



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

Weliston de Oliveira Cutrim

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC)

Recife, julho de 2018

1. IDENTIFICAÇÃO

ALUNO (A): Weliston de Oliveira Cutrim

CURSO: Agronomia

PROGRAMA: PIBIC () PIC () PIBIC-EM

ORIENTADOR (A): Prof. Dr. Ênio Faria de França e Silva

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 TRABALHO:** Parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar irrigada com águas salobras sob frações de lixiviação

Sumário

1. IDENTIFICAÇÃO.....	2
2. TÍTULO DO PROJETO: Uso de águas de qualidade inferior na produção de cana-de-açúcar no Estado de Pernambuco.....	2
3. TÍTULO DO PLANO DE TRABALHO: Parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar irrigada com águas salobras sob frações de lixiviação.....	2
4. RESUMO DO RELATÓRIO	4
5. INTRODUÇÃO GERAL.....	5
5.1. Cana-de-açúcar: histórico e aspectos botânicos	5
5.2. Importância socioeconômica	6
5.3. Efeitos dos sais na agricultura	7
5.4. Análise de maturação: parâmetros tecnológicos	8
6. OBJETIVOS	9
6.1 Geral	9
6.2 Específicos.....	9
7. METODOLOGIA	10
7.1 Caracterização da área de estudo.....	10
7.2. Características dos lisímetros e do solo.....	11
7.3. Plantio da cana-de-açúcar e tratos culturais	11
7.4. Delineamento experimental e tratamentos	12
7.5. Sistema de irrigação.....	13
7.5.1. Manejo da irrigação	13
7.5.2. Colheita	14
7.6. Variáveis analisadas:	14
7.6.1. Análise de maturação	14
7.7. Análise estatística	17
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO FINAL	17
8.1 Índice de maturação.....	17
8.2 Teor de sólidos solúveis - °Brix.....	20
8.3 Massa da sacarose no caldo (Pol).....	22
8.4 POL da Cana (PC)	23
8.5 Açúcares Totais Recuperáveis (ATR)	24
9. CONCLUSÕES	25
10. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	25
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
12. DIFICULDADES ENCONTRADAS	Erro! Indicador não definido.
13. PARECER DO ORIENTADOR	34

4. RESUMO DO RELATÓRIO

A salinidade do solo e da água constitui o estresse abiótico que na agricultura mais prejudica o homem, o solo, a água e as plantas, além disso, é um fator que contribui para degradação de muitas áreas agrícolas no mundo. Em Pernambuco, principalmente nas regiões litorâneas as águas possuem elevado teor de sais e em algumas áreas é utilizada na irrigação de cultivos de cana-de-açúcar. Assim, objetivou-se avaliar a influência da salinidade e frações de lixiviação na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. A pesquisa foi conduzida no Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Recife. A área do experimental possui 40 lisímetros de drenagem onde foi instalado um sistema de irrigação por gotejamento (vazão unitária 4 L h⁻¹). A variedade utilizada é a RB 92579 (espaçamento de 1,2 x 0,15 m), plantada em novembro de 2016. Aos 60 dias após o plantio (DAP) iniciou-se a aplicação dos tratamentos: cinco níveis de salinidade (0,5; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 dS m⁻¹) e duas lâminas de reposição da evapotranspiração da cultura de 100% e 120% da ET_c, correspondentes a fração de lixiviação de 0 e 0,17. A água (0,5 dS m⁻¹) utilizada no experimento é proveniente da rede de distribuição da UFRPE, onde foram adicionados os sais NaCl e CaCl₂ (1:1) para obtenção níveis salinos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições. A partir dos seis meses após a emergência iniciou-se leituras do °BRIX através de amostragem com refratômetro para avaliação do Índice de maturação (IM) com intuito de determinar o ponto de colheita, que foi realizada em novembro 2017. Na colheita, foi feita amostragem de 10 colmos por tratamento para análise da qualidade tecnológica (Teor de sólidos solúveis totais (°BRIX), Porcentagem em massa de sacarose no caldo (POL), POL da cana (PC), Açúcares totais recuperáveis (ATR), Fibra (%), Açúcares redutores (AR) e pureza aparente (Q)). Não houve efeito significativo da interação salinidade e lâminas para as variáveis Pureza, Fibra, AR caldo analisadas. O índice de maturação foi eficiente para determinar o ponto de colheita da cana-de-açúcar (RB92579). O fator salinidade promoveu reduções lineares nas variáveis °BRIX, Pol, PC e ATR. A fração de lixiviação 0,17 (120% ET_c) proporcionou melhores resultados quando comparada a 100% da ET_c, em relação ao °BRIX, Pol, PC e ATR.

5. INTRODUÇÃO GERAL

5.1. Cana-de-açúcar: histórico e aspectos botânicos

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma cultura grande importância social e econômica cultivada no Brasil desde a época colonial e hoje ocupa ampla área de cultivo, ficando concentrada no Centro-Sul e Nordeste (GERÔNIMO, 2014; TOLEDO, 2016). No Nordeste, as variedades RB 867515 e RB 92579 são as mais plantadas, no entanto, esta última não é adequada para utilização em áreas de sequeiro. Cerca 94 variedades liberadas para cultivo no Brasil, o país é um grande produtor e vem melhorando sua produtividade graças às variedades modernas que são desenvolvidas com foco em regiões e períodos de safra específicos (CANAOLINE, 2016).

O seu cultivo tem o potencial de minimizar os problemas da utilização de energias renováveis, atuando principalmente por meio da produção do álcool, combustível que emite menor quantidade de monóxido de carbono na atmosfera, se comparado aos combustíveis sintetizados a partir do petróleo (BERMANN, 2008).

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma planta de ciclo longo, pertencente à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, ordem Cyperales, família Poaceae, tribo Andropogoneae, subtribo Saccharininae e gênero *Saccharum*, de acordo com a classificação botânica descrita por Cronquist, em 1981 (SCARPARI & BEAUCLAIR, 2008).

As principais características dessa família são a forma da inflorescência (panícula), o crescimento do caule em colmos, as folhas invaginantes que apresentam lâminas (limbo) com bordos serrilhados e as raízes fasciculadas. A família Poaceae é conhecida como a família das gramíneas (TZVELEV, 1989). A cana-de-açúcar é bem adaptada aos climas tropical e subtropical e se enquadra entre as gramíneas de maior eficiência fotossintética, por apresentar metabolismo C₄, o que propicia uma taxa de crescimento e eficiência do uso da água duas a três vezes maiores que as plantas de metabolismo C₃ (CASAGRANDE, 1996; SIMÕES et al., 2015). Ao longo do ciclo vegetativo, a cana-de-açúcar apresenta dois períodos bem distintos em relação ao teor de sacarose: o primeiro ciclo é marcado por intenso crescimento vegetativo, e pequeno acúmulo gradual de sacarose; no segundo ciclo, ocorre o acúmulo de sacarose, devido principalmente à queda de temperatura e a disponibilidade de água no solo (Magalhães, 1987), ou seja, o teor de sacarose nos colmos aumenta no momento em que a cana-de-açúcar cessa seu crescimento vegetativo (Lucchesi, 1995). Manter a umidade adequada no solo durante todo o período de crescimento é importante para se obterem os

rendimentos potenciais da cultura, visto que o crescimento vegetativo é proporcional à água transpirada pela mesma, (Dalri et al, 2008). A brotação, a emergência e o crescimento das plantas também são influenciados pelas mudanças físico-químicas no ambiente de produção. Este fato torna-se mais importante, quando se considera que as variedades de cana-de-açúcar disponíveis atualmente foram desenvolvidas em sistema de cana queimada, de modo que cada variedade pode apresentar resposta diferente quanto à adaptabilidade às mudanças, não apenas em aspectos físicos, mas também quanto às particularidades do manejo (SOUZA et al., 2005).

5.2. Importância socioeconômica

A cana-de-açúcar é uma das culturas de grande importância socioeconômica no Brasil; seus principais derivados são o açúcar (alimento) e o álcool (hidratado e anidro), imprescindíveis ao mercado mundial; outros produtos, também originados dessa cultura e que devem ser salientados, são a aguardente (muito consumida), o bagaço, que é utilizado principalmente como fonte de energia, a vinhaça, que serve de fertilizante, o plástico e o papel (SOUZA et al., 1999).

