; DAP- fosfato diamônio; H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>- ácido fosfórico; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>- fosfato monopotássico; KCl- cloreto de potássio; KNO<sub>3</sub>- nitrato de potássio; MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O- sulfato de magnésio; MnCl.H<sub>2</sub>O- O cloreto de manganês; Mn SO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O- sulfato de manganês; ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O- sulfato de zinco; CuSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O- sulfato de cobre; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>- ácido bórico; Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O- molibdato de amônio; Fe-EDTA- ferro EDTa

**Tabela 2.** Composição química das soluções nutritivas minerais.

Solução	
Sais	Furlani
g 1000 L <sup>-1</sup> de água	
NO <sub>3</sub>	200,44
NH <sub>4</sub>	16,51432
P	32,7
K	310,275
Ca	168
Mg	24,65
S	32,5
Mn	0,636714
Zn	0,199144
Cu	0,0671
Bo	0,356592
Mo	0,114452
Fe	2,234

NO<sub>3</sub>- nitrato; NH<sub>4</sub>- amônio; P- Fósforo; K- Potássio; Ca- Cálcio; Mg- Magnésio; S- Enxofre; Mn- Manganês; Zn- Zinco; Cu- Cobre; Bo- Boro; Mo- Molibdenio; Fe- Ferro.

A formulação das soluções otimizada foi realizada utilizando-se a ferramenta SOLVER; para isto, montou-se uma planilha eletrônica no Microsoft Office Excel contendo a composição química da água residuária doméstica; água de poço salina; solução água residuária provenientes do reator UASB e dos sais inorgânicos (nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato de potássio, fosfato monoamônio, cloreto de potássio, sulfato de magnésio e na forma de sulfato, os micronutrientes cobre, zinco, manganês e ferro).

Uma vez formuladas, os ingredientes orgânicos foram misturados, durante a condução do experimento as soluções foram calibradas realizando-se leituras de condutividade elétrica (CE) e pH utilizando-se um condutivímetro portátil, além de um peagâmetro; a CE foi mantida a aproximadamente 1,7 ± 0,3 dS cm<sup>-1</sup> e o pH entre 6,0 e 7,0; independente dos tratamentos, as soluções nutritivas foram trocadas em períodos equidistantes de 7 dias.

O manejo da solução nutritiva foi realizado diariamente através da reposição da água consumida, do acompanhamento da condutividade elétrica (CE) e do potencial hidrogeniônico (pH) mantendo-o próximo à neutralidade, com a utilização de uma solução de NaOH ou HCL (1 mol L<sup>-1</sup>).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os resultados da caracterização físico-química das águas utilizadas nas irrigações do cultivo hidropônico no primeiro e segundo experimento, água residuária provenientes do reator UASB da Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários (EXTRABES), água residuária do esgoto bruto da cidade de Lagoa Seca-PB e água salobra de poço da zona rural de Lagoa Seca-PB

Observa-se na Tabela 3 os valores de pH das águas residuárias e do poço utilizadas no primeiro e segundo experimento do cultivo hidropônico que foram de 7,7 e 7,4 (Poço); 7,4 e 8,0 (Esgoto bruto) e, 7,2 e 8,2 (Extrabes) respectivamente. Esses valores estão dentro do intervalo recomendado por Brasil (2005), que para irrigação de hortaliças, devem ser entre 6,0 e 9,0. Os valores de condutividade elétrica (CE) encontradas nas análises

realizadas as águas residuárias e do poço utilizadas nos dois experimentos do cultivo hidropônico da alface, foram de 0,957 e 1,002 (Poço); 2,133 e 2,368 (Esgoto bruto) e (Extrabes) 2,502 e 2,4 09 dS m<sup>-1</sup> respectivamente(Tabela 3).

