

## EFICIÊNCIA DE USO DE NPK PELA SALSA SOB SOLUÇÕES NUTRITIVAS PREPARADAS EM ÁGUAS SALOBRAS

Martiliana Mayani Freire<sup>1</sup>, Salimo Macoto Henrique Muchecua<sup>2</sup>, Juliana Bezerra Martins<sup>3</sup>,  
José Amilton Santos Júnior<sup>4</sup>, Bruno Felipe Bezerra Silva<sup>5</sup>, Gerônimo Ferreira da Silva<sup>6</sup>

**RESUMO:** A análise da eficiência de uso do NPK é fundamental para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, especialmente àqueles em que são arroladas águas salobras no processo produtivo. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência do uso do nitrogênio, do fósforo e do potássio em plantas de salsa expostas a soluções nutritivas ( $CE_{sn} = 1,7; 2,7; 3,7; 4,7; 5,7; 6,7 \text{ dS m}^{-1}$ ) preparadas em águas salobras com preponderância de  $Na^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$  e  $K^+$  à base de cloreto. O ensaio foi conduzido em ambiente protegido vinculado ao Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife-PE. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $6 \times 4$ , com cinco repetições. O aumento da  $CE_{sn}$  influenciou à eficiência de utilização de N, P, K, nas plantas de salsa, sob as diferentes naturezas catiônicas, apontando que houve boa conversão dos nutrientes absorvidos em produção de matéria seca.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cultivo sem solo, salinidade, nutrição mineral.

## NPK USE OF EFFICIENCY FOR SALSA UNDER NUTRITIONAL SOLUTIONS PREPARED IN WATER BRACKISH

**ABSTRACT:** The analysis of NPK use efficiency is essential for the sustainability of agricultural systems, especially those that are enrolled in brackish water in the production process. Accordingly, the aim of this study was to evaluate the efficiency of the use of nitrogen, phosphorus and potassium in parsley plants exposed to nutrient solutions ( $CE_{sn} =$

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, CEP: 52171-900, Recife, PE. Fone (84) 98753-1898. e-mail: martilianafreire@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>3</sup> Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

1.7; 2.7; 3.7; 4.7; 5.7; 6.7 dS m<sup>-1</sup>) prepared in brackish water with a preponderance of Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> and K<sup>+</sup> chlorine-based. The trial was conducted in a protected environment linked to the Department of Agricultural Engineering, Federal Rural University of Pernambuco, in Recife. The experimental design was a randomized, 6x4 factorial design with five replications. The increase of CEsn influenced the use of N, P, K, parsley plants, under different cationic natures, those that had good recovery of nutrients absorbed in dry matter production.

**KEYWORDS:** Cultivation without soil, salinity, mineral nutrition.

## INTRODUÇÃO

A eficiência de utilização de nutrientes corresponde à capacidade que a planta tem de redistribuir e reutilizar os nutrientes, presentes na solução nutritiva, de um órgão mais velho ou senescente (Rozane et al., 2007). Como cada íon tem funções específicas e importantes tanto na morfologia quanto fisiologia das plantas, em condições salinas, estes podem sofrer reduções na absorção, induzindo a deficiência nutricional e, conseqüentemente, a eficiência de utilização de nutrientes, potencializando o efeito negativo do estresse salino na produtividade das culturas (Cruz et al., 2018).

A eficiência de utilização de nutrientes (EUN) depende de fatores genéticos, morfológicos, fisiológicos relacionados à absorção de nutrientes, das práticas de manejo, das características do solo, condições ambientais e fonte de nutriente utilizada (Silva et al., 2011; Xavier & Natale, 2017).

O cultivo de plantas utilizando soluções nutritivas é uma ferramenta útil em estudos de eficiência nutricional por possibilitar aumento de produtividade, redução de aplicação de fertilizantes e, conseqüentemente, redução de custos de produção. Além disso, os sistemas hidropônicos permitem melhor controle das proporções dos elementos, devido à concentração de nutrientes na solução nutritiva ser proporcional àquelas encontradas próximos ao sistema radicular das plantas (Rozane et al., 2007).

