

## DIAGNOSE NUTRICIONAL DA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA COM ÁGUAS SALOBRAS

José Edson Florentino de Morais<sup>1</sup>, Ênio Farias de França e Silva<sup>2</sup>, Larissa Gabrielle Lino de  
Andrade<sup>3</sup>, Daniel da Costa Dantas<sup>4</sup>, Weliston de Oliveira Cutrim<sup>5</sup>,  
Andrey Thyago Cardoso Santos Gomes da Silva<sup>6</sup>

**RESUMO:** A diagnose foliar é um dos métodos mais utilizados para se avaliar a demanda de nutrientes das culturas contribuindo para o manejo adequado dos fertilizantes. Quando os nutrientes estão equilibrados a cultura pode expressar todo o potencial produtivo. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do uso de águas salobras na composição nutricional foliar de macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) da cana-de-açúcar. A pesquisa foi conduzida no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. A variedade RB92579 foi conduzida em lisímetros de drenagem dispostos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco níveis de salinidade da água (CEa: 0,5; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 dS m<sup>-1</sup>) e duas lâminas de irrigação baseadas na evapotranspiração da cultura (L1: 100% e L2: 120% da ETc). Verificou-se que a CEa influenciou nos teores foliares dos nutrientes analisados. O aumento da salinidade da água de irrigação resultou em menores concentrações de N, P e K e elevou os teores de Ca na folha. O uso da lâmina de irrigação correspondente a 120% da ETc proporcionou maiores teores para os nutrientes N, P e K.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Saccharum officinarum* spp., análise foliar, macronutrientes

## NUTRITIONAL DIAGNOSIS OF SUGAR CANE IRRIGATED WITH BRACKISH WATERS

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco/Departamento de Engenharia Agrícola, CEP 52171-900, Recife, PE. e-mail: joseedson50@hotmail.com

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE. e-mail: enio.fsilva@ufrpe.br

<sup>3</sup> Graduanda, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE. e-mail: larissa\_lino\_03@hotmail.com

<sup>4</sup> Pós-Doutorando, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE. e-mail: d1cdantas@hotmail.com

<sup>5</sup> Graduando, Departamento de Agronomia, UFRPE, Recife, PE. e-mail: weliston\_cutrim@hotmail.com

<sup>6</sup> Doutorando, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE. e-mail: andreythyago@gmail.com

**ABSTRACT:** Leaf diagnosis is one of the most widely used methods to assess crop nutrient demand, contributing to proper fertilizer management. When the nutrients are balanced the crop can express the full productive potential. Thus, this study aimed to evaluate the effect of brackish water use on the leaf nutritional composition of sugarcane nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and calcium (Ca) macronutrients. The research was conducted at the Department of Agricultural Engineering of the Federal Rural University of Pernambuco, Recife, PE. The RB92579 variety was conducted in drainage lysimeters arranged in a completely randomized design in a 5 x 2 factorial scheme, with five levels of water salinity (ECa: 0.5; 2.0; 4.0; 6.0; 8.0 dS m<sup>-1</sup>) and two irrigation blades based on crop evapotranspiration (L1: 100% and L2: 120% of ETc). It was verified that the ECa influenced the leaf contents of the analyzed nutrients. Increased salinity of irrigation water resulted in lower concentrations of N, P and K and increased leaf Ca content. The use of irrigation depth corresponding to 120% of ETc provided higher contents for nutrients N, P and K.

**KEYWORDS:** *Saccharum officinarum* spp., leaf analysis, macronutrients

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do agronegócio brasileiro, sendo este o maior produtor mundial com uma área colhida de 8,8 milhões de hectares e produção de 633,5 milhões de toneladas na safra de 2017/2018 (CONAB, 2019). A expansão de canaviais no Brasil se intensifica cada vez mais em virtude da crescente demanda por biocombustíveis, principalmente do etanol e açúcar, seu produto principal (Ferreira Júnior et al., 2012).

Devido a seu alto potencial de produção de biomassa, a cana-de-açúcar remove uma quantidade considerável de nutrientes do solo durante seu crescimento e desenvolvimento (Bokhtiar & Sakurai, 2005; Moura Filho et al., 2014), desse modo, dentre os principais fatores que limitam a produtividade dos canaviais brasileiros destacam-se a oferta de nutrientes nos solos e a disponibilidade hídrica.