**Tabela 3.** Caracterização físico-química das águas utilizadas nas irrigações do cultivo hidropônico

Determinações	1 <sup>o</sup> Experimento			2 <sup>o</sup> Experimento		
	Poço	Esgoto bruto	Extrabes	Poço	Esgoto bruto	Extrabes
pH	7,7	7,4	7,2	7,4	8,0	8,2
**CE (dS.m <sup>-1</sup> )	0,957	2,133	2,502	1,002	2,368	2,409
Cálcio (mmol <sub>c</sub> /L)	3,62	3,98	5,98	1,98	4,55	2,40
Magnésio (mmol <sub>c</sub> /L)	0,75	3,47	3,42	1,88	2,25	4,60
Sódio (mmol <sub>c</sub> /L)	3,94	10,57	15,55	4,69	12,32	13,48
Potássio (mmol <sub>c</sub> /L)	0,38	1,26	0,01	0,41	1,39	0,89
Cloretos (mmol <sub>c</sub> /L)	6,42	9,99	23,23	6,43	9,28	12,76
Carbonatos (mmol <sub>c</sub> /L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato (mmol <sub>c</sub> /L)	1,31	10,95	3,25	1,26	13,98	9,66
P-Total (mg L <sup>-1</sup> )	4,51	29,30	4,14	1,83	19,02	13,41
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mg L)	16,73	0,00	1,03	15,23	0,00	0,00
Amônia (NH <sub>3</sub> ) (mg L <sup>-1</sup> )	0,61	1,27	58,6	0,11	1,19	52,46
RAS*	2,57	6,93	8,53	3,02	9,59	8,15
Classe de água para irrigação	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>2</sub> T <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> T <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub> T <sub>3</sub>

\*Relação de adsorção de sódio (RAS); \*\*Condutividade Elétrica

Considerando a classificação para a irrigação proposta por Ayers e Westcot (1991), que a CEa pode chegar a até 0,7 dS m<sup>-1</sup>, as águas resiuárias utilizadas nesta pesquisa apresentaram valores elevados de (CEa). Segundo a Epav (1991), a (CEa) da água residuária caracteriza-se como de Classe 2 (0,3 a 0,8 dS m<sup>-1</sup>).

Verifica-se na Tabela 3, que nas águas residuárias e do poço utilizadas no cultivo hidropônico da alface o cálcio apresentou valores de 3,62 e 1,98 (Poço); 3,68 e 4,55 (Esgoto bruto) e, 5,98 e 13,48 mmol<sub>c</sub>/L (Extrabes) respectivamente. Para o sódio, os valores no encontrado nas análises das águas utilizadas nos dois experimentos foram de 3,94, 4,69; 10,57; 12,32; 15,55 e 13,48 mmol<sub>c</sub>/L (Poço), (Esgoto bruto) e (Extrabes) respectivamente. Ainda na Tabela 3, pode verificar as concentrações de magnésio variou entre 0,75 e 1,88 (Poço); 3,47 e 2,25 (Esgoto bruto) e, 3,42 e 4,60 mmol<sub>c</sub>/L (Extrabes). As concentrações para irrigação, de acordo com Ayers e Westcot (1991), são de 0-20 meq L<sup>-1</sup> para o cálcio, 0-40 meq L<sup>-1</sup> para o sódio e entre 0-5 meq L<sup>-1</sup> para o magnésio.

Os valores de potássio nas águas residuárias e de poço citados na Tabela 3, foram 0,38 e 0,41 (Poço), 1,26 e 1,39 (Esgoto bruto) e 0,01 e 0,89 mmol<sub>c</sub>/L para (Extrabes), esses resultados não são suficiente para causar qualquer sintoma de toxidez na alface. Para Trani (2001), os valores máximos permissíveis de potássio na água de irrigação, para a aplicação em hortaliças folhosas, sem provocar perda de produtividade, estão entre 0,13 e 2,56 meq L<sup>-1</sup>, mostrando, dessa forma, que a água utilizada não apresentou nenhuma restrição para uso na irrigação da alface.

Os maiores valores de fósforo total encontrado nas águas residuárias e de poço foram de 4,51 e 1,83 (Poço), 29,30 e 19,02 (Esgoto bruto) e, 4,14 e 13,41(mg L<sup>-1</sup>) (Tabela 4.) Esses teores, de acordo com Brasil (2005), estão acima do permitido para a Classe 1, indicada para a irrigação de hortaliças consumidas cruas, a qual permite um valor máximo de fósforo total de 0,025 mg L<sup>-1</sup>. Os valores críticos de fósforo na água de irrigação, segundo Trani (2001), são de 30 mg L<sup>-1</sup>, contudo observa-se grande disparidade entre as literaturas.

