



EFETOS DA SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E FRAÇÕES DE LIXIVIAÇÃO NOS PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DA CANA-DE-AÇÚCAR

R. M. de Lira¹, E. F. F. e Silva², L. C. Gordin³, D. E. Simões Neto⁴, J. S. da Silva⁵,
H. R. e Soares⁶

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(ET_c). 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 4,05 e 2% 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 L2. Encontrou-se menores resultados no Polcom uso da fração de lixiviação L1, 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 L2.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum* spp., qualidade industrial, água salobra

¹ Doutora em Engenharia Agrícola, DEAGRI-UFRPE. Recife – Pernambuco. E-mail: raquelelira@gmail.com

² Professor associado, DEAGRI-UFRPE. Recife – Pernambuco. E-mail: effsilva@uol.com.br

³ Mestrando, UFRPE. Recife – Pernambuco. E-mail: leandroandidog@hotmail.com

⁴ Presidente da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil Setentrional. E-mail: desn@oi.com.br

⁵ Pós doutoranda, UFRB. Cruz das Almas – Bahia. E-mail: jucicleiass@gmail.com

⁶ Doutorando, UFRPE. Recife – Pernambuco. E-mail: hresoares@hotmail.com

EFFECTS OF SALINITY OF IRRIGATION WATER AND LEACHING FRACTIONS IN THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF SUGAR CANE

ABSTRACT: When sugarcane arrives in industry, it undergoes a routine technological analysis to characterize its quality. Knowing that salinity can affect crops in different ways, this study aimed to evaluate the effect of salinity of irrigation water and two leaching fractions on the technological parameters of sugarcane. The experiment was carried in drainage lysimeters in to UFRPE, Recife, Brazil, with a completely randomized design in a 5x2 factorial scheme with four replications, with five irrigation water salinity levels: 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 water, in which T1 was the control, that is, without addition of salts in the water supply, and two leaching fractions: L1 = 100 and L2 = 120% of evapotranspiration Of culture (ET_c). At 60 days after planting (DAP) the seedlings began to receive saline treatments with frequency of daily watering until 285 DAP. The harvest was carried out at 360 DAP and were evaluated Brix, sucrose from broth (Pol), corrected cane Pol (PCC), Total recoverable sugar (ATR) and fiber. The salinity of the water provided in isolation an increase in the Brix and the fiber in the order of 4.05 and 2% with a unit increase of the salinity of the irrigation water in dS m⁻¹. For ATR, there was interaction between the two factors, with increase as a function of the irrigation water salinity and higher averages when the L2 fraction was used. Was found lower results with the use L1 leaching fraction in the Pol, and inverse in the fibers content. The irrigation water salinity positively influenced the brix, the fiber content and the ATR of the sugarcane with higher ATR results when the L2 leaching fraction was used.

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

INTRODUÇÃO

O setor sucroalcooleiro é um dos é um dos mais importantes para o Brasil visto que, de acordo com a CONAB (2017) 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, 2017), 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). Nos municípios da zona da mata

litorâneos excluindo a região metropolitana do Recife, é a indústria da cana-de-açúcar a principal atividade econômica, que apesar de ser uma atividade agropecuária é contabilizada no PIB como atividade industrial uma vez que as usinas de transformação localizam-se nos próprios municípios de plantio (Campos et al., 2009).

Todavia, em áreas litorâneas é comum a presença de águas salobras devido à intrusão da água do mar em relação ao continente. 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. O uso da fração de lixiviação é uma técnica 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 e Westcot, 1999) 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) explicaram 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 podem 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, não sendo evidenciado o uso de águas salobras nos diferentes experimentos. 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.

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.

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 RB86 7515, 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 das referidas frações dentro de cada nível de salinidade e dos níveis de salinidade dentro de cada fração de lixiviação.

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 o Brix e ATR ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 1).

Em termos de sólidos solúveis totais, expressos em Brix, observou-se através da regressão linear um incremento de 4,05% em função do aumento da CEa em dS m^{-1} de acordo com a equação de regressão (Figura 1). O aumento do brix devido a crescente salinidade pode-se ter ocorrido devido ao fato de que, no período de suspensão da irrigação ocorreram fortes chuvas e sabe-se que é necessário o estresse hídrico na planta para concentração do açúcar, porém como havia um alto teor de sais no solo pode ter proporcionado uma menor absorção de água e maior concentração no teor do Brix nas plantas do experimento.