De acordo com Ghodrati & Ghazaryan (2013) a qualidade da água de irrigação, principalmente em regiões semiáridas, áridas e litorâneas é muito pobre devido as altas concentrações de sais, que aliado ao excesso de exploração e problemas de drenagem intensificam os processos de salinização e/ou sodificação dos solos trazendo prejuízos à agricultura. A resposta das plantas à salinidade acontece em duas fases, sendo uma osmótica, em que o sal atinge as raízes diminuindo o potencial osmótico da relação solo-planta,

dificultando a absorção de água e a fase iônica, quando o sal atinge a parte aérea da planta em altas concentrações causando toxicidade e, conseqüentemente afetando a fotossíntese e o balanço nutricional (Munns & Tester, 2008; Gandonou et al., 2011).

Existe uma correlação direta entre a disponibilidade de nutrientes na solução do solo e o teor desses nutrientes na folha das plantas cultivadas, a diagnose nutricional pode ser considerada uma maneira indireta de se avaliar a fertilidade do solo, além disso, a sua correta interpretação levará ao uso racional de insumos evitando perdas, melhorando o equilíbrio nutricional das plantas e proporcionando maior produtividade (Malavolta et al., 1997; Souza et al., 2011).

Para a cana-de-açúcar, Malavolta et al. (1997) consideram a folha +3 como a mais indicada para as condições do Brasil. Esses autores constataram valores ótimos para a cana-de-açúcar entre 19-21; 2-2,4; 11-13; 8-10 e 2-3 g kg<sup>-1</sup> para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente.

Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do uso de águas salobras na composição nutricional foliar de macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) da cana-de-açúcar.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental está localizada no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, cujas coordenadas geográficas são 8° 01' 05" S e 34° 56' 48" W e altitude de 6,5 m de acordo com o sistema SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico das Américas).

O clima, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo As, megatérmico tropical (tropical úmido), a precipitação acumulada do plantio até a amostragem das folhas foi de 831,45 mm, a temperatura e a umidade relativa média foi 29,2 °C e 72,61% (Alvares et al., 2013; INMET, 2019).

A área experimental foi composta por 40 lisímetros de drenagem, que foram preenchidos com solo do tipo Espodossolo (Santos et al., 2013), cujas características físico-química da camada de 0-0,20 m são: areia grossa = 940 g kg<sup>-1</sup>, silte = 0 g kg<sup>-1</sup> e argila = 60 g kg<sup>-1</sup>; pH (água) = 6,5; Ca<sup>2+</sup> = 1,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg<sup>2+</sup> = 0,65 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Na<sup>+</sup> = 0,06 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, K<sup>+</sup> = 0,08 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 2,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTCefetiva = 5,44 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; PST = 1,10%; M.O. = 20,4 g kg<sup>-1</sup>; P assimilável = 49 mg dm<sup>-3</sup>; θ<sub>0,1 atm</sub> = 3,02%; θ<sub>15 atm</sub> = 1,34%; Ds = 1,8 g cm<sup>-3</sup>, Dp = 2,63 g cm<sup>-3</sup>.

Realizou-se as seguintes adubações: fundação com 20–40–35 kg ha<sup>-1</sup> de NPK, de cobertura aos 45 e 150 dias com 20-0-35 kg ha<sup>-1</sup> de NPK e foliar com micronutrientes (B, Cu, Zn, Fe e Mn).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2 com 4 repetições totalizando 40 parcelas experimentais. O experimento consistiu da utilização de cinco níveis de condutividade elétrica da água (CEa) (0,5; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>) e duas lâminas de irrigação (L1 - 100 e L2 - 120% da evapotranspiração da cultura).

O manejo da irrigação foi realizado com base na estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) diária conforme a metodologia da FAO 56, e coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>),  $ET_c = ET_o \times K_c$  (Allen et al. 1998).