Os teores de nitrato encontrados nas águas residuárias e poço utilizadas no cultivo hidropônico da alface crespa dos dois experimentos citados na Tabela 3, apresentaram 16,73e 15,23 mg L<sup>-1</sup> Poço, 0,00 e 0,00 Esgota bruto e, 1,03 e 0,00 mg L<sup>-1</sup> Extrabes. Segundo Ayers e Westcot (1991), para valores de até 5 mg L<sup>-1</sup> de nitrato, não existe restrição, e de 5 a 30 mg L<sup>-1</sup> a restrição é ligeira a moderada. Para Trani (2001) e Brasil (2005), os valores-limites de nitrato são de até 10,0 mg L<sup>-1</sup> na água de irrigação para hortaliças, para que não ocorram problemas de contaminação de águas subterrâneas e superficiais e de saúde aos consumidores de alimentos com excesso de nitrato. Segundo Boink & Speijers (2001), as hortaliças folhosas, dentre as quais a alface, o repolho e o espinafre, tendem a acumular nitrato em seus tecidos. A toxidez do nitrato em humanos, por si só, é baixa; no entanto, de 5 a 10% do NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ingeridos na alimentação é convertido a nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) na saliva bucal ou por redução gastrointestinal. Assim, o nitrito entrando na corrente sanguínea oxida o ferro (Fe<sup>2+</sup> Fe<sup>3+</sup>) da hemoglobina, produzindo a metaemoglobina.

Analisando os dados da amônia dos dois efluentes e da água de poço pode-se perceber que os valores maiores foram na água do efluente da Extrabes com 58,6 e 52,46 (mg L<sup>-1</sup>) (Tabela 4). Ainda na Tabela 4, verifica-se os resultados da razão de absorção de sódio (RAS) das águas residuárias e de poço utilizadas nesta pesquisa foram de 2,57 e 3,02 Poço, 6,93 e 9,59 Esgoto bruto e, 8,53 e 8,15 (mmolc L<sup>-1</sup>) Extrabes. Segundo Melo (1978), com esses valores, não serão verificados efeitos negativos do sódio na irrigação, que só passam a provocar problemas às plantas com valores de RAS maiores que 10 (mmolc L<sup>-1</sup>).

Observa-se na Tabela 3, as análises da qualidade das águas utilizadas nos experimentos foram avaliadas sob os três aspectos fundamentais quanto ao uso na irrigação: salinidade (C), sodicidade (S) e toxidade (T) de íons. A água do poço apresentou classificação de C<sub>2</sub>S<sub>1</sub>T<sub>2</sub> e C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>T<sub>2</sub>. O que corresponde, C<sub>2</sub> - Água de média salinidade. Pode ser usada sempre e quando houver uma lixiviação moderada de sais, S<sub>1</sub> - água de baixa sodicidade ou com baixa concentração de sódio e S<sub>2</sub> - água de sodicidade média ou com média concentração de sódio.

Analisando ainda a Tabela 3, verifica-se os dados das águas Esgoto bruto e Extrabes que apresentaram limites de classificação, as classes de águas para a irrigação C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>T<sub>3</sub>C<sub>3</sub> - Água de alta salinidade. Não pode ser usada em solos com drenagem deficiente. e neste caso são águas de alta salinidade, baixa sodicidade e problema severo de toxidez nas plantas.

O efeito da salinidade é de natureza osmótica podendo afetar diretamente o rendimento das culturas. A sodicidade se refere ao efeito relativo do sódio da água de irrigação

tendendo a elevar a porcentagem de sódio trocável do solo (PST), com danos nas suas propriedades físico-químicas, provocando problemas de infiltração. A toxidade, diz respeito ao efeito específico de certos íons sobre as plantas, afetando o rendimento, independente do efeito osmótico.

Na tabela 4 estão expostos as quantidades de fertilizantes utilizados na formulação das soluções nutritivas minerais a partir da caracterização físico-química das águas utilizadas nas irrigações do cultivo hidropônico de alface crespa..

