

VARIETADES DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDAS A DIFERENTES LÂMINAS DE REPOSIÇÃO HÍDRICA POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL

ANDERSON RAMOS DE OLIVEIRA¹, MARCOS BRANDÃO BRAGA²

¹ Embrapa Semiárido, Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural, 56302-970, Petrolina, PE, Brasil, anderson.oliveira@embrapa.br

² Embrapa Hortaliças, Rodovia BR-060, Km 09, Fazenda Tamanduá, 70275-970, Brasília, DF, Brasil, marcos.braga@embrapa.br

RESUMO: A região semiárida brasileira apresenta grande potencial de produção de cana-de-açúcar. Contudo, verifica-se que existem oscilações na produção devido à baixa e irregular disponibilidade hídrica. O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento de variedades de cana-de-açúcar irrigadas por gotejamento subsuperficial submetidas a diferentes lâminas de irrigação. O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Bebedouro, na Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE. Foram realizadas análises de produtividade e de qualidade tecnológica do caldo. As variedades com maior tolerância ao déficit hídrico foram RB92579 e RB961003, pois alcançam máxima produtividade utilizando-se menor lâmina de reposição hídrica, em torno de 80% da ETc. A qualidade tecnológica do caldo apontou diferenças no °Brix e na porcentagem bruta de açúcares das variedades que reduziram em função do aumento da reposição hídrica. Contudo, estas diferenças não foram limitantes à qualidade tecnológica. Sendo assim, o cultivo das variedades RB92579 e RB961003 sob menor lâmina de reposição hídrica pode ser recomendado, pois as mesmas atingem alta produtividade e mantém a qualidade tecnológica do caldo.

Palavras-chave: biomassa, irrigação, estresse hídrico, regiões semiáridas.

SUGARCANE VARIETIES SUBMITTED TO DIFFERENT WATER REPLENISHMENT DEPTHS BY SUBSURFACE DRIP

ABSTRACT: Brazilian semi-arid region presents great potential for sugarcane production. However, due mainly to low and irregular water availability, there are fluctuations in production. This study proposed to evaluate the performance of sugarcane varieties irrigated by subsurface drip, submitted to different water replenishment depths. The experiment was carried out at Campo Experimental de Bebedouro, belonging to Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, Brazil. Productivity and technological quality of sugarcane juice analysis were performed. The varieties with higher tolerance to water deficit were RB92579 and RB961003, which reached maximum productivity using lower water replenishment depths of ETc, around 80%. Technological quality of sugarcane juice showed differences in °Brix and raw sugar percentage of varieties that reduced due to water replacement depths increasing. However, these differences were not limiting to the technological quality of sugarcane juice. In summary, the cultivation of RB961003 and RB92579 cultivars under lower water replenishment depth can be recommended, because they maintain the technological quality of sugarcane juice.

Keywords: biomass, irrigation, water stress, semi-arid regions.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar, dentre as culturas agroenergéticas, tem-se destacado no cenário internacional. Segundo dados da FAO (2018), a produção de cana-de-açúcar no ano de 2016 foi de, aproximadamente, $1,89 \times 10^9$ toneladas,

numa área colhida de 26,8 milhões de hectares, sendo o Brasil, a Índia, a China, a Tailândia e o Paquistão os países maiores produtores. No Brasil, a safra 2016/2017 foi de, aproximadamente, 657,2 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, com produtividade média de 72,6 Mg ha⁻¹ (CONAB, 2017a).

Historicamente a região Nordeste brasileira cultiva a cana-de-açúcar, contudo, alguns fatores como a baixa fertilidade dos solos, o menor volume de chuvas associado às irregularidades das precipitações e à topografia inadequada para mecanização em muitas regiões, limitaram a atividade canavieira à Zona da Mata. Apesar do cultivo se concentrar próximo ao litoral e no agreste, segundo Silva et al. (2011), nas condições climáticas da região semiárida da Bacia do Rio São Francisco, a cultura da cana apresenta níveis elevados de produtividade de colmos, açúcar e de etanol por cada metro cúbico de água consumido pela cultura proveniente da precipitação e, ou, aplicado por irrigação. Dados de produtividade média da safra de 2016 registram 104,4 Mg ha⁻¹ (CONAB, 2017b), muito superior à média nacional.

O maior problema da atividade canavieira na região semiárida é a sustentabilidade do sistema, notadamente, relacionado ao consumo de água requerido pela cultura, uma vez que a água é o fator mais limitante para o desenvolvimento desta atividade.