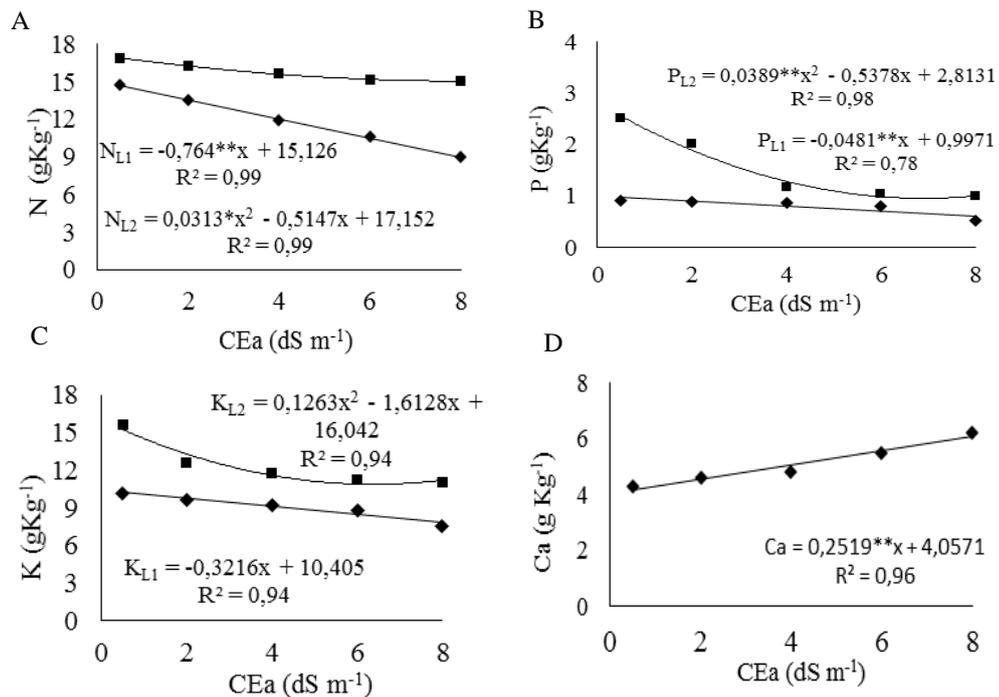
Para avaliação do estado nutricional foram realizadas amostragens das folhas +3 aos 180 dias após a emergência. Os materiais foram submetidos à secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C e triturados em moinho tipo Willey, e passados em peneira de 3 mm. Posteriormente foram digeridos e determinados os teores de macronutrientes N, P, K e Ca conforme Bezerra Neto & Barreto (2011). Realizou-se análise de variância ao nível de 5% de probabilidade e quando constatado efeito significativo realizou-se análise de regressão a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o teor de N verificou-se efeito linear decrescente da CEa com a L1, havendo uma redução de 0,764g kg<sup>-1</sup> dS m<sup>-1</sup> (Figura 1A). A diminuição do N com o incremento da CEa pode estar relacionado às elevadas concentrações de Cl<sup>-</sup> na solução do solo, que segundo Marschner (2012) há um efeito antagônico entre estes elementos.

De forma geral, quando se fez uso de L1 os teores de N estiveram de acordo com os valores sugeridos por Malavolta et al. (1997), com exceção das águas com salinidade a partir de 6,0 dSm<sup>-1</sup>. A deficiência de N na cana-de-açúcar reduz o rendimento da cultura, resultando na queda da produtividade e na longevidade de cortes (Vitti et al., 2010).

Para L2 ocorreu efeito quadrático com um teor mínimo de 15,04 g kg<sup>-1</sup> irrigando com águas de CEa = 8 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1A). O uso da L2 provocou um aumento no teor de N absorvido, possivelmente, devido à lixiviação do excesso de Cl<sup>-</sup> no solo.



**Figura 1.** Teores foliares nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C) e cálcio (D) na cana-de-açúcar aos 180 DAE sob diferentes níveis de salinidade da água (CEa) e lâminas de irrigação.

Para o P (Figura 1B), verificou-se efeito linear decrescente da CEa quando foi utilizada a L1, com redução de 0,97 a 0,61 g Kg<sup>-1</sup>, sendo estes inferiores aos níveis de referência. Enquanto com a utilização da L2 houve efeito quadrático com um teor mínimo de 0,95 g kg<sup>-1</sup> quando se irrigou com águas de CEa = 6,91 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1B). O teor de P decresceu devido ao aumento da salinidade da água, isso pode ter ocorrido por causa da competição iônica que também ocorre entre o Cl e o P (Marschner, 2012).

