



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL  
NUTRIÇÃO MINERAL DA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA COM ÁGUAS  
SALINAS SOB FRAÇÃO DE LIXIVIAÇÃO

Relatório final apresentado à Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação referente às atividades desenvolvidas pela bolsista de Iniciação Científica no período de Agosto de 2017 a Julho de 2018

Bolsista: Larissa Gabrielle Lino de Andrade.

Orientador: Dr Daniel da Costa Dantas

Recife, Julho de 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

A553n Andrade, Larissa Gabrielle Lino de  
Nutrição mineral da cana-de-açúcar irrigada com águas salinas  
sob fração de lixiviação / Larissa Gabrielle Lino de Andrade.  
– 2018.  
30 f. : il.

Orientador: Daniel da Costa Dantas.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia  
Agrícola, Recife, BR-PE, 2018.  
Inclui referências.

1. Salinidade 2. Cana-de-açúcar 3. Plantas – Nutrição  
4. Análise foliar I. Dantas, Daniel da Costa, orient. II. Título

CDD 630

## Sumário

1. IDENTIFICAÇÃO .....	4
2. TÍTULO DO PROJETO .....	4
3. TÍTULO DO PLANO DE ATIVIDADES .....	4
4. RESUMO .....	5
5. INTRODUÇÃO GERAL .....	6
5.1. Propriedades da cana-de-açúcar e sua importância.....	6
5.2. Salinidade e cana-de-açúcar .....	6
5.3. Nutrição da cana-de-açúcar e diagnose foliar .....	8
6. OBJETIVOS .....	9
6.1. Geral.....	9
6.2 Específicos .....	9
7. METODOLOGIA .....	10
7.1. Caracterização da área do experimento .....	10
7.2. Características do solo .....	11
7.3. Tratamentos e delineamento experimental .....	13
7.4. Condução do experimento .....	14
7.5. Digestão do material.....	15
7.6. Análise química do material vegetal .....	16
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
9. CONCLUSÕES.....	23
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	23
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23
12. ATIVIDADES RELEVANTES DESENVOLVIDAS PELO BOLSISTA .....	29

## **1. IDENTIFICAÇÃO**

ALUNO (A): Larissa Gabrielle Lino de Andrade

CURSO: Engenharia Agrícola e Ambiental

PROGRAMA:  **PIBIC** ( ) **PIC** ( ) **PIBIC-EM**

ORIENTADOR (A): Dr. Daniel da Costa Dantas

DEPARTAMENTO: Engenharia Agrícola

RELATÓRIO: ( ) PARCIAL  FINAL

## **2. TÍTULO DO PROJETO**

Uso de águas de qualidade inferior na produção de cana de açúcar no Estado de Pernambuco

## **3. TÍTULO DO PLANO DE ATIVIDADES**

Nutrição mineral da cana-de-açúcar irrigada com águas salinas sob fração de lixiviação

#### 4. RESUMO

A cana-de-açúcar é uma cultura de suma importância econômica não só no Brasil, mas em todo o mundo. A salinidade é um dos principais fatores que limitam o crescimento e a produtividade das plantas. A diagnose foliar é um dos métodos mais utilizados para se avaliar a demanda de nutrientes na cultura da cana-de-açúcar. É necessário que estes nutrientes estejam em quantidades adequadas para não comprometer a produtividade e qualidade do produto final. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo verificar os efeitos da salinidade da água na cana-de-açúcar, nos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na) e cloreto (Cl). A pesquisa foi conduzida no Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Recife. Os tratamentos consistiram da irrigação com águas com cinco níveis de salinidade (0,5; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 dS m<sup>-1</sup>) e duas lâminas de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) (100% e 120%). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 5 x 2, e quatro repetições. A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a RB92579. Aos 180 dias após a emergência, foram coletadas a folha +3 (terceira folha da ponteira para a base com colarinho Visível "TVD") para avaliação dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Na e Cl. Verificou-se que a condutividade elétrica da água de irrigação influenciou nos teores foliares dos nutrientes analisados. O aumento da salinidade da água de irrigação resultou em menores concentrações de N, P, K, Mg, S e Cl e elevou os teores de Na e Ca na folha da cultura. O uso da lâmina de irrigação correspondente à 120% da ETc proporcionou maiores teores para os nutrientes N, Mg e S e menores teores para Ca, Na e Cl, mostrando que a lâmina foi eficiente na lixiviação dos íons tóxicos Na e Cl na folha da cana-de-açúcar.

## **5. INTRODUÇÃO GERAL**

### **5.1. Propriedades da cana-de-açúcar e sua importância**

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma cultura nativa do sudeste asiático, pertencente ao gênero *Saccharum* e à família Poaceae. Caracteriza-se por ser uma gramínea tropical adaptada a clima quente e úmido (CARVALHO, 2015). É uma planta C4, por isso tem alta eficiência fotossintética em alta intensidade luminosa e com adequada disponibilidade hídrica (EMBRAPA, 2016).

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas que compõem o agronegócio brasileiro. A área colhida no Brasil de cana-de-açúcar destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2017/18, deverá atingir 8.838,5 mil hectares. Em Pernambuco, a área de cana a ser colhida deverá ser de 124,4 mil hectares, incremento de 12,8% em relação à safra passada (CONAB, 2017).

A cana-de-açúcar é a matéria-prima essencial para fabricação de açúcar e álcool (NOGUEIRA et al., 2009). Além disso, o seu caldo mantém todos os nutrientes, entre eles, minerais (3 a 5%) como ferro, cálcio, potássio, sódio, fósforo, magnésio e cloro, além de vitaminas do complexo B e C (CARVALHO, 2015).

Maciel et al. (2008) afirmam que assegurar a boa qualidade da matéria-prima na área agrícola pode refletir em aumento de produtividade, economia no processo industrial e aumento na eficiência.

### **5.2. Salinidade e cana-de-açúcar**

A salinidade é considerada um dos principais fatores que limitam o crescimento e a produtividade das plantas (LV et al., 2008). Este fator não só reduz seu potencial hídrico, como pode causar efeitos tóxicos nas culturas, causando distúrbios funcionais e danos ao metabolismo (SILVA et al., 2009). Sua causa pode ser tanto de forma natural como antropogênica.

A água é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento de qualquer espécie de cultura, devendo ser em quantidade e qualidade adequada ao cultivo. De acordo com Rengasamy (2002) a qualidade da água de irrigação, principalmente em regiões semiáridas e áridas, é muito pobre, e, quando não é possível descarregar esses

sais em um sistema de drenagem, eles rapidamente podem se tornar prejudiciais a espécies sensíveis. O sal atinge aproximadamente um terço da área irrigada no planeta (TAIZ; ZEIGER, 2013) e, quanto a terras agricultáveis, cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup> é atingido pela salinidade em todo o mundo (NEVES et al., 2010). Para Medeiros (1992) a definição favorável ou contrária à utilização de uma água para fins de irrigação depende, não somente das condições químicas que apresenta no momento que é analisada, como também, das características físico-químicas dos solos em que vão ser aplicadas, assim como da susceptibilidade, resistência dos cultivos que vão ser irrigados e prática de manejo, para que os cultivos tenham rendimentos aceitáveis.