Em se tratando da testemunha, neste experimento foi encontrado um valor médio de 15,38%, valor este inferior ao retratado por Sousa et al. (2011) quando trabalhou com duas cultivares de cana, dentre elas a RB86 7515 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.

Analisando o teor de sacarose do caldo (POL) foi observado efeito isolado apenas da fração de lixiviação, no qual, observa-se através da Tabela 2 que o uso da fração L2 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.

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 2% em função do aumento da CEa em dS m^{-1} , de acordo com a regressão linear (Figura 2).

Para a variável ATR verificou-se através da Figura 3 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 L2. Através da Tabela 3 verifica-se o efeito das frações de lixiviação dentro de cada nível de salinidade, onde observou-se que para a testemunha não houve diferença estatística entre as frações de lixiviação

utilizadas. Porém, a partir do tratamento $T2 = 2,0 \text{ dS m}^{-1}$ verificou-se diferenças entre as frações aplicadas com maior incremento com a utilização da maior fração de lixiviação.

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 da quinta folha de cana-de-açúcar, assim como aumento no teor de sacarose com o aumento da lâmina de água.

CONCLUSÃO

- 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 L2.

- O uso da fração de lixiviação L2 proporcionou aumento o teor de sacarose no caldo POL, porém diminuiu o teor de fibras na cana-de-açúcar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); à Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal).

REFERÊNCIAS

- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. Qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29.
- CALDAS, C. Manual de análises selecionadas para indústrias sucroalcooleiras. Maceió: Sindicato da Indústria e do Alcool do Estado de Alagoas, 1998. 438p.

CAMPOS, L. R.; RAPOSO, I. P. A.; MAIA, A. I. S. O Trabalhador na Entressafra: atividades desenvolvidas e condições de vida. In: GALINDO, O. Desemprego sazonal na atividade açucareira pernambucana: Zona da Mata e Região Metropolitana do Recife. Recife: Editora Massangana, 2009, p.84-109.

CARVALHO, C. M.; AZEVEDO, H. M.; DANTAS NETO, J.; MELO, E. P.; SILVA, C. T. S.; GOMES FILHO, R. R. Resposta dos parâmetros tecnológicos da terceira folha de cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.3, n.4, p. 337-342, 2008.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar; seringueira; coqueiro; dendezeiro e oliveira. Cosmópolis: Stoller do Brasil Ltda, 2001. 138p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar. Brasília, Primeiro levantamento, 2017. 62p.

CORREIA, C. B. G.; AZEVEDO, H. M.; DANTAS NETO, J.; CARVALHO, C. M.; SILVA, L. L.; FEITOSA, S. O. Cana-de-açúcar: Parâmetros tecnológicos em função de diferentes lâminas de irrigação e adubação de cobertura. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.8, n.1, p. 26 - 37, 2014.

FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; DANTAS NETO, J. Qualidade industrial de cana-de-açúcar sob irrigação e adubação com zinco, em Tabuleiro Costeiro paraibano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.4, p. 419-428, 2009.

FERNANDES, A. C. Cálculos na Agroindústria da cana de açúcar. Piracicaba, STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, p. 193, 2003.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. Cana de açúcar. Sapcana- sistema de acompanhamento de produção canavieira. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>. Acesso em: 17 de maio de 2016.

NOVACANA. Usinas de açúcar e álcool no estado de Pernambuco. 2016. Disponível em: www.novacana.com/usinas-brasil/nordeste/pernambuco/. Acesso em: 15 Mai. 2016.

SEGATO, S. V.; ALONSO, O.; LAROSA, G. Terminologias no Setor sucroalcooleiro. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. Atualização em produção de cana-de-açúcar. 2006, 415p.

SIMÕES, W. L.; CALGARO, M.; COELHO, D. S.; SOUZA, M. A.; LIMA, J. A. Respostas de variáveis fisiológicas e tecnológicas da cana-de-açúcar a diferentes sistemas de irrigação. *Revista Ciência Agronômica*, v.46, n.1, p. 11-20, 2015.

