

ACÚMULO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM ALFACE CULTIVADA EM SISTEMA HIDROPÔNICO COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO

RENATA S. CUBA DE CARVALHO¹, JOÃO R. DO CARMO², REINALDO G. BASTOS³, CLAUDINEI F. SOUZA⁴

1 M.e Eng. Agrônoma, Doutoranda em Irrigação e Drenagem, Depto Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Botucatu-SP, Fone: (XX17) 98133.3822, renatacuba@hotmail.com

2 Estudante de Eng. Agrônoma, bolsista PIBIC/CNPQ no CCA/ UFSCar, Araras-SP

3 Eng.º de Alimentos, Prof. Doutor, Depto de Tecnologia Agroindustrial e Sócio economia Rural, CCA/ UFSCar, Araras- SP

4 Engº Agrônomo, Prof. Doutor, Depto de Recursos Naturais e Proteção Ambiental, CCA/ UFSCar, Araras- SP

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: O uso de efluentes oriundos de esgoto doméstico podem representar fontes de nutrientes para aplicação na agricultura, porém se torna fundamental conhecer a disponibilidade desses nutrientes para as plantas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de plantas de alface cultivadas em sistema hidropônico NFT (Técnica do Filme de Nutrientes) de absorver e acumular nitrogênio e fósforo presentes em esgoto doméstico tratado. As plantas foram cultivadas usando como solução nutritiva esgoto doméstico, que recebeu previamente tratamento primário e secundário. Foram feitas análises químicas, físicas e microbiológicas do esgoto, antes e depois de circular pela hidroponia. Realizou-se coletas semanais de plantas para determinar a massa seca e o acúmulo dos nutrientes avaliados. Os resultados do acúmulo semanal dos nutrientes obedeceu uma função linear, altamente significativa, porém as plantas ficaram fora do padrão comercial, com porte reduzido e com sintomas visuais de deficiência nutricional. Para as condições deste cultivo, o sistema hidropônico promoveu um polimento adicional do efluente utilizado, a partir da redução em média de 62% dos teores de nitrogênio orgânico total e 29% dos teores de fósforo total durante o ciclo da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca sativa* L., reúso, tratamento de esgoto.

NITROGEN AND PHOSPHOROUS ACCUMULATION IN LETTUCE GROWN IN HYDROPONIC SYSTEM WITH DOMESTIC SEWAGE TREATED

ABSTRACT: The use of effluents originating from domestic sewage may represent sources of nutrients for use in agriculture, but becomes essential to know its availability to plants. Therefore, the aim of this study was to evaluate capacity of lettuce plants grown in hydroponic system NFT (Nutrient Film Technique) to absorb and accumulate nitrogen and phosphorus present in treated sewage. The plants were cultivated using the domestic sewage as nutrient solution, which previously received primary and secondary treatment. Chemical, physical and microbiological analyzes of the sewage were made before and after circling for hydroponics. It was done weekly collections of plants to determine the dry matter and the accumulation of nutrients evaluated. The results of the weekly accumulation of nutrients have obeyed a linear function, highly significant, but the plants were outside the commercial standard, with reduced size and visual symptoms of nutrient deficiency. For the conditions of this crop, the hydroponic system has provided an additional polishing of effluent used in this crop, from the reduction in average 62% of the total organic nitrogen contents and 29% of the total phosphorus contents during the crop cycle.

KEYWORDS: *Lactuca sativa* L., reuse, sewage treatment.