O estresse salino é um problema abiótico que pode provocar diminuição na produção e no rendimento de culturas (PATADE et al., 2011; SHOMEIL et al., 2011; JAMES et al., 2012; PLAZEK et al., 2013; MUNNS; GILLIHAM, 2015). Segundo Munns & Tester (2008) a resposta das plantas à salinidade acontece em duas fases distintas. A primeira fase é rápida, pois ocorre imediatamente após o contato com a salinidade, chamada fase osmótica, em que o sal atinge as raízes diminuindo o potencial osmótico da relação solo-planta, com conseqüente redução do crescimento da parte aérea pela falta de água. A segunda fase, que ocorre lentamente, é a fase iônica, quando o sal atinge a parte aérea da planta em altas concentrações causando toxicidade e, neste caso, se a velocidade da toxicidade e morte foliar for maior que a produção de novas folhas a fotossíntese é prejudicada e, conseqüentemente, a produção de carboidratos, o que ocasionará a redução do crescimento e produtividade.

Taiz e Zeiger (2009) afirmam que os efeitos do sal nas plantas podem causar problemas de natureza osmótica, limitando a absorção de água e de nutrientes; de toxicidade, com acúmulo de íons específicos ou por distúrbios na nutrição das plantas, refletindo diretamente no metabolismo e no desenvolvimento das culturas.

Um outro problema do estresse salino por NaCl é que o Na<sup>+</sup>, que é tóxico às plantas, além de entrar pela membrana plasmática das raízes, também pode atravessar por canais de entrada de nutrientes, como o K<sup>+</sup>, reduzindo a absorção do mesmo (DEINLEIN et al., 2014). A salinidade afeta o desenvolvimento da planta alterando o balanço nutricional (CARPICI et al., 2010; GANDONOU et al., 2011; ZIA et al., 2011), prejudicando o metabolismo celular, processos fisiológicos e bioquímicos (HASANUZZAMAN et al., 2014).

### **5.3. Nutrição da cana-de-açúcar e diagnose foliar**

Os nutrientes essenciais são absorvidos pelas plantas em quantidades específicas, necessárias para o seu desenvolvimento e podem ser divididos de acordo com a concentração relativa nos tecidos da planta em micro e macronutrientes. Esta divisão não significa que um nutriente seja mais importante do que outro, apenas que eles são necessários em quantidades e concentrações diferentes (MALAVOLTA, 2006).

O conhecimento de valores de taxas de crescimento e a alocação de nutrientes durante o crescimento da cana-de-açúcar contribuem grandemente para uma melhora no uso de novas variedades de cana-de-açúcar em diferentes ambientes de produção e para a avaliação do potencial do rendimento agrícola (OLIVEIRA et al., 2011).

As relações sinérgicas e antagônicas entre os nutrientes devem ser levadas em conta ao interpretar a análise dos tecidos vegetais (POSADA et al. 2004).

Ferreira et al. (2001) verificaram reduções nos teores de Ca em folhas e caules de goiabeira em função da aplicação de níveis crescentes de NaCl. Segundo Epstein e Bloom (2006), o cálcio é essencial para a membrana plasmática das células vegetais, e sua deficiência pode causar a perda da integridade da membrana, prejudicando a absorção de íons, principalmente o K. De acordo com Malavolta (1997), o Ca em baixas concentrações favorece a absorção do K, entretanto, o mesmo autor afirma que em altas concentrações o Ca inibe a absorção do K.

A deficiência de nitrogênio na cana-de-açúcar reduz o rendimento da cultura, resultando tanto na queda da produtividade quanto na sua longevidade de cortes, para o fósforo, as plantas apresentam baixo crescimento, folhas mais velhas arroxeadas, estreitas e curtas, além de baixo perfilhamento, menor altura e diâmetro de colmos e ainda menor comprimento de entrenós. Para o potássio, as folhas apresentam manchas avermelhadas na nervura central podendo evoluir para necroses, a produtividade e o perfilhamento são afetados negativamente (VITTI et al. 2010; ROSSETTO et al. 2010a; ROSSETTO et al. 2010b).

A diagnose foliar é um método de avaliação nutricional das culturas em que se analisam determinadas folhas em períodos definidos da vida da planta. As folhas são os órgãos que melhor refletem o estado nutricional, isto é, respondem mais às variações no suprimento de nutrientes (VITTI et al., 2005).



O método do levantamento permite conhecer a faixa de variação dos teores de nutrientes nas folhas e prever, através dos resultados das análises, as prováveis áreas de deficiência nutricional na cultura da cana. O estado nutricional da cana influencia as taxas fotossintéticas e o metabolismo da sacarose com efeitos diretos sobre a produtividade, longevidade e lucratividade do canavial (MALAVOLTA et al., 1997).

A padronização da amostragem e a identificação da parte da planta mais indicada para fazer a amostragem, são os principais fatores para o sucesso desta técnica. Malavolta et al. (1997) considera a folha +3 como a mais indicada para as condições do Brasil.

Teores foliares de N, P, K, Ca e Mg entre 13,4 e 22,0; 1,2 e 3,0; 10,8 e 15,0; 2,9 e 10,0 e 2,0 e 3,0 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, são os teores adequados para uma cana-de-açúcar bem nutrida (ESPIRONELO et al. 1986; KORNDORFER & ALCARDE, 1992; MALAVOLTA et al., 1997; PRADO et al., 2002; REIS JÚNIOR & MONNERAT, 2003).

É importante salientar que os teores adequados podem variar de variedade para variedade, idade da planta e da folha amostrada, assim, os resultados são analisados segundo as faixas de teores adequados e não em valores característicos para que tais problemas sejam minimizados (GONÇALVES, 2015).

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Geral**

Avaliar os aspectos nutricionais da cana-de-açúcar cv. RB 92579 cultivada na Zona da Mata de Pernambuco irrigada com águas de qualidade inferior.

### **6.2 Específicos**

Avaliar os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) da cana-de-açúcar irrigada com águas de qualidade inferior;

Avaliar os teores foliares dos íons tóxicos sódio (Na) e cloreto (Cl) da cana-de-açúcar irrigada com águas de qualidade inferior.

## 7. METODOLOGIA

### 7.1. Caracterização da área do experimento

O experimento foi conduzido em lisímetros na Estação de Agricultura Irrigada Prof. Ronaldo Freire de Moura, no Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Cujas coordenadas geográficas no sistema SAD 69 (South American Datum), são 8° 01' 05" de latitude sul e 34° 56' 48" de longitude oeste e altitude de 6,486 m. O clima, de acordo com, a classificação de Koppen, é do tipo As, megatérmico tropical (tropical úmido), com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C com precipitações de outono e inverno (INMET, 2016; ALVARES et al., 2014).

A precipitação média é de 2.417,6 mm ano<sup>-1</sup>, sendo que a maior concentração ocorre entre o outono e o inverno, com uma média de 388,1 mm no mês de julho; as temperaturas máxima e mínima do ar são 29,1 e 21,8 °C, respectivamente; a umidade relativa do ar média é 79,8%, insolação 2550,7 horas. O total de evapotranspiração média estimada da região está entre 1.000 e 1.600 mm ano<sup>-1</sup> (BARROS, 2016; INMET, 2017).

Na figura 1, estão apresentados os dados agroclimáticos da área experimental, onde a precipitação total foi igual a 831,45 mm, a temperatura média de 29,2 °C, umidade relativa de 72,61 % e radiação global de 23,91 MJ m<sup>-2</sup> até 180 dias quando foi coletada a folha diagnóstica.