**Tabela 4.** Quantitativo dos fertilizantes utilizados no preparo das soluções nutritivas minerais

EXTRABES	199,64 L	Poço	199,64 L	Esgoto bruto	199,58 L
SAM	25,09 g	SAM	22,31g	SAM	23,66 g
Nitracal	193,54g	Nitracal	237,53 g	Nitracal	238,24 g
Nitrapot	121,74g	Nitrapot	80,95 g	Nitrapot	84,06 g
KCl	0,00g	KCl	50,04 g	KCl	46,32 g
CuSO <sub>4</sub>	0,04g	CuSO <sub>4</sub>	0,04 g	CuSO <sub>4</sub>	0,04 g
ZnSO <sub>4</sub>	0,11g	ZnSO <sub>4</sub>	0,11 g	ZnSO <sub>4</sub>	0,11 g
MnSo <sub>4</sub>	0,49g	MnSo <sub>4</sub>	0,49 g	MnSo <sub>4</sub>	0,49 g
MgSO <sub>4</sub>	0,00g	MgSO <sub>4</sub>	4,27 g	MgSO <sub>4</sub>	2,19 g
MO. AM	0,06g	MO. AM	0,06 g	MO. AM	0,06 g
Ac. Borico	0,42g	Ac. Borico	0,42 g	Ac. Borico	0,42 g
MAP	5,14g	MAP	10,43 g	MAP	3,14 g
FeSO <sub>4</sub>	12,05g	FeSO <sub>4</sub>	12,05 g	FeSO <sub>4</sub>	12,05 g

Devido a presença de distintos nutrientes nas águas, constatada a partir de análises laboratoriais foi elaborado, a partir do uso da ferramenta Solver do Microsoft office, formulações com quantidades de nutrientes diferentes para cada tipo de água. Essas formulações teve como objetivo ajustar a quantidade de fertilizantes que foram adicionados nas águas utilizadas no preparo das soluções nutritivas para que estas apresentassem as mesmas quantidades de nutrientes presentes na solução de Furlani (tabela 2).

As quantidades de fertilizantes que foram utilizadas no preparo das soluções nutritivas (tabela 4), variou em função do tipo de nutriente presente nas águas utilizadas. O uso de águas residuárias proporcionaram economia no uso de fertilizantes e proporcionam mesma quantidade de nutrientes ao sistema hidropônico de produção.

## CONCLUSÕES

O uso de soluções minerais nutritivas utilizando águas residuárias e salobras é viável quando utilizado em sistemas hidropônicos, sendo indicado para principalmente para região do semiárido brasileiro e quando se faz uso de água de irrigação de qualidade inferior na produção de hortaliças.

## AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional De Desenvolvimento Científico E Tecnológico – CNPq pela concessão das bolsas de pesquisa de mestrado e do pós-doutorado.

## REFERÊNCIAS

AL-KARAKI, G.; AL- AJMI, A.; OTAMAN, Y. Response of soilless grown bell pepper cultivars to salinity. Acta horticulturae, v.8, p. 227-323. 2009.

AMORIM, D. M. B.; NOTARO, I. A.; FURTADO, D. A.; GHEYI, H. R.; BARACUHY, J. G. V. Avaliação de diferentes níveis de salinidade da água utilizada na produção de forragem hidropônica de milho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.339-342, 2005.

ARAÚJO, J. S.; ANDRADE A. P. DE.; RAMALHO, C. I.; A ZEVEDO, C. A. V. de. Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob doses de nitrogênio via fertirrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, p.152-157, 2009.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisado 1).

BELTRAN, J. M. Integrated approach to address salinity problems in irrigated agriculture. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados / Editores: Hans Raj Gheyi, Nildo da Silva Dias, Claudivan Feitosa de Lacerda.” Fortaleza, INCT Sal, 2010. Pag. 3-8.

BOINK, A.; SPEIJERS, G. Health effect of nitrates and nitrites, a review. Acta Horticultura, Cairo, n.563, p.29-36, 2001.

BRANCO, R.B.F.; MAY, A.; SALATIEL, L.T.; PRESOTTI, L.E.; CAVARIANNI, R.L.; CECÍLIO FILHO, A.B. Avaliação de cultivares de alface, cultivadas em hidroponia, em três épocas de plantio. Horticultura Brasileira, v. 18, p. 701-702, 2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. Divisão de agrologia – SUDENE. 1971.