SOUZA, R. T. X.; KORNDÖRFER, G. H. Qualidade tecnológica de cultivares de cana-de-açúcar em função de doses de agregados siderúrgicos. *Enciclopédia Biosfera*, v.7, n.12, p. 1-10, 2011.

VIANA, R. S.; LISBOA, L. A. M.; FIGUEIREDO, P. A. M.; RODRIGUES NETO, A. D. Parâmetros tecnológicos e produtivos da cana-de-açúcar quando submetida à aplicação de maturadores químicos no início de safra. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.16, n.1, p. 67-75, 2017.

Tabela 1. 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}	0,0000**	0,0000**
S xL	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

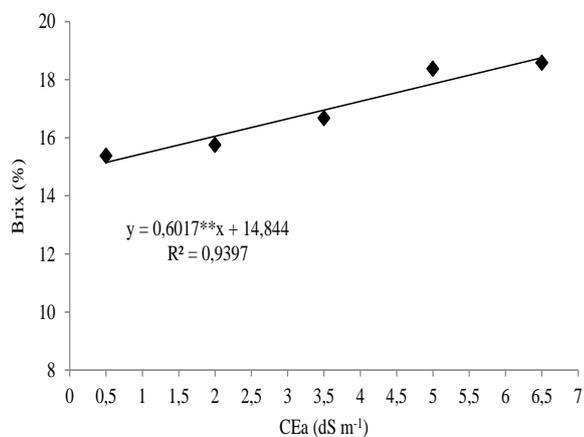
Tabela 2. Comparação de médias nas variáveis tecnológicas considerando o fator fração de lixiviação

Causa de variação	Brix	Pol do caldo	Pol cana (PCC)	ATR	Fibra
L1_100	16,98a	55,93b	11,90a	120,12b	12,27a
L2_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

Tabela 3. Valores médios de ATR em função das frações de lixiviação dentro de cada nível de salinidade na cana-de-açúcar

Causa de Variação	0,5	2,0	3,5	5,0	6,5
	-----dS m ⁻¹ -----				
	ATR (kg Mg ⁻¹)---				
L1_100	116,9125a	118,3575b	119,5900b	122,1575b	123,5825b
L2_120	117,2725a	121,7250a	123,7875a	124,6075a	129,7000a
DMS	2,5263	2,5263	2,5263	2,5263	2,5263

**Figura 1.** Teor de sólidos solúveis totais em cana-de-açúcar irrigada com água salobras

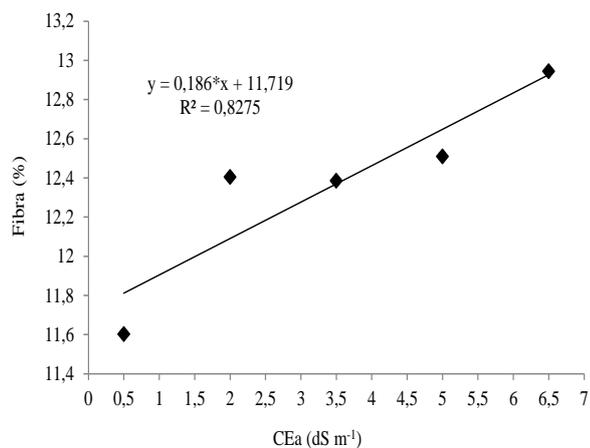


Figura 2. Teor de Fibra em cana-de-açúcar irrigada com água salobras

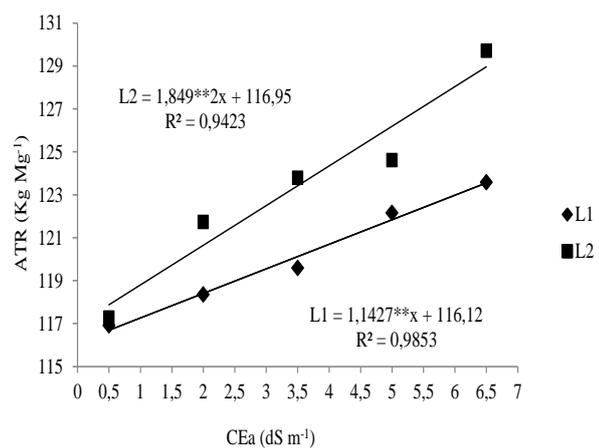


Figura 3. ATR na cana-de-açúcar em função da CEa e das lâminas de irrigação