A adoção de métodos de irrigação que sejam mais eficientes na aplicação de água, como é o caso da irrigação localizada, tem apresentado alta demanda. Entre os modelos de irrigação localizada, Souza et al. (2012) relatam que a irrigação por gotejamento subsuperficial tem proporcionado produtividade de, aproximadamente, 190 Mg ha⁻¹ de cana-de-açúcar. Andrade Júnior et al. (2012) verificaram que a utilização da irrigação na cana-de-açúcar resultou em maior crescimento da planta, densidade de colmo, índice de área foliar, além de acréscimo na produtividade agrícola e rendimento de açúcar.

Sabendo-se que variedades de cana-de-açúcar respondem de maneira diferenciada à irrigação e que maiores valores na lâmina de irrigação significam maiores custos (água + energia de bombeamento e distribuição), a adoção de variedades que apresentem maiores produtividades utilizando-se menores lâminas de irrigação é desejável. Para tanto se faz necessário estudos de diferentes lâminas de irrigação aplicados a variedades de cana-de-açúcar com potencial de cultivo na região

semiárida e com possível tolerância ao estresse hídrico.

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento de variedades de cana-de-açúcar irrigadas por gotejamento subsuperficial submetidas a diferentes lâminas de irrigação a fim de selecionar àquelas que apresentem alta produtividade em condições de estresse hídrico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Campo Experimental de Bebedouro (09°09'S; 42°22'W) da Embrapa Semiárido, em Petrolina, PE, por três ciclos consecutivos: cana planta (CP); cana soca de primeira folha (CS1) e cana soca de segunda folha (CS2). Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, em arranjo fatorial 4 x 7, sendo o primeiro fator constituído por quatro lâminas de reposição hídrica da evapotranspiração da cultura (ETc): 40, 60, 80 e 100% e o segundo fator composto por sete variedades de cana-de-açúcar: RB961003, RB943206; RB72454; RB012018; VAT90212; RB012046 e RB92579, em três repetições.

As variedades, tendo como bordadura a variedade RB957508, foram plantadas a 15 cm de profundidade, conforme o sorteio dos tratamentos nas parcelas. As parcelas foram constituídas por 7 linhas duplas de 15 m de comprimento, dos quais, os 5 metros centrais foram considerados como área útil. Foram instaladas baterias de tensiômetros (03 tensiômetros/bloco/lâmina de reposição hídrica da ETc) nas profundidades de 20, 40 e 60 cm, próximas à variedade RB72454 (considerada como padrão em estudos de cana-de-açúcar), para aferir a tensão com que a água era retida pelo solo e, indiretamente, determinar o teor de água no solo (umidade do solo), tendo a finalidade de monitorar com maior precisão o manejo da irrigação. O monitoramento da água no solo foi realizado regularmente a cada dois dias e os dados observados permitiram o acompanhamento da aplicação das lâminas de irrigação.

As variedades foram adubadas no plantio conforme a recomendação baseada em análise de solo (20 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de

P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O). Após o plantio, o manejo de fornecimento de nutrientes passou a ser via fertirrigação. Assim, as variedades foram fertirrigadas uma vez por semana de acordo com a curva de absorção de nutrientes da cultura da cana-de-açúcar (BACHCHHAV, 2005).

Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial instalado na profundidade de 20 cm, com emissores autocompensantes e vazão de 2,28 L h⁻¹, trabalhando a uma pressão de serviço de entrada das linhas laterais de 1,5 kgf cm⁻². A diferenciação das lâminas ocorreu após as fases 1 (germinação e emergência) e 2 (perfilhamento e estabelecimento) de desenvolvimento da cultura (BONNETT, 2014), que corresponde a, aproximadamente, 150 dias, tanto em CP quanto em CS1 e CS2.

Avaliou-se a produtividade das variedades em função das lâminas de reposição hídrica por ocasião das colheitas. Para estimativa de produtividade, consideraram-se na pesagem os cinco metros centrais da parcela de duas linhas duplas de cada variedade. Para a análise das características tecnológicas do caldo foram coletados cinco colmos de cada variedade em cada uma das parcelas experimentais, os quais foram conduzidos para o Laboratório de Análise Tecnológica da Usina Agrovale S.A., Juazeiro, BA, onde foram submetidos às análises de teor de sólidos solúveis (°Brix), pureza do caldo, fibra na cana, pol da cana (PCC) e açúcares redutores (AR), conforme

metodologia do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (SPCTS) (CONSECANA, 2015).