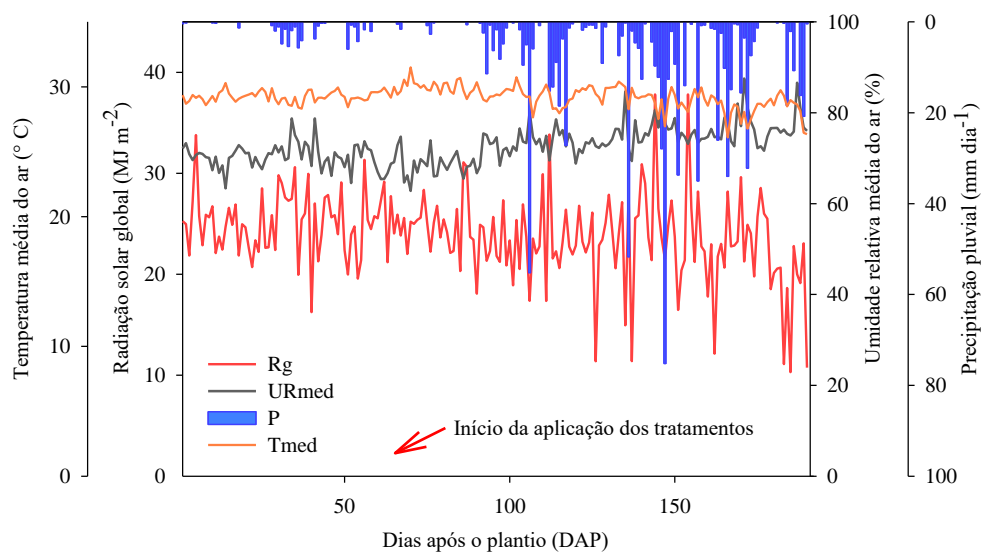


Figura 1. Valores médios da temperatura do ar, radiação solar global, umidade relativa do ar e soma diária da precipitação pluviométrica durante o período experimental de cultivo da cana-de-açúcar RB 92579, Recife – PE. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

## 7.2. Características do solo

A área experimental possui dimensão que totaliza 464,40 m<sup>2</sup> de área, é composta por 40 lisímetros de drenagem (Figura 2A), com capacidade de 1.000 L, diâmetro externo na borda superior 1,38 m e altura externa de 0,745 m, equidistantes a 1,20 m, nas duas direções, e assentados a 0,65 m de profundidade, dispostos em uma matriz de 8 x 5, com 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 (ALBUQUERQUE FILHO et al., 2009).

Os lisímetros foram preenchidos com solo proveniente do Município de Goiana, PE (7° 33' 38" de latitude Sul e 35° 00' 09" de longitude Oeste e altitude de 13 m) classificado como Espodossolo segundo a classificação do Sistema Brasileiro de classificação de solos (SANTOS et al., 2013). No preenchimento com solo deixou-se uma borda de 0,10 m para evitar entrada de água proveniente da chuva, derivada do escoamento superficial. Foram realizadas amostragens simples de solo na camada de 0-0,20 m em cada lisímetro com trado holandês (Modelo TF-20) (Figura 2B), totalizando

40, para compor uma amostra composta (Figura 2D), a qual foi encaminhada para o Laboratório de Fertilidade e Física do Solo do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) para proceder a caracterização físico-química do solo, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características físico-químicas do solo dos lisímetros de drenagem (0-20 cm)

Química											
pH	P	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	H	SB	CTC	V	m
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmolc dm <sup>-3</sup> -----					-----			-----%	-----
6,5	49	1,6	0,65	0,06	0,08	0,0	3,05	2,4	5,4	44	0
Física											
MO	Areia	Silte	Argila	Ds	Dp	θ: 0,33 atm		θ: 15 atm			
-----	kg <sup>-1</sup>	-----		-----g cm <sup>-3</sup> -----		-----		-----		-----(%)------	
20,4	940	0	60	1,80	2,63					3,02	1,34

SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: Saturação por bases; m: saturação por Al<sup>+3</sup>; MO: matéria orgânica; Ds: densidade do solo; Dp: densidade da partícula; θ: umidade volumétrica.

A partir dos resultados da análise de solo verificou-se que não foi necessário a correção do pH; no entanto, foi realizada adubação mineral com N, P e K, sendo aplicado na adubação de fundação 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 35 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente; na adubação de cobertura (aos 45 e 150 dias após o plantio (DAP)) foram aplicados 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 35 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. A aplicação dos micronutrientes (B, Cu, Zn, Fe e Mg) foi realizada via adubação foliar.

O sistema de drenagem interno dos lisímetros é composto por tubo corrugado de polietileno de alta densidade com 25 mm de diâmetro. Esses tubos têm perfurações de 5 mm de diâmetro a cada 5 cm; uma camada de brita zero de aproximadamente 5 cm de espessura; uma camada de areia lavada de aproximadamente 3 cm de espessura; e uma tubulação que interliga o sistema de drenagem à unidade de coleta e medição do efluente (ALBUQUERQUE FILHO, 2006). O tubo corrugado foi revestido com manta geotêxtil para impedir a passagem de partículas de solo para dentro do sistema. O tubo está conectado ao sistema com o auxílio de um Tê de redução de 50 x 25 mm (Figura 2C).



Figura 2. Vista dos Lisímetros (A); Material utilizado para amostragem de solotrado holandês, sancho, balde e sacola plástica (B); sistema de drenagem revestido com manta e tê de redução (C); amostra composta de solo (D). **Fonte:** Elaborado pelo autor.

### 7.3. Tratamentos e delineamento experimental

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  $\text{dS m}^{-1}$ ) e duas lâminas de irrigação (que corresponderam a 100 e 120% da evapotranspiração da cultura). Os níveis de CEa foram obtidos através da adição de NaCl e  $\text{CaCl}_2$  à água de abastecimento local da UFRPE que apresenta CEa entre 0,35 a 0,5  $\text{dS m}^{-1}$ .

#### 7.4. Condução do experimento

A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a RB 92579, sendo utilizados os rebolos fornecidos da Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Carpina (EECAC-UFRPE). Na área experimental foram abertos sulcos com 15 cm de profundidade (Figura 3A) e espaçados a cada 1,2 m para distribuição dos rebolos, sendo feita previamente a adubação de fundação (Figura 3B) e pulverização com inseticida preventivo de pragas de solo (Termitox 400, fipronil) (Figura 3C). O plantio dos rebolos foi realizado no dia 19 de novembro de 2016, distribuídos de forma homogênea ficando seis rebolos com duas gemas cada por lisímetro (Figura 3D), plantados de modo a ficar uma gema virada para cima e outra para o lado. Também foi realizado o plantio em entrelinhas dos lisímetros formando as bordaduras, sendo colocados rebolos aleatórios sempre com uma gema para cima e outra para o lado.



Figura 3. Abertura dos sulcos (A); Adubação (B); Aplicação de inseticida (C); Distribuição dos rebolos nos sulcos (D). **Fonte:** Elaborado pelo autor.

A aplicação da irrigação nos lisímetros foi feita por intermédio de sistema de irrigação por gotejamento, compreendendo quatro emissores autocompensantes com saída cilíndrica (tipo PCJ/CNL) vazão de  $4 \text{ L h}^{-1}$  da Netafim™, com espaçamento de

0,30 m cada. A vazão unitária do emissor medida em campo apresentou  $4,1 \text{ L h}^{-1}$ , com pressão de serviço de 10 mca.

