



Efeitos da salinidade da água de irrigação e frações de lixiviação nos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar

Effects of salinity of irrigation water and leaching fractions in the technological parameters of sugar cane

DOI: 10.55905/rdelosv16.n42-005

Recebimento dos originais: 02/01/2023

Aceitação para publicação: 01/02/2023

Raquete Mendes de Lira

Doutora em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Serra Talhada - PE, Brasil

E-mail: raquelelira@gmail.com

Ênio Farias de França e Silva

Doutor em Irrigação e Drenagem

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Recife - PE, Brasil

E-mail: effsilva@uol.com.br

Djalma Euzébio Simões Neto

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Carpina - PE, Brasil

E-mail: desn@oi.com.br

Alexandre Nascimento dos Santos

Doutor em Engenharia Agrícola

Instituição: Instituto Federal de Alagoas

Endereço: Maragogi - AL, Brasil

E-mail: alexandrens14@yahoo.com.br

Leandro Candido Gordin

Mestre em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Recife - PE, Brasil

E-mail: leandrocandidog@hotmail.com



Edimir Xavier Leal Ferraz

Bacharelado em Agronomia

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço: Serra Talhada - PE, Brasil

E-mail: edimirferraz@outlook.com

Hammady Ramalho e Soares

Doutor em Engenharia Agrícola

Instituição: Faculdade de Ciências Humanas ESUDA

Endereço: Recife - PE, Brasil

E-mail: hresoares@hotmail.com

Jucicléia Soares da Silva

Pós-Doutoranda DCR CNPq- Facepe

Instituição: Embrapa Semiárido

Endereço: Petrolina - PE, Brasil

E-mail: jucicleiass@gmail.com

RESUMO

A cana-de-açúcar quando chega à indústria, passa por uma análise tecnológica de rotina para caracterizar sua qualidade. Sabendo que a salinidade pode afetar as culturas de diversas maneiras objetivou com o presente trabalho avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação e duas frações de lixiviação nos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar. Realizou-se um experimento em lisímetros de drenagem na UFRPE, campus de Recife, com delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2 com 4 repetições, sendo cinco níveis de salinidade da água de irrigação: T1=0,5; T2=2,0; T3=3,5; T4=5,0 e T5= 6,5 dS m⁻¹, obtidos com a adição de NaCl e CaCl₂ à água de abastecimento local, no qual, T1 foi a testemunha, ou seja, sem adição de sais na água de abastecimento, e duas frações de lixiviação: L1=100 e L2=120% da evapotranspiração da cultura (ETc). Aos 60 dias após o plantio (DAP) às plântulas passaram a receber os tratamentos salinos com frequência de rega diária até os 285 DAP. A colheita foi realizada aos 360 DAP e avaliou-se Brix, sacarose do caldo (Pol), Pol da cana corrigida (PCC), açúcar total recuperável (ATR) e fibra. A salinidade da água proporcionou incremento no Brix e na fibra isoladamente na ordem de 11,66 e 13,17% com aumento unitário da salinidade da água de irrigação em dS m⁻¹. Já para ATR houve interação entre os dois fatores, com incremento em função da salinidade da água de irrigação e maiores médias quando se utilizou a fração de 120% da ETc. Encontrou-se menores resultados no Pol com uso da fração de lixiviação de 100% da ETc, e o inverso no teor de fibras. A salinidade da água de irrigação influenciou de maneira positiva o brix, o teor de fibras e a ATR da cana-de-açúcar com maiores resultados de ATR ao se utilizar a fração de lixiviação de 120% da ETc.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., qualidade industrial, água salobra.