- Levantamento exploratório. Reconhecimento de solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro: 1971. p. 670. (Boletim Técnico, 15).
- BRASIL. Resolução CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente nº. 357 de 17 de março de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005. 23 p.
- BRITO, R. A. L.; ANDRADE, C. de L. T. de Qualidade de água na agricultura e no ambiente. Informe agropecuário, Belo Horizonte, V. 31, N. 259, p. 50-57, Nov/Dez. 2010.
- CHAE, Y. M. TABATABAI, M. A. Mineralization of nitrogen in soils amended with organic wastes. Journal of Environmental Quality, v.15, p.193-198, 1986.
- CUPPINI, D. M.; ZOTTI, N. C.; LEITE, J. A. O. Efeito da irrigação na produção da cultura de alface (*Lactuca sativa* L.), variedade "Pira Roxa" manejada através de "Tanque Classe A" em ambiente protegido. Perspectiva, v.34, p.53-61, 2010.
- DIAMANTE, M. S.; SEABRA JR. S.; INAGAKI, A. M.; SILVA, M. B.; DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013.
- ENVIRONMENT PROTECTION AUTHORITY OF VICTORIA - EPAV. Guidelines for wastewater irrigation, Melbourne, 1991. 60 p. (Publication, 168).
- FAO. 2011. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.
- FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura – Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ª edição revista e ampliada. Viçosa: UFV, 412 p. 2003.
- FURLANI, P. R. Cultivo de alface pela técnica de hidroponia - NFT. Campinas: IAC, 1995. 18p. (Documentos, 55).
- GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUIMARAES, A. M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. Horticultura Brasileira, v. 27, n. 1, p. 7-11, 2009.
- HELBEL JÚNIOR, C. REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L. DE; FRIZZONE, J. A. Influência da condutividade elétrica, concentração iônica e vazão de soluções nutritivas na produção de alface hidropônica. Ciência e Agrotecnologia, v.32, p.1142-1147, 2008.
- LOPES, J. C. RIBEIRO. L. G.; ARAÚJO, M. G. de; BERALDO, M. R. B. S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. Horticultura Brasileira, v. 23, n. 1, p. 143-147, 2005.
- LUZ, J. M. Q.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; KORNDÖRFER, G. H. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. Horticultura Brasileira, v.24, p.295-300, 2006.
- MELO, J.A.S. Aplicação de águas residuárias no solo como método de tratamento, disposição final e reciclagem de águas usadas. Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro, v.17, n.1, p.82-91, jan./mar., 1978.
- PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. Horticultura Brasileira, v.28, p.29-35, 2010.
- SAAVAS, D.; STAMATI, E.; TSIROGIROGIANJIS, I. L.; MARTZOS, N.; BAROUCOAS, P.E; KATSOUHAS, N.; KITTAS, C.; Interaction between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. Agricultural water Management, v. 91, n.1, p. 105-111, 2007.
- SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 17-29, 2007.
- SANTOS, R. S.; DANTAS, D.; NOGUEIRA, F. P.; DIAS, N. S.; NETO, M. F.; GURGEL, M. T. Utilização de águas salobras no cultivo hidropônico da alface. Irriga, v.15, n.1, p.111-118, 2010.
- SILVA, M. B. R.; DANTAS NETO, FERNANDES, J. D. P.; FARIAS, M. S. S. Cultivo de pinhão-manso sob condições de estresse hídrico e salino, em ambiente protegido. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 74-79, 2009.
- SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S.N.; MELO, R. F.; JORGE, C. A.; BONFIM-MARIA, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. Irriga, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 235-248, 2007.
- SOUZA, R. P., MACHADO E. C., SILVEIRA, J. A. G., RIBEIRO, R. V. Fotossíntese e acúmulo de solutos em feijoeiro caupi submetido à salinidade. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.6, p.586-592, jun. 2011.
- TRANI, P.E. Hortaliças folhosas e condimentos. In: PEREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. van; ABREU, C.A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/ POTAFOS, p.293-310, 2001.
- TRANI, P. E.; NOVO, M. C. S. S.; CAVALLARO JÚNIOR, M. L.; GONÇALVES, C.; MAGGIO, M. A.; GIUSTO, A. B.; VAILATI, M. L. Desempenho de cultivares de alface sob cultivo protegido. Bragantia, v.65, n.3, p.441-445, 2006.