



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E RENDIMENTO AGRÍCOLA DA CANA-DE-
AÇÚCAR SOB CULTIVO IRRIGADO**

RONALDO GOMES DE SOUZA SOBRINHO

AREIA-PB
MARÇO 2014

RONALDO GOMES DE SOUZA SOBRINHO

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E RENDIMENTO AGRÍCOLA DA CANA-DE-
AÇÚCAR SOB CULTIVO IRRIGADO**

Trabalho de graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do
Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Severino Pereira de Sousa Júnior

Co-Orientador: Engº Agrônomo, M. Sc. Marcos Ferreira de Mendonça.

AREIA–PB
MARÇO 2014

RONALDO GOMES DE SOUZA SOBRINHO

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E RENDIMENTO AGRÍCOLA DA CANA-DE-
AÇÚCAR SOB CULTIVO IRRIGADO**

Aprovado em: 13 de março de 2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Severino Pereira de Sousa Júnior
DFCA/CCA/UFPB
Orientador

Engº Agrônomo e MSc. Marcos Ferreira de Mendonça
USINA CENTRAL OLHO D'ÁGUA S/A
Co-Orientador/Examinador

Engº Agrônomo e MSc. Rummenigge de Macêdo Rodrigues
DSER/CCA/UFPB
Examinador

AREIA-PB
MARÇO 2014

Dedicatória

Esta conclusão de mais uma etapa da minha vida dedico, ao Deus da minha salvação, aos meus pais a minha avó e meus irmãos. Dedico também esse trabalho a todos que de maneira direta ou indireta, contribuíram para que ele fosse concretizado, e aos amigos que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus toda honra toda Glória e todo louvor, pois sem Ele nada seria ou teria conseguido. Grato ainda ao meu Deus, por todas as bênçãos em minha vida, por me conceder força para continuar em frente diante de tantas lutas, provas e dificuldades que só eu e o Senhor sabemos, por ter misericórdia da minha vida e me conceder paciência, visão, fé, sabedoria e perseverança para superar os desafios do dia a dia ao longo desses anos.

À minha família, em especial aos meus pais Roberto e Fátima, minha avó Tereza Galvão e aos meus irmãos Regina Coeli, Roberta Lorena e José Gomes (Zé Neto). Sei que vocês sempre torceram pelo meu sucesso e oraram por mim. Todos foram essenciais para essa realização, obrigado pelo apoio, não faltou incentivo e carinho durante essa caminhada. Amo todos vocês!

A Universidade Federal da Paraíba, ao Centro de Ciências Agrárias e a todos que fizeram parte da minha graduação, em especial aos professores e funcionários em geral, que contribuíram em minha formação acadêmica e pessoal, meu obrigado.

Ao meu Orientador Institucional, Professor Dr. Severino Pereira de Souza Júnior (Primo), pela orientação, ajuda, confiança, amizade e momentos durante todos esses períodos.

À Usina Central Olho D'Água, na pessoa do Diretor Vice-Presidente Dr. Arthur Tavares de Melo e do Gerente Agrícola Dr. Henrique Antunes que permitiram a realização deste trabalho de graduação.

Ao meu Coorientador, amigo e irmão em Cristo Dr. Marcos Ferreira de Mendonça, para mim um espelho de profissional do setor sucroenergético, meu muito obrigado, que Deus continue te abençoando.

A Equipe técnica do setor de irrigação e experimentação da Usina Olho D'Água, por toda ajuda dada à realização desse trabalho.

Ao meu grande amigo Rummenigge de Macêdo Rodrigues, pelo auxílio com a estatística desta pesquisa.

À professora Lilian Guimarães, por ser esta professora mãe e amiga, que além dos conhecimentos repassados, por diversas vezes me estendido a mão nos estágios realizados nas unidades e eventos relacionados ao Setor Sucroenergético.

Ao professor Dr. Normando Mendes Ribeiro Filho, do qual fui monitor bolsista de sua disciplina (Derivados de Cana-de-açúcar), muito obrigado por toda atenção, conselhos e confiança depositados em mim.

Quero agradecer também a todos os Representantes e Gerentes das unidades de pesquisa e produção do Setor Sucroenergético, onde pude realizar estágios durante a graduação e assim engrandecer de maneira inexplicável meus conhecimentos de campo, onde é imprescindível para um estudante e agora Engenheiro Agrônomo que escolhe o campo como seu local de trabalho. Muito obrigado Dr. Pedro Luiz Pessoa de Melo Neto (Usina Cruangí S/A), Dr. Ricardo Mendes da Silva (Usina Cruangí S/A), Técn. Agrícola Claudemir Moraes (Usina Cruangí S/A), Dr. Silas Alves Monteiro da Silva (Atualmente-Destilaria Tabú S/A), Técn. Agrícola Samuel Sobral (Atualmente – Destilaria Tabú S/A), Técn. Agrícola Joselito (Atualmente – Destilaria Tabú S/A), Dr. Dante Hugo Vasconcelos Guimarães (Japungú Agroindustrial S/A), Dr. Alexandre Guerra (Japungú Agroindustrial S/A) e Dr. Altamiro (Japungú Agroindustrial S/A). Ao senhor Antônio Augusto Baracho (Engenho Triunfo – Cachaça Triunfo), Dr. Djalma Eusébio Simões Neto (EECAC/UFRPE/RIDESA) e a todos os técnicos que fazem parte daquela instituição.

Aos mais que amigos moradores e frequentadores do quarto 4 do bloco A ou simplesmente (A4): Adelson Melo (Jamaica), Anderson Tenório (Soldadinho), Cristiano, Adelson Freire, Rodolfo César, Neto (Zé), Victor (Herrera), João Pedro (J.P.), valeu por podemos compartilhar dias difíceis e principalmente pelos momentos de muita, mais muita descontração mesmo, obrigado pela amizade verdadeira donzelos, Deus seja conosco!!!

A todos os colegas e amigos da turma de 2009.1(Turma Mitológica), onde compartilhei momentos inesquecíveis, muitas alegrias e desesperos em vésperas de prova. Tenham certeza de que cada um de vocês me ensinaram alguma coisa e que foram peças fundamentais nesses últimos anos. Tenho orgulho de ter feito parte dessa turma: Rodolfo César, Max Kléber, Lucas Cavalcante, Suany Maria, Luana Ferreira, Williana Júlia, Rommel, Tarciso, Rinaldo, Begna, Dornelles, Alberto, Antônio Neto, Aylson, Flaviano, Ert, Léo da Chã, Talles Manobra, Thales Baiano, Isnaldo, Alex Pacheco e Ariosto.

A todos os membros e frequentadores do Grupo de Estudos Sucroenergético (GESUCRO) do qual tive a satisfação e a responsabilidade por 3 anos de ser o Presidente, obrigado a: Rodolfo César meu grande amigo vice-presidente e braço direito nesta caminhada, José Gomes, Guilherme Leandro, Arthur Maciel, Victor Hugo, Diego Alves, Ian, Halison, João Paulo, André Spinoza, Anderson Tenório e a todos. Continuem nesta caminhada e não deixem o grupo morrer.

As amigas de graduação, Rúbia, Jéssica Pinheiro, Camila Pereira, Amanda, Gabi, Carol, Meiry, Geysi, valeu pela amizade!!!

Ao meu avô José Gomes de Souza “Zé da Laje” (in memorian), deixo minha gratidão e admiração pelo exemplo de empreendedor e visionário que sempre foi.

Aos membros e irmãos em Cristo do Grupo Getsêmany, do qual sou contra-baixista: Flávio Kennedy (Dirigente e teclados), Élide Virgínia, Elizama Lins, Scarlett Rodrigues, Bruna, Taianny Monteiro (vocaís), Phellype Marcos (Guitarra), Emerson Félix (Violão), Zé Gomes (bateria), grato pelas humildes orações, Deus continue nos abençoando.

Aos meus velhos amigos de infância: Anderson Victor, José Gercivaldo (Geri), Mayran Ramos.

A todos vocês, muito obrigado por tudo!!!

Ei, você que neste exato momento está lendo esta dedicatória, lembre-se de uma coisa, nunca desista de seus sonhos, entregue-os nas Mãos de quem pode realizá-los, ao Deus dos deuses, Jesus, o Cristo, amém !!!

SUMÁRIO

LISTAS DE TABELAS	x
LISTAS DE FIGURAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. A Cultura da Cana-de-Açúcar	2
2.2 Genótipo	3
2.3. Demanda Hídrica da Cana-de-Açúcar	3
2.4. Manejo de Irrigação para Cana-de-Açúcar.....	4
2.5. O Estudo de Lâminas de Irrigação	5
2.6. Sistema de Irrigação por Aspersão em Linha (Line Source Sprinkler System)	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1. Localização, Clima e Solo	7
3.2. Plantio e Tratos Culturais	10
3.3 Irrigação.....	11
3.3.1 Qualidade da Água de Irrigação	11
3.3.2 Caracterização dos Equipamentos Utilizados para Irrigação	11
3.3.3. Avaliação do Sistema de Irrigação	12
3.3.4. Manejo da Irrigação.....	13
3.4. Tratamentos e Delineamento Experimental	15
3.5. Variáveis Estudadas.....	16
3.5.1. Altura de Plantas	16
3.5.2. Diâmetro do Colmo	16
3.5.3. Perfilhamento	16
3.5.4. Rendimento Agrícola	16
3.5.5. Eficiência no Uso da Água (EUA)	16

3.5.6. Análise Estatística	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1. Altura de Plantas	19
4.2 Diâmetro do Colmo	20
4.3. Perfilhamento	21
4.4. Rendimento Agrícola (TCH).....	23
4.5. Eficiência no Uso da Água (EUAcolmos)	23
5. CONCLUSÕES	25
6. REFERÊNCIAS	26