Segundo a FAO (2017) é previsto que as exportações de açúcar se mantenham concentradas, com 48% procedentes do Brasil, onde a produção de cana-de-açúcar é dividida entre o fornecimento de açúcar - dos quais 72% são exportados e de etanol para uso doméstico. É prevista uma desaceleração no crescimento da produção de etanol durante o período analisado pelo relatório. O crescimento anual da produção de etanol é projetado em aproximadamente 1% ao ano. A desaceleração do crescimento de etanol deve-se em grande parte à estagnação do uso obrigatório do etanol nos Estados Unidos, enquanto é esperado que a demanda de combustíveis para o transporte no Brasil mantenha-se. A Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) publicou os resultados do estudo no qual aponta que, apesar da maior produtividade na região Nordeste, a média brasileira foi semelhante à da safra passada, de 72.543 kg/ha, e acabou não impactando no aumento da produção.

A cultura destaca-se no cenário socioeconômico, sendo utilizada para a obtenção de vários produtos e subprodutos, sendo responsável por grande parte dos biocombustíveis utilizados no mundo. O crescimento da demanda nacional e mundial por álcool combustível tem provocado um aumento significativo do número de usinas pelas diversas regiões brasileiras. O setor canavieiro destaca-se, no Brasil, empregando cerca de 1,18 milhões de

trabalhadores diretos e indiretos, gerando 4,1% das exportações e contribui com aproximadamente 8% do Produto Interno Bruto agrícola (CARVALHO et al., 2008).

A Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro - RIDESA (2010), destaca que uma das cultivares de cana-de-açúcar de maior expressão na região do Vale do São Francisco é a RB 92579, cuja produtividade média encontra-se acima de 140 t h⁻¹, em cultivos irrigados durante todo o ciclo (OLIVEIRA et al. 2016).

A produtividade da cana-de-açúcar varia em função de diversos fatores, dentre os quais, a água é um dos que mais contribuem para se ter altos rendimentos (SOUZA et al., 2012). Entretanto, devido a distribuição irregular da precipitação faz-se necessário o uso da irrigação. Todavia, grande parte da produção do Nordeste ocorre em áreas litorâneas e devido a constante utilização da água de poços costeiro pode ocorrer o deslocamento da água do mar para as águas até então não salinas, tornando-as salinizadas. A utilização de águas salobras ou salinas na agricultura podem provocar a salinização dos solos e promover sérios prejuízos a produção agrícola.

5.3. Efeitos dos sais na agricultura

Os efeitos prejudiciais da salinidade e da sodicidade no crescimento das plantas são conhecidos pelo homem a mais de 2100 anos, quando os sais foram, inclusive, usados como instrumento de guerra pelos Romanos que, após a vitória sobre os Cartagineses, incorporaram cloreto de sódio nos solos dos arredores da destruída cidade de Cartago, com o intuito de torná-los improdutivos e impedir o ressurgimento da cidade (BRADY & WEIL, 2008).

Um dos fatores de maior preocupação na agricultura atual é a salinidade e a sodicidade do solo. O manejo inadequado do solo e da água de irrigação, os efeitos dos fertilizantes utilizados na atividade agrícola são fatores também responsáveis pelo aumento da quantidade de sais no solo, ocasionando a degradação do mesmo. Quando este solo apresenta salinidade elevada, ou seja, condutividade elétrica do extrato de saturação superior a 4 dS m⁻¹ e o sódio é o íon predominante, dependendo da cultura, verificam-se toxidez nas plantas, dispersão das argilas e desestruturação do solo, acarretando à diminuição da taxa de infiltração da água no solo e reduzindo a produção agrícola (TAVARES FILHO et al., 2012).

A salinidade pode causar deficiência hídrica por diminuir o potencial da água no solo e pela absorção de íons tóxicos, como o Cl⁻ e Na⁺. As plantas apresentam tolerância ao sal

quando respondem fisiologicamente de forma a minimizar seus efeitos (CHICONATO, 2016).

Os efeitos tóxicos aparecem quando as plantas absorvem os sais do solo, juntamente com a água, proporcionando toxicidade na planta por excesso de íons absorvidos. Este excesso promove desbalanceamento e prejuízo ao citoplasma, resultando em danos, principalmente na bordadura e no ápice das folhas (LIMA, 1997). Embora algumas plantas possuam mecanismos de ajuste osmótico e consigam sobreviver a determinados níveis de salinidade, o fato é que quanto maior a salinidade mais rápida a planta entra em condições de estresse salino provocando o fechamento dos estômatos, reduzindo a fotossíntese e diminuindo a translocação de nutrientes da raiz para a parte aérea (TAIZ & ZAIGER, 2009).

Segundo Medeiros & Gheyi (2001) a irrigação é apontada como a principal causa da salinização das áreas afetadas, normalmente a salinidade em áreas irrigadas é consequência do uso de água de qualidade inadequada, associado ao manejo do sistema solo-água-planta. A utilização da irrigação, normalmente acarreta a incorporação de sais ao perfil do solo, por conter na água, sais solúveis e; devido ao seu uso continuado e ausência de lixiviação, o sal se deposita na zona do sistema radicular e na superfície do solo, decorrente da evaporação da água.

Contudo, Sousa et al. (2011) afirmam que a magnitude dos danos causados pela salinidade depende do tempo, concentração, tolerância da cultura e volume de água transpirado. Segundo Ayres & Westcot (1999) cada cultura, em função do mecanismo fisiológico, tolera certa salinidade a partir da qual o seu rendimento começa a decrescer. Além de haver diferenças de tolerância entre as espécies e cultivares, dentro de uma mesma espécie pode também existir diferenças entre as fases fenológicas (MAAS & HOFFMAM, 1977).

5.4. Análise de maturação: parâmetros tecnológicos

O manejo inadequado da irrigação e da adubação podem afetar significativamente na quantidade produzida e especialmente na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar, sendo essas duas práticas juntamente com as condições meteorológicas do local de grande importância no desenvolvimento da planta e na sua produtividade.

No Brasil as variações climáticas possibilitam dois períodos de colheita anual. Desta forma, apesar da sua grande adaptação às condições climáticas, a cana-de-açúcar apresenta melhores condições quando cultivada em período quente e úmido, com alta radiação solar

durante a fase de crescimento, seguido por um período seco, ensolarado e mais frio durante as fases de maturação e colheita (BRUNINI, 2008).

O rendimento na produção de açúcar depende da tonelagem de cana, do teor de açúcar e de sua qualidade (DOORENBOS & KASSAN, 1979). Sendo assim, o conteúdo de açúcar da cana é de extrema importância, pois é dele que os produtos são obtidos. Para a verificação do rendimento da cultura é feita através da determinação dos parâmetros tecnológicos, especialmente o °BRIX (teor de sólidos solúveis), POL (teor de sacarose), PZA (pureza do caldo), fibra e PCC (percentagem de cana bruta), sendo possível, a partir do conhecimento dessas propriedades, estabelecer critérios para comercialização da cana (VARELA, 2002 apud CARVALHO et al., 2008).

Para Doorenbos & Kassan (1979), produções de cana-de-açúcar, em áreas irrigadas em torno de 100 a 150 t ha⁻¹ demandam de 1.500 a 2.000 mm por ciclo de 365 dias. Devido a predominância do cultivo em áreas brasileiras com precipitação total anual em torno de 1.100 a 1.500 mm ano⁻¹, segundo Carvalho et al. (2009), torna-se indispensável à irrigação complementar para se obter as produções desejadas.

Dantas Neto et al. (2006) testaram lâminas de irrigação variando entre 807 e 1.343 mm na cultura de cana-de-açúcar e verificaram efeito linear positivo sobre as variáveis de crescimento e quadrático para sacarose (Pol), atingindo valor de 18,1% quando as plantas foram irrigadas com 1.125 mm. Moura et al. (2005) observaram diferenças em °Brix, Pol do caldo e Pol da cana em estudos, comparando a cana irrigada com a de sequeiro, com os valores aumentando 5,00; 10,79; e 8,63%, respectivamente, quando houve irrigação.

Quanto ao controle de produção, a preocupação deve recair sobre a produtividade da cana-de-açúcar, em termos de sacarose por área plantada (kg de sacarose ha⁻¹), talvez mais do que em termos de toneladas de cana por hectare (SILVA et al., 2003).

6. OBJETIVOS

6.1 Geral

- Avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre a qualidade industrial da cana-de-açúcar.