A primeira irrigação com os tratamentos ocorreu aos 60 dias após o plantio (DAP) e a partir de então, o manejo da irrigação foi realizado de acordo com a evapotranspiração da cultura (ETc) que é estimada a partir da evapotranspiração de referência (ETo) obtida a partir da coleta de dados diários da estação meteorológica automática instalada na área.

Para avaliação do estado nutricional da cana-de-açúcar foram coletadas amostras de folhas durante a fase de maior desenvolvimento vegetativo, aos 180 dias após a emergência (DAE), sendo coletada a folha +3 (terceira folha da ponteira para a base com colarinho Visível "TVD"), os 20 cm centrais, excluída a nervura central (MALAVOLTA, 1992). O material vegetal foi posto para secar em estufa de circulação forçada de ar a  $65^\circ\text{C}$  até atingir peso constante, em seguida foi triturado em moinho tipo Willey, passados em peneira de 3 mm e preparados para se fazer a digestão.

### 7.5. Digestão do material

A digestão foi realizada de acordo com os procedimentos metodológicos conforme EMBRAPA (2009). As amostras de 500 mg foram transferidas para vasos de Teflon de 50 ml (Figura 4A) e adicionou-se 10 mL do  $\text{HNO}_3$  65%, que em seguida foram colocados no cilindro de aço de segurança e submetidos a uma temperatura de  $200^\circ\text{C}$  em forno de microondas Modelo Batch / Mars 6 / Cem (Figura 4B), por 10 minutos. Após o esfriamento, completou-se o volume até 50 ml com água deionizada e os extratos foram transferidos para recipientes.

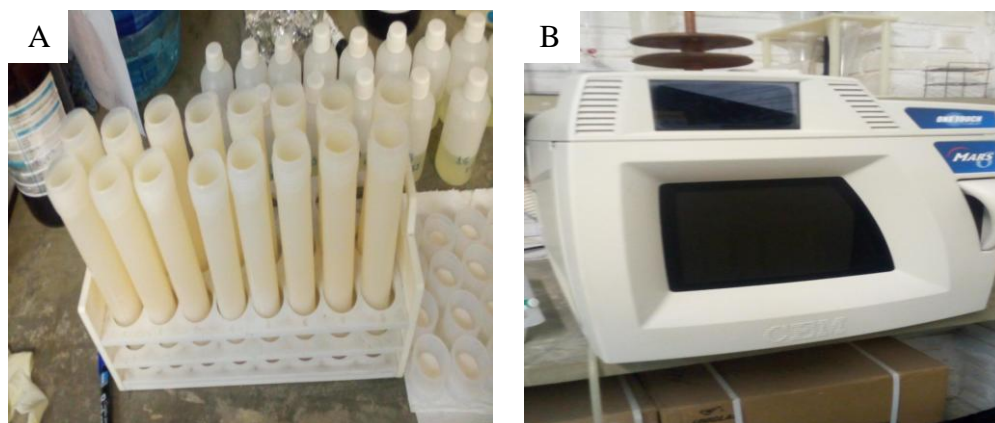


Figura 4. Vasos Teflon (A); Forno de microondas (B). **Fonte:** Elaborado pelo autor.

## 7.6. Análise química do material vegetal

A análise química dos tecidos vegetais foi realizada a partir da amostra seca da folha e refere-se às operações efetuadas no laboratório para quantificar os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na) e cloreto (Cl) nas plantas. As análises foram realizadas de acordo com os procedimentos metodológicos propostos por Bezerra Neto e Barreto (2011): onde Na e K foram determinados pelo método de fotometria de chama, o N total foi determinado pelo método de arraste de vapor (Kjeldahl), o P pelo método colorimétrico molibdato-vanadato, o S pelo método turbidimétrico do sulfato de bário, Cl pelo método de Mohr, Ca e Mg, pelo método utilizando espectrofotometria de absorção atômica.

## 8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se por meio da análise de variância para o teor nutricional das folhas da cana-de-açúcar que houve efeito interativo ( $p < 0,05$ ) entre os fatores CEa e lâmina de irrigação para os teores de N, P, K, S e Cl. Já para os teores de Ca, Mg e Na houve efeito isolado ( $p < 0,01$ ) dos fatores CEa e lâminas de irrigação aos 180 DAE (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na) e cloro (Cl) na cana-de-açúcar aos 180 DAE sob diferentes níveis de salinidade da água e lâmina de irrigação.

FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl
CEa	4	143,04**	42,99**	18,6**	64,75**	22,02**	152,04**	30,61**	121,23**
Lâmina (L)	1	1100,55**	185,56**	141,25**	714,7**	24,87**	1152,05**	283,16**	1016,12**
CEa x L	4	37,15**	22,95**	3,85*	0,32 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	5,79**	2,36 <sup>ns</sup>	6,52**
Resíduo	30								
CV (%)		2,6	14,7	8,34	5,32	11,17	7,06	5,53	5,21

F.V.: Fonte de variação; G.L.: grau de liberdade; <sup>ns</sup>: não significativo; C.V.: coeficiente de variação; \*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade.

Para o teor foliar de N houve efeito linear decrescente da salinidade da água (CEa) quando se utilizou a lâmina 1, com redução de 14,74 a 9,01 g Kg<sup>-1</sup>, para a CEa de



0,5 e 8 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 5A), abaixo do nível adequado para Bezerra Neto e Barreto (2011) que é de 16 g kg<sup>-1</sup> e Malavolta et al. (1997) que recomendam valores entre 20 a 22 g kg<sup>-1</sup>. A diminuição do elemento N conforme o aumento da salinidade da água pode estar relacionado às elevadas concentrações de Cl na solução do solo, que segundo Marschner (2012) há um efeito antagônico entre estes elementos, de forma que altas concentrações de Cl diminui a absorção de N. Para a lâmina 2, ocorreu efeito quadrático com um teor mínimo de 15,04 g kg<sup>-1</sup> quando foi irrigado com águas de CEa = 8,22 dS m<sup>-1</sup> (Figura 5A). Os valores encontrados para o teor de N quando utilizada esta lâmina, estão de acordo com os sugeridos por Moura Filho et al. (2010) e Reis Júnior & Monnerat (2002) que obtiveram valores de 12,5 a 20,8 g kg<sup>-1</sup> e 13,4 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. O uso da lâmina 2 provocou um aumento no teor de N absorvido, possivelmente, devido à lixiviação do excesso de Cl no solo.

Verificou-se efeito linear decrescente da salinidade da água (CEa) no teor foliar de P quando foi utilizada a lâmina 1, com redução de 0,97 a 0,61 g Kg<sup>-1</sup>. Já com a utilização da lâmina 2 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 5B). Esses valores se encontram abaixo do recomendado por Bezerra Neto e Barreto (2011) e Moura Filho et al. (2010) que obtiveram valores de 1,2 e 1,0 a 2,1 g kg<sup>-1</sup>. O teor de P decresceu devido ao aumento da salinidade da água, isto 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 salinidade da água (CEa) quando foi utilizada a lâmina 1, com redução de 10,24 a 7,83 g Kg<sup>-1</sup> (Figura 5C), apresentando os resultados um pouco abaixo dos valores sugeridos por Bezerra Neto e Barreto (2011) que é de 12 g kg<sup>-1</sup> e Malavolta et al. (1997) que recomendam valores entre 11-13 g kg<sup>-1</sup>, entretanto todos os valores da lâmina 2 estão dentro das referências sugeridas por Rajj e Cantarella (1996) que varia entre 10 e 16 g/kg. 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 elemento na solução do solo o mesmo tende a ser mais absorvido pela planta e menor será a absorção do outro.