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo nas profundidades de 0-15; 15-35; 35-55; 55-130 cm, antes do plantio.....	9
Tabela 2. Caracterização física do solo nas profundidades de 0-15; 15-35; 35-55; 55-130 cm, antes do plantio.	10
Tabela 3. Caracterização da Água de Irrigação.	11
Tabela 4. Lâmina de água total, precipitação, precipitação efetiva e lâmina de irrigação..	15
Tabela 5. Resumo da análise de variância pelo quadrado média, média aritmética e coeficiente de variação de altura de planta (ALT), diâmetro do colmo (DIAM), perfilhamento (PERF).....	18
Tabela 6. Resumo da análise de variância pelo quadrado médio, média aritmética e coeficiente de variação de rendimento da cultura (REND) e eficiência do uso da água (EUAc).....	18

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Vista Panorâmica da Área Experimental.....	7
Figura 2. (A,B,C e D) Médias mensais de Temperatura, Umidade Relativa, Precipitação e Evapotranspiração Potencial, (E) Balanço Hídrico para fazenda Olho D'Água no ano 2012.....	8
Figura 3. Perfil de Argissolo Vermelho Eutrófico abruptico, textura média (leve)/argilosa, A moderado, fase relevo suave ondulado.....	9
Figura 4. Perfil de distribuição de água do aspersor SENNINGER Mod. 8025 HR 2 1 ^{1/4} ”M	12
Figura 5. Coeficiente de cultura segundo Doorembos e Kassam (1994) para cultura da cana-de-açúcar.....	14
Figura 6. Croqui do experimento, mostrando a distribuição dos tratamentos.....	15
Figura 7. Alturas de plantas de cana-de-açúcar em função das lâminas de irrigação ao longo do tempo. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.....	19
Figura 8. Altura de plantas de cana-de-açúcar em função das lâminas de irrigação aos 300 DAP. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.....	19
Figura 9. Diâmetro do colmo da cana-de-açúcar em função das lâminas de irrigação ao longo do tempo. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.....	20

Figura 10. Diâmetro do colmo de plantas de cana-de-açúcar variedade RB92579 ao longo do ciclo cultivo. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.....21

Figura 11. Perfilhamento da cana-de-açúcar em função das lâminas de irrigação dos 60 aos 300 dias após o plantio. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.....22

Figura 12. Rendimento Agrícola da cana-de-açúcar - REND ($t\ ha^{-1}$), cana-planta, em função da lâmina de irrigação. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.....23

Figura 13. Eficiência no uso da água (EUA) da cana-de-açúcar em função da lâmina de irrigação. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE..... 24

SOUZA SOBRINHO, R. G. **Crescimento vegetativo e rendimento agrícola da cana-de-açúcar sob cultivo irrigado**. Areia, PB, 2014. 31 f. Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Severino Pereira de Sousa Júnior/CoOrientador: Engº Agrônomo MSc. Marcos Ferreira de Mendonça.

RESUMO

A utilização da irrigação na agricultura proporciona o aumento da qualidade e quantidade dos alimentos, fibras e do teor de sacarose, conferindo às culturas uma maior resistência às pragas e doenças, além de uniformidade do stand cultural em nível de campo. A pesquisa foi desenvolvida, no período de Fevereiro à Dezembro de 2012, em Camutanga, Pernambuco, com o objetivo de avaliar os efeitos das diferentes lâminas de irrigação no crescimento vegetativo e o rendimento agrícola no primeiro ciclo da cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições e os tratamentos representados por cinco níveis de reposição hídrica baseados na ETc (115%, 100%, 70%, 50%, 10%), dispostos em faixas com quatro linhas de cultivo. De acordo com os resultados, observa-se que a aplicação de lâminas crescentes de irrigação influenciam a altura de planta e o perfilhamento da cana-de-açúcar variedade RB92579, enquanto que o diâmetro do colmo é insensível a estes tratamentos. O rendimento agrícola e a eficiência no uso da água apresentam comportamento inverso, onde de um lado, o rendimento agrícola é incrementado com o aumento das lâminas de irrigação, enquanto que a eficiência é reduzida. Em todos os níveis de irrigação foram observados a diminuição do número de plantas m⁻¹ na medida em que os dias se passavam até os 300 dias após o plantio.

PALAVRAS-CHAVE: RB92 579, Irrigação, *Saccharum officinarum* L..

SOUZA SOBRINHO, R.G. **Vegetative growth and crop yield of sugarcane under irrigated cultivation.** Areia, PB, 2014. 31 f. Graduation in Agronomy. Advisor: Prof. Dr. Severino Pereira de Sousa Júnior. Co-Advisor: Agronomist MSc Eng. Marcos Ferreira de Mendonça.

ABSTRACT

The use of irrigation in agriculture generally provides advantages, including: increasing the quality and quantity of food, fiber and sucrose content, cultures also confers greater resistance to pests and diseases, a greater possibility of uniformity cultural stand at the field level. The research was conducted in the period February 2012 to December 2012 in Camutanga, Pernambuco, to evaluate the effects of different irrigation levels on vegetative growth and crop yield in the first cycle of sugarcane. The experiment was conducted in a randomized block design with four replications and treatments represented by five levels of fluid replacement based on ETc (115%, 100%, 70%, 50%, 10%), arranged in bands with four rows of cultivation. According to the results, it is observed that the application of increasing irrigation influencing plant height and tillering of sugar cane variety RB92579, while the diameter of the stem is insensitive to these treatments. Crop yield and water use efficiency have opposite behavior, where on one side, farm income is increased with increased irrigation, while the efficiency is reduced. At all levels of irrigation to reduce the number of plants m⁻¹ insofar as the days passed until 300 days after planting were observed.

KEY WORDS: RB92 579, Irrigation, *Saccharum officinarum* L.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada é a maior usuária de água, por isso, com o aumento na escassez de recursos hídricos, criado pelo acréscimo nas demandas em outros setores e pela redução na produção de novas fontes hídricas, a agricultura irrigada sofre pressão para que reduza o consumo de água. Nesse sentido, a irrigação se coloca no centro das atenções, ao mesmo tempo em que requer grande responsabilidade quanto à eficiência ou a racionalização no uso desse líquido (ALBUQUERQUE e DURÃES, 2008).

A utilização da irrigação na agricultura, em geral, proporciona vantagens, como aumento da qualidade e quantidade dos alimentos, fibras e do teor de sacarose, confere as culturas também uma maior resistência às pragas e as doenças, uma maior possibilidade de uniformidade do stand cultural em nível de campo.

A produção de açúcar e de álcool pela cana-de-açúcar irrigada depende de diversos fatores, como a quantidade de água aplicada pela irrigação, a variedade utilizada e o tipo de solo e de clima da região (DANTAS NETO et al., 2006). Oliveira et al. (2009) verificaram incrementos na produtividade de colmos com irrigação, enquanto Souza et al. (1999) constatarem diferentes respostas das variedades a esse manejo.

A maior suscetibilidade da cana-de-açúcar ao estresse hídrico na fase de crescimento elevado promove efeitos mais severos na redução das taxas de crescimento do colmo, na produção de fitomassa e no rendimento de sacarose (ROBERTSON et al., 1999; SILVA e COSTA, 2004). Os investimentos na tecnologia da irrigação e o lançamento de novas variedades são algumas das alternativas de avanço tecnológico para os canaviais brasileiros (RAIZER e VENCOVSKY, 1999; FARIAS et al., 2008a). A combinação da irrigação com variedades edafoclimaticamente adaptadas proporciona incrementos na qualidade do caldo e na produção de colmos e de açúcar (CARVALHO et al., 2009).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento e rendimento agrícola da cana-de-açúcar variedade RB92 579, em fase de cana-planta, sob níveis de reposição da evapotranspiração através de irrigação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cultura da Cana-de-Açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*. L.), planta alógama, pertencente à ordem *Cyperales*, família *Poaceae*, é originária da Ásia e desenvolve-se muito bem entre as latitudes 35° Norte e Sul da linha do Equador, sendo cultivada em altitude do nível do mar até 1.000 m. Foi introduzida no Brasil no início do século XVI, durante o período colonial-exploratório português, estabelecendo-se no país como impulsionadora do desenvolvimento econômico e social, de forma industrial ou tradicional. (DOORENBOS e KASSAM, 1979; MAGALHÃES, 1987; ROSSE et al., 2002).

As primeiras mudas chegaram ao Brasil em 1532, na expedição de Martim Afonso de Souza. Aqui, a planta espalhou-se no solo fértil de *massapê*, com a ajuda do clima tropical quente e úmido e da mão-de-obra escrava trazida da África. No mesmo ano, deu-se início ao cultivo na Capitania de São Vicente e foi construído o primeiro engenho de açúcar. Mas, foi através de forte incentivo do programa federal Proálcool (1975-79), premido pelas consequências da crise internacional do petróleo do início da década de 70, que a cana-de-açúcar, até então concentrada no nordeste brasileiro, região que mantinha a tradição dos grandes engenhos desde o período colonial, que a cultura da cana expandiu-se para o Centro-Sul do país (MAPA, 2007).

A cultura da cana-de-açúcar, no Brasil, ocupa uma área aproximada de 8,2 milhões de hectares, com tendência de expansão da área cultivada em diversos estados. A produtividade média brasileira estimada é de 68 t ha⁻¹ com uma produção total de 571,47 milhões de toneladas de cana, 39,9 milhões de toneladas de açúcar, 9 bilhões de litros de etanol anidro e 13 bilhões de litros de etanol hidratado. Em Pernambuco, sexto produtor nacional, a área cultivada na safra atual (2011/2012) foi de 326,11 mil hectares, com uma produção total de 18,4 milhões de toneladas de cana e produtividade média de 56,5 t ha⁻¹ (CONAB, 2012).

As variedades de cana-de-açúcar atualmente cultivadas são resultantes de hibridações interespecíficas realizadas nas Ilhas de Java e Barbado (DANTAS e MELO 1960). Esse processo foi denominado de nobilitação por conta das sucessivas recorrências as “canas nobres” (*S. officinarum* L.) ricas em sacarose, após cruzamentos com espécies não cultivadas (*S. spontaneum* L.), tolerantes a pragas e doenças (FERNANDES, 1990).