6.2 Específicos

- Determinar o Índice de maturação da cana-de-açúcar sob irrigação com água salinizadas e fração de lixiviação;

- Analisar efeito da salinidade da água de irrigação e da fração de lixiviação sobre o teor de Sólidos Solúveis Totais ($^{\circ}$ BRIX), Porcentagem em massa de sacarose no caldo (POL), POL da Cana (PC), Açúcares Totais Recuperáveis (ATR), Fibra (%), Açúcares redutores (AR) e pureza aparente (Q).

7. METODOLOGIA

7.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi realizado em lisímetros 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 Dois Irmãos, em Recife-PE. Ocupa uma área total de 720 m², localizada a 8° 01' 05" de latitude Sul e 34° 56' 48" de longitude Oeste, e altitude de 6,5 m.

A área da condução do experimental é composta por 40 lisímetros de drenagem (Figura 1 A), ao lado possui uma casa de alvenaria, onde coleta o drenado que vem dos lisímetros, possuindo 40 torneira e com 40 baldes, área da estação lisimétrica de drenagem. Há uma estação meteorológica automática (Campbell Scientific modelo CR1000) que possui um sistema de coleta e armazenamento de dados (Datalogger) por meio dos sensores (Figura 1 B), a qual está sendo utilizada para obtenção de dados meteorológicos para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) diária, dados baixados por volta das 8:00 h, com o auxílio de notebook e programas compatíveis com a base de dados da estação. A estação lisimétrica e a meteorológica são protegidas por estacas de concreto, arame farpado e tela de plástico. Ao lado desta área também há uma casa de coleta do material drenado.



Figura 1. Lisímetros de drenagem (A) e Estação meteorológica automática (B). **Fonte:** Elaborado pelo autor.

7.2. Características dos lisímetros e do solo

Os lisímetros correspondem a unidades com capacidade de 1.000 L cada, com diâmetro externo na borda superior 1,380 m e altura externa de 0,745 m, instalados de forma equidistantes a 1,20 m, nas duas direções, e assentados a 0,65 m de profundidade, com uma borda de 0,10 m acima da superfície do solo para evitar a entrada de água de chuva, proveniente do escoamento superficial.

O sistema de drenagem interno dos lisímetros é composto por tubo corrugado de polietileno de alta densidade (PEAD) com 50 mm de diâmetro revestido com manta geotêxtil de maneira a servir como filtro, não permitindo a passagem de partículas de solo para dentro do sistema de drenagem. O tubo está conectado ao sistema com o auxílio de um Tê de redução de 50 x 25 mm, visto que o sistema de drenagem externo ao lisímetro é composto por tubulação de 25 mm que conduz o material drenado até a casa de coleta.

Acima do tubo corrugado há uma camada de 7 cm de brita 19 mm. Sobre a brita há uma camada de manta geotêxtil de maneira que, assim como nos drenos internos, a mesma sirva como filtro evitando a passagem de partículas de solo para a camada inferior, ou seja, evitando a mistura da brita com o solo e possíveis entupimentos. Acima da manta geotêxtil foi colocado o solo, no qual, todos lisímetros receberam a mesma quantidade de solo seco.

O solo utilizado dentro dos lisímetros foi proveniente do Município de Goiana-PE, na zona da mata norte, 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. Este solo foi coletado com retroescavadeira a camada correspondente à profundidade de 0-0,40 m, com o intuito de se utilizar apenas um horizonte do espodossolo.

7.3. Plantio da cana-de-açúcar e tratos culturais

Para o plantio da cana-de-açúcar, a área foi previamente limpa e foram cavados sulcos com cerca de 15 cm de profundidade para que fossem depositados os rebolos de cana-de-açúcar. Os rebolos utilizados foram provenientes da Estação experimental de cana-de-açúcar do Carpina (EECAC-UFRPE), no qual, utilizou-se a variedade RB 92579. Realizou-se

uma adubação de fundação com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) conforme a recomendações do Instituto de Pesquisa agrônômica - IPA 2008, após análise de fertilidade do solo utilizado no experimento.

Também se realizou paralelo à adubação de fundação no plantio, uma pulverização com inseticida preventivo de pragas de solo (Termitox 400, fipronil). Em cada lisímetro foi colocado seis rebolos com duas gemas cada, 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.

Também foi realizada adubação de cobertura aos 45 e 150 dias após o plantio (DAP) sendo aplicados 20 kg ha⁻¹ de N e 35 kg ha⁻¹ de K₂O. A aplicação dos micronutrientes (B, Cu, Zn, Fe e Mg) foi realizada via adubação foliar.

Após o plantio realizou-se aos 45 (DAP) um desbaste deixando apenas oito plantas mães por lisímetro.

Para germinação dos rebolos foi utilizada a água de abastecimento até 60 DAP por meio do sistema de irrigação. Após a germinação iniciou-se o controle de pragas: lagarta Broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) e formigas cortadeiras (*Atta* spp.) com os defensivos Egeo™Pleno e Mirex - S Max, respectivamente e capina manual das plantas invasoras.

7.4. Delineamento experimental e tratamentos

Os tratamentos adotados consistem em duas lâminas de reposição da evapotranspiração da cultura (100 e 120% da ET_c) e cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,5; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 dSm⁻¹), sendo estes níveis atingidos através da adição de NaCl e CaCl₂ a água de abastecimento local da UFRPE.

O delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5 (fração de lixiviação e níveis de salinidade da água de irrigação, respectivamente) com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais.

Os níveis de salinidade da água foram obtidos por meio de adição de NaCl e CaCl₂.H₂O na proporção de 1:1 molar Na/Ca na água de abastecimento local da UFRPE, em quantidade necessárias para obtenção das condutividades elétricas dos respectivos tratamentos, conforme Rhoades et al. (2000):

$$Q_{\text{sais}} = 640 \times CE \quad \text{quando } CE < 5,0 \text{ dS}^{-1}$$

$$Q_{\text{sais}} = 800 \times CE \quad \text{quando } CE > 5,0 \text{ dS}^{-1}$$

em que:

Q_{sais} = quantidade de sais (mg L^{-1}); CE_a = representa o valor desejado da condutividade elétrica da água (dS m^{-1}).

7.5. Sistema de irrigação

O tipo de irrigação utilizada foi por gotejamento, com gotejadores espaçados a 0,30 m, sendo quatro emissores autocompensantes com saída cilíndrica por lisímetro, modelo NETAFIM™ (tipo PCJ/CNL). A vazão unitária do emissor especificada pelo fabricante foi de $4,0 \text{ L h}^{-1}$, sendo a medida em campo de $4,1 \text{ L h}^{-1}$, sob pressão de serviço de 10 m.c.a. Além disso, o sistema possui duas eletrobombas centrífugas de eixo horizontal (Modelo QB80, 0,5 CV) (Modelo QB80, 0,5 CV) acopladas as caixas d'água utilizadas para armazenagem da solução irrigante, linha principal de tubos de polietileno de alta densidade de 36 mm e linhas laterais de 16 mm onde foram distribuídos os gotejadores.

7.5.1. Manejo da irrigação

Realizou-se irrigações diárias até os 60 DAP, sendo aplicado uma lâmina com água de abastecimento local com o intuito de manter o solo em capacidade de campo; essa lâmina foi aplicada para assegurar a brotação e estabelecimento das plantas. Após esse período, iniciou-se a diferenciação dos tratamentos, tendo como base a evapotranspiração da cultura (ET_c) para reposição das lâminas de reposição de 100 % e 120% da ET_c :

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1}); ET_o = evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}); K_c = coeficiente de cultivo (adimensional), segundo Doorenbos & Pruitt (1977).

7.5.2. Colheita

A partir dos 6 meses após a emergência iniciou-se amostragem com refratômetro para avaliação do Índice de maturação (IM) com intuito de determinar o ponto de colheita, que foi realizada no dia 20 novembro 2017. Na colheita foi feita amostragem de 10 colmos de cada lisímetro, obtendo 40 feixes de cana para análise da qualidade tecnológica (teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix), Porcentagem em massa de sacarose no caldo (Pol), Pol da Cana (PC), Açúcares Totais Recuperáveis (ATR), Fibra (%), Açúcares redutores (AR) e pureza aparente (Q)), que foi realizado no laboratório da Usina Petribu S/A, localizada na Rodovia Paulo Petribu - PE 53, s/n - Zona Rural, Lagoa do Itaenga - PE, 55840-000.