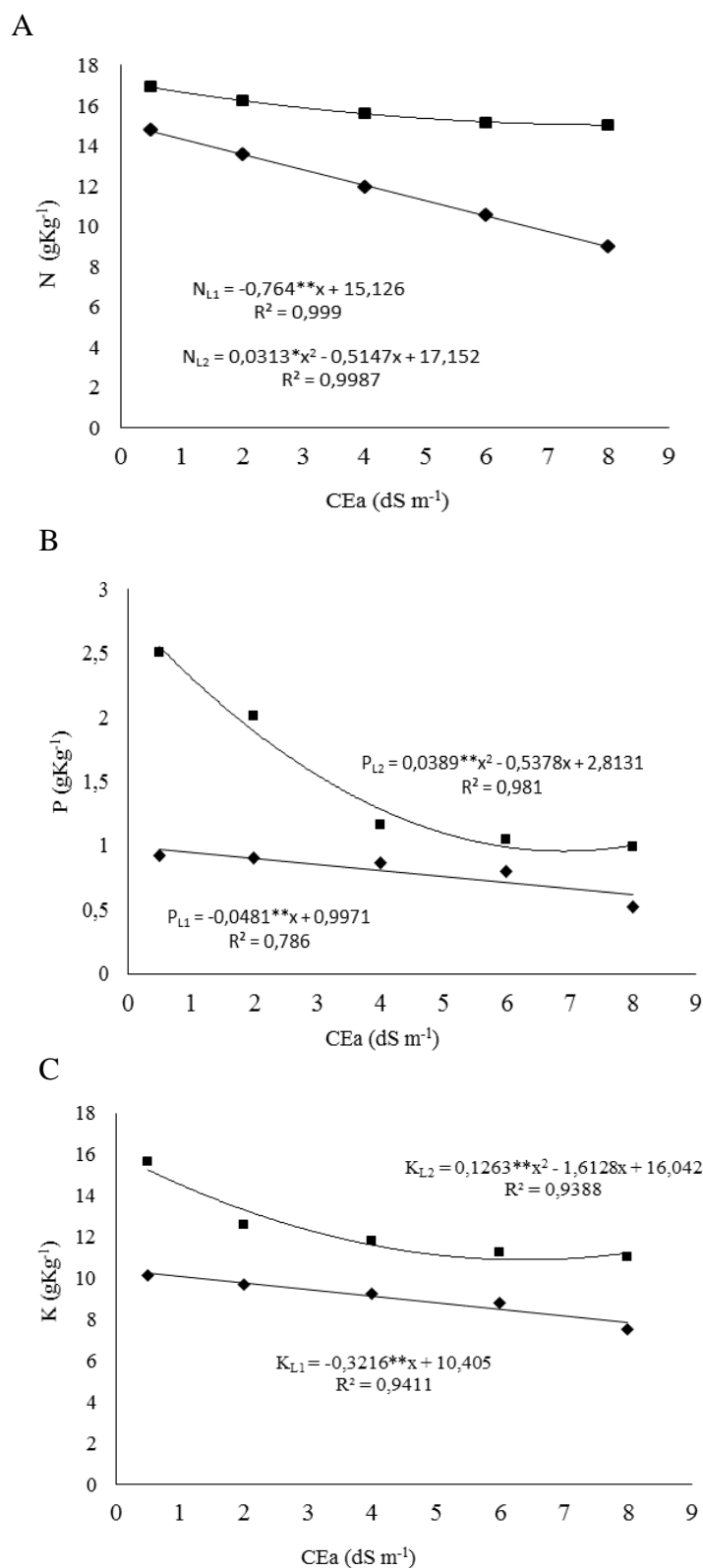


Figura 5. Teores foliares de N (A), P (B) e K (C) na cana-de-açúcar aos 180 DAE sob diferentes níveis de CEA e lâminas de irrigação.

Utilizando a lâmina 2, verificou-se efeito quadrático para o teor de K nas folhas, apresentando um teor mínimo de  $10,89 \text{ g kg}^{-1}$  quando foi irrigado com águas de  $\text{CEa} = 6,38 \text{ dS m}^{-1}$ , demonstrando que o aumento da salinidade da água reduziu a absorção de K na cultura da cana-de-açúcar. Entretanto, provavelmente o uso da lâmina 2 promoveu lixiviação do excesso de sais, que ocasionou uma tendência de aumento da absorção de K a partir da  $\text{CEa}$  de  $6,38 \text{ dSm}^{-1}$  (Figura 5C). Portanto, o uso da lâmina 2 proporcionou maior absorção de K, que com exceção do valor mínimo apresentou teor igual ou superior ao recomendado por Malavolta et al. (1997) e Bezerra Neto e Barreto (2011).

Observou-se efeito linear crescente da  $\text{CEa}$  no teor foliar de Ca que variou de  $4,18$  a  $6,07 \text{ g Kg}^{-1}$  (Figura 6A), demonstrando que a absorção de Ca aumentou conforme o aumento da salinidade da água. Isto ocorreu devido a água de irrigação do experimento apresentar alta concentração de Ca favorecendo sua absorção. Esses valores se encontram dentro do recomendado por Malavolta et al. (1997), Bezerra Neto e Barreto (2011) e Moura Filho et al. (2010) que obtiveram valores de  $5,0$  a  $7,0$ ,  $4,0$  e  $1,7$  a  $4,0 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente.

Ocorreu efeito linear decrescente da salinidade da água ( $\text{CEa}$ ) no teor foliar de Mg, com redução de  $1,8$  a  $1,13 \text{ g Kg}^{-1}$  (Figura 6B). Os resultados para o teor de Mg estão abaixo dos obtidos por Prado et al. (2002) e Bezerra Neto e Barreto (2011), que encontraram teor adequado de Mg de  $2,4$  e  $2,0 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente. De acordo com Prado (2008), existe um efeito antagônico entre Ca e Mg, dessa forma, o excesso de um prejudica a absorção do outro. Garrone et al. (2016) afirmam que com o aumento da quantidade de Ca na água de irrigação ocorreu uma diminuição na absorção do Mg pelas plantas.

Houve efeito linear decrescente da salinidade da água ( $\text{CEa}$ ) nos valores do teor foliar de S quando foi utilizada a lâmina 1, com redução de  $1,94$  a  $0,51 \text{ g Kg}^{-1}$ . Entretanto, com a lâmina 2 houve efeito quadrático com um teor mínimo de  $2,11 \text{ g kg}^{-1}$  quando foi irrigado com águas de  $\text{CEa} = 8,33 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 6C). Os valores encontrados para o teor de S estão dentro ou superior a faixa dos obtidos por Moura Filho et al. (2010) e Santos et al. (2013) que encontraram teor adequado de S de  $0,7$  a  $1,8$  e  $1,5$  a  $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente. Os resultados mostraram que a absorção de S diminuiu conforme o aumento da salinidade da água. Com a utilização da lâmina 2, houve um aumento na absorção do teor de S, provavelmente devido a lixiviação do excesso de sais.