Nos últimos anos houve um enorme avanço no melhoramento genético de variedades de cana-de-açúcar, utilizando-se inclusive ferramenta da biotecnologia, permitindo o

desenvolvimento de plantas adaptadas as mais variadas condições climáticas, potencialmente produtivas e com resistência a pragas e doenças (SILVA et al. 1999).

Na década de 80, foram liberadas as primeiras variedades RBs, pelo PLANAUSULCAR, adaptadas as condições edafoclimáticas de Pernambuco, como as RB72454, RB732577 e RB754665. Trabalho realizado por Simões et al. (2002), mostrou que onze dos dezesseis clones RBs adaptados as condições ambientais dos tabuleiros costeiros de Pernambuco superaram a média das cultivares padrão, localmente cultivadas quanto a produtividade em telada de cana por hectare (TCH).

Soares et al. (2002), ao estimarem a rentabilidade, de vinte e seis variedades de cana-de-açúcar mais utilizadas no Estado de Alagoas, para as características agroindustriais constataram que apenas as variedades RB92579, RB93509 e RB933103, seriam as mais promissoras quanto a TCH e TPH, obtendo-se assim confiabilidade na seleção de genótipos superiores.

2.2 Genótipo

A variedade RB92 579 começou a se destacar numa seleção de genótipos, ocorrida na subestação da Usina Coruripe, em 1992, entre 19.920 indivíduos; em 1997, entrou em rede experimental de diversos campos dessa subestação e das Usinas Caeté e Santo Antônio e, em 2000, ocorreu o mesmo em outras empresas da região, iniciando-se uma elevada multiplicação (VERÍSSIMO, 2003).

Simões Neto et al., (2005) constataram que a variedade RB92 579 possui características como alta brotação, alto perfilhamento em cana-planta e soca, proporcionam um bom fechamento de entrelinhas. Considerada de maturação média, esta variedade apresenta no meio de safra, alta produtividade agrícola e teor de sacarose alto, com longo PUI, e médio teor de fibra. Não apresenta restrição ao ambiente de produção. Intermediária a escaldadura das folhas e resistente a ferrugem.

2.3. Demanda Hídrica da Cana-de-Açúcar

O estudo das necessidades hídricas das culturas, em que se procura identificar as exigências das plantas em seus diferentes estádios de desenvolvimento é fundamental para o planejamento e a otimização do manejo da irrigação (STE et al., 2002).

De acordo com Machado et al. (2009), a disponibilidade hídrica adequada reduz

significativamente as perdas e proporciona condições favoráveis para o desenvolvimento vegetativo da planta, quando o estresse hídrico é mais acentuado nas fases iniciais de crescimento.

Para Lechinoski et al. (2007), falta de água no solo limita intensamente o crescimento das espécies vegetais em várias regiões do mundo, tornando-se limitante principalmente nos períodos de baixa pluviosidade, ocasionando efeitos deletérios que poderão afetar a produtividade.

Para Taiz e Zeiger (2002), o déficit hídrico não é limitado apenas às regiões áridas e semi-áridas, pois, mesmo em regiões consideradas climaticamente úmidas, ocorrem períodos em que a distribuição irregular das chuvas limita o crescimento das plantas.

A cana-de-açúcar requer umidade adequada durante todo o período vegetativo para se obter rendimentos máximos, porque o crescimento vegetativo, incluindo o crescimento da cana, é diretamente proporcional à água transpirada. Dependendo do clima, as necessidades de água (ET_m) da cana-de-açúcar são de 1500 a 2500 mm distribuídos de maneira uniforme durante a temporada de desenvolvimento, segundo o (Manual 33 da FAO 1979 *apud* ROCHA, 2001).

Silva Júnior (2001) comenta que a temperatura é um dos fatores de produção mais importantes, pois é condição básica e decisiva para as reações químicas e para o desenvolvimento da cana-de-açúcar, cujas exigências climáticas são: temperatura ótima de 25-33°C; temperatura do solo por ocasião da germinação das gemas, de 34-38°C; temperatura ótima para o perfilhamento adequado até 33°C e maior amplitude térmica; temperatura média ótima para maturação de 20°C e exigência hídrica total de 1200-1800 mm.

A água em abundância é fundamental tanto para a síntese de sacarose nas folhas quanto para translocação da sacarose para os colmos (RODRIGUES, 1995).

Para BERNARDO (2008), o consumo diário de água pela cana-de-açúcar nas principais regiões produtoras do país, depende da variedade, do estágio de desenvolvimento da cultura, da demanda evapotranspirométrica em função do mês e da região, em geral, tem variado de 2,0 a 6,0 mm/dia.

2.4. Manejo de Irrigação para Cana-de-Açúcar

A finalidade básica da irrigação é proporcionar água às culturas de maneira a atender as exigências hídricas durante todo o seu ciclo, possibilitando altas produtividades e produtos de boa qualidade; sendo que a quantidade de água necessária às culturas é função da espécie cultivada, do local de cultivo, do estágio de desenvolvimento da cultura, do tipo de solo e da

época de plantio (BERNARDO, 2014).

A irrigação da cana-de-açúcar traz diversos benefícios, como aumento da produtividade de colmo e do teor de sacarose, precocidade da colheita, longevidade do canavial, baixo índice de tombamento, facilitando a colheita mecanizada, e maior resistência a pragas e doença (SANTOS et al., 2010).

A disponibilidade hídrica no solo favorece uma maior produção da cultura da cana, assim, a decisão de irrigar torna-se decisiva para obter altas produções, mas para que essa opção seja rentável o aumento de produção de açúcar por cana, em função da irrigação, deve compensar o investimento com o sistema de irrigação, com a energia que será utilizada e com o custo da água (dependendo da região) (BARROS et al., 2012).

Os investimentos na tecnologia da irrigação e o lançamento de novas variedades são algumas das alternativas de avanço tecnológico para os canaviais brasileiros (RAIZER e VENCOSKY, 1999; FARIAS et al., 2008a). A combinação da irrigação com variedades edafoclimaticamente adaptadas proporciona incrementos na qualidade do caldo e na produção de colmos e de açúcar (CARVALHO et al., 2009).

Ainda segundo Doorenbos e Kassan (1979), o manejo correto da irrigação não permite a ocorrência de déficits prejudiciais à rentabilidade econômica da cultura e deve ser feito de acordo com as tensões de água no solo recomendadas para cada período do ciclo fenológico, obedecendo as seguintes recomendações: durante o período de nascimento, estabelecimento das plântulas e início do período vegetativo a cultura demanda pequenas lâminas que devem ser aplicadas em turnos de rega pequenos; durante a segunda fase do período vegetativo (alongamento do colmo) e primeira fase da formação da parte colhível, a cultura devido o crescimento do sistema radicular, passa a dispor de maior volume de água disponível no solo, devendo-se aplicar lâminas maiores em turnos de rega também maiores do que os períodos anteriores; na segunda fase do período de formação da colheita a exigência da planta diminui devendo-se aplicar lâminas menores que as da fase anterior; e durante o período de maturação as lâminas devem ser ainda menores para aumentar a concentração de sacarose e a irrigação suspensa nos últimos dias que antecedem a colheita.

2.5. O Estudo de Lâminas de Irrigação

O estudo de diferentes lâminas de irrigação constitui uma maneira bastante prática para se determinar as necessidades hídricas de uma espécie, em certa região para se estimar a

quantidade de água que a cultura necessita para crescer e produzir dentro dos limites impostos por seu potencial genético (AZEVEDO; BEZERRA, 2008).

Desta forma, estudos entre cultivares e diferentes lâminas de irrigação permitem avaliar o desempenho das culturas, bem como torna possível obter informações acerca de suas necessidades hídricas dentro das especificações edafoclimáticas de cada região, no intuito de aprimorar o manejo da irrigação, aperfeiçoando o rendimento agrônomo e financeiro das culturas agrícolas (SILVA et al., 2004).

Dentre os vários métodos existentes para o manejo da irrigação, o do tanque Classe “A” tem sido amplamente utilizado em todo o mundo, devido, principalmente, ao seu custo relativamente baixo, à possibilidade de instalação próximo da cultura a ser irrigada e à sua facilidade de operação, aliado aos resultados satisfatórios para a estimativa hídrica das culturas (SILVA et al., 1998; SANTOS et al., 2004).

Souza et al. (1999), utilizando sistema de irrigação por aspersão tipo canhão encontraram para as variedades RB72-454, RB76-418 e SP70-1011, máximas produtividades em colmos de 155,8, 126,9 e 141,9 t ha⁻¹, com lâminas totais de água de 1568, 1424 e 1589 mm, respectivamente, em 13 meses de cultivo.

2.6. Sistema de Irrigação por Aspersão em Linha (Line Source Sprinkler System)

O sistema de irrigação por aspersão em linha (“line source sprinkler system”) é muito empregado em pesquisas. Esse sistema tem sido utilizado em diversos estudos sobre lâmina de irrigação e produtividade, tais como os de Faria (1981), Lauer (1983) e Frizzzone (1986), contribuindo grandemente para a determinação de funções de produção das culturas para o fator água. Constitui-se de uma linha de aspersores estreitamente espaçados entre si, aplicando água em doses decrescentes na direção perpendicular à tubulação.

Faria (1981) e Frizzzone (1986) citaram as seguintes vantagens da utilização do sistema de aspersão em linha: economia de área, equipamento e mão-de-obra; facilidade de instalação e operação e maior número de tratamentos em área menor que no sistema de aspersão convencional. Hanks et al (1980) afirmaram que o objetivo da utilização do sistema de aspersão em linha é viabilizar a obtenção de dados quantitativos para a determinação de funções de produção de água, aliada ou não a outros fatores (fertilizantes e/ou variedades, principalmente).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização, Clima e Solo

A pesquisa foi conduzida em campo, localizado na área agrícola da Fazenda Olho D'Água pertencente à Usina Central Olho D'Água S/A. A propriedade está localizada a Latitude $7^{\circ}25'7''\text{S}$, Longitude $35^{\circ}16'35''\text{W}$ e altitude de 109m, estando assim inserida na bacia hidrográfica do Rio Goiana, no município de Camutanga - PE. A temperatura média anual é de $25,3^{\circ}\text{C}$, com precipitação média anual de 1.100mm, apresentando seis meses secos. O clima é quente e úmido, com chuvas de outo e inverno, classificado como As' segundo Koppen.