7.6. Variáveis analisadas:

7.6.1. Análise de maturação

Esse índice é dado pela relação entre °Brix do topo e o °Brix da base. Para tal, o °Brix é determinado no segundo ou terceiro entrenó da base a partir do nível do solo, e no último maduro (GALDINO, 2008).

Assim foi determinado o índice de maturação (IM) da cana-de-açúcar a partir dos 240 dias após o plantio (DAP), iniciou as análises, a cada 15 dias era avaliado o (IM) (Figura 3), utilizando o refratômetro de campo calculado pela seguinte equação:

$$IM = \text{Brix}_{\text{ponta}} / \text{Brix}_{\text{base}}$$

em que:

$\text{Brix}_{\text{base}}$ = parte basal a leitura do Brix refratométrico realizada no 2º entrenó de baixo para cima; $\text{Brix}_{\text{ponta}}$ = na parte apical, a leitura será no 2º entrenó abaixo do ponteiro. Além disso, foi realizada uma leitura de °Brix no entrenó da parte mediana do colmo da cana-de-açúcar. Interpretação dos resultados: $IM < 0,60$: cana verde; $0,60 < IM < 0,85$: cana em maturação; $0,85 < IM < 1,00$: cana madura, pronta para ser cortada. $IM > 1,00$: cana em declínio de maturação. Foi considerada a parte basal a leitura do °Brix refratométrico realizada no 2º entrenó de baixo para cima e na parte apical, a leitura será no 2º entrenó abaixo do ponteiro, além da leitura no terço médio do colmo.

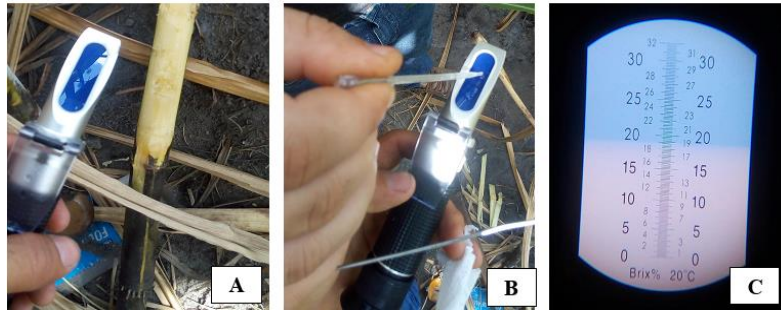


Figura 2. Etapas de amostragem dos colmos para leituras do °Brix na cana-de-açúcar (RB92579): corte do colmo para extração do caldo (A); uso do conta gotas para pingar uma gota do caldo no refratômetro (B); escala de leitura do refratômetro exemplificando um valor de 19 °Brix_{base} (C). **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Com base nos resultados de maturação da cana foi realizada a colheita no dia 20 de novembro de 2017 (365 DAP). Após a colheita da cana-de-açúcar sucedeu as análises dos seguintes parâmetros tecnológicos: Teor de Sólidos Solúveis Totais (BRX) do caldo; Porcentagem em massa de sacarose no caldo (POL), POL da Cana (PC), Açúcares Totais Recuperáveis (ATR), Fibra (%), Açúcares redutores (AR) e pureza aparente (Q).

Para determinação destes parâmetros, foram utilizados os colmos, no qual, após a colheita e separação das partes (colmo e ponteiro), assim como a retirada das folhas, foram feitos feixes de cana com 10 rebolos, amaradas e identificadas conforme os tratamentos:



Figura 3. Etapas da colheita e preparo dos feixes da cana-de-açúcar (RB92579) a serem enviado a Usina Petribu S/A para análise de maturação: corte dos colmos (A); pesagem dos colmos (B); separação e identificação dos feixes com respectivos tratamentos (C). **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Depois de serem devidamente identificados, os feixes foram levados ao laboratório da Usina Petribu S/A, onde ocorrerão à trituração em forrageira e homogeneização em betoneira dos colmos, sendo pesado 0,5 kg de cada amostra, e posteriormente submetidas a uma pressão

de 250 kgf cm⁻², durante um minuto em uma prensa hidráulica, resultando em duas frações: caldo (CA) e bagaço úmido ou bolo úmido (BU) para posterior análise de acordo com metodologia preconizada por CONSECAN (2006):

1º) Brix% caldo: determinado por refratometria digital e leitura automática a 20°C.

2º) Pol% caldo: sacarímetro digital, automático, com peso normal igual à 26 g, resolução de 0,01°Z e calibrado a 20°C, em comprimento de onda de 587 e 589,4 nm, após clarificação do caldo com mistura clarificante à base de alumínio com recomendada no mínimo, de 6 g/100 ml, a pol do caldo (Pol) (teor de sacarose aparente por cento, em peso, de caldo) é calculada pela equação seguinte:

$$\text{Pol} = \text{LPb} (0,2605 - 0,0009882 \times \text{°Brix})$$

sendo: LPb = leitura sacarimétrica equivalente à de subacetato de chumbo; LAI = leitura sacarimétrica obtida com a mistura clarificante à base de alumínio.

Assim sendo, a equação completa para o cálculo da pol da cana (Pol) passa a ser a seguinte:

$$\text{Pol} = (1,00621 \times \text{LAI} + 0,05117) \times (0,2605 - 0,0009882 \times \text{°Brix})$$

sendo:

°Brix = brix do caldo.

3º) Pureza aparente do caldo (Q) definida como a porcentagem de pol em relação ao brix, será calculada pela equação:

$$Q = 100 \times \text{Pol} \div \text{Brix}$$

A unidade industrial poderá recusar o recebimento de carregamentos com pureza do caldo abaixo de 75%.

4º) A fibra da cana (F) será calculada pela equação:

$$F = 0,08 \times \text{PBU} + 0,876$$

em que:

PBU = peso do bagaço úmido da prensa, em gramas.

5º) O teor de açúcares redutores (AR) por cento, em peso, de caldo será calculado pela equação:

$$\text{AR \% caldo} = 3,641 - 0,0343 \times Q$$

em que:

Q = pureza aparente do caldo (%).

6º) A pol da cana (PC) será calculada pela equação:

$$PC = S \times (1 - 0,01 \times F) \times C$$

em que:

C = coeficiente que representa a transformação em todo o caldo extraído, ou seja, todo caldo proveniente da prensa hidráulica.

Os açúcares redutores totais foram determinados pela seguinte equação:

$$ART\% \text{ caldo} = (\text{Pol no caldo}/0,95) + AR$$

Conhecendo-se a Pol da cana (PC) e os açúcares redutores da cana (ARC), o açúcar total recuperável é calculado pela equação:

$$ATR = 10 \times PC \times 1,05263 \times 0,905 + 10 \times ARC \times 0,905$$

em que:

10 x PC = pol por tonelada de cana; 1,05263 = coeficiente estequiométrico para a conversão da sacarose em açúcares redutores; e 0,905 = coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 9,5% e 10 x ARC = açúcares redutores por tonelada de cana.

7.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância. A variância com efeitos significativos pelo teste F, é submetido a análise de regressão, visando ajustar modelos de comportamentos. Os modelos de regressão foram selecionados com base em sua significância analisado pelo teste F a 5% de probabilidade e no maior valor do coeficiente de determinação. Para todas as análises será utilizado o software estatístico SISVAR versão 5.2 (FERREIRA, 2011).

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO FINAL

8.1 Índice de maturação

Na Figura 4, observa-se os valores médios do °Brix na base, ponta e terço médio da cana-de-açúcar obtido através do acompanhamento a partir do mês de julho (240 DAP).

Neste primeiro mês de avaliação, os valores médios obtidos utilizando-se um refratômetro de campo foram 16,10; 14,10 e 10,28, na base, terço médio e ponta, respectivamente. Os valores se mantiveram crescentes até a última leitura que foi realizada em novembro (360 DAP), com valores de 23,00; 21,05 e 20,63, respectivamente. Esse aumento do °Brix deve-se a maturação da cana-de-açúcar, associada a sua própria fisiologia e fatores climáticas como redução da precipitação pluviométrica local e suspensão da irrigação complementar no mês de outubro (330 DAP).