ABSTRACT

When the sugarcane arrives at the industry, it undergoes a routine technological analysis to characterize its quality. Knowing that salinity can affect crops in different ways, the present work aimed to evaluate the effect of salinity of irrigation water and two leaching fractions on the technological parameters of sugarcane. An experiment was carried out in drainage lysimeters at



UFRPE, Recife campus, with a completely randomized design in a 5x2 factorial scheme with 4 replications, with five salinity levels of irrigation water: T1=0.5; T2=2.0; T3=3.5; T4=5.0 and T5= 6.5 dS m⁻¹, obtained with the addition of NaCl and CaCl₂ to the local supply water, in which T1 was the control, that is, without adding salts to the supply water, and two leaching fractions: L1=100 and L2=120% of crop evapotranspiration (ET_c). At 60 days after planting (DAP) the seedlings began to receive saline treatments with daily watering frequency until 285 DAP. Harvest was performed at 360 DAP and Brix, juice sucrose (Pol), Pol of corrected cane (PCC), total recoverable sugar (ATR) and fiber were evaluated. Water salinity provided an increase in Brix and fiber alone in the order of 11.66 and 13.17% with a unitary increase in irrigation water salinity in dS m⁻¹. As for ATR, there was an interaction between the two factors, with an increment depending on the salinity of the irrigation water and higher averages when the fraction of 120% of ET_c was used. Lower results were found for Pol using a leaching fraction of 100% of ET_c, and the opposite for fiber content. Irrigation water salinity positively influenced the brix, fiber content and ATR of sugarcane with higher ATR results when using a leaching fraction of 120% of ET_c.

Keywords: *Saccharum* spp., industrial quality, brackish water.

1 INTRODUÇÃO

O setor sucroalcooleiro é um dos mais importantes para o Brasil visto que, de acordo com a CONAB (2022) o país é o maior produtor mundial. Também é o primeiro do mundo na produção de açúcar e etanol e conquista, cada vez mais, o mercado externo com o uso do biocombustível como alternativa energética (MAPA, 2014). O estado de Pernambuco é o sétimo colocado em termos de produção nacional (CONAB, 2022), situa-se na região equatorial do Brasil, e grande parte da produção de cana-de-açúcar encontra-se na zona da mata e litoral (Novacana, 2016).

Apesar das regiões costeiras de Pernambuco apresentarem um regime hídrico maior, devido à má distribuição da precipitação em determinados períodos do ano se faz necessário o uso da irrigação para obter altos rendimentos. Todavia, em áreas litorâneas é comum a presença de águas salobras, devido ao avanço da água salgada do mar em relação ao continente, propiciando um incremento na concentração de sais na água subterrânea tornando-a salobra ou salina (Custódio, 2010; Ferreira, 2012; Costa Sobrinho, 2014 e Moraes et al., 2022a).

O uso deste tipo de água na produção agrícola sem um manejo adequado pode trazer sérios prejuízos, provocando a salinização ou sodificação dos solos, redução generalizada no crescimento e desenvolvimento das plantas, além de alterações em sua fisiologia e translocação de nutrientes (Munns & Tester, 2008). Nesse sentido, o uso da fração de lixiviação pode ser uma



técnica que viabilize o uso da irrigação com água salina, visto que consiste em aplicar uma lâmina de água além da necessidade da cultura, para que parte dos sais, proveniente da salinidade da água na irrigação se concentre abaixo da zona radicular (Ayers & Westcot, 1999; Zhang et al., 2019) e se obtenha bons rendimentos de cultivo.

A cana-de-açúcar quando chega à indústria, passa por uma análise tecnológica de rotina para caracterizar sua qualidade. Segato et al. (2006) explicam que a qualidade da matéria-prima é definida pelas características físico-químicas e microbiológicas da mesma, sendo que elas afetam a recuperação do açúcar na fábrica e a qualidade do produto final. O manejo agrícola e industrial pode alterar consideravelmente a qualidade da matéria-prima, levando em conta as características intrínsecas da própria planta (Fernandes, 2003).

Diversos estudos sobre parâmetros tecnológicos são realizados contemplando várias metodologias (Carvalho et al. 2008; Farias et al. 2009; Correia et al. 2014; Simões et al. 2015; Viana et al. 2017), no entanto, pesquisas sob estresse salino são escassas. Diante do exposto, objetivou avaliar o efeito da salinidade da água de irrigação e duas frações de lixiviação nos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação lisimétrica de agricultura irrigada Prof. Ronaldo Freire de Moura, localizada no Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Recife, localizada a 8° 01' 05" de latitude Sul e 34° 56' 48" de longitude Oeste, e altitude de 6,5 m de acordo com o sistema SAD 69 (South American Datum).