Figura 1. Vista Panorâmica da Área Experimental

A Usina Central Olho D'Água é uma usina de grande porte do estado de Pernambuco, possuindo uma área total de 30.000 hectares, dos quais, 20.000ha são cultivados com a cana-de-açúcar. Da área cultivada, 25% são irrigados com lâmina equivalente a 50% da ETo em um turno de irrigação que varia de 15 a 20 dias, 50% são cultivadas em regime de salvação e 25% em condições de sequeiro.

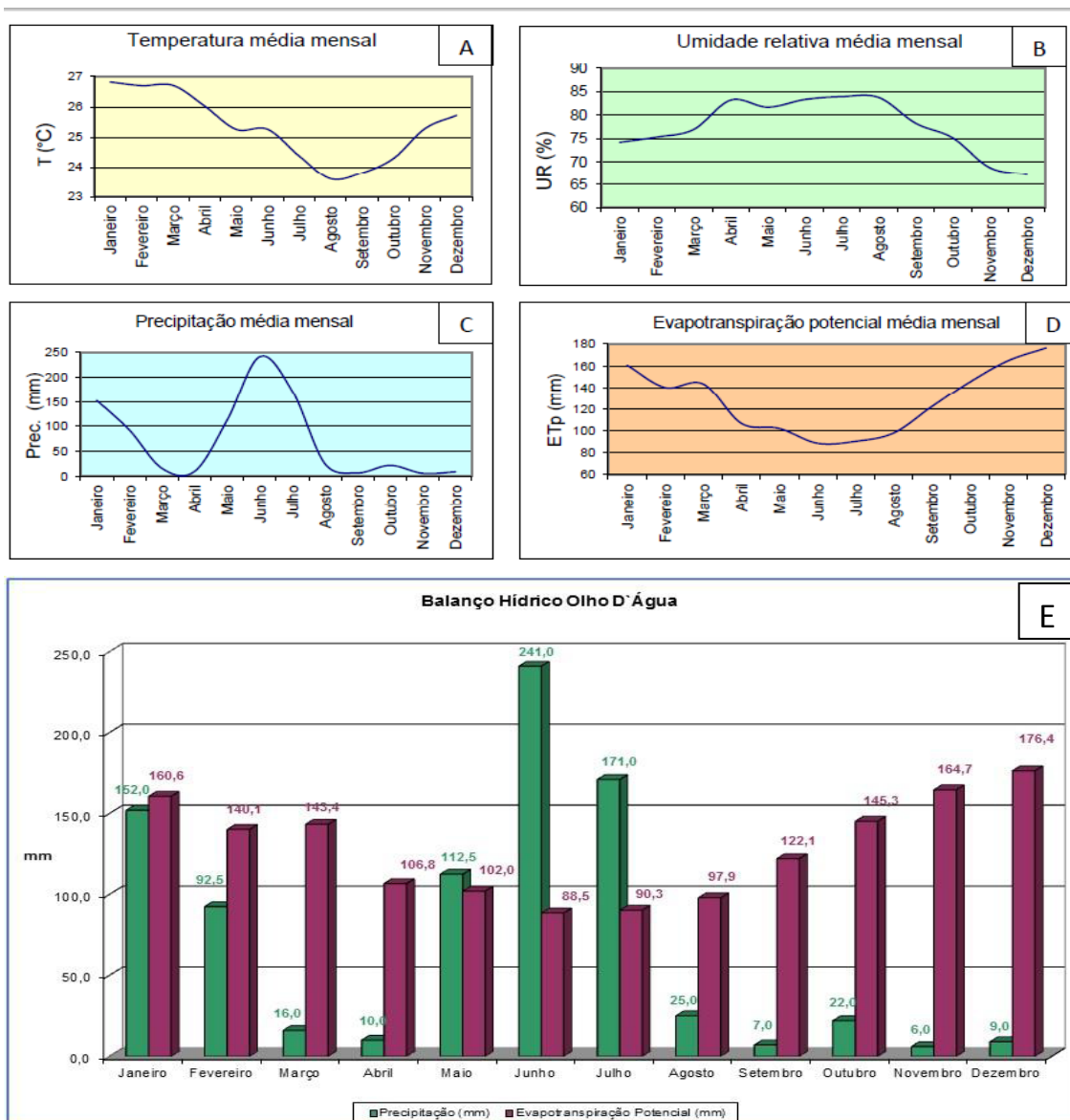


Figura 2. (A,B,C e D) Médias mensais de Temperatura, Umidade Relativa, Precipitação e Evapotranspiração Potencial, (E) Balanço Hídrico para fazenda Olho D'Água no ano 2012.

A área onde o experimento foi conduzido possui uma declividade de 8%, e para a caracterização do solo da área do projeto foram realizadas tradagens e abertura de trincheiras, coleta de amostras de solo em cada horizonte ou camada para caracterização química (Tabela 1) e física (Tabela 2) nas profundidades 0-15, 15-35, 35-55 e 55-130 cm, para determinação da fertilidade e classificação do solo.

O solo da área experimental (Figura 3), foi caracterizado como Argissolo Vermelho Eutrófico abruptico, textura média (leve) /argilosa, A moderado, fase relevo suave ondulado (PVe1) (EMBRAPA, 2006).



Figura 3. Perfil de Argissolo Vermelho Eutrófico abrupto, textura média (leve)/argilosa, A moderado, fase relevo suave ondulado.

Na área experimental foram realizadas as caracterizações químicas (Tabela 1) e caracterizações físicas do solo (Tabela 2).

Tabela 1. Caracterização química do solo nas profundidades de 0-15; 15-35; 35-55; 55-130 cm, antes do plantio.

	Profundidades (cm)			
	0-15	15-35	35-55	55-130
Atributos Químicos	(Valor)			
pH em água	5,2	6,1	6,1	6,3
pH em KCL 1 M	4,2	5	5	5,3
Ca ²⁺ (cmol (+) /kg)	2,93	3,04	1,82	3,84
Mg ²⁺ (cmol (+) /kg)	1,32	1,11	1,01	0,61
K ⁺ (cmol (+) /kg)	0,29	0,07	0,07	0,06
Na ⁺ (cmol (+) /kg)	0,06	0	0	0
Soma de Bases (cmol (+) /kg)	4,61	4,22	2,9	4,51
H ⁺ (cmol (+)/kg)	2,17	1,76	1,32	0,99
Al ³⁺ (cmol(+)/kg)	0,03	0	0	0
CTC a pH 7,0	6,81	5,98	4,22	5,5
Saturação por Bases (V) (%)	68	71	69	72
Saturação por Alumínio (%)	0,65	0	0	0
Carbono g/kg	12,0	8,90	3,10	2,50
Nitrogênio g/kg	1,00	0,90	0,40	0,30
Relação C/N	12,0	8,90	7,75	8,33
Matéria Orgânica (g/kg)	20,69	15,34	5,34	4,31

Tabela 2. Caracterização física do solo nas profundidades de 0-15; 15-35; 35-55; 55-130 cm, antes do plantio.

	Profundidades (cm)			
	0-15	15-35	35-55	55-130
Atributos Físicos	(Valor)			
Areia Grossa 2 - 0,2 mm (g/kg)	222	252	149	97
Areia Fina 0,2 - 0,05 mm (g/kg)	407	325	479	177
Silte 0,05 - 0,002 mm (g/kg)	221	273	182	276
Argila < 0,002 mm (g/kg)	150	150	190	450
Classificação Textural	FAR	FAR	FAR	AG
Densidade Aparente (g/cm ³)	1,41	1,46	1,63	1,19
Densidade Real (g/cm ³)	2,6	2,63	2,63	2,63
Porosidade Total %(V/V)	46	48	38	55
Grau de Floculação %(m/m)	87	87	68	89
Capacidade de Água Disponível (L/m ³)	13,3	19,7	16,4	87,5

FAR = franco arenosa; AG = argila; %(V/V) = %VOLUME/VOLUME; %(m/m) = MASSA/MASSA

3.2. Plantio e Tratos Culturais

O experimento foi conduzido utilizando o mesmo manejo comercial da cultura, realizando as mesmas práticas agrícolas, porém levando em consideração o regime irrigado de produção, ou seja, dessecação química para eliminar a antiga socaria, no preparo de solo foram utilizadas as práticas da subsolagem, gradagem pesada para incorporação dos corretivos de solo, destruição de restos culturais já dessecados e em seguida a abertura dos sulcos de plantio. A correção de solos foi realizada com utilização de calcário dolomítico e gesso agrícola, sendo a dose calculada pelo método da saturação por bases. A adubação foi realizada com uso da formulação 06-28-22 + Micronutrientes numa dose de 600 kg/ha aplicada no fundo do sulco de plantio e cerca de 180 dias após o plantio (DAP) usando a formulação 21-00-21 aplicada em cobertura na dose de 300 kg/ha.

O plantio foi realizado de forma manual, onde os colmos foram repartidos sendo deixando cerca de três gemas viáveis por tolete e estes foram distribuídos dentro dos sulcos de plantio, de modo que, atingisse 18 gemas por metro linear. Para o controle das plantas

infestantes foi realizado com a utilização do herbicida seletivo a cultura, Metribuzin, numa dosagem de 3,0 litros por hectares.

3.3 Irrigação

3.3.1 Qualidade da Água de Irrigação

A análise das amostras de água foi realizada pelo Laboratório AGROLAB – Análises ambientais em Recife-PE. Encontram-se os resultados da análise da qualidade da água dispostos na Tabela 3, onde a mesma foi classificada como de baixo risco de sais e sódios (C1S1).