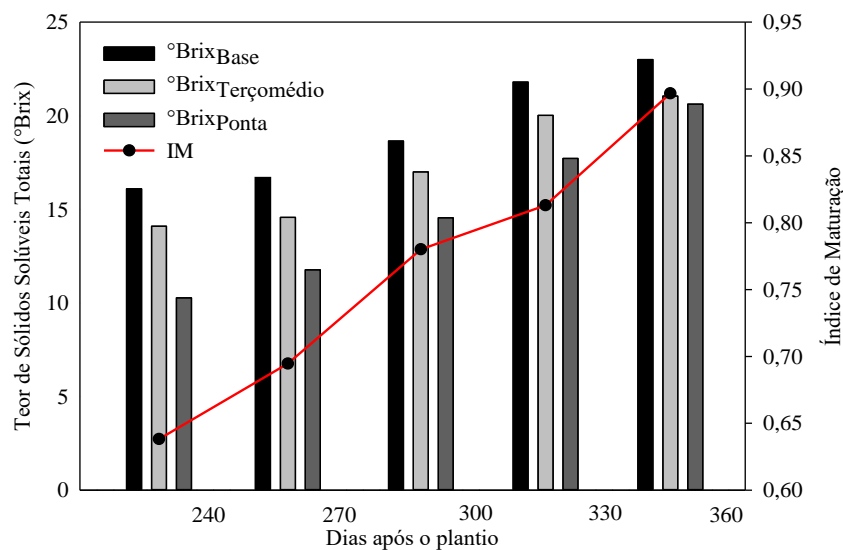


Figura 4. Teor de sólidos solúveis e índice de maturação da cana-de-açúcar (RB 92579) em Recife, PE.

Levando em conta a reprodução vegetativa, a que se usa na prática, a maturação pode ser considerada quando as gemas já estão em condições de darem origem à novas plantas, neste momento, fisiologicamente, os colmos atingem o seu potencial de armazenamento de sacarose, ou seja, o ponto de máximo acúmulo de açúcar possível (VIANA et al., 2015). A cana é considerada madura, ou em condições de ser industrializada a partir do momento em que apresentar um teor mínimo de sacarose acima de 13% segundo Silva (1996).

O IM (Figura 4), relação entre o °Brix na ponta e °Brix na base indicou no mês de julho (240 DAP) que a cana-de-açúcar havia iniciado o processo de maturação (IM = 0,64). De acordo com a CONSECANA (2006), o intervalo para esse índice de $0,60 < IM < 0,85$ corresponde representa a cultura em maturação. Na última avaliação realizada aos 360 DAP, observa-se o IM = 0,90, ou seja, a cana-de-açúcar madura (pronta para ser cortada). A

COSECANA (2006) destaca ainda que um IM > 1,00 implica que a cultura encontra-se em declínio de maturação.

De acordo com Machado (1987), ao iniciar a maturação o colmo é formado por uma sucessão de internódios em diferentes estádios fisiológicos, isto é, internódios maduros (base), em maturação (meio) e imaturos (ponta). Os internódios imaturos, localizados na região do colmo com folhas verdes, são fibrosos, com alta concentração de hexoses e baixa concentração de sacarose. À medida que estes internódios se desenvolvem sua taxa de crescimento diminui progressivamente, até ser nula, quando o internódio amadurece. Durante o crescimento, o teor de sacarose é maior nos internódios basais e menor nos apicais. Em colmos maduros todos os internódios têm concentração semelhante de sacarose.

Na Tabela 1, pode-se verificar que houve efeito entre a interação da salinidade e as lâminas de lixiviação para as variáveis °Brix, Pol, PC e ATR, a 0,01 de probabilidade, já para as variáveis de Pureza e Fibra não houve efeito significativo dos fatores salinidade e lâminas de lixiviação ($p > 0,05$), tanto para interação e efeitos isolados. Os valores de coeficiente de variação para estas variáveis foram de 2,75 e 1,36%, respectivamente, classificado por Gomes (1990) como baixo, indicando que o delineamento estatístico utilizado exerceu bom controle sobre as variações do meio.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis tecnológicas (teor de sólidos solúveis - °Brix, massa da sacarose no caldo - Pol, pureza aparente – Q, Açúcares redutores (AR), POL da Cana (PC), Fibra - %, Açúcares Totais Recuperáveis (ATR), da cana de açúcar RB92579 irrigada com águas de qualidade inferior e lâminas de lixiviação em Recife, PE

FV	GL	QM						
		°Brix	POL	Pureza	AR	PC	Fibra	ATR
CEa	4	8,61**	7,14**	6,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	6,55**	0,12 ^{ns}	519,48**
Lâmina (L)	1	101,85**	90,78**	5,37 ^{ns}	0,04 ^{ns}	73,33**	094 ^{ns}	5991,23**
CEa x L	4	3,16**	2,43**	3,53 ^{ns}	0,02 ^{ns}	2,66**	0,18 ^{ns}	209,84**
Reg. Linear	1	32,58**	28,44**	2,64 ^{ns}	0,01 ^{ns}	24,80**	0,01 ^{ns}	2015,85**
Resíduo	30	0,32	0,06	3,04	0,02	0,25	0,69	15,23
CV (%)		2,75	1,36	1,97	27,05	3,03	6,95	2,47

*,**Significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente; ^{ns} não significativo pelo teste F; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação

Os valores médios obtidos para Pureza foi 88,37% (Tabela 2). As normas de qualidade da matéria-prima redigidas pelo CONSECANA (2006) estabelecem que as unidades

industriais só podem recusar o recebimento de carregamentos com pureza abaixo de 75%. Desse modo, os resultados obtidos para no presente trabalho atendem as normas. De acordo com Oliveira et al. (2009) o teor de fibra aumenta a resistência à extração do caldo, recomenda-se valor médio entre 10,5 e 12,5% para a manutenção energética das indústrias que processam a cana-de-açúcar. Portanto, o teor médio da fibra, de 11,85%, observado na presente pesquisa é considerado adequado e não interfere na eficiência da extração do caldo. Os resultados dos açúcares redutores (AR) se referem à quantidade de glicose e de frutose presentes na cana, que afeta diretamente a sua pureza, já que refletem em menor eficiência na recuperação da sacarose pela fábrica EMBRAPA (2016). Tal resultado é relevante e atende as especificações do CONSECANA e também as recomendações de Ripoli e Ripoli (2004), que estabeleceram que o AR deve ser inferior a 0,8%.

Tabela 2. Valores médios pureza aparente – Q, Fibra - % e Açúcares redutores (AR) da cana de açúcar RB92579 irrigada com águas de qualidade inferior e lâminas de lixiviação em Recife, PE

Fator lâmina	Pureza ^{ns}	Fibra ^{ns}	ARcaldo ^{ns}
L1 - 100% ETc	88,00 (±1,09)	11,85 (±0,60)	0,60 (±0,09)
L2 - 120% ETc	88,74 (±1,61)	11,86 (±0,55)	0,59 (±0,14)

8.2 Teor de sólidos solúveis - °Brix

Na Figura 5, observou-se para a variável tecnológica °Brix em função dos níveis de salinidade e lâminas de lixiviação quais as plantas foram submetidas, que a salinidade exerceu efeito significativo ($p < 0,01$) linear decrescente em função do aumento da salinidade da água de irrigação.

A redução no grau °Brix deve-se à baixa qualidade de água disponível no solo, conseqüentemente, nos colmos, proporcionada pela lâmina de reposição de 100% da ETc sendo de 21,19 e 17,38 °Brix para as salinidades de 8,0 e 0,5 dS m⁻¹, respectivamente, ou seja, um decréscimo percentual de 17,98%. Para a lâmina de lixiviação 120% da ETc (0,17) os valores observados foram de 23,40 e 21,51 °Brix (-8,07%) para as salinidades de 8,0 e 0,5 dS m⁻¹, respectivamente.