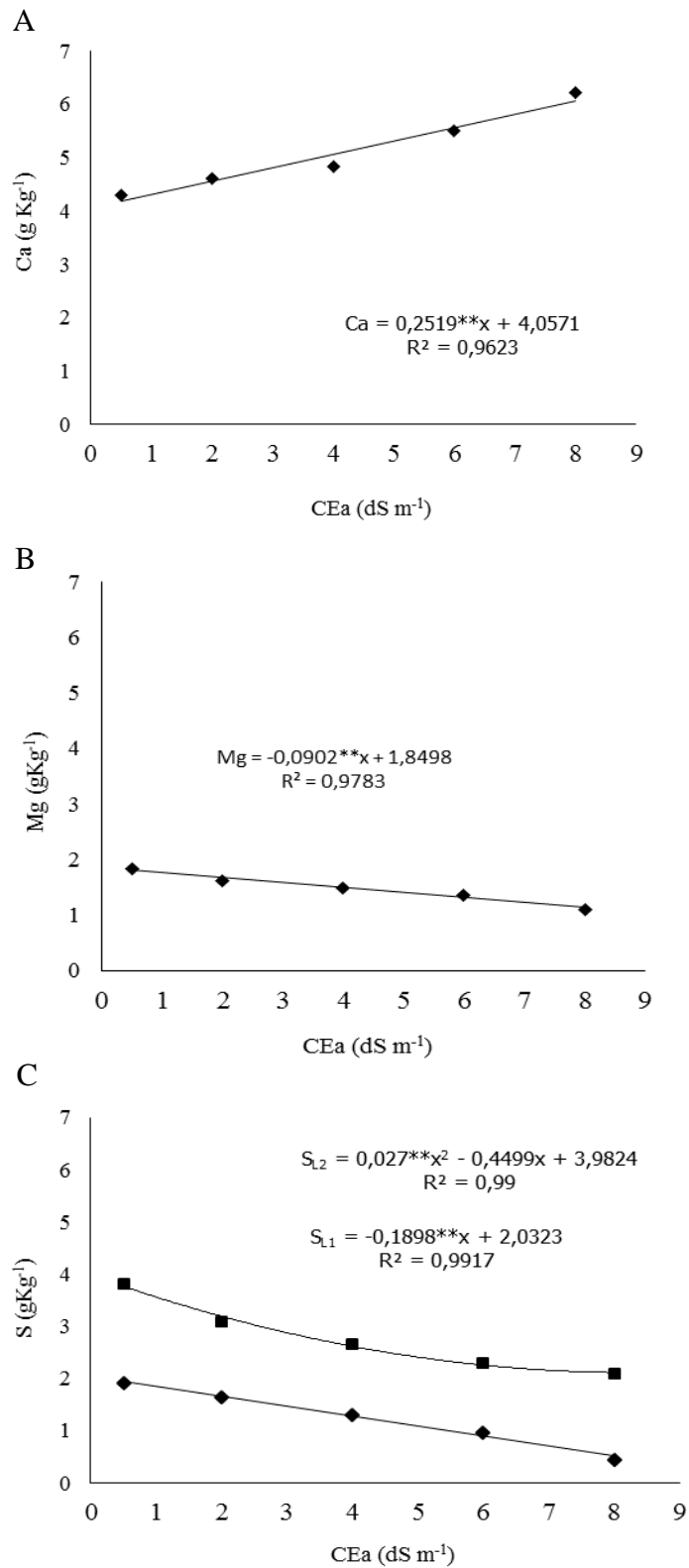


Figura 6. Teores foliares de Ca (A), Mg (B) e S (C) na cana-de-açúcar aos 180 DAE sob diferentes níveis de CEa e lâminas de irrigação.

Observou-se efeito linear crescente da CEa no teor foliar de Na que variou de 8,97 g Kg<sup>-1</sup> a 11,69 g Kg<sup>-1</sup> (Figura 7A), demonstrando que a absorção de Na aumentou conforme o aumento da salinidade da água. Esse fato ocorreu devido a água de irrigação do experimento apresentar alta concentração de Na favorecendo sua absorção.

O teor foliar de Cl quando foi utilizada a lâmina 1, teve efeito quadrático com um teor mínimo de 4,21 g kg<sup>-1</sup> quando foi irrigado com águas de CEa = 8,17 dS m<sup>-1</sup>. Porém, com a lâmina 2 houve efeito linear com redução de 3,82 a 2,14 g Kg<sup>-1</sup> (Figura 7B). A maior lâmina de água proporcionou uma redução na absorção deste elemento, onde possivelmente o mesmo foi lixiviado.

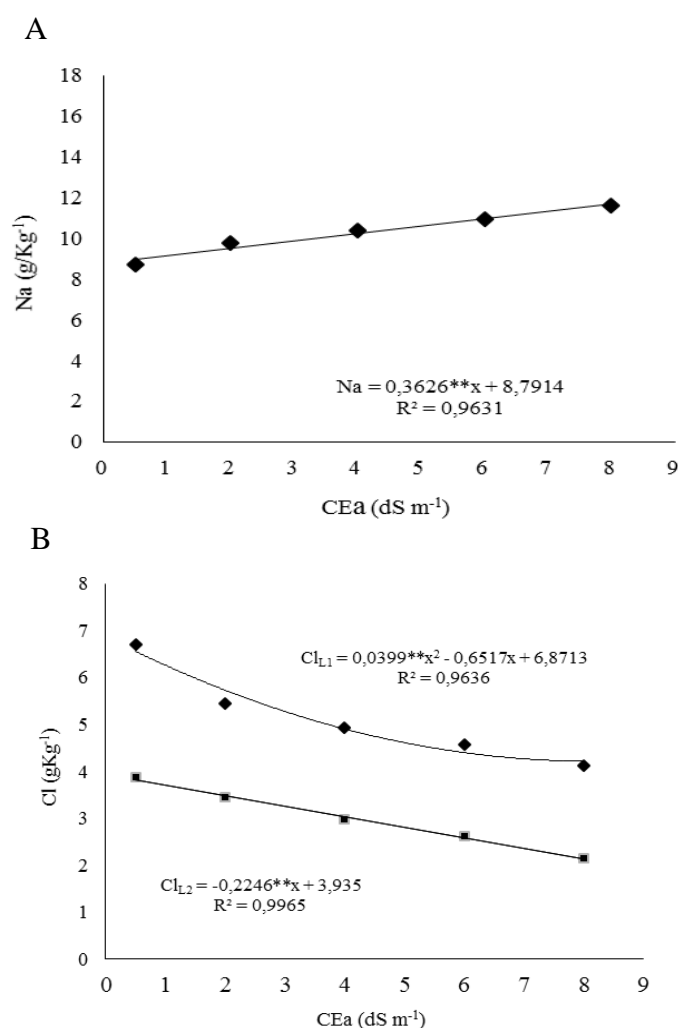


Figura 7. Teor foliares de Na (A) e Cl (B) na cana-de-açúcar aos 180 DAE sob diferentes níveis de salinidade da água e lâminas de irrigação.