Nesse sentido, a eficiência de utilização de nutrientes em hortaliças, cultivadas em soluções nutritivas preparadas com águas salobras de diferentes naturezas catiônicas, permitem analisar o impacto das interações entre os cátions preponderantes e os demais íons, notadamente, à medida em que a concentração de sais é incrementada na solução nutritiva, especialmente em relação ao quanto de nutrientes é efetivamente absorvido pelas plantas.

Assim, a Eficiência de utilização de nutrientes pode ser considerada uma ferramenta importantíssima para o manejo e fertilização de hortaliças (Cruz et al., 2018).

A salsa é uma hortaliça comercializada amplamente como especiaria no Brasil e no mundo (Santos et al., 2016), uma vez que ela tem sido utilizada comercialmente com fins medicinais e gastronômicos, se tornando uma das mais importantes plantas condimentares mesmo sem um volume tão grande de produção (Gonçalves, 2016).

Diante desse contexto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar a eficiência de utilização de nitrogênio, fósforo e potássio em plantas de salsa cultivadas em soluções nutritivas preparadas em águas salobras com preponderância de Na, Ca, Mg e K, à base de cloreto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, na Estação de Fertirrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola – DEAGRI/UFRPE, entre os meses de dezembro de 2017 a fevereiro de 2018.

As plantas foram cultivadas em um sistema hidropônico que consistiu de tubos de PVC de 100 mm, adaptados com orifícios circulares de 60 mm, espaçados, de forma equidistante, a cada 20 cm. Nas extremidades dos tubos, foram acoplados joelhos, também de PVC e de mesma bitola, com torneiras que impunham um nível de solução nutritiva de 4 cm dentro de cada tubo. Estes tubos foram acomodados aos pares, em uma estrutura triangular de madeira com base de 1,40 m e topo de 0,40 m.

Os tratamentos consistiram na disponibilização às plantas de soluções nutritivas preparadas em águas salobras ( $CE_{sn} = 1,7; 2,7; 3,7; 4,7; 5,7; 6,7 \text{ dS m}^{-1}$ ), com quantitativos crescentes de NaCl,  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ , KCl e  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  em água de abastecimento ( $CE_a = 0,12 \text{ dS m}^{-1}$ ), Estes tratamentos foram dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, analisado em esquema fatorial 6 x 4, com cinco repetições e seis plantas úteis por repetição. A solução nutritiva foi preparada com quantitativo de fertilizantes proposto por Furlani et al. (1999) para todos os tratamentos, em valores proporcionais para o preparo de 90 litros de solução nutritiva, totalizando três litros por planta. Quanto ao manejo da solução nutritiva, adotou-se sistema de circulação fechado, ou seja, duas vezes por dia eram aplicados manualmente 40 litros em cada tubo, de modo que o excedente em relação ao nível imposto pela torneira retornava ao reservatório de solução, via mangueira. A reposição do nível do

reservatório de solução nutritiva, que reduzia em função do consumo hídrico, era efetuada semanalmente utilizando-se água de abastecimento, no entanto, o monitoramento da CE e do pH da solução no reservatório foi efetuado a cada dois dias.

O preparo das mudas da salsa, cv. Graúda Portuguesa, foi efetuado em copos plásticos descartáveis de 180 mL, perfurados nas laterais e no fundo, e preenchidos com fibra de coco lavada. Foram semeadas 45 sementes por copo, as quais foram cobertas com fibra de coco seca e irrigadas duas vezes ao dia com água de abastecimento, mediante pulverização, até aos 15 dias após a emergência, quando os copos com as mudas foram inseridos no sistema hidropônico e os tratamentos iniciados. O material vegetal da parte aérea foi acondicionado em sacos de papel os quais foram colocados em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, até atingir peso constante. A massa seca foi pesada e moída em moinho tipo Wiley.

Para determinação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas de salsa, utilizou-se a metodologia proposta por Bezerra Neto e Barreto (2011). A determinação fósforo e potássio foi realizada pelo extrato obtido a partir da digestão nítrico-perclórica (Bezerra Neto & Barreto, 2011).

A eficiência de utilização de nutrientes foi obtida pela razão entre a massa seca da parte aérea e o acúmulo de nutriente na parte aérea.