Para o teor de K ocorreu efeito linear decrescente da CEa quando foi utilizada a L1 e efeito quadrático quando foi utilizado L2 (Figura 1C). Utilizando L2, para todos os valores CEa apresentaram teores de K dentro da faixa de normalidade que varia entre 10,8 e 15 g kg<sup>-1</sup>. Isso pode ter ocorrido devido a uma competição de absorção que ocorre entre o Na e o K, que também foi observado por Deinlein et al. (2014) que afirmam que o K é o nutriente mais prejudicado por ambos serem cátions monovalentes, e quanto maior a concentração de um na solução do solo, este tenderá a ser mais absorvido pela planta. Para o teor de Ca, verificou-se efeito apenas da CEa com este apresentando efeito linear crescente com o incremento da CEa.

## CONCLUSÕES

A condutividade elétrica da água de irrigação influenciou no teor dos nutrientes na parte aérea da cana-de-açúcar.

O aumento da salinidade da água de irrigação resultou em menores concentrações de N, P e K e elevou os teores de Ca na folha da cana-de-açúcar.

O uso da lâmina de irrigação correspondente a 120% da E<sub>Tc</sub> proporcionou maiores teores para N, P e K mostrando a sua maior eficiência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

**Allen, R. G.; Pereira, P. S.; Raes, R.; Smith, M.** Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

**Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G.** Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v.22, n.6, p. 711-728, 2013.

**Bezerra Neto, E.; Barreto, L. P.** Análises químicas e bioquímicas em plantas. Recife: UFRPE, Editora Universitária da UFRPE, 2011. 267p.

**Bokhtiar, S. M.; Sakurai K.** Effect of application of inorganic and organic fertilizers on growth, yield and quality of sugar cane. Sugar Technology, v.7, p.33-37, 2005.

**CONAB** – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar. v.5 - safra 2018/2019 – Terceiro levantamento. Brasília, 2018. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana> >. Acesso em: 02/03/2019.

**Deinlein, U.; Stephan, A. B.; Horie, T.; Luo, W.; Xu, G.; Schroeder, J. I.** Plant salt-tolerance mechanisms. Trends in Plant Science, Oxford, v.6, p.371-379, 2014.

**Ferreira Júnior, R. A.; Souza, J. L.; Lyra, G. B.; Teodoro, I.; Santos, M. A.; Porfrio, A. C. S.** Crescimento e fotossíntese de cana-de-açúcar em função de variáveis biométricas e meteorológicas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, p.1229-1236. 2012.

**Gandonou, C. B.; Bada, F.; Gnancadja, S. L.; Abrini, J.; Skalisenhaji, N.** Effects of NaCl on Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> and K<sup>+</sup> ions accumulation in two sugarcane (*Saccharum* sp.) cultivars differing in their salt tolerance. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, v.3, p.155-162, 2011.

**INMET.** Instituto Nacional de Meteorologia. Normal Climatológica do Brasil 1981-2010. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em: 03/03/2019.

**Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A.** Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: ABPPF, 1997. 319p.

**Marschner, P.** Mineral nutrition of higher plants. 3<sup>a</sup> ed. Austrália: Elsevier, 2012, 651p.

**Moura Filho, G.; Albuquerque, A. W.; Moura, A. B.; Santos, A. C. I.; Oliveira Filho, M. S.; Silva, L. C.** Diagnóstico nutricional de variedades de cana-de-açúcar em argissolos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.11, p.1102–1109, 2014.

**Prado, R. M.; Fernandes, F. M.; Natale, W.** Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.59, p.129-135, 2002.

**Reis Júnior, R. A.; Monnerat, P. H.** DRIS norms validation for sugarcane crop. *Pesquisa Agropecuária do Brasil*, Brasília, v.38, p.379-385, 2003.

**Souza, H. A.; Hernandez, A.; Romualdo, L. M.; Rozane, D. E.; Natale, W.; Barbosa, J. C.** Folha diagnóstica para avaliação do estado nutricional do feijoeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.1243-1250. 2011.

**Vitti, A. C.; Cantarella, H.; Trivelin, P. C. O.; Rossetto, R.** Nitrogênio. In: Cana-de-açúcar. Miranda-Dinardo, L. L.; Vasconceles, A. C.; Landell, M. G. A. Instituto agrônomo de Campinas, SP, 1ed. 2010, p.239-270.