Observou-se por meio da figura 8, maior teor de Ca e Na, quando foi utilizada a lâmina de 100% da ETc. Já no teor de Mg este aumento foi atenuado com a utilização

da lâmina de 120% da Etc. Confere-se que o uso da lâmina 2, foi eficiente na redução do teor de Na, íon que é considerado tóxico para a cana-de-açúcar. Segundo Medeiros et al. (2010), quando se trabalha com água salina para irrigação, a utilização de uma lâmina de água a mais que a necessidade da cultura pode propiciar um ambiente mais tolerável pela planta.

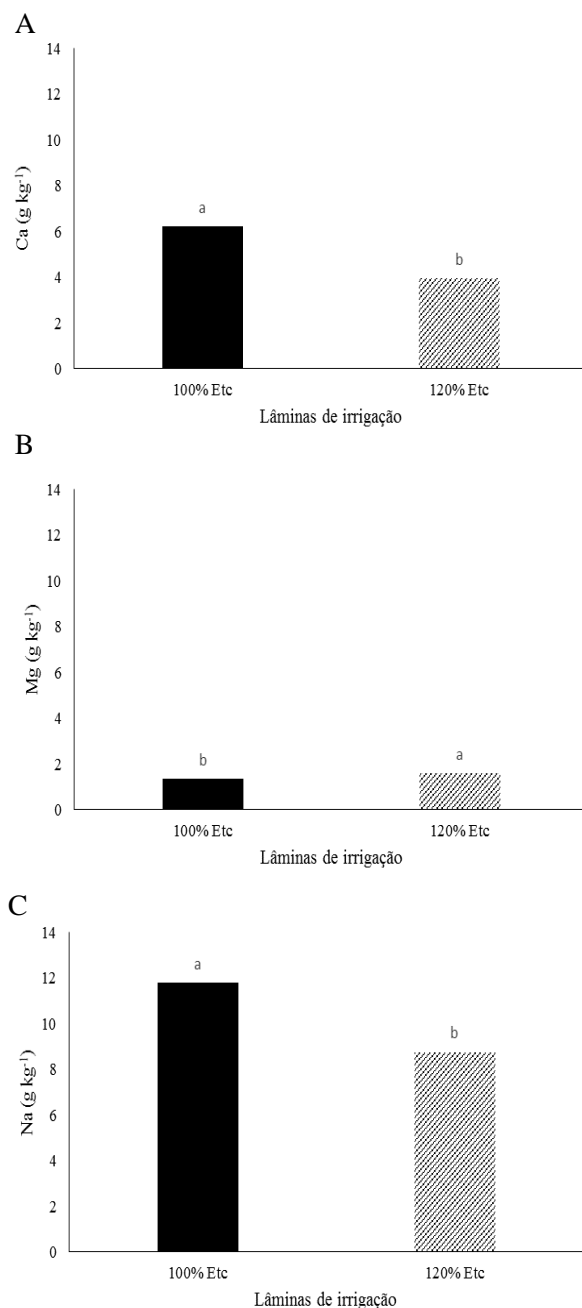


Figura 8. Teste de média para teores foliares de Ca (A), Mg (B) e Na (C) na cana-de-açúcar aos 180 DAE sob diferentes níveis de salinidade da água e lâminas de irrigação. (letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância).

## 9. CONCLUSÕES

1. A condutividade elétrica da água de irrigação influenciou no teor dos nutrientes na parte aérea da cana-de-açúcar;
2. O aumento da salinidade da água de irrigação resultou em menores concentrações de N, P, K, Mg, S e Cl e elevou os teores de Na e Ca na folha da cana-de-açúcar;
3. O uso da lâmina de irrigação correspondente à 120% da ETc proporcionou maiores teores para N, Mg e S e menores teores para Ca, Na e Cl mostrando que a lâmina foi eficiente na lixiviação dos íons tóxicos Na e Cl na folha da cana-de-açúcar.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Sugerimos a continuidade da pesquisa no sentido de se determinar a quantidade de nutrientes extraídos pela cultura, sendo esta ferramenta de fundamental importância para o manejo nutricional da cultura de forma a proporcionar maiores produtividades, principalmente quando se utiliza fertirrigação.

## 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Análises químicas e bioquímicas em plantas**. Recife: UFRPE, Editora Universitária da UFRPE, 2011. 267 p.

CARPICI, E. B.; CLIK, N.; BAYRAM, G. The effects of salt stress on the growth, biochemical parameter and mineral element content of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. **African Journal of Biotechnology**, Bowie, v.9, p.6937-6942, 2010.

CARVALHO, M. F. **Tolerância de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ao estresse salino**. 2015. 54f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural, Recife.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**, v.4 - safra 2017/2018 – Primeiro levantamento, Brasília, p.1-57, Abril 2017.

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.

DILLEWIJN, C. VAN. **Botany of sugarcane**. Waltham: Chronica Botânica, 1952. 433p.

EMBRAPA. Influência de Lâminas de Irrigação nas Características Tecnológicas da Cana-de-Açúcar. Petrolina, PE. 22p. (**Embrapa Semiárido - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 127), julho, 2016.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

ESPIRONELO, A.; GALLO, J. R.; LAVORENTI, A.; IGUE, T.; HIROCE, R. Efeitos da adubação NPK nos teores de macronutrientes das folhas de cana-de-açúcar (cana-soca). **Bragantia**, Campinas, v.45, p.377-382, 1986.

FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.79-88, 2001.

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**, Ilhas Vitória, v.3, p.155-162, 2011.



GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; SANTOS, D. B.; OLIVEIRA, F. G.; MIRANDA, G. V. Estresse salino em plantas de milho: I – macronutrientes aniônicos e suas relações com o cloro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.26-30, 2005.

GARRONE, R. F.; CAMPOS, A. G.; SILVEIRA, C. P.; LAVRES JÚNIOR, J. Produção de biomassa, diagnose nutricional e absorção de nitrogênio e cálcio durante crescimento inicial do pinhão-mansão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n.1, p. 22-31, 2016.

GONÇALVES, I. Z. **Aspectos nutricionais, fisiológicos e vegetativos da cultura da cana-de-açúcar irrigada via gotejamento subsuperficial com aplicação de esgoto doméstico tratado**. 2015. 137f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas.

HASANUZZAMAN, M.; ALAM M. M.; RAHMAN A.; HASANUZZAMAN M.; NAHAR K.; FUJITA M. Exogenous proline and glycine betaine mediated upregulation of antioxidant defense and glyoxalase systems provides better protection against salt-induced oxidative stress in two rice (*Oryza sativa* L.) varieties. **BioMed Research International**, Juazeiro do Norte, v. 1, p. 1-17, 2014.

JAMES, R. A.; BLAKE, C.; ZWART, A. B.; HARE, C. R. A.; RATHJEN, A. J.; MUNNS, R. Impact of ancestral wheat sodium exclusion genes *Nax1* and *Nax2* on grain yield of durum wheat on saline soils. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 39, p. 609-618, 2012.

KORNDORFER, G. H.; ALCARDE, J. C. Acúmulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v.16, p.217-222, 1992.

LV, S.; ZHANG, K.; QIANG, G.; LIAN, L.; YINGJIE, C.; ZHANG, J. Overexpression of an H<sup>+</sup>-PPase gene from *Thellungiella halophila* in cotton enhances salt tolerance and improves growth and photosynthetic performance. **Plant & Cell Physiology**, v. 49, p. 1150-1164, 2008.