Tabela 3: Caracterização da Água de Irrigação.

PARÂMETROS	RESULTADOS		
Condutividade Elétrica	0,209 (dS/m a 25° C)		
pH	7,8	-	
Cálcio	0,29	mmol(+)/L	
Magnésio	0,24	mmol(+)/L	
Potássio	1,34	mmol(+)/L	
Cloreto	0,11	mmol(+)/L	
Sulfato	0,12	mmol(+)/L	
Carbonato	0,00	mmol(+)/L	
Bicarbonato	0,90	mmol(+)/L	
RAS (relação de adsorção de sódio)	2,62	-	
CRS (carbonato de sódio residual)	0,38	-	
Classe	C1S1		

3.3.2 Caracterização dos Equipamentos Utilizados para Irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi por aspersão em linha, denominado line source, sendo este amplamente usado em experimentações desse cunho. Os aspersores foram montados em uma linha central ao experimento com tubulação em alumínio ER de 6” de

diâmetro com engate rápido e com espaçamento de 24 m entre aspersores. Os aspersores usados foram os da marca SENNINGER® modelo 8025 HR 2 1^{1/4}”M de 2 bocais com uma vazão média de 8.000 l/hora. O conjunto eletrobomba é formado por um motor WEG® 100 cv acoplado a uma bomba KSB® com vazão de 100 m³/h.

3.3.3. Avaliação do Sistema de Irrigação

Para determinação da eficiência em potencial de irrigação e o cálculo do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) do sistema de irrigação utilizado, um teste de precipitação foi realizado antes da instalação do experimento, onde foi determinado o perfil de distribuição do aspersor (Figura 6).

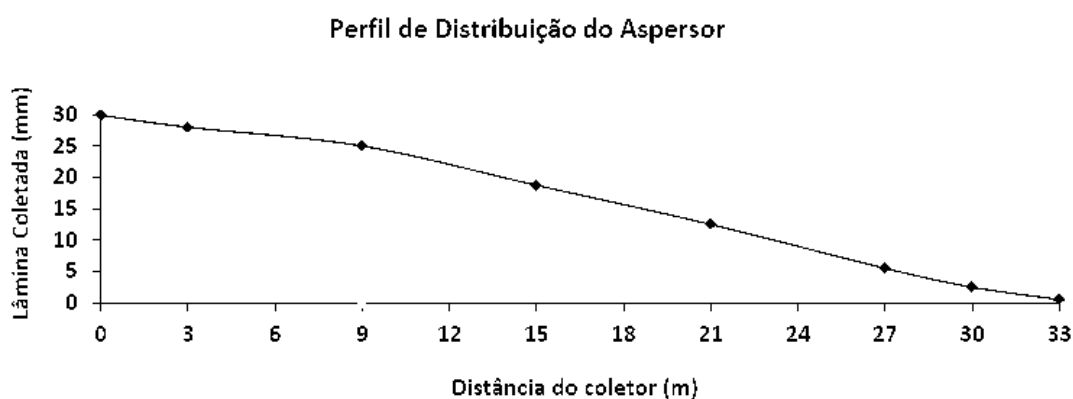


Figura 4. Perfil de distribuição de água do aspersor SENNINGER Mod. 8025 HR 2 1^{1/4}”M

Christiansen (1942), estudando a influência do vento, da pressão de operação, da velocidade de rotação e do espaçamento entre aspersores rotativos, foi o primeiro a quantificar a uniformidade de aplicação de água através de um coeficiente, obtido pela seguinte equação:

Equação (1)

$$CUC = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - X_{med}|}{n \cdot X_{med}} \right\} \quad \text{em que,}$$

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

X_i - precipitação no pluviômetro de ordem i , mm;

X - média aritmética das precipitações, mm; e

n - número de pluviômetros.

O Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) foi calculado segundo Frizzzone (1992), onde obteve-se um **CUC de 82,4%**.

Segundo Frizzzone (1992) o coeficiente de uniformidade de distribuição da água e a eficiência de aplicação são os principais parâmetros utilizados na avaliação da irrigação, pois expressam a qualidade e são decisivos no planejamento e na operação desses sistemas.

3.3.4. Manejo da Irrigação

O manejo da irrigação foi realizado segundo a metodologia de Hargreaves utilizando tanque classe A $K_p = 0,65$ com turno de rega fixo de 10 dias e K_c evolutivo de Doorembos e Kassam (1994). As lâminas a serem aplicadas, foram determinadas a partir da evapotranspiração da cultura (ET_c) estimada pela evapotranspiração de referência (ET_o) e coeficiente da cultura (K_c). A determinação da evapotranspiração de referência (ET_o) foi feita diariamente utilizando-se para o cálculo as informações coletadas do tanque “classe A” da estação meteorológica Olho D’Água a cerca de dois quilômetros da área do experimento, com um coeficiente de correção de tanque K_p . Na metodologia de Hargreaves, dados como, temperatura média diária, temperatura máxima diária, temperatura mínima diária e radiação no topo da atmosfera, são essenciais na determinação do manejo da irrigação. Esses dados são expressos na Equação (2):

$$\text{Equação (2)} \quad ET_o = 0,0023 (T_{méd} + 17,8) (T_{max} - T_{min})^{1/2} R_a 0,408 \quad \text{em que,}$$

ET_o = evapotranspiração potencial de referência, em mm/dia;

$T_{méd}$ = temperatura média diária, em °C;

T_{max} = temperatura máxima diária, em °C;

T_{min} = temperatura mínima diária, em °C; e

R_a = radiação no topo da atmosfera, $MJ m^{-2} dia^{-1}$.

Para definição e cálculo da lâmina foi tomada como parcela controle a segunda faixa de irrigação, a qual correspondeu a 100% da reposição da ET_c . As demais faixas receberam as variações de lâmina de acordo com o perfil de distribuição do aspersor e os níveis de irrigação

diminuíam no momento em que a faixa se afastou do centro do experimento onde estava a linha dos aspersores.

Para o cálculo das lâminas aplicadas levou-se em consideração também o coeficiente da cultura (K_c) segundo Doorembos e Kassam (1994), (Figura 7), obtem-se o resultado da lâmina em mm dia^{-1} .

COBERTURA VEGETAL (%)	DURAÇÃO DO PERÍODO (dias)	COEFICIENTE DE CULTURA (K_c)
0 a 25	0 - 30	0,40
	30 - 45	0,50
	45 - 60	0,60
25 a 50	60 - 80	0,75
	80 - 100	0,85
50 a 75	100 - 125	0,95
75 a 100	125 - 180	1,10
Máxima demanda	180 - 270	1,20
	270 - 300	1,30
Maturação	300 - 330	1,00
	330 - 360	0,60

Figura 5. Coeficiente de cultura segundo Doorembos e Kassam (1994) para cultura da cana-de-açúcar.

Então o cálculo ficou definido como mostra a Equação (3):

$$\text{Equação (3)} \quad ET_c = ET_o \times K_c \quad \text{em que,}$$

ET_c = evapotranspiração da cultura, mm dia^{-1} ;

ET_o = evapotranspiração de referência, mm dia^{-1} ;

K_c = coeficiente de cultivo evolutivo.

As lâminas de irrigação foram calculadas de forma gradual, em função do percentual da Evapotranspiração da cultura (ET_c), sendo o Tratamento 1 - **L1** (115% da ET_c); Tratamento 2 - **L2** (100% da ET_c); Tratamento 3 - **L3** (70% da ET_c); Tratamento - 4 - **L4** (50% da ET_c); Tratamento - 5 - **L5** (10% da ET_c).

Com o intuito de levar o solo da área experimental à capacidade de campo, a primeira irrigação foi realizada em um único nível. Após isto foi empregado o sistema de irrigação por aspersão em linha para obtenção dos tratamentos sugeridos (Tabela 4).

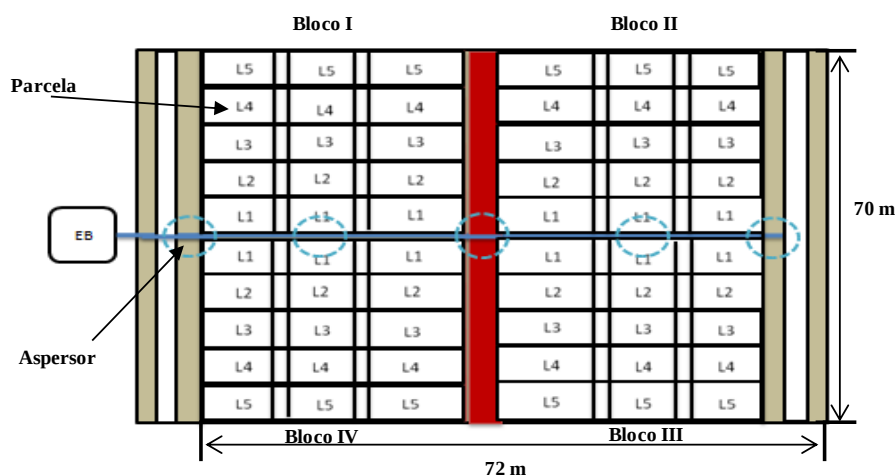
Tabela 4. Lâmina de água total, precipitação, precipitação efetiva e lâmina de irrigação.

Tratamentos	Precipitação	Precipitação efetiva	Irrigação	Lâmina total
	----- mm -----			
10% da ETc	662,50	319,35	105,20	424,55
50% da ETc			525,98	845,33
70% da ETc			788,97	1108,32
100% da ETc			1051,96	1371,31
115% da ETc			1209,76	1529,11

Os níveis de irrigação aplicados em cada faixa foram monitorados por pluviômetros instalados em cada parcela experimental, totalizando 60 pluviômetros em todo o experimento.

3.4. Tratamentos e Delineamento Experimental

Os tratamentos do experimento foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, e cinco níveis de (%) da reposição da ETc, dispostos em parcelas com quatro linhas de cultivo com largura total de 5,60 m e comprimento de 30,0 m, totalizando uma área de 168,0 m². Nas parcelas foi utilizado um cultivar, a RB92579, formando quatro linhas de plantio (largura da faixa de irrigação) com dez metros de comprimento, totalizando uma área de 56,0 m². Dessa forma, o experimento foi montado em parcelas (fator irrigação), com quatro repetições (blocos).