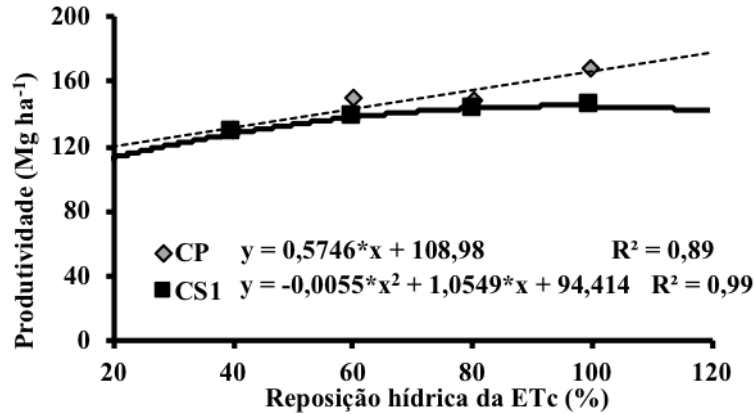
Os dados foram submetidos à análise de variância a fim de verificar se houve interação significativa entre as variedades e as lâminas de reposição da ETc ou isoladamente. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey para variedades ou regressão para as lâminas de reposição hídrica da ETc a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise por Safra

Não houve interação entre os fatores lâminas de reposição hídrica da ETc e variedade em CP e CS1 (Figuras 1 e 2), porém em CS2, a produtividade foi influenciada pelas lâminas de irrigação e pelas variedades. A análise isolada das fontes de variação foi significativa em CP e em CS1, demonstrando diferenças entre as produtividades das variedades em função das diferentes lâminas e das diferentes variedades isoladamente. Nota-se que o melhor ajuste para o ciclo de CP foi linear (Figura 1), ou seja, a produtividade das variedades aumentou em função do aumento das lâminas de reposição hídrica da ETc. Por outro lado, a produtividade em CS1 ajustou-se à função quadrática, onde a máxima produtividade pode ser atingida com 95,9% de reposição da ETc (derivada da função).

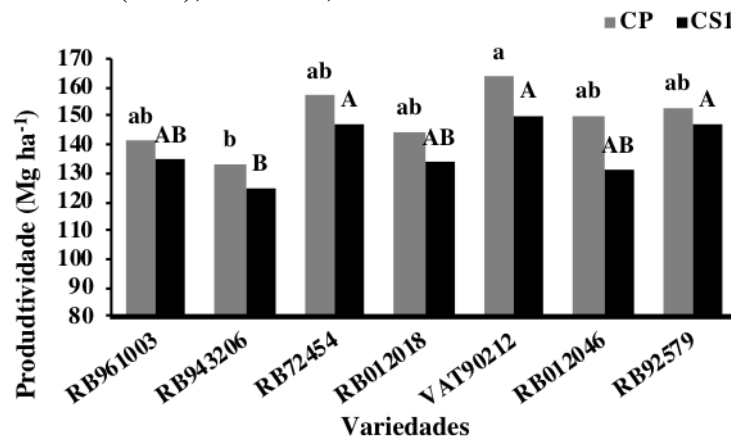
Figura 1. Produtividade das variedades de cana-de-açúcar em cana planta (CP) e cana soca de primeira folha (CS1) em função das diferentes lâminas de reposição hídrica da ETc, Petrolina, PE.



No ciclo da CP, apenas a variedade VAT90212 (163,98 Mg ha⁻¹) diferiu-se da variedade de menor produtividade: RB943206 (133,50 Mg ha⁻¹). Na safra seguinte, além da

VAT90212 (150,38 Mg ha⁻¹), as variedades RB72454 (147,25 Mg ha⁻¹) e RB92579 (147,33 Mg ha⁻¹) destacaram-se em relação à variedade RB943206 (125,04 Mg ha⁻¹) (Figura 2).