INTRODUÇÃO: A busca por sistemas de produção que sejam mais sustentáveis tem sido crescente, na tentativa de fazer o uso mais racional dos recursos naturais, dos insumos agrícolas e maximização da produção. Dentre os recursos naturais, a água tem sido objeto de diversos estudos (SOUZA et al., 2015; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011), devido principalmente à sua escassez, e o seu reuso é indicado como ferramenta para uma gestão mais sustentável. A aplicação de águas residuárias no cultivo de plantas é uma alternativa à escassez, pois reduz a contaminação pela descarga direta de esgoto nos corpos hídricos, pode melhorar as condições de potabilidade, e permitir a utilização mais racional dos recursos hídricos, sendo uma fonte alternativa de água disponível (NORTON-BRANDÃO et al., 2013). O uso de efluentes em sistemas hidropônicos NFT (Técnica do Filme de Nutrientes) apresenta como vantagem a redução do contato das águas residuárias com as partes comestíveis das plantas, uma vez que somente o sistema radicular da planta tem contato direto com a solução nutritiva (CUBA et al., 2015). Neste tipo de cultivo é necessário um balanceamento de nutrientes que atenda a necessidade de cada cultura específica, e, de acordo com Abujamra et al. (2005), os efluentes não são balanceados podendo acarretar inibição competitiva ou antagonismo de alguns nutrientes, levando à deficiências. Assim, visando avaliar a capacidade de plantas de alface cultivadas em sistema hidropônico NFT de absorver e acumular nitrogênio e fósforo presentes em esgoto doméstico tratado, desenvolveu-se este trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS: O sistema hidropônico foi instalado em ambiente protegido na área experimental do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental do Centro de Ciência Agrárias – UFSCar, localizado no município de Araras, Estado de São Paulo. O efluente utilizado como solução nutritiva foi captado na saída da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da universidade, a qual faz o tratamento primário e secundário do efluente oriundo do restaurante universitário e sanitários da própria instituição. As mudas utilizadas foram pré aclimatadas em berçário hidropônico. Realizou-se um cultivo, em sistema hidropônico NFT, usando como solução nutritiva para as plantas somente efluente de esgoto tratado. O cultivo foi composto por quatro parcelas (bancadas), um reservatório de 500 L para armazenar a solução nutritiva, um conjunto moto bomba e um temporizador. Foram utilizados quatro perfis hidropônicos de polipropileno, com declividade de 10 %, com 3 metros de comprimento em cada bancada e 48 plantas por parcela, totalizando 192 plantas. Foram realizadas amostragens semanais, para caracterização físico-química e microbiológica do efluente antes e durante a circulação pela hidroponia. As análises dos parâmetros físicos e químicos foram: pH, condutividade elétrica, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio orgânico total (NOT), fósforo total, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e sódio, de acordo com APHA (2012). Avaliou-se o acúmulo semanal de massa seca, de nitrogênio e fósforo pelas plantas, a partir de coletas de três plantas ao acaso de cada parcela, que foram encaminhadas ao laboratório para pesagem e secagem em estufa com circulação de ar, a 60 °C por 72 horas. Após a secagem determinou-se a massa seca das amostras e posteriormente realizou-se as análises químicas a fim de quantificar os teores de nitrogênio (N) e fósforo (P) nas plantas inteiras (raízes e parte aérea). Os dados utilizados para confecção das curvas de acúmulo de massa seca, N e P foram submetidos à análise de regressão, sendo considerada como variável independente a idade da planta, expressa em dias, após o transplante. A escolha da função para estas análises foi de acordo com a que melhor representou os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados das análises da água de reuso proveniente da ETE conforme Tabela 1, revelam um efluente com baixos teores de nutrientes para ser usada como solução nutritiva, levando em consideração os valores recomendados por Martinez &

Silva Filho (2004) para a cultura da alface. Estes resultados estão relacionados principalmente à origem do efluente, doméstica, e também ao processo de tratamento.

TABELA 1. Comparação dos resultados médios das análises físico-químicas da água de reuso com alguns teores de nutrientes da solução nutritiva proposta por Martinez & Silva Filho (2004) para o cultivo de alface hidropônica.

Parâmetros	Água de Reuso		Solução Nutritiva (Martinez & Silva Filho, 2004)
	Média	Desvio padrão	
pH	8,03	0,06	5,5 a 6,5
CE (dS m ⁻¹)	0,86	0,23	2,5
DBO ₅ ²⁰ (mg L ⁻¹)	38,63	3,33	NE
OD (mg L ⁻¹)	2,41	0,66	NE
Turbidez (NTU)	17,76	9,01	NE
NOT ³ (mg L ⁻¹)	44,74	5,12	173,96
P (mg L ⁻¹)	6,89	3,49	29,76
K (mg L ⁻¹)	18,83	2,75	239
Ca (mg L ⁻¹)	38,67	7,51	171
Mg (mg L ⁻¹)	10,93	2	44,5
S (mg L ⁻¹)	101,33	22,14	NE
Na (mg L ⁻¹)	85,83	87,91	NE
Coliforme totais NMP* 100 mL ⁻¹	>24,20 x 10 ²	-	NE
<i>Escherichia coli</i> NMP* 100 mL ⁻¹	>24,20 x 10 ²	-	NE

CE: condutividade elétrica; DBO₅²⁰: Demanda bioquímica de oxigênio; OD: oxigênio dissolvido; NOT: Nitrogênio orgânico total; NE: não há padrão estabelecido para este parâmetro segundo os autores Martinez e Silva Filho (2004); * Número mais provável, não há desvio padrão para este parâmetro.

Os resultados do acúmulo de massa seca, N e P nas plantas de alface são apresentados na Figura 1.