- MACIEL, B. F.; FIGUEIREDO, I. C.; MARQUES, M. O. A qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima para produção de álcool. **Nucleus**, Ituverava, p.82-92, 2008. Edição especial.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: ABPPF, 1997. 319p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3<sup>a</sup> ed. Austrália: Elsevier, 2012, 651p.
- MEDEIROS, J. F.; NASCIMENTO, I. B.; GHEYI, H. R. Manejo do solo-água-planta em áreas afetadas por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, **INCT Sal**, 2010. Cap.16, p.279-299.
- MOURA FILHO, G.; ALBUQUERQUE, A. W.; MOURA, A. B.; SANTOS, A. C. I.; OLIVEIRA FILHO, M. S.; SILVA, L. C. Diagnose nutricional de variedades de cana-de-açúcar em argissolos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.18, p.1102-1109, 2014.
- MOURA FILHO, G.; SILVA, L. C.; MOURA, A. B.; MELO FILHO, J. B.; GUERRA, A. M.; GUIMARÃES, D. H. V.; PEREIRA, R. C. S. Determinação de teores ótimos de nutrientes em cana-de-açúcar na destilaria. Japungu, PB, usando o método da chance matemática (Chm). In. **Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de plantas**, 29, 2010, Guarapari, 2010. Anais...Guarapari: SBCS, 2010. CD-Rom.
- MUNNS, R.; GILLIHAM, M. Salinity tolerance of crops – what is the cost? **New Phytologist**, Cambridge, v.208, p.668-673, 2015.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanism of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v.59, p.651-681, 2008.

- NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; CONSOLI, M. O mapa sucroenergético do Brasil. In: Sousa, E. L. L.; Macedo, I. C. **Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: UNICA, 2010. Cap.1, p.15-43.
- NOGUEIRA, F. dos S.; FERREIRA, K. S.; CARNEIRO JUNIOR, J. de B.; PASSONI, L. C. Minerais em melados e em caldos de cana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, p.727-731, 2009.
- OLIVEIRA, E. C. A.; FREIRE, J. F.; OLIVEIRA, R. I.; OLIVEIRA, A. C.; FREIRE, M. B. G. S. Acúmulo e alocação de nutrientes em cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.579-588, 2011.
- PATADE, V. Y.; SUPRASANNA, P.; BAPAT, V. A. Effects of salt stress in relation to osmotic adjustment on sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) callus cultures. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 55, p. 169-173, 2008.
- PLAŻEK, A., TATRZAŃSKA, M., MACIEJEWSKI, M., KOŚCIELNIAK, J., GONDEK, K., BOJARCZUK, J., DUBERT, F. Investigation of the salt tolerance of new Polish bread and durum wheat cultivars. **Acta Physiologiae Plantarum**, Krakow, v. 35, p. 2513-2523, 2013.
- POSADA, F. C.; LIZARAZO, L. M.; ANDRADE FILHO, G. Estado nutricional de árboles de manzano ‘Anna’ durante la estación de crecimiento en los altiplanos Colombianos: II. Relaciones e interacciones entre nutrientes. **Agronomía Colombiana**, v. 22, p. 160-169, 2004.
- 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 Agricola**, Piracicaba, v.59, p.129-135, 2002.
- PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 407p.
- REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. DRIS norms validation for sugarcane crop. **Pesquisa Agropecuária do Brasil**, Brasília, v.38, p.379-385, 2003.

REIS JÚNIOR, R. A. MONNERAT, P. H. Diagnose nutricional da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.367-372, 2002.

RENGASAMY, P. Transient salinity and subsoil constraints to dryland farming in Australian sodic soils: an overview. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 42, p. 351-361, 2002.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C.; JUNIOR, J. P. Q. P. Fósforo. In: **Cana-de-açúcar**. MIRANDA-DINARDO, L. L; VASCONCELES, A. C.; LANDELL, M. G. A. Instituto agrônômico de Campinas, SP, 1ed. 2010a. p.271-288.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C.; TAVERES, S. Potássio. In: **Cana-de-açúcar**. MIRANDA-DINARDO, L. L; VASCONCELES, A. C.; LANDELL, M. G. A. Instituto agrônômico de Campinas, SP, 1ed. 2010b, p.289-312.

SANTOS, E. F.; DONHA, R. M. A.; MAGNO, ARAÚJO, C. M. M.; LAVRES JÚNIOR, J.; CAMACHO, M. A. Faixas normais de nutrientes em cana-de-açúcar pelos métodos ChM, DRIS e CND e nível crítico pela distribuição normal reduzida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.1651-1658, 2013.

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. V.; FERNANDES, C. R. R.; DUTRA, A. T. B.; ARAGÃO, R. M. Acúmulo de íons e crescimento de pinhão - manso sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, p. 240-246, 2009.

SHOMEILI, M.; NABIPOUR, M.; MESKARBASHEE, M.; MEMARI, H. R. Effects of gibberellic acid on sugarcane plants exposed to salinity under a hydroponic system. **African Journal of Plant Science**, Bowie, v. 5, p. 609-616, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

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, p239-270.

VITTI, G. C.; QUEIROZ, F. E. C.; OTTO, R.; QUINTINO, T. A. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar**. [Piracicaba: ESALQ/USP - Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, 2005]. 78 p.

ZIA, A.; GUO, B.; ULLAH, I.; AHMAD, R.; KHAN, M. A.; ABBASI, B. H.; WEI, Y. Salinity tolerance and site of K<sup>+</sup> accumulation in four maize varieties grown in Khyber Pakhtoonkhwa region of Pakistan. **Journal of Medicinal Plants Research**, Nsukka, v. 5, p. 6040-6047, 2011.

## **12. ATIVIDADES RELEVANTES DESENVOLVIDAS PELO BOLSISTA**

- Participou da XVI Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão (JEPEX 2016) e XVII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão (JEPEX 2017) com a apresentação dos trabalhos:

### **-Salinidade de solo cultivado com girassol irrigado com efluentes domésticos tratados**

Autores: Daniel da Costa Dantas, Ênio Farias de França e Silva, Larissa Gabrielle Lino de Andrade, Marcelo Henrique de Oliveira Primo, Jenyffer Silva Gomes dos Santos.

### **- Uso de efluentes domésticos na irrigação do girassol em região semiárida, efeitos do sódio no solo**

Autores: Daniel da Costa Dantas, Ênio Farias de França e Silva, Larissa Gabrielle Lino de Andrade, Marcelo Henrique de Oliveira Primo, Jenyffer Silva Gomes dos Santos.

### **- Carbono orgânico total do solo irrigado com efluentes domésticos tratados**

Autores: Daniel da Costa Dantas, Ênio Farias de França e Silva, Larissa Gabrielle Lino de Andrade, Marcelo Henrique de Oliveira Primo, Jenyffer Silva Gomes dos Santos.

### **- Atividade enzimática em plantas de cana-de açúcar irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade**

Autores: Daniel da Costa Dantas, Ênio Farias de França e Silva, Larissa Gabrielle Lino de Andrade, Weliston de Oliveira Cutrim, Anizio Honorato Godoi Neto, José Edson Florentino de Moraes, Antonio Diomescio da Silva Filho.

**- Trocas gasosas em plantas de cana-de açúcar irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade**

Autores: Daniel da Costa Dantas, Ênio Farias de França e Silva, Larissa Gabrielle Lino de Andrade, Weliston de Oliveira Cutrim, Anizio Honorato Godoi Neto, José Edson Florentino de Moraes, Antonio Diomescio da Silva Filho.