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância. Os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva foram comparados mediante análise de regressão linear e polinomial. As naturezas catiônicas preponderantes nas águas salobras foram comparadas pelo teste de médias (Tukey), em nível de 0,05 de probabilidade, com auxílio de um software estatístico (Ferreira, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A interação entre o aumento gradual da  $CE_{sn}$  e os cátions preponderantes na água influenciou a eficiência de utilização de NPK ( $p < 0,01$ ) (Tabela 1). A eficiência do uso de N foi aumentada à taxa de 2,25; 3,15; 0,69 g g<sup>-1</sup>, a cada dS m<sup>-1</sup> incrementado, quando houve preponderância de Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, respectivamente. Quando houve preponderância de K<sup>+</sup> na água salobra, a eficiência de N não apresentou média de 3,5 g g<sup>-1</sup>. Constatou-se também que não houve influência da natureza catiônica com o aumento da  $CE_{sn}$ , tendo-se verificado maior diferença na eficiência sob 2,7 dS m<sup>-1</sup> sob preponderância de Mg<sup>+2</sup>.

**Tabela 1.** Eficiência de uso de NPK ( $\text{g g}^{-1}$ ) em plantas de salsa, cultivar Graúda, cultivadas em sistema hidropônico, utilizando diferentes cátions.

Sais	CE da solução nutritiva ( $\text{dS m}^{-1}$ )						Equação	$R^2$
	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7		
<sup>1</sup> Índice de eficiência de Nitrogênio ( $\text{g g}^{-1}$ )								
(CEsn: $p < 0,01$ ; NC: $p < 0,01$ ; CEsn vs NC: $p < 0,05$ ; CV = 3,29%)								
NaCl	0,14b	0,14ab	0,14a	0,14a	0,15a	0,15b	$y = 0,003^{**}x + 0,133$	0,96
CaCl <sub>2</sub>	0,13b	0,13b	0,14a	0,15a	0,15a	0,15b	$y = 0,004^{**}x + 0,127$	0,91
MgCl <sub>2</sub>	0,15b	0,15a	0,15a	0,15a	0,15a	0,15b	$y = 0,001^{**}x + 0,144$	0,90
KCl	0,14b	0,14ab	0,15a	0,15a	0,15a	0,16a	$\bar{Y} = 3,5$	
<sup>1</sup> Índice de eficiência de Fósforo ( $\text{g g}^{-1}$ )								
(CEsn: $p < 0,01$ ; NC: $p < 0,01$ ; CEsn vs NC: $p < 0,01$ ; CV = 4,87%)								
NaCl	1,13b	1,28a	1,13a	1,00b	0,95d	0,95b	$y = -0,0833^{**}x + 1,453$	0,91
CaCl <sub>2</sub>	1,13b	1,17b	1,18a	1,25a	1,41a	1,48a	$y = 0,0734^{**}x + 0,9616$	0,90
MgCl <sub>2</sub>	0,84b	0,94c	0,99b	1,04b	1,12c	1,46a	$y = 0,1058^{**}x + 0,6199$	0,83
KCl	0,82b	0,83d	0,87c	1,01b	1,33b	1,46a	$y = 0,1382^{**}x + 0,4747$	0,87
<sup>1</sup> Índice de eficiência de Potássio ( $\text{g g}^{-1}$ )								
(CEsn: $p < 0,01$ ; NC: $p < 0,01$ ; CEsn vs NC: $p < 0,01$ ; CV = 6,33%)								
NaCl	0,15a	0,14a	0,14a	0,13a	0,13a	0,12a	$y = -0,0055^{**}x + 0,1588$	0,96
CaCl <sub>2</sub>	0,16a	0,14a	0,14a	0,13a	0,13a	0,11a	$y = -0,008^{**}x + 0,169$	0,88
MgCl <sub>2</sub>	0,10a	0,10b	0,11b	0,12b	0,12a	0,13a	$\bar{Y} = 3,5$	
KCl	0,12a	0,11b	0,09c	0,08c	0,07b	0,07c	$y = -0,011^{**}x + 0,134$	0,92

<sup>1</sup>Letras diferentes em coluna indicam diferenças significativas entre as naturezas catiônicas em nível de 0,05 da probabilidade pelo teste de média (Tukey). CEsn – condutividade elétrica da solução nutritiva; NC – natureza catiônica. \*\* significativa em nível de 1% de probabilidade; \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns – não significativo.