**Figura 6.** Croqui do experimento, mostrando a distribuição dos tratamentos.

3.5. Variáveis Estudadas

3.5.1. Altura de Plantas

Estas avaliações consistiram em mensurar a altura da cana-de-açúcar com uma fita métrica da sua base até o colarinho da folha (+1) identificando dez plantas nas duas linhas centrais de cada parcela a cada 30 dias, a partir dos 60 DAP até os 300 DAP.

3.5.2. Diâmetro do Colmo

As avaliações do diâmetro do colmo (mm) foram feitas com o uso de um paquímetro, sobre dez plantas selecionadas nas duas linhas centrais de cada parcela, a cada 30 dias, a partir dos 60 DAP até os 300 DAP.

3.5.3. Perfilhamento

Contou-se a quantidade de colmos por metro, nas duas linhas centrais de cada parcela foi quantificado o perfilhamento médio da variedade em questão quantificando o número de plantas por metro linear, a cada 30 dias, a partir dos 60 DAP até os 300 DAP.

3.5.4. Rendimento Agrícola

O rendimento agrícola foi determinado ao final do ciclo, onde os colmos das duas linhas centrais, de cada uma das parcelas experimentais, foram pesados com o auxílio de um dinamômetro com capacidade para 1.000 kg. O rendimento agrícola foi expresso em tonelada de colmo por hectare (ton. de colmo.ha⁻¹).

3.5.5. Eficiência no Uso da Água (EUA)

A EUA foi definida pela relação entre a produtividade de colmos (rendimento agrícola) e o volume total de água disponibilizado na produção (irrigação + água aproveitável das chuvas) conforme a equação abaixo:

$$EUA_{colmos} = \frac{\textit{Produtividade (kg de colmo ha}^{-1}\textit{)}}{\textit{Volume total de água(m}^3\textit{ ha}^{-1}\textit{)}}$$

3.5.6. Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico SAS/STAT versão 9.2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 5 e 6 mostram os resumos das análises de variância das variáveis estudadas. Observa-se efeito significativo da interação lâmina de irrigação (LAM) x dias após plantio (DAP) para altura de planta, diâmetro de colmo e perfilhamento (Tabela 5), enquanto que para o rendimento e eficiência do uso água foram influenciadas apenas pelas lâminas de irrigação (Tabela 6).

Tabela 5. Resumo da análise de variância pelo quadrado média, média aritmética e coeficiente de variação de altura de planta (ALT), diâmetro do colmo (DIAM), perfilhamento (PERF).

Fonte de Variação	GL	ALT	DIAM	PERF
Bloco	3	0,005 ^{ns}	15,12*	8,01 ^{ns}
Lâmina de irrigação (LAM)	4	2,54***	25,60***	19,18 ^{ns}
DAP	8	18,25***	529,55***	144,28***
LAM X DAP	32	0,08***	2,57***	6,61*
Resíduo	132	0,02	0,93	3,77
Total	179	---	---	---
Média geral	---	1,65	25,77	12,52
CV (%)	---	11,11%	4,17%	16,30%

ns = não significativo; *, **, *** significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 6. Resumo da análise de variância pelo quadrado médio, média aritmética e coeficiente de variação de rendimento da cultura (REND) e eficiência do uso da água (EUAc).

Fonte de Variação	gl	REND	EUAc
Bloco	3	100,55 ^{ns}	2,94 ^{ns}
Lâmina de irrigação	4	2849,09***	30,57***
Resíduo	12	85,14	2,04
Total	19		
Média Geral	---	104,46	10,76
CV (%)	---	8,83%	13,28%

ns = não significativo; *, **, *** significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F.

4.1. Altura de Plantas

Para o efeito das lâminas de irrigação sobre a altura de planta (Figura 7), observa-se interação significativa das lâminas aplicadas ao longo dos 300 dias de cultivo (Figura 8). Em ambos os casos o fenômeno ajustou-se ao modelo quadrático de regressão.

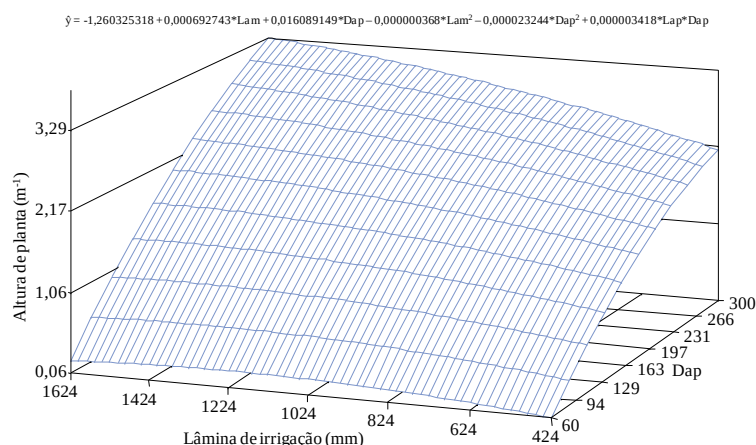


Figura 7. Alturas de plantas de cana-de-açúcar em função das lâminas de irrigação ao longo do tempo. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.

Aos 300 DAP observa-se que a lâmina estimada de 1108,32 mm resulta na maior altura de planta de cana-de-açúcar (Figura 8). Segundo Rodrigues (1995), o crescimento em altura da cana-de-açúcar é contínuo até a ocorrência de alguma limitação no suprimento de água.

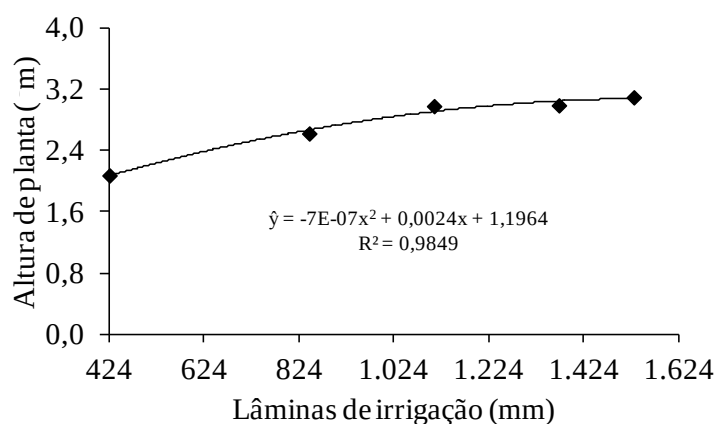


Figura 8. Altura de plantas de cana-de-açúcar em função das lâminas de irrigação aos 300 DAP. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.

No entanto, o decréscimo observado nesta pesquisa a partir da lâmina de 1108,32 mm, pode ser devido a lavagem do solo reduzindo a disponibilidade de os nutrientes do solo pelo o elevado volume de água aplicado, resultando em menores valores de altura.

Na região litorânea do estado de Alagoas, Almeida et al. (2008) encontraram valores de altura de plantas de 2,50 m e 2,52 m, para a fase de cana-planta e cana-soca, respectivamente, que se mostram superiores aos valores observados nesta pesquisa. Os resultados encontrados por Barbosa (2005), também se mostram superiores aos desta pesquisa, pois ele registrou altura superior a 2,00 m no final do ciclo, testando de diferentes variedades em dois regimes de irrigação.

4.2 Diâmetro do Colmo

As lâminas de irrigação não exerceram efeito sobre o crescimento em diâmetro do colmo de plantas de cana-de-açúcar. No entanto, é possível observar que as plantas da variedade RB92579 apresentam crescimento em diâmetro que pode ser representado por um modelo quadrático de regressão (Figura 9).

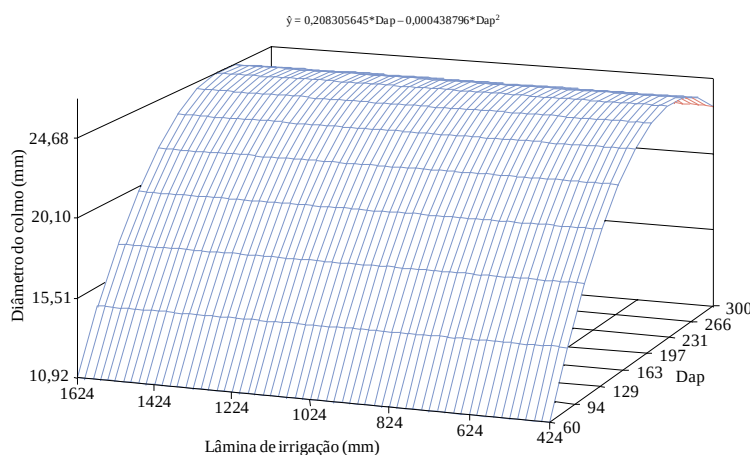


Figura 9. Diâmetro do colmo da cana-de-açúcar em função das lâminas de irrigação ao longo do tempo. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.

Dessa forma, constata-se que o maior diâmetro de colmo foi obtido quando as plantas apresentavam 210 dias de plantadas, com diâmetro estimado de 31,6 mm, conforme apresenta a figura 10. Os valores encontrados estão dentro dos valores citados por Cesnik e Miocque (2004), em que todos os colmos podem ser considerados médios entre 20 e 30 mm. No

entanto, sabe-se que esta variável é pouco influenciada pelo ambiente, constituindo-se numa característica intrínseca de cada cultivar que depende de suas características genéticas.