A área experimental foi composta por 40 lisímetros de drenagem com capacidade de 1.000 L cada, diâmetro externo na borda superior 1,38 m e altura externa de 0,745 m, equidistantes a 1,20 m, nas duas direções, e as caixas assentadas a 0,65 m de profundidade, ficando uma borda de 0,10 m acima da superfície do solo para evitar a entrada de água de chuva ou irrigação, proveniente do escoamento superficial. Havia uma casa de coleta de alvenaria (4 x 4 m), no qual, instalou-se piezômetros correspondentes para cada lisímetro, composto por mangueira plástica transparente e fita métrica para verificação do nível da água nos respectivos lisímetros e para coleta do material drenado quando houvesse.



O solo utilizado dentro dos lisímetros foi proveniente do Município de Goiana/PE, localizado a 7° 33' 38'' de latitude Sul e 35° 00' 09'' de longitude Oeste, e altitude de 13 m.

Utilizou-se um espodossolo segundo a classificação proposta pelo Sistema Brasileiro de classificação de solos (Santos et al., 2013), que são solos no qual, apresentam uma nítida diferenciação de horizontes, e possuem textura predominantemente arenosa e são desenvolvidos principalmente de materiais arenoquartzosos. As características físico-químicas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físico-químicas do solo dos lisímetros

Característica química	Valor	Característica Física	Valor
pH (H ₂ O)	5,0	Areia (%)	94
MO (g kg ⁻¹)	20,39	Silte (%)	0
P (mg dm ⁻³)	5,0	Argila (%)	6
K ⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,02	Classe textural	Areia
Ca ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,30	ADA (%)	0
Mg ²⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,40	GF	100
Na ⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,11	Ds (g cm ⁻³)	1,80
SB (cmolc dm ⁻³)	0,83	Dp (g cm ⁻³)	2,63
Al ³⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,75	AD (%)	1,68
CTCEfetiva (cmolc dm ⁻³)	1,58	Umidade: 0,33 atm (%)	3,02
		Umidade: 15 atm (%)	1,34

Os tratamentos consistiram da combinação de cinco condutividades elétricas da água (CEa): T1 = 0,5; T2 = 2,0; T3 = 3,5; T4 = 5,0 e T5 = 6,5 dS m⁻¹ e duas frações de lixiviação (0 e 0,17) correspondendo a L1=100 e L2=120% da evapotranspiração da cultura (ETc), respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições, totalizando as 40 parcelas experimentais.

Os níveis de salinidade foram estabelecidos por meio de adição de NaCl e CaCl₂ na proporção molar de 1:1 (Ca:Na), respectivamente, à água de abastecimento local da UFRPE (CE = 0,5 dS m⁻¹). Para a testemunha (T1) foi empregado apenas a água de abastecimento local sem a adição de sais. Utilizou-se a variedade de cana-de-açúcar RB867515, sendo os rebolos provenientes da Estação experimental de cana-de-açúcar do Carpina (EECAC-UFRPE), no qual, realizou-se o plantio de seis rebolos de duas gemas em cada lisímetro.

Os tratamentos começaram a serem aplicados aos 60 dias após o plantio (DAP) com irrigação realizada diariamente via clima, baseada na ETc. Nos dias em que a precipitação era igual ou superior a ETc, não houve irrigação. Utilizou-se sistema de irrigação por gotejamento, com quatro emissores autocompensantes por lisímetro, espaçados 0,30 m com vazão média



aferida em campo de 4,2 L h⁻¹ por emissor. Aos 285 DAP foi suspensa a irrigação sendo realizada a colheita aos 360 DAP.

A colheita foi realizada manualmente, sendo em cada parcela cortada uma touceira de cana, que foi encaminhada ao laboratório da usina Japungu-PB, onde foram determinados os seguintes parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar: Teor de sólidos solúveis ou BRIX (%), Teor de sacarose do caldo ou POL (%), Pol da cana corrigida ou PCC (%), Açúcar total recuperável ou ATR (kg Mg-1) e fibra industrial da cana (%) de acordo com Caldas (1998).