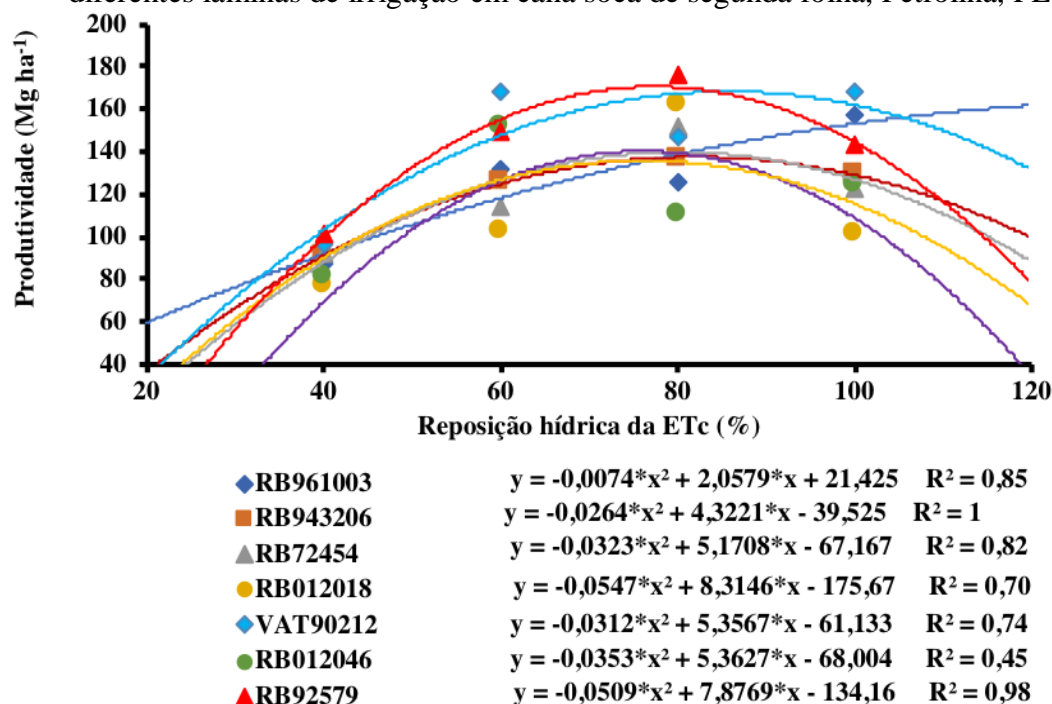
Figura 2. Produtividade média das variedades de cana-de-açúcar em cana planta (CP) e cana soca de primeira folha (CS1), Petrolina, PE.



No ciclo de CS2, as variedades foram influenciadas pelas lâminas de reposição hídrica (Figura 3). Nota-se que, para quase

todas as variedades, o ponto máximo da parábola se situa próximo aos 80% da reposição hídrica da ETc.

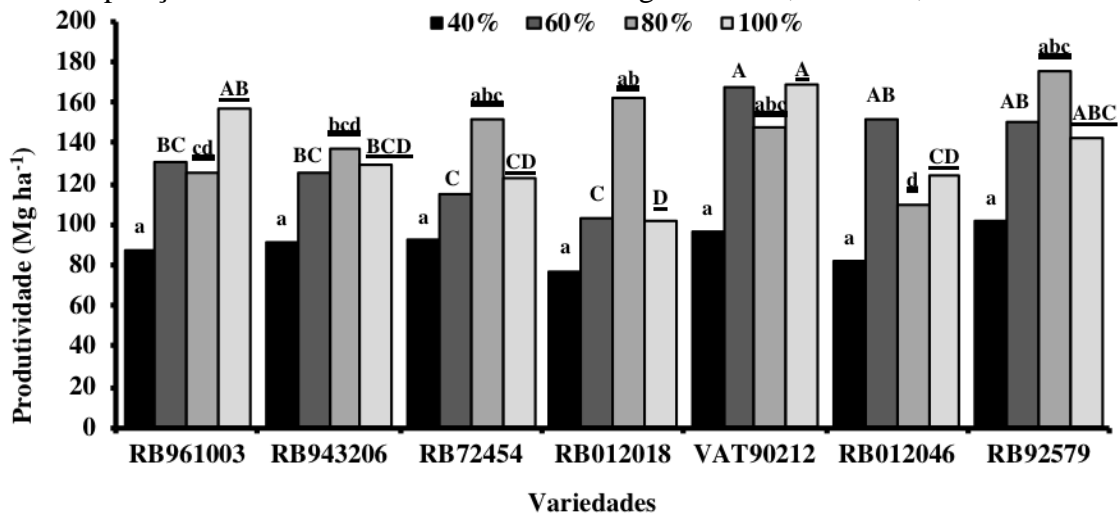
Figura 3. Produtividade média das diferentes variedades de cana-de-açúcar em função das diferentes lâminas de irrigação em cana soca de segunda folha, Petrolina, PE.