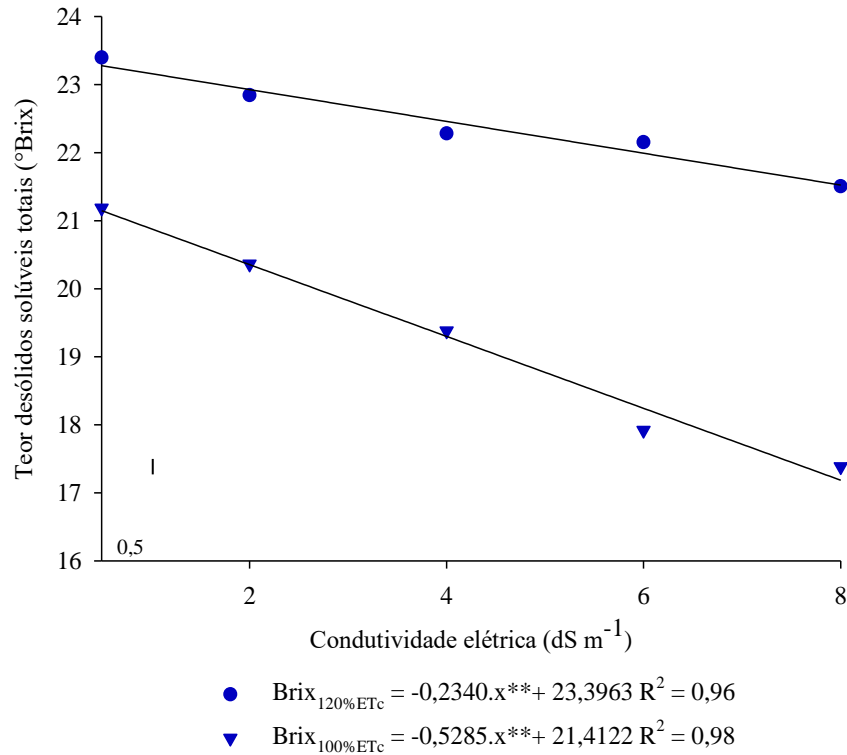


Figura 5. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) da cana de açúcar RB92579 irrigada com águas de qualidade inferior e frações de lixiviação em Recife, PE.

Simões et al. (2015) encontraram um valor médio de 21,9 °Brix para esta variedade cultivada (cana-planta) em solo arenoso, sob irrigação subsuperficial em Petrolina – PE. Os mesmos autores relatam, que a determinação do teor de sólidos (°Brix) dissolvidos em uma solução é de suma importância, não apenas para o cálculo da pureza da matéria-prima e demais produtos da fabricação, mas também pelo seu uso nos balanços de massa e divisão de cana para a produção de açúcar e etanol.

Oliveira et al. (2016) avaliando lâminas de reposição hídrica da evapotranspiração da cultura (ETc: 40, 60, 80 e 100%) em irrigação por gotejamento para a variedade 92579 observaram uma redução do °Brix com o aumento da lâmina de irrigação. Ainda de acordo com os autores, essa redução deve-se à maior diluição dos sólidos solúveis (açúcares) no caldo em função da maior quantidade de água disponível no solo e, conseqüentemente, nos colmos.

Da mesma forma, Muraro et al. (2009) afirmam que o acúmulo de sacarose é extremamente influenciado pela disponibilidade hídrica, sendo seu excesso desfavorável uma vez que atua diluindo a sacarose presente no colmo das plantas. No entanto, para o presente

trabalho, observou-se que a lâmina de lixiviação de 120% da ETc associada ao sistema de drenagem foi eficiente para que fossem alcançados valores de °Brix maiores em relação a 100% da ETc, uma vez que promoveu uma maior remoção dos sais do sistema radicular da cultura.

8.3 Massa da sacarose no caldo (Pol)

Na Figura 6, observa-se a variável Pol em função dos níveis de salinidade e lâminas de lixiviação, a salinidade exerceu efeito significativo linear decrescente ($p < 0,01$) em função do aumento da salinidade da água.

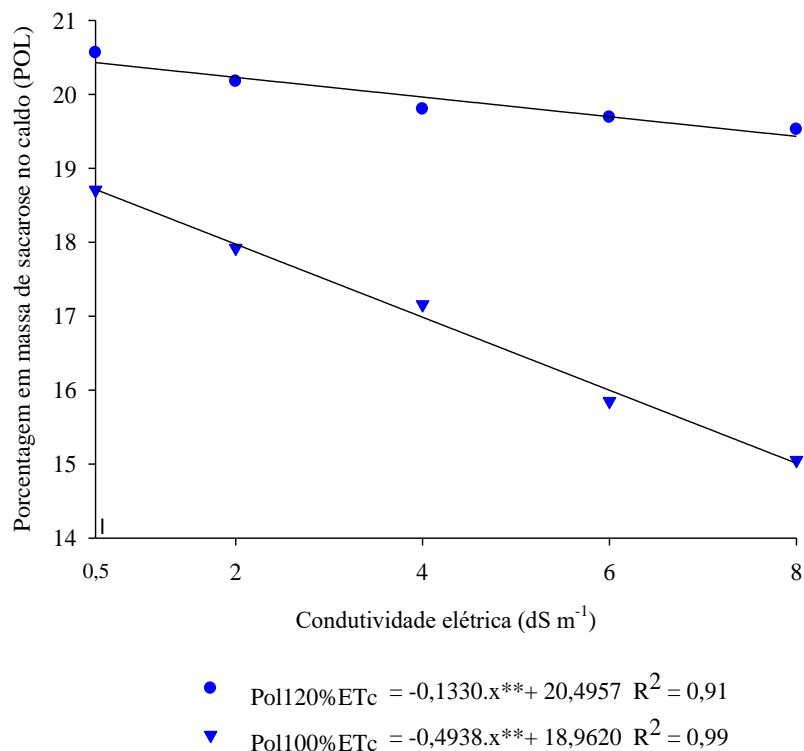


Figura 6. Resposta da porcentagem em massa da sacarose no caldo (Pol) da cana-de-açúcar RB92579 irrigada com águas de qualidade inferior e frações de lixiviação em Recife, PE.

A lâmina reposição de 100% da ETc apresentou valores de 18,71 e 15,05 de Pol para as salinidades de 8,0 e 0,5 dS m⁻¹, respectivamente, ou seja, um decréscimo percentual de 19,56%. De acordo com Vian (2009) para a indústria canavieira, quanto mais elevados os teores de sacarose, melhor é a qualidade do caldo. Dessa forma, valores de Pol reduzidos implicam em menor disponibilidade de açúcares redutores totais para ser convertido em

etanol pelas leveduras, levando a perdas de eficiência e econômicas no processo industrial. A lâmina de lixiviação de 120% da ETc apresentou valores de 20,56 e 19,53 (-5,0%) nas salinidades de 8,0 e 0,5 dS m⁻¹, respectivamente, para esta variável. Os valores são semelhantes aos observados por Oliveira et al. (2011) em trabalho realizado no município de Carpina, PE em solo de textura média para esta variedade sob irrigação plena (Pol = 21,1).

8.4 POL da Cana (PC)

Na Figura 7, observa-se a variável tecnológica POL da Cana (PC) em função dos níveis de salinidade e lâminas de lixiviação as quais as plantas foram submetidas, que a salinidade exerceu efeito significativo ($p < 0,01$) linear decrescente em função do aumento da salinidade da água.

A lâmina reposição de 100% da ETc apresentou valores de 16,83 e 13,21 de Pol para as salinidades de 8,0 e 0,5 dS m⁻¹ (-21,50%), respectivamente. Ripoli & Ripoli (2004) estabeleceram que o Pol da cana deve ser superior a 14%. A lâmina de lixiviação de 120% da ETc apresentou valores de 18,80 e 17,55 (-6,60%) nas salinidades de 8,0 e 0,5 dS m⁻¹, respectivamente.

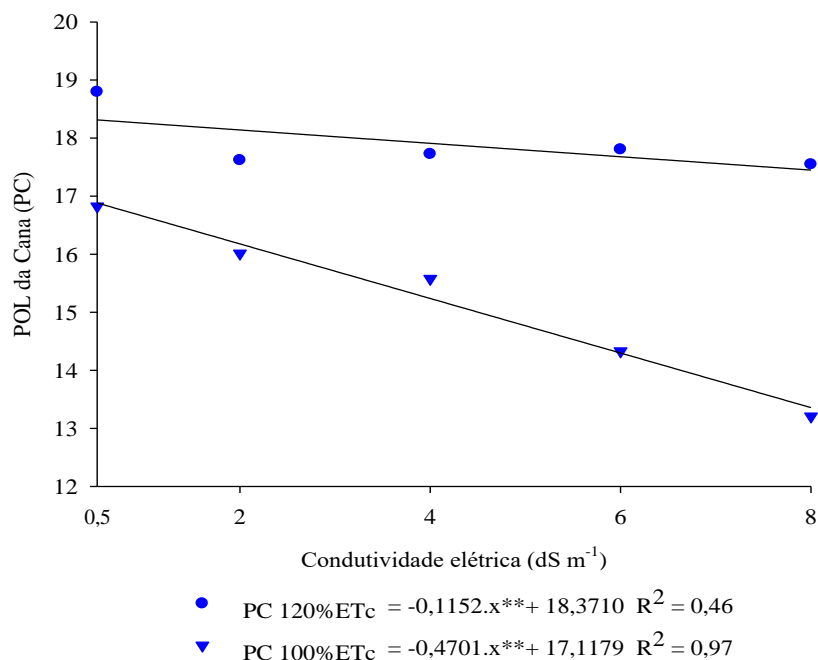


Figura 7. Resposta da porcentagem em massa da sacarose da cana (PC) da cana-de-açúcar RB92579 irrigada com águas de qualidade inferior e frações de lixiviação em Recife, PE.