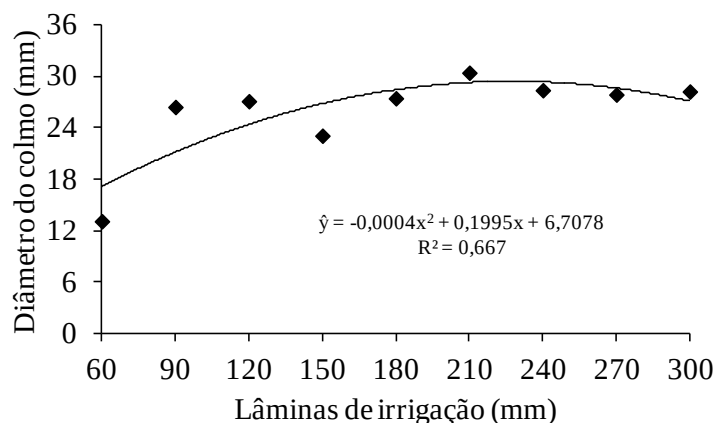


Figura 10. Diâmetro do colmo de plantas de cana-de-açúcar variedade RB92579 ao longo do ciclo cultivo. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.

De um lado, Carvalho et al. (2009), analisando diferentes níveis de irrigação, obtiveram os maiores diâmetros de colmo nas menores lâminas de irrigação. Por outro lado, Dantas Neto et al. (2006), observaram efeito significativo do diâmetro do colmo em função da disponibilidade hídrica. No entanto, os valores encontrados neste trabalho são superiores aos encontrados por Silva et al. (2009), os quais foram de 23,8 mm e 22,1 mm para variedade SP-791011, sob cultivo de sequeiro e irrigado, respectivamente. Moura (2003) pesquisando a cultura da cana-de-açúcar (1ª soca) variedade SP-791011 constatou que o diâmetro com regime de irrigação foi de 23,9 mm e, sem irrigação, de 20,8 mm.

4.3. Perfilhamento

O perfilhamento da variedade de cana-de-açúcar RB92579 é significativamente dependente das lâminas de irrigação e do tempo de cultivo, o qual apresentou efeito significativo da interação LAM x DAP ($P < 0,01$). Nota-se ajuste linear positivo para as lâminas de irrigação e quadrático ao longo do tempo. O aumento no perfilhamento é observado com a aplicação crescente das lâminas de irrigação, no entanto, tem seus valores reduzidos ao longo do tempo (Figura 11).

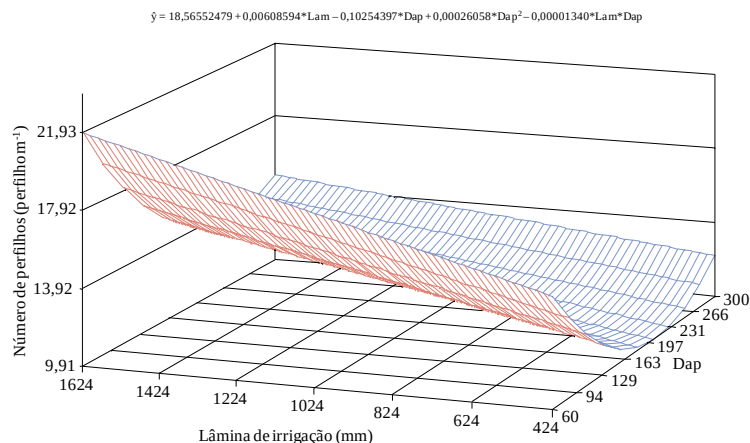


Figura 11. Perfilhamento da cana-de-açúcar em função das lâminas de irrigação dos 60 aos 300 dias após o plantio. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.

Oliveira et. al; (2005) obtiveram valores de 7,44; 9,02 e 8,04 perfilhos m^{-1} para as variedades RB72454; RB855153; RB855536, aos 328 dias após o plantio, respectivamente. Isto provavelmente tenha ocorrido pelo fato de que a variedade RB92 579 possua a característica de alto perfilhamento. Almeida et al. (2008) estudaram o perfilhamento de três variedades de cana-de-açúcar, RB92579, RB93509 e SP79-1011, sob cultivo irrigado; a primeira variedade apresentou o maior número de perfilhos, tanto no primeiro corte (cana-planta), 10,90 plantas m^{-1} , como no segundo corte (cana-soca), 12,70 plantas m^{-1} .

Oliveira et al. (2004), avaliando o crescimento e o desenvolvimento de três cultivares da cana-de-açúcar no estado do Paraná, averiguaram que depois do 180 dias após o plantio, se iniciou uma acentuada redução no número de perfilhos, que pôde ser justificada pela competição por luz, área, água e nutrientes, refletindo, assim, na diminuição e paralisação do processo de propagação de plantas, além da morte dos perfilhos mais jovens.

Simões et al. (2005), enfatiza que comum da cultura da cana um intenso perfilhamento no início do desenvolvimento, registrando em seguida o abortamento de parte dos destes. Da mesma forma, Segato et al. (2006), afirmam que a partir do ponto de máximo perfilhamento, a competição por luz, espaço, água e nutrientes acentua-se de maneira que se constata a diminuição e paralisação deste processo, além da morte dos perfilhos mais novos.

4.4. Rendimento Agrícola (TCH)

O rendimento agrícola aumentou $0,0592 \text{ t há}^{-1}$ por aumento unitário da lâmina de irrigação. Diferença entre o maior e o menor volume d'água aplicados foi numa ordem de 102,7%, 132,1 contra $65,2 \text{ t há}^{-1}$ (Figura 12).

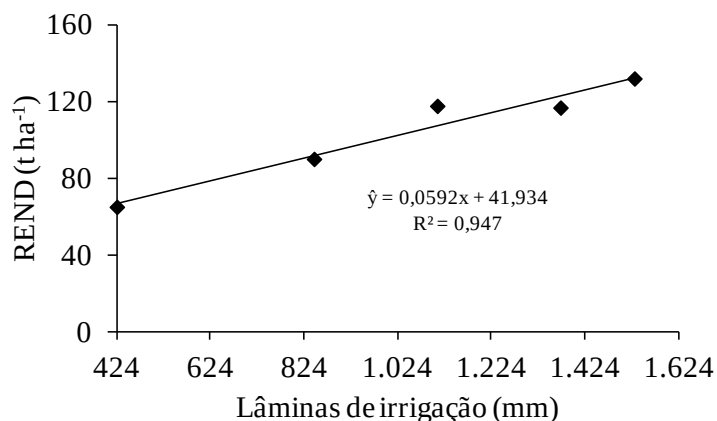


Figura 12. Rendimento Agrícola da cana-de-açúcar - REND (t há^{-1}), cana-planta, em função da lâmina de irrigação. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.

Os resultados encontrados nesta pesquisa são superiores aos de Carvalho et al. (2009), os quais estudando a influência da irrigação sob a produtividade de colmos por hectare na região de tabuleiros costeiros da Paraíba, utilizando a variedade SP 79-1011, obtiveram a maior produtividade ($103,08 \text{ t há}^{-1}$), quando aplicada uma lâmina total de 1.168 mm. No entanto, foram inferiores aos encontrados por Oliveira et al. (2011), os quais constataram uma produtividade de colmos no regime de sequeiro de $90,10 \text{ t há}^{-1}$ e no irrigado (1.396,6 mm), $255,60 \text{ t há}^{-1}$. Estes resultados podem estar relacionados as melhores respostas da cultivar estudada quando cultivada em ambientes com melhores condições, no caso, hídricas.

4.5. Eficiência no Uso da Água ($\text{EUA}_{\text{colmos}}$)

A $\text{EUA}_{\text{colmos}}$ ajustou-se linear e negativamente apresentando redução da eficiência com o aumento das lâminas de irrigação. O decréscimo observado foi de 43,7%, 8,6 contra $15,3 \text{ kg de colmo m}^{-3}$ (Figura 13). Isto se deve a capacidade da planta aproveitar melhor a água, em situações adversas durante seu cultivo.

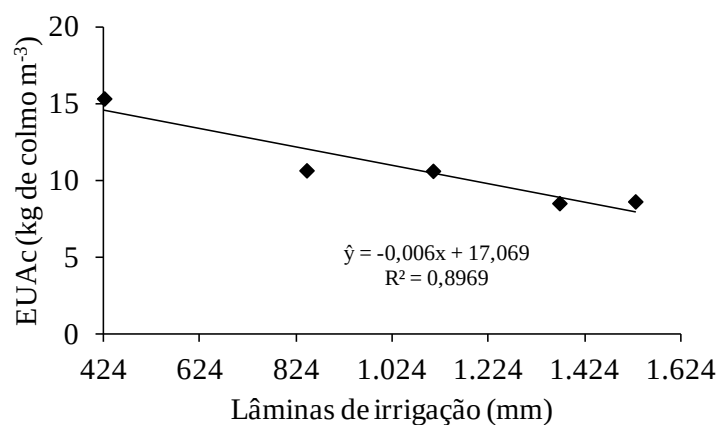


Figura 13. Eficiência no uso da água (EUAc) da cana-de-açúcar em função da lâmina de irrigação. Fazenda Olho D'Água, Camutanga, PE.

Estes resultados são superiores aos valores encontrados por Robertson e Muchow (1994) e Farias et al. (2008a). Os primeiros relataram um intervalo de 4,8 a 12,1 kg m⁻³ em estudos realizados na África do Sul, Havaí e Austrália. Enquanto que os segundos, na região do litoral norte-paraibano com a variedade SP79-1011, encontraram o valor máximo de 7,22 kg m⁻³.

5. CONCLUSÕES

A aplicação de lâminas crescentes de irrigação influenciam a altura de planta e o perfilhamento da cana-de-açúcar variedade RB92579, enquanto que o diâmetro do colmo é insensível a estes tratamentos. Além disso, o rendimento agrícola e a eficiência no uso da água apresentam comportamento inverso, onde de um lado, o rendimento agrícola é incrementado com o aumento das lâminas de irrigação, enquanto que a eficiência é reduzida.

6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P.E.P.; DURÃES, F.O.M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

ALMEIDA, A.C.S.; SOUZA, J.L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G.V.S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIOR, R.A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, 2008.

AZEVEDO, J. H. O. de; BEZERRA, F. M. L. Resposta de dois cultivares de bananeira a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 01, p. 28 – 33, 2008.