Para a eficiência de utilização de fósforo, houve incremento de  $5,73 \text{ g g}^{-1}$ , quando houve preponderância de  $\text{Na}^+$  na água salobra. Entretanto, quando houve preponderância de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{K}^+$ , a eficiência de P foi reduzida à taxa de 1,12; 7,63 e  $29,11 \text{ g planta}^{-1}$ , respectivamente. Por outro lado, sob CE<sub>sn</sub> de 2,7 e  $3,7 \text{ dS m}^{-1}$ , a eficiência de P foi maior nas plantas expostas a águas com preponderância de  $\text{K}^+$ .

A eficiência de K foi reduzida à taxa de 3,46; 4,73 e  $8,20 \text{ g planta}^{-1}$ , quando houve preponderância de NaCl, CaCl<sub>2</sub> e KCl, na água salobra, respectivamente. Quando houve preponderância de Mg<sup>+2</sup> na água salobra, a eficiência de K apresentou média de  $3,5 \text{ g g}^{-1}$ . A reposição com água salobra proporcionou, para os níveis de CE<sub>sn</sub> mais altos, valores próximos de índice de eficiência para os macronutrientes avaliados, possivelmente pelo efeito das condutividades elétricas da solução, uma vez que houve redução no crescimento da planta. Martis et al. (2018), observaram que o aumento de lâminas de irrigação para a cultura do quiabo proporcionou maior eficiência de utilização de nitrogênio. Nesse contexto, pode-se inferir que o aumento da CE<sub>sn</sub> influenciou o impacto das naturezas catiônicas sobre a eficiência de N, P, K.

O aumento da eficiência do uso de macronutrientes constituintes dos tecidos vegetais pode estar relacionado à captação desses pelas plantas para formarem estruturas moleculares como proteínas (Neto, 2013).

## CONCLUSÕES

O aumento da  $CE_{sn}$  influenciou à eficiência de utilização de N, P, K, nas plantas de salsa, sob as diferentes naturezas catiônicas, apontando que houve boa conversão dos nutrientes absorvidos em produção de matéria seca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, J. L.; COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; SANTOS, A. A. Salinity reduces nutrients absorption and efficiency of their utilization in cassava plants. **Ciência Rural**, v. 48, n. 11, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FURLANI, A. M. C.; CATANI, R. A.; MORAES, F. R. P.; FRANCO, C. M. Efeitos da aplicação de cloreto e de sulfato de potássio na nutrição do cafeeiro. **Bragantia**, v.35, n.2, p.349-364, 1999.

GONÇALVES, L. F. C. **Ensaio de competição entre cultivares de salsa em ambiente protegido**. 2016. 38 f., il. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MARTIS, C. M. M; TAVARES, V. H. M.; MAXIMIANO, C. V. Curso de agronomia ganhos produtivos da cultura do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*), submetido a diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada em casa de vegetação. Disponível em: < [http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais\\_simposio/arquivos\\_up/documentos/artigos/1cdf724e00651500a236fe9008446fd9.pdf](http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais_simposio/arquivos_up/documentos/artigos/1cdf724e00651500a236fe9008446fd9.pdf) > Acesso em 10 jun 2019.

NETO, A. D. G. **Rendimento do quiabo adubado com nitrogênio e esterco bovino**. 2013, 27p. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, PB, 2013. Disponível em: <[ftp://rei2.biblioteca.ufpb.br/jspui/handle/123456789/727](http://rei2.biblioteca.ufpb.br/jspui/handle/123456789/727)>. Acesso em 10 jun 2019.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; FRANCO, C. F.; NATALE, W. Eficiência de absorção, transporte e utilização de macronutrientes por porta-enxertos de caramboleira, cultivados em soluções nutritivas. **Ciênc. agrotec.**, v. 31, n. 4, p. 1020-1026, 2007.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; SOUZA, M. R. F.; SOUZA, M. A. S. Eficiência nutricional e aproveitamento do nitrogênio pelo capim-marandu de pastagem em estágio moderado de degradação sob doses e fontes de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 242-249, 2011.

XAVIER, C. V.; NATALE, W. Influência do boro no teor, acúmulo e eficiência nutricional em porta-enxertos de caramboleira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 6-13, 2017.