8.5 Açúcares Totais Recuperáveis (ATR)

Na Figura 8, observou-se para a variável tecnológica ATR, em função dos níveis de salinidade e lâminas de lixiviação quais as plantas foram submetidas, que a salinidade exerceu efeito significativo ($p < 0,01$) linear decrescente em função do aumento da salinidade da água.

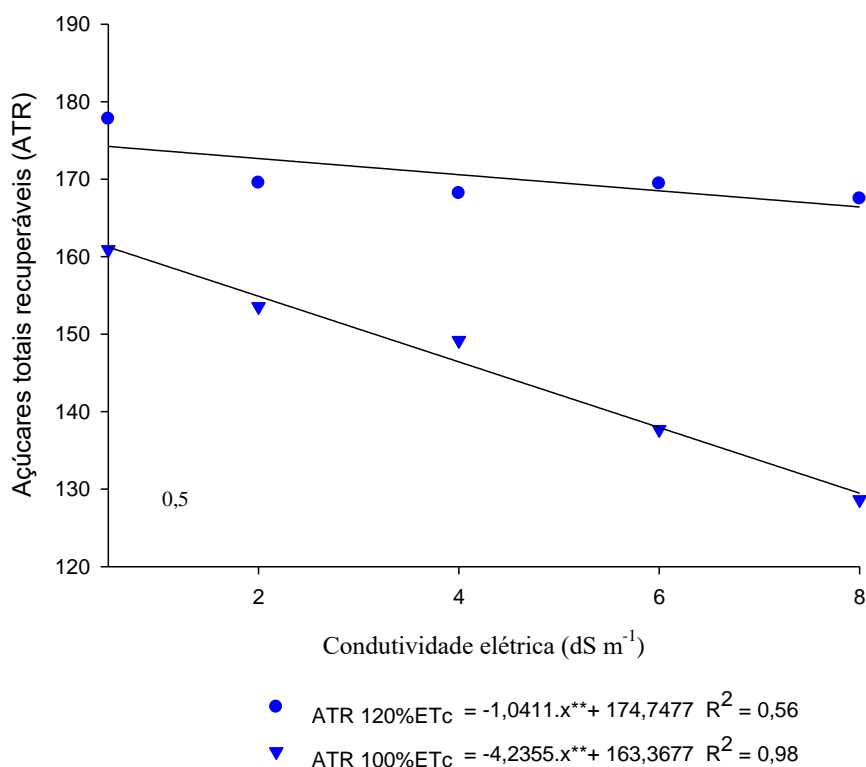


Figura 8. Resposta do teor de açúcares totais recuperáveis (ATR) da cana-de-açúcar RB92579 irrigada com águas de qualidade inferior e frações de lixiviação em Recife, PE.

Constatou-se para a lâmina de 100% da ET_c valores médios de ATR de 160,91 e 128,65 $\text{kg}_{\text{açúcar}} \text{ton}_{\text{cana}}^{-1}$ para as salinidades de 8,0 e 0,5 dS m^{-1} (-20,04%), respectivamente. A lâmina de lixiviação de 120% da ET_c apresentou valores de 177,78 e 167,49 $\text{kg}_{\text{açúcar}} \text{ton}_{\text{cana}}^{-1}$ (-5,79%) nas salinidades de 8,0 e 0,5 dS m^{-1} , respectivamente. De acordo com as especificações da CONSECANA (2006) é partir dessa variável, que será definido o valor a ser pago pela matéria-prima.

9. CONCLUSÕES

- O índice de maturação foi eficiente para acompanhar a maturação da cana-de-açúcar (RB92579) submetida aos níveis de salinidade e lâminas de lixiviação;
- A salinidade influenciou de maneira negativa a qualidade industrial da cana-de-açúcar (°Brix, Pol, PC e ATR), principalmente na irrigação sem uso da fração de lixiviação;
- A fração de lixiviação 0,17 (120% da ETc) proporcionou melhores resultados quando comparada a 100% da ETc, em relação ao teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix), Porcentagem em massa de sacarose no caldo (Pol), POL da Cana (PC), e Açúcares Totais Recuperáveis (ATR).

10. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

	2017					2018						
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
Revisão bibliográfica	X	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x
Condução do experimento	X	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	
Coleta e compilação de dados			x		X	x	x	x	x	x	x	
Análises estatísticas dos resultados				x					x	x	x	
Apresentação de trabalhos científicos					X							x
Elaboração de relatórios						x	x				x	x

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANITHA, R. et al. Differential responses of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) genotypes under salt stress condition. **Plant Archive**, v.15, n.2, p.1055-1060, 2015.

AQUINO, G. S.; MEDINA, C. C. Produtividade e índices biométricos e fisiológicos de cana-de-açúcar cultivada sob diferentes quantidades de palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.3, p.173-180, 2014.

ARAGUÉS, R.; TANJI, K. K. Water quality of irrigation return flows. In: Stewart, B.A., Howell, T.A. (Ed.), **Encyclopedia of Water Science**. Marcel Dekker, NY, USA, p.502-506, 2003.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J.F.; DAMASCENO, E. F. A. V. 2.ed. Campina Grande: UFPB (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29 revisado). 1999. 153 p.

BATISTA, L. M. T. **Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos**. 125 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2013.

BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.60, n.3, p.20-29, 2008.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. 14. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008. 975p.

BRESLER, E.; McNEAL, B. L.; CARTER, D. L. **Saline and sodic soils: principles dynamics - modeling**. Berlin: Springer-Verlag, (Advanced series in Agricultural Sciences, 10). 1982. 236 p.

CALDAS, C. **Manual de análises selecionadas para indústrias sucroalcooleiras**. Maceió: Sindicato da Indústria e do Alcool do Estado de Alagoas, 1998. 424p.

CANAONLINE. **Novas variedades de cana aumentam produtividade e lucro nos canaviais**. Disponível: <<http://www.canaonline.com.br/conteudo/novas-variedades-de-cana-aumentam-produtividade-e-lucro-nos-canaviais.html#.Wfy4749SzIU>>..Acessoem: 03/09/2017.

CARVALHO, C. M. et al. Resposta dos parâmetros tecnológicos da terceira folha de cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.3, n.4, p.337-342, 2008.

CAUSAPÉ, J.; QUÍLEZ, D.; ARAGUÉS, R. Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level II. Salt and nitrate loads in irrigation return flows. **Agricultural Water Management**, v.70, p.211-228, 2004.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M. et al. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1281-1290, 2010.

CHICONATO, D. A.; **Estresse salino em plantas jovens de cana-de-açúcar: respostas bioquímicas e fisiológicas**. p.89. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2016.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, v.3 - safra 2016/2017, n.2 - segundo levantamento, Brasília, p.1-65, 2016.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Cana-de-açúcar tem queda de 3,6% e fecha safra 2017/18 em 633,26 milhões de t**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2327-cana-de-acucar-tem-queda-de-3-6-e-fecha-safra-2017-18-em-633-26-milhoes-de-t>>. Acesso em: 07/07/2018.

CONSECANA - Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo. **Manual de determinação-Tecnológicos**. 5ª ed, p.47-56, 2006.

CORREIA, C. B. G. et al. 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, 2013.

COSGROVE, D. J. Water uptake by growing cells: an assessment of the controlling roles of wall relaxation, solute uptake and hydraulic conductance. **International Journal of Plant Science**, v.154, p.10-21, 1993.