BARBOSA, A. B. **Avaliação fitotécnica de cinco variedades de cana-de-açúcar para o município de Salinas - MG**. 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.

BARROS, A. C.; COELHO, R. D.; MARIN, F. R.; POLZER, D. L.; AGUIAR NETTO, A. O. Utilização do modelo CANEGRO para estimativa de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e não irrigada para as regiões de Gurupi – TO e Teresina – PI. **Irriga**, v. 17, n. 2, p. 190, 2012.

BERNARDO, S. **Manejo da irrigação na cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.agronegocio.goias.gov.br/docs/portal/seminarioIII.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2014.

CARVALHO, C.M. de; AZEVEDO, H.M. de; DANTAS NETO J.; FARIAS, C.H. de A.; SILVA, C.T.S. da; GOMES FILHO R.R. Rendimento de açúcar e álcool da cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**, v.4, p.72-77, 2009.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307 p.

CHRISTIANSEN, J.E. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: University of California, 1942. 124p. (Bulletin, 670).

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Segundo Levantamento da Safra brasileira 2011/2012 de Cana-de-Açúcar e sua Destinação (açúcar, álcool e**

outros). Boletim técnico, disponível em <http://www.conab.gov.br/canabweb/download/safra/BoletimCanajaneiro2011-12.pdf>. Acesso em 03 de jan 2014.

DANTAS NETO, J.; FIGUEREDO J.L. da C.; FARIAS, C.H. de A.; AZEVEDO, H.M.; AZEVEDO, C.A.V. de. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.283-288, 2006.

DOORENBOS, J & KASSAN, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. (Riego e Drenaje).** Boletim No 33. Roma, 1979, FAO, 212p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193p. (**FAO Irrigation and Drainage Paper, 33**).

FARIA, R.T. **Estudo da lâmina de irrigação na cultura do trigo (*Triticum aestivum*, L.), utilizando o sistema de “aspersão em linha”.** Piracicaba, 1981. 71f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FARIAS, C.H. de A.; FERNANDES, P.D.F.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H.R. Eficiência do uso da água na cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de zinco no litoral paraibano. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.28,n. 3, p.494-506, 2008a.

FERNANDES, A.J. **Manual da cana-de-açúcar.** Livroceres, São Paulo. 2 ed. 196p. 1990.

FRIZZONE, J.A. **Funções de resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao uso de nitrogênio e lâminas de irrigação.** Piracicaba, 1986. 133 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FRIZZONE, J. A.. Irrigação por Aspersão: Uniformidade e Eficiência. **Série Didática**. 003. Piracicaba, 1992. 53p.

HANKS, R.J.; SISSON, D.V.; HURST, R.L.; HUBBARD, K.G. Statistical analysis of results from irrigation experiments using the line-source sprinkler system. **Soil Science Society of America Journal**, v.44, p.886-888, 1980.

LAUER, D.A. Line source sprinkler system for experimentation with sprinkler applied nitrogen fertilizers. **Soil Science Society of America Journal**, v.47, n.1, p.124-128, 1983.

LECHINOSKI, A. et al. Influência do estresse hídrico nos teores de proteínas e aminoácidos solúveis totais em folhas de Teca (*Tectia grandis* L. f.). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.2, p.927-929, jul. 2007.

MACHADO, R.S.; RIBEIRO, R.V.; MARCHIORI, P.E.R.; MACHADO, D.F.S.P.; MACHADO, E.C.; LANDELL, M.G. de A. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1575-1582, 2009.

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

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanço nacional de cana-de-açúcar e agroenergia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia. MAPA/SPA. Brasília, 2007.

MOURA, M.V.P.S. **Resposta da cana-de-açúcar Irrigada, segunda folha, a níveis de Adubação nos tabuleiros costeiros da Paraíba**. Campina Grande: UFCG, 2003. 60p. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; Zufellato-Ribas, K. C.; Koehler, H. S.; Silva, D. K. T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná. **Scientia Agrária**, v. 5, n. 1-2, p. 87-94, mai. 2004.

OLIVEIRA, R. A. de; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; KOEHLER, H. S.; SILVA, D. K. T. da. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná: taxas de crescimento. **Scientia Agrária**, v.6, n.1-2, p.85-89, mai. 2005.

OLIVEIRA, E.L. de; ANDRADE, L.A. de B.; FARIA, M.A. de; EVANGELISTA, A.W.P.; MORAIS, A.R. de. Uso da vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada e não irrigada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1398-1403, 2009.

OLIVEIRA, R. A.; RAMOS, M. M.; AQUINO, L. A. 2010. Manejo de Irrigação. In: Santos, F.; Borém, A.; Caldas, C. (editores). **Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Álcool**. Viçosa: cap. 8. p. 218.

OLIVEIRA, E.C.A.; FREIRE, F.J.; OLIVEIRA, A.C.; SIMÕES NETO, D.U.; ROCHA, A.T.; CARVALHO, L.A. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica da cana-

de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 6, p. 617-625, 2011.

RAIZER, A.J.; VENCOVSKY, R. Estabilidade fenotípica de novas variedades de cana-de-açúcar para o estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.2241-2246, 1999.

ROBERTSON, M.J.; MUCHOW, R.C. Future research challenges for efficient crop water use in sugarcane production. **Proc. Aust. Sugar Cane Technol.** v. 16, p. 193- 2000, 1994.

ROBERTSON, M.J.; INMAN-BAMBER, N.G.; MUCHOW, R.C. WOOD, A.W. **Physiology and productivity of sugarcane with early and mid-season water deficit.** Field Crops Research, v.64, p.211-227, 1999.

ROCHA, F.C.S. **Avaliação da eficiência técnica e análise financeira de um plantio comercial de cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum* L., microirrigado por gotejamento subsuperficial.** Fortaleza: UFC. 2001. Dissertação de Mestrado.

RODRIGUES, J.D. 1995. **Fisiologia da cana-de-açúcar.** Botucatu. 101 p.

ROSSE, L.N.; VENCOVSKY, R.; FERREIRA, A. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.25-32, 2002.

SANTOS, F. J. de; LIMA, R. N. de; RODRIGUES, B. H. N.; CRISÓSTOMO, L. A.; SOUSA, F. de; OLIVEIRA, J. J. G. **Manejo da irrigação da melancia: uso do tanque classe “A”.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 13p. (Circular Técnica, 20).

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; Pinto, A. S.; Jendiroba, E. Nóbrega, J. C. M. (org.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar.** Piracicaba: CP 2, 2006. p. 19-36.

SILVA JÚNIOR, L.D. **Estágio de desenvolvimento e exigências da cultura da cana-de-açúcar.** UNIVAG, Centro Universitário. <http://www.univag.com.br/artigo007.htm>.

SILVA, A.L.C. da; COSTA, W.A.J.M. de. **Varietal variation I growth, physiology and yield of sugarcane under two contrastin water regimes.** Tropical Agricultural Research, v.16, p.1-12, 2004.

SILVA, E. M.; AZEVEDO, J. A. de ; GUERRA, A. F. ; FIGUERÊDO, S. F. ; ANDRADE, L. M. ; ANTINI, J. C. A. Manejo de irrigação para grandes culturas. In: Manoel Alves de Faria; Elio Lemos da Silva; Luis Artur Alvarenga Vilela; Antio Marciano da Silva. (Org.). **Manejo de irrigação**. Lavras: Universidade Federal de Lavras/Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola (UFLA/SBEA), 1998, v. v., p. 239-280.

SILVA, L. B. et al. Comportamento vegetativo de cultivares de banana sob diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 02, p. 93-98, 2004.

SILVA, M. DE A; ET AL. **Avaliação de Clones de híbridos IAC de cana-de-açúcar, série 1985, na região de Jaú (SP)**. Bragantia, Campinas, v. 58, n 2. P 335-340, 1999.

SILVA, C. T. S. da.; AZEVEDO, H. M. de.; AZEVEDO, C. A. V.; DANTAS NETO, J.; CARVALHO, C. M. de.; GOMES FILHO, R. R. Crescimento da cana-de-açúcar com e sem irrigação complementar sob diferentes níveis de adubação de cobertura nitrogenada e potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. Fortaleza, CE. v.3, n.1, p.3-12, mai. 2009.

SIMIÕES NETO, D. E.; MELO, L. J.O. T. **Lançamentos de novas variedades RB de cana-de-açúcar**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. 28p.

SIMÕES, A.L; MARCIEL, G. A; SIMÕES NETO, D. E & SIMÕES T. N. S. M. **Avaliação de clones de cana-de-açúcar (saccharum spp) para os tabuleiros costeiros de Pernambuco**. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL – STAB. 8. 2002, Recife. **Anais...** Recife: [s.n.], 2002. p. 325-330.

SOARES, L. FERREIRA, et al. **Estimação do coeficiente de rentabilidade de características agroindustriais de genótipos de cana-de-açúcar em Alagoas**. In CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIRO E ALCOOLEIROS DO BRASIL – STAB. 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife: [s.n.] 2002 p. 376-379.

SOUZA, E. F.; BERNARDO, S.; CARVALHO, J. A. Função de produção da cana-de-açúcar em relação à água para três variedades, em Campos dos Goytacazes, RJ. **Engenharia Agrícola**, v.19, p.28-42, 1999.

STE, L. F., MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G. Desempenho do modelo computacional SISDA 2.0 no manejo de irrigação do feijoeiro em condições de plantio direto e preparo convencional do solo. **Engenharia Agrícola**, v.22, n. 3, p. 304-311, 2002.

VERISSÍMO, G. **PMGCA lança três novas variedades de cana RB**. Disponível em:<
[http://www.boletimagropecuário.com.br/noticias/noticia.php?noticia=not3184.boletimpecuari](http://www.boletimagropecuário.com.br/noticias/noticia.php?noticia=not3184.boletimpecuario)
o>. Acesso em 10 de jan 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. ***Plant physiology***. Redwood City: Benjamin/Cummings, 2002. 565 p.