O desdobramento do fator variedade dentro de lâminas de irrigação apontou significância apenas para as lâminas de 60, 80 e 100%. Na lâmina de reposição hídrica de apenas 40% da ETc, as variedades apresentaram o mesmo comportamento e não se diferenciaram, com produtividade média de 89,61 Mg ha⁻¹.

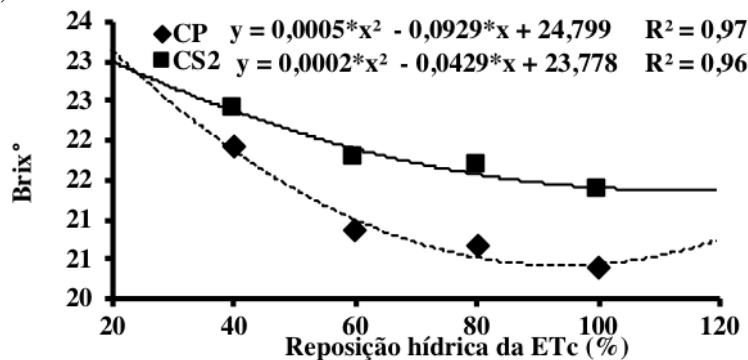
A Figura 4 apresenta a produtividade das variedades em função das diferentes lâminas. Observa-se que nas três condições de disponibilidade hídrica, as variedades

VAT90212 e RB92579 destacaram-se como as de maior produtividade. A produtividade da variedade VAT90212 foi de 167,92; 147,25 e 168,75 Mg ha⁻¹ nas lâminas de 60, 80 e 100% de reposição da ETc, respectivamente. Por sua vez, a variedade RB92579 produziu 150,00; 175,58 e 142,92 Mg ha⁻¹, nas três condições, respectivamente. Nota-se, ainda, que a variedade RB012018 não apresentou menor produtividade quando submetida às lâminas de reposição de 60% (103,33 Mg ha⁻¹) e 100% da ETc (101,25 Mg ha⁻¹).

Figura 4. Produtividade média das diferentes variedades de cana-de-açúcar em função das lâminas de reposição hídrica da ETc em cana soca de segunda folha, Petrolina, PE.

As características tecnológicas °Brix, Fibra, PRZ, PCC e AR não foram influenciados pela interação entre os fatores lâminas de reposição hídrica e variedades.

Observou-se que o °Brix (Figura 5) foi alterado em função das lâminas de reposição hídrica em CP e CS2. Na CS1 o valor médio do °Brix foi de 22,93.

Figura 5. °Brix médio das variedades de cana-de-açúcar em função das diferentes lâminas de reposição hídrica da ETc em cana planta (CP) e cana soca de segunda folha (CS2), Petrolina, PE.

A fibra industrial da cana-de-açúcar só apresentou diferenças estatísticas em CS para a fonte de variação variedade (Tabela 1). Nas safras seguintes, as médias observadas foram

de 15,82% e 14,83%. A variedade RB012018 apresentou maior teor de fibra se comparada às variedades RB72454 e RB961003.

Tabela 1. Teor médio de fibra industrial das diferentes variedades de cana-de-açúcar em cana planta, Petrolina, PE.

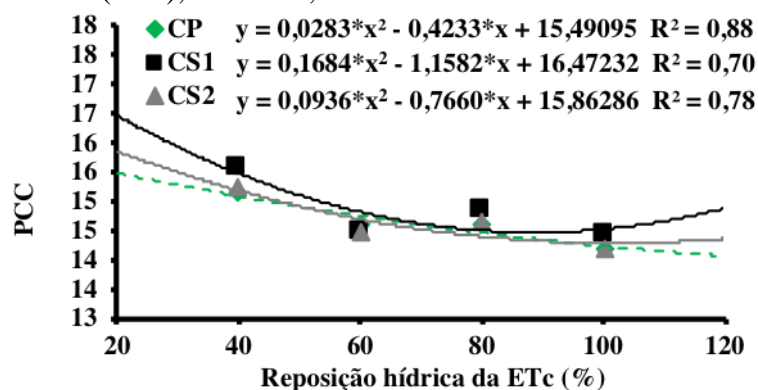
Variedades	Fibra (%)
RB961003	13,923333 b
RB943206	14,595000 ab
RB72454	14,122500 b
RB012018	15,223333 a
VAT90212	14,730000 ab
RB012046	14,469167 ab
RB92579	14,540000 ab

A pureza média do caldo foi de 86,26%; 81,23% e 83,26% em CP, CS1 e CS2, respectivamente. Com relação aos açúcares redutores (AR) verificaram-se médias de 0,70%; 0,81% e 0,77% nos três ciclos.