Os dados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F ($p < 0,05$) e regressão para níveis de salinidade, já quando houve efeito significativo apenas entre as frações de lixiviação a comparação ocorreu mediante teste de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), havendo efeito significativo entre a interação da salinidade com as frações de lixiviação aplicadas, realizou-se o desdobramento dos níveis de salinidade dentro de cada fração de lixiviação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise de variância observou-se que a salinidade de maneira isolada afetou o Brix e a ATR a 1% de probabilidade e o teor de fibras foi influenciado a 5% de probabilidade. Já o fator fração de lixiviação afetou isoladamente o Pol do caldo, a ATR e a fibra. Houve interação da salinidade e fração de lixiviação sobre ATR ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância para variáveis tecnológicas de colmo submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e frações de lixiviação

FV	GL	Brix	Pol do caldo	Pol da cana	ATR	Fibra	Pr > F
						
CEa (S)	4	0,0000**	0,1060 ^{ns}	0,2785 ^{ns}	0,0000**	0,0255*	
Fração lix. (L)	1	0,1461 ^{ns}	0,0024**	0,1350 ^{ns}	0,000**	0,0000**	
S x L	4	0,0705 ^{ns}	0,3690 ^{ns}	0,1460 ^{ns}	0,0357*	0,6018 ^{ns}	
CV (%)	-	4,67	6,68	5,71	2,44	5,48	

* e ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ns - não significativo

Fonte: Autores (2023)

Em termos de sólidos solúveis totais, expressos em Brix, observou-se através da regressão linear um incremento de 11,66% em função do aumento da CEa em dS m⁻¹ de acordo com a



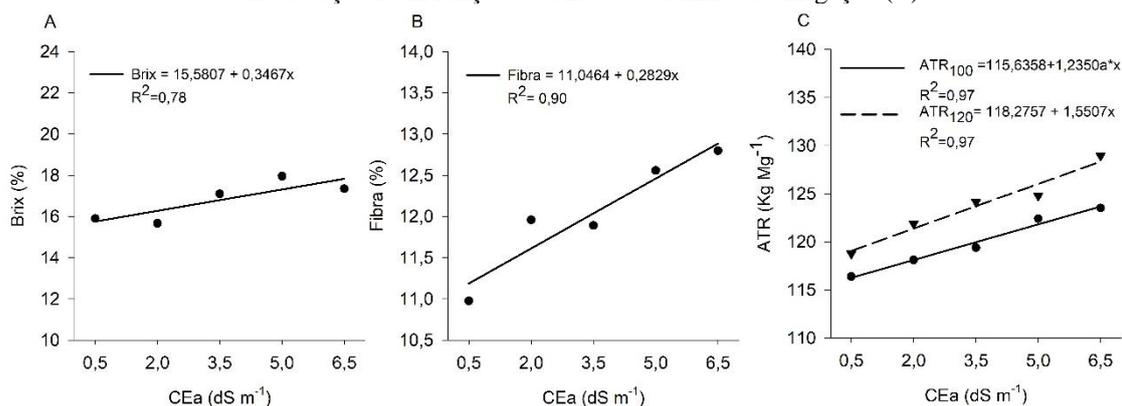
equação de regressão (Figura 1A). O aumento do brix com o incremento da salinidade pode-se ter ocorrido devido ao alto teor de sais no solo que possivelmente proporcionou uma menor absorção de água e maior concentração no teor do Brix nas plantas do experimento, haja vista que para ocorrer o aumento da concentração de açúcar é necessário que a planta passe por um estresse hídrico.

Em se tratando da testemunha, neste experimento foi encontrado um valor médio de 15,75% de Brix, valor este inferior ao retratado por Sousa et al. (2011) quando trabalhou com duas cultivares de cana, dentre elas a RB867515 sendo encontrado um percentual no Brix da testemunha de 17,5% nas condições ambientais dos referidos autores, que colheram a cana-de-açúcar aos oito meses após o plantio.

Verificou-se também que, o aumento da salinidade da água de irrigação proporcionou incremento no teor de fibra, no qual foi encontrado um crescimento de 13,17% em função do aumento da CEa em dS m^{-1} , de acordo com a regressão linear (Figura 1B).