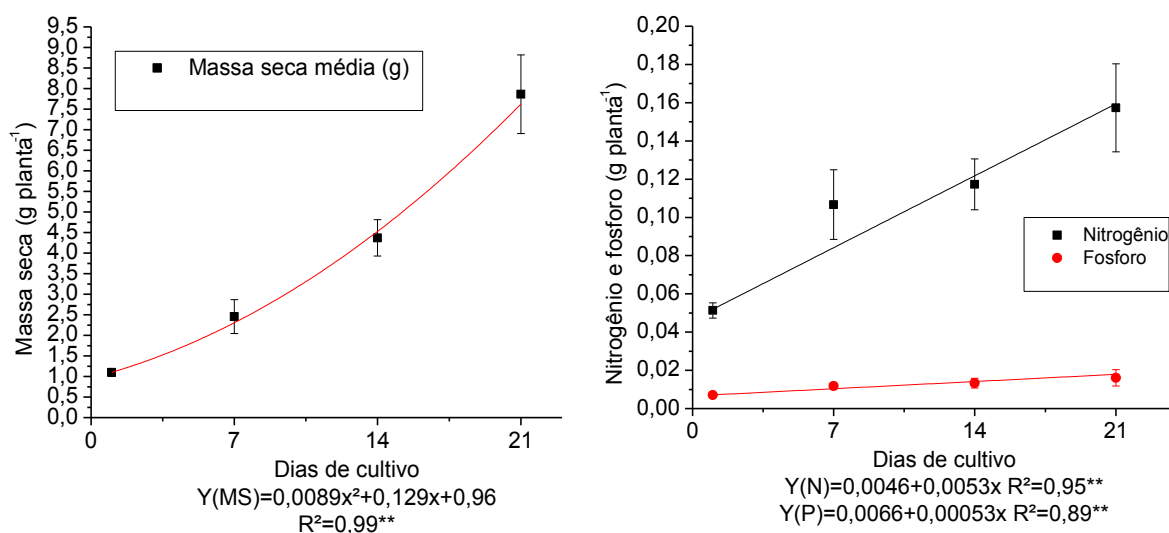


FIGURA 1. Acúmulo de massa seca (MS) (g planta⁻¹), nitrogênio (N) (g planta⁻¹) e fósforo (P) (g planta⁻¹), em plantas de alface ao longo do cultivo.

O acúmulo de massa e de nutrientes foi crescente ao longo do ciclo da cultura, obedecendo uma função polinomial e linear respectivamente. Os coeficientes de determinação (R²) ficaram próximos a 1, demonstrando que o modelo escolhido se ajusta aos dados obtidos. Devido aos baixos teores de nutrientes contidos no efluente, as plantas tiveram crescimento

reduzido, e vários sintomas visuais de deficiência. Paulus et al. (2012), ao avaliar o cultivo hidropônico de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade na solução nutritiva, obteve na concentração recomendada para a cultura valores de 17,0 g planta⁻¹, enquanto neste trabalho o máximo acúmulo foi de 8,9 g planta⁻¹. Observou-se ao longo do cultivo sintomas visuais de deficiências, inicialmente de nitrogênio, e posteriormente de cálcio e potássio. Presume-se que não houve perda de plantas devido ao período de aclimação no berçário com a solução nutritiva convencional e isto pode ter proporcionado uma absorção eficiente dos nutrientes nesta fase, uma vez que este período foi de 14 dias. Apesar das plantas não terem alcançado padrão para comercialização, foi possível obter o polimento adicional do efluente usado como solução nutritiva. As análises semanais (Tabela 2) demonstraram uma redução média de 62% e 29% dos teores de nitrogênio e fósforo do efluente, respectivamente.

TABELA 2. Resultados das análises semanais e redução média dos teores de nitrogênio e fósforo do efluente utilizado como solução nutritiva.

Nutrientes	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	Redução média
	Semana	semana	Semana	Semana	
N (mg L ⁻¹)	49,31	1,50	13,90	1,60	62%
P (mg L ⁻¹)	11,90	6,00	5,90	3,79	29%

CONCLUSÃO: O cultivo hidropônico de alface utilizando como solução nutritiva efluente de esgoto doméstico tratado proporcionou um acúmulo linear de nitrogênio e fósforo ao longo do cultivo, porém abaixo das necessidades nutricionais da cultura.

AGRADECIMENTO: Os autores agradecem a FAPESP pelo apoio financeiro na execução do projeto. Processo FAPESP: 2013/14893-7.

REFERÊNCIAS: AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22^a ed. 2012.

ABUJAMRA, R.C.P.; ANDRADE NETO, C.O.; CAMPELO, G.P.; MELO, H.N.S. Produção hidropônica de flores de zinia com esgoto tratado. In: V CONGRESSO DE LA IV REGION DE LA ASSOCIACION INTERAMERICANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 2005, Asunción. Avanzando hacia los abjetivos de desarrollo del milenio en el marco de la Ingenieria sanitaria y ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2005.

CUBA, R.S.; CARMO, J.R.; BASTOS, R.G.; SOUZA, C.F. Potencial de aplicação de esgoto doméstico tratado como fonte de nutrientes e água no cultivo hidropônico de alface. *Revista Ambiente & Água*, v.10, n.3, p.574–586, 2015.

MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J. B. da. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. Viçosa: UFV. 2. ed. 2004, 111p.

NORTON-BRANDÃO, D.; SCHERRENBERG, S.M.; VAN LIER, J.B. Reclamation of used urban waters for irrigation purposes – A review of treatment technologies. *Journal of Environmental Management*, v.122, p.85–98, 2013.

PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G.A.; MOURA, C.A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. *Revista Ceres*, v. 59, n. 1, p. 110–117, 2012.

Ambiente & Sociedade, v.17, n.2, p.17–32, 2014.

SOUZA, C.F.; BASTOS, R.G.; GOMES, M.P.M.; PULSCHEN, A.A. Eficiência de estação de tratamento de esgoto doméstico visando reuso. *Revista Ambiente & Água*, v.10, n.3, p.587–597, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (ED.). **Guidelines for drinking-water quality**. 4th ed ed. Geneva: World Health Organization, 2011.