DALRI, A. B. et al. Irrigação por gotejamento subsuperficial na produção e qualidade de cana-de-açúcar. **Irriga**, v.13, n.1, p.1-11, 2008.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Yield response to water**. FAO – Rome. (Copyright ©) 1979, 306p.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Perspectivas Agrícolas OCDE-FAO: Brasil vai ultrapassar os Estados Unidos como o maior produtor de soja até 2026**. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/992186/>>. Acesso em: 05/11/2017.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FROTA JÚNIOR, J. I. et al. Influência antrópica na adição de sais no trecho perenizado da bacia hidrográfica do Curu, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, p.142-148, 2007.

GALDIANO L. C. **Qualidade da cana-de-açúcar submetida à aplicação de maturadores químicos em final de safra**. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2008.

GARCÍA-GARIZÁBAL, I.; CAUSAPÉ, J. Influence of irrigation water management on the quantity and quality of irrigation return flows. **Journal of Hydrology**, v.385, p.36-43, 2010.

GERÔNIMO, G. Z. **Características morfofisiológicas e agrupamento genético de cana-de-açúcar sob deficiência hídrica**. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Programa de Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2014.

LIMA, L. A. Efeitos de sais no solo e na planta. **In:** GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. Manejo e controle da salinidade na agricultura. Campina Grande: UFPB; SBEA, p.113-136., 1997.

LIRA, L. A. et al. **Efeitos da salinidade da água de irrigação e frações de lixiviação nos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar**. **In:** IV Inovagri international meeting, XXVI-Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, III-Simpósio brasileiro de salinidade. Fortaleza - CE. 2017. **Anais...** Fortaleza: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2017. (CD-ROM).

LIRA, R. M. **Salinidade da água de irrigação e frações de lixiviação no cultivo da cana-de-açúcar**. 101 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Recife, 2016.

LUCCHESI, A. A. **Processos fisiológicos da cultura da cana-de-açúcar** (*Saccharum* spp.). Boletim Técnico ESALQ/CENA, Piracicaba, n.7, p.1-50, 1995.

MAAS, E.V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance: current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division ASCE**, v.103, n.2, p.115-134, 1977.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. **In:** FERRI, M. G. Fisiologia Vegetal. 2. ed. São Paulo: **Editoras EPU; EDUSP**, 1985. v.1, p.331- 350.

MAGALHÃES, A.C.N. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspectos do metabolismo do carbono na planta. **In:** CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T.; (Coord.). Ecofisiologia da produção. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.113-118, 1987.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H.R. Riscos de salinidade em áreas irrigadas. In: Miranda, J. H.; PIRES, R. C. M. **Irrigação**. Piracicaba: FUNEP, 2001. cap.5, p.255-314. (Série Engenharia Agrícola, Irrigação, 1).

OLIVEIRA, A. R. et al. **Influência de lâminas de irrigação nas características tecnológicas de cana-de-açúcar**. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 127). 2016. 22 p.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA, A. A. T.; FERREIRA, J. A.; SOUZA, M. S. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.5, p.465-471, 2013.

OLIVEIRA, A. R. et al. Biometria de cultivares de cana-de-açúcar sob diferentes reposições hídricas no Vale do Submédio São Francisco. **Revista Energia na Agricultura**, v.31, n.1, p48-58, 2016.

ORCUTT, D. M.; NILSEN, E. T. **The physiology of plants under stress-soil and biotic factors**. New York: John Wiley e Sons. 2000. 696p.

PEDROTTI, A. et al. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.19, n.2, p.1308-1324, 2015.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem. 2000, 117p.

RIDESA. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba, 2010. 136 p.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. **Barros & Marques Editoração Eletrônica**, Piracicaba, 2004. 302 p.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. **Anatomia e botânica**. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônômico, p.47-56, 2008.

SILVA JÚNIOR, G. S.; CAMARA, T. R.; WILLADINO, L. G.; MARTINS, L. S. S.; SILVA, L. E. Parâmetros biométricos, nutricionais e bioquímicos em cultivares e somaclones de bananeira submetidos à salinidade. **Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE - CIENTEC**, v.4, n.1, p.10-36, 2012.

SILVA, F. C. da; CESAR, M. A. A.; CHAVES, J. B. P. Qualidade da cana-de-açúcar como matéria-prima. In: SILVA, F. C. da; CESAR, M. A. A.; SILVA, C. A. B. da. (ed.). Pequenas indústrias rurais de cana-de-açúcar: melado, rapadura e açúcar mascavo. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, cap.2, p.21-52.

SILVA, T. G. F. et al. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura da cana-de-açúcar irrigada no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.16, n.1, p.64-71, 2012.

SIMÕES, W. L.; CALGARO, M.; COELHO, D. S.; SANTOS, D. B.; SOUZA, M. A. Growth of sugar cane varieties under salinity. **Revista Ceres**, v.63, n.2, p.265-271, 2016.

SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, v.98, p.91-97, 2006.

SOUZA, A. B. O.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, F. C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.390-394, 2011.

SOUZA, J. K. C.; SILVA, S.; DANTAS NETO, J.; SILVA, M. B. R.; TEODORO, I. **Importância da irrigação para a produção de cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil.** Revista Educação Agrícola Superior - ABEAS - v.27, n.2, p.133-140, 2012.

SOUZA, Z. M. et al. Manejo de palhada de cana colhida sem queima, produtividade do canavial e qualidade do caldo. **Ciência Rural**, v.35, p.1062-1068, 2005.

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

TAVARES FILHO, A. N.; BARROS, M. do F. C.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. de F. Incorporação de gesso para correção da salinidade e sodicidade de solos salino sódicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n. 3, p. 247-252, 2012.

TOLEDO, J. V, **Efeitos do estresse salino no crescimento e na evapotranspiração de cultivares de cana-de-açúcar.**126f. Tese (Doutorado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

TZVELEV, N. N. The system of grasses Poaceae and their evolution. **The Botanical Review**, v.55, n.3, p.141-204, 1989.

VARELA, A. C. G. **Análise do Comportamento Morfofisiológico da Cana-de-açúcar Irrigada (Variedades SP 791011 e SP 716949), nos Tabuleiros Costeiros Paraibanos.** 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2002.

VIANA, R. S.; MUTTON, M. A.; ZILLO, H. Índices de maturação da cana-de-açúcar quando submetida à aplicação de maturadores químicos. **Revista Mirante**, v.8, n.1, p.99-109, 2015.

SIMÕES, W. L et al. Respostas de variáveis fisiológicas e tecnológicas da cana-de-açúcar a diferentes sistemas de irrigação. **Revista Ciência Agrônômica**, v.46, n.1, p.11-20, 2015,

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: Aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11, p.1-23, 2010.

11. ATIVIDADES RELEVANTES DESENVOLVIDAS PELO BOLSISTA

Durante o ano o bolsista desenvolveu as seguintes atividades relevantes:

1. Participou da XVII jornada de ensino, pesquisa e extensão (JEPEX 2017) como autor dos seguintes trabalhos:

- Indicadores morfológicos do estresse salino na cultura da cana-de-açúcar no crescimento inicial em Pernambuco;
- Respostas morfológicas de plantas jovens de cana-de-açúcar sob estresse salino na zona da mata de Pernambuco;
- Trocas gasosas em plantas de cana-de-açúcar irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade;
- Atividade enzimática em plantas de cana-de-açúcar irrigada com águas de diferentes níveis de salinidade.
- Demanda hídrica e coeficiente de cultivo no crescimento inicial da cana-de-açúcar irrigada sob estresse salino.

2. Participou da IV inovagri international meeting, XXVI national congress on irrigation and drainage and the III brazilian symposium on salinity como coautor do seguinte trabalho:

- Demanda hídrica e coeficiente de cultivo no crescimento inicial da cana-de-açúcar irrigada sob estresse salino.

3. Auxiliou em atividades de pesquisa acompanhando o projeto: Anizio Honorato Godoy Neto, com coleta de dados com IRGA, Câmara de Scholander, análises enzimáticas e clorofila;

4. Auxiliou em atividades de pesquisa acompanhando dos alunos de mestrado e doutorado Adiel Felipe e Hammady, nas análises enzimáticas e clorofila de colve folha em sistema hidropônico.

5. Auxiliou em atividades de pesquisa acompanhando o projeto: Larissa Lino, com análises nutricionais e coleta de matérias.

13. PARECER DO ORIENTADOR

Recife, 13 de julho de 2018.

Assinatura do Orientador

Assinatura do Aluno