Para a variável ATR verificou-se através da Figura 1C o efeito da salinidade dentro de cada fração de lixiviação, no qual, também foi observado incremento em função da salinidade da água de irrigação e maiores médias quando se utilizou a fração de lixiviação de 120% da ETC.

Figura 1 - Teor de sólidos solúveis totais em função da CEa (A); Teor de e fibra em função da CEa (B) e ATR na cana-de-açúcar em função da CEa e das lâminas de irrigação (C)



Fonte: Autores (2023).

Analisando o teor de sacarose do caldo (POL) foi observado efeito isolado apenas da fração de lixiviação, no qual, observa-se através da Tabela 3 que o uso da fração de 120% da ETC proporcionou maiores resultados, o que pode ser advindo do fato de existir uma maior quantidade de água, porém salina, que favoreceu uma maior concentração de sacarose no caldo da cana-de-



açúcar e proporcionou um efeito inverso no teor de fibras da cultura. Este fato pode ser considerado bom para a indústria, visto que, Castro e Kluge (2001) afirmam que o teor de fibras no colmo pode ser considerado um fator antieconômico no processo industrial, razão pela qual, geralmente a moagem da cana está regulada para canas com 12,5% em média de fibras. A cada acréscimo de 0,5% ocorre redução de 10 à 20% no rendimento da moagem. Segundo a CONSECANA (2015), o teor de fibra recomendado é de 11 à 13% resultado este encontrado ao se utilizar as duas frações de lixiviação neste experimento, com resposta considerada melhor ao se utilizar a fração de 120% da ETc. Morais et al., 2022b afirmam que, o teor de fibra sofre pouca influência de estresses abióticos como o hídrico e salino, estando relacionado a fatores genéticos. Além disso, teores de fibras elevados aumentam a resistência à extração do caldo pela indústria e baixos teores reduzem a resistência ao tombamento.

Tabela 3. Comparação de médias nas variáveis tecnológicas considerando o fator fração de lixiviação

Fração lix. (%)	Fração (%)	Brix	Pol do caldo (%)	Pol da cana (%)	ATR (kg Mg ⁻¹)	Fibra (%)
100		16,98a	55,93b	11,90a	120,12b	12,27a
120		16,61a	59,99a	12,23a	123,41a	11,00b
DMS		0,5064	2,5020	0,4448	1,1298	0,4044

Médias seguidas por letras e números iguais na coluna não diferem estatisticamente

Fonte: Autores (2023)

Farias et al. (2009) estudando o efeito de lâminas crescentes de irrigação sendo a maior com 100% da ETc e cinco doses de zinco na cultivar SP79 1011, observaram que com o aumento das lâminas de irrigação aumentou a ATR, Brix, POL e PCC. Em experimento com também a cultivar SP79 1011 sob quatro lâminas de irrigação e dois níveis de adubação de cobertura, Correia et al. (2014) observaram interação dos dois fatores irrigação e adubação no teor de sólidos solúveis (Brix) da quinta folha de cana-de-açúcar, assim como aumento no teor de sacarose com o aumento da lâmina de água.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A salinidade da água de irrigação influenciou de maneira positiva o brix, o teor de fibras e a ATR da cana-de-açúcar com maiores resultados de ATR ao se utilizar a fração de lixiviação de 120% da ETc.

O uso da fração de lixiviação de 120% da ETc proporcionou aumento no teor de sacarose no caldo (POL), porém diminuiu o teor de fibras na cana-de-açúcar.



REFERÊNCIAS

Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1999). Water quality for agriculture (Vol. 29, p. 153). Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29.

Caldas, C. (1998). Manual de análises selecionadas para indústrias sucroalcooleiras. Maceió: Sindicato da Indústria e do Álcool do Estado de Alagoas, 438.

Carvalho, C. M. de, Azevedo, H. M. de, Neto, J. D., Melo, E. P., da Silva, C. T., & Gomes Filho, R. R. (2008). Resposta dos parâmetros tecnológicos da terceira folha de cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 3(4), 337-342.

Castro, P. R. C., & Kluge, R. A. (2001). Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendezeiro e oliveira. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 138.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. (2022). Terceiro levantamento. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. Brasília.

CONSECANA – Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, açúcar e etanol do estado de São Paulo. (2015). Manual de instruções, 6 ed., Piracicaba-SP. 81 p.

Correia, C. B. G., Azevedo, H. M., Neto, J. D., Carvalho, C. M., Silva, L. L., & Feitosa, S. O. (2014). Cana-de-açúcar: parâmetros tecnológicos em função de diferentes lâminas de irrigação e adubação de cobertura. REVISTA BRASILEIRA DE AGRICULTURA IRRIGADA-RBAI, 8(1), 26-37.

Costa sobrinho, A. F. (2014). Análise de Cenários da Salinização dos Aquíferos Costeiros da Planície do Recife Levando em Conta os Efeitos Da Elevação do Nível do Mar (Tese de doutorado). Recife. Universidade Federal de Pernambuco, 229.

Custodio, E. (2010). Coastal aquifers of Europe: an overview. Hydrogeology Journal, 18(1), 269-280.

Farias, C. H. D. A., Fernandes, P. D., Gheyi, H. R., & Dantas Neto, J. (2009). Qualidade industrial de cana-de-açúcar sob irrigação e adubação com zinco, em Tabuleiro Costeiro paraibano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 13, 419-428.

Fernandes, A. C. (2003). Cálculos na Agroindústria da cana de açúcar. Piracicaba, STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, 1, 193.

Ferreira, F. E. M. (2012). Avaliação dos impactes das alterações climáticas nos aquíferos costeiros do concelho de Almada (Doctoral dissertation). Lisboa: Faculdade de ciências, 89.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. Cana de açúcar. (2014). Sapcana- sistema de acompanhamento de produção canavieira. Disponível em:



<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>. Acesso em: 17 de janeiro de 2023.

Morais, J. E. F., Silva, E. F. de F., Andrade, L. G. L. de, Menezes, S. M. de, Cutrim, W. O., Dantas, D. da C., Silva, G. F. da, Rolim, M. M., (2022a). Nutritional status, Na and Cl concentrations, and yield of sugarcane irrigated with brackish waters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 26, 863- 874.

Morais, J. E. F., Silva, E. F. de F., Godoi Neto, A, H.; Lima, B. L. C.; Lira, R. M.; Berto, S. D. C.; Jardim, A. M. R.F.; Simões Neto, D. E.; Silva, T. G. F.; Rolim, M. M., (2022b). Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) under saline stress: Growth productivity, technological quality, and industrial yield. *Industrial Crops & Products*, 188, 1-15.

Munns, R.; Tester M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681..

Novacana. (2016). Usinas de açúcar e álcool no estado de Pernambuco. Disponível em: www.novacana.com/usinas-brasil/nordeste/pernambuco/. Acesso em: 17 de janeiro de 2016.

Segato, S., Alonso, O., & Larosa, G. (2006). Terminologias no setor sucroalcooleiro. Segato, S.V.; Pinto, A.S.; Jendiroba, E.; Nóbrega, J.C.M. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: CP, 2, 397-405.

Simões, W. L., Calgaro, M., Coelho, D. S., Souza, M. A. D., & Lima, J. A. (2015). Respostas de variáveis fisiológicas e tecnológicas da cana-de-açúcar a diferentes sistemas de irrigação. *Revista Ciência Agrônômica*, 46, 11-20..

Sousa, R. T. X.; korndörfer, G. H. (2011). Qualidade tecnológica de cultivares de cana-de- açúcar em função de doses de agregados siderúrgicos. *Enciclopédia Biosfera*, 7(12), 1- 10.

Viana, R. S., Lisboa, L. A. M., Figueiredo, P. A. M., & Neto, A. D. R. (2017). Parâmetros tecnológicos e produtivos da cana-de-açúcar quando submetida à aplicação de maturadores químicos no início de safra. *Rev. Bras. Herbic*, 16, 67-75.

Zhang, C., Li, X., Kang, Y., Wang, X., 2019. Salt leaching and response of *Dianthus chinensis* L. to saline water drip-irrigation in two coastal saline soils. *Agric. Water Manag.* 218, 8–16.