Em relação à percentagem de açúcar bruto – PCC (%) observou-se que apenas o fator lâminas de reposição hídrica da ETc foi

significativo nas três colheitas e nota-se redução na percentagem de açúcar bruto à medida que se aumenta a disponibilidade hídrica do solo, dentro do intervalo estudado, uma vez que o melhor ajuste para as curvas foi obtido pela equação polinomial quadrática (Figura 6).

Figura 6. Porcentagem de Açúcar bruto (PCC) médio das variedades de cana-de-açúcar em função da reposição hídrica em cana planta (CP), cana soca de primeira folha (CS1) e cana soca de segunda folha (CS2), Petrolina, PE.



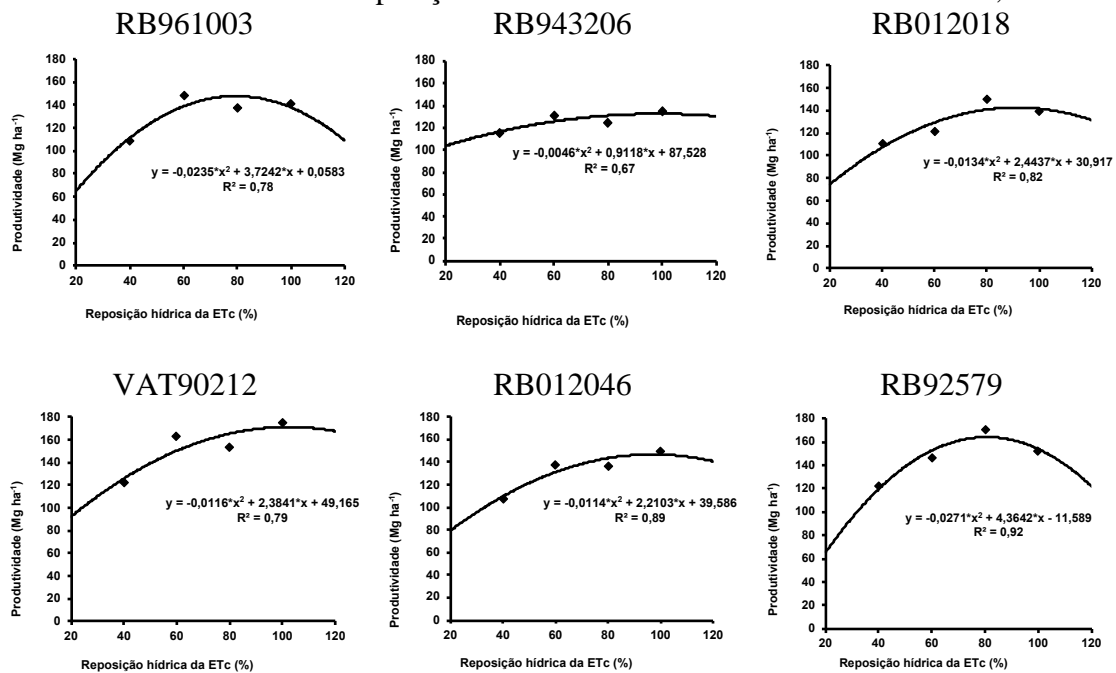
3.2 Análise Conjunta das Três Safras

A análise de produtividade e de qualidade tecnológica do caldo é essencial para a definição das variedades com maior potencial e das lâminas de irrigação que devem ser utilizadas. Assim, uma análise conjunta dos dados demonstrou o comportamento de tais aspectos ao longo dos anos de cultivo.

A interação entre os fatores lâminas de reposição hídrica e variedades foi significativa para produtividade. Assim, procedeu-se o desdobramento da análise. A variação das lâminas entre as variedades foi significativa (Figura 7).

Analisando-se as curvas de produtividade das variedades durante os três ciclos (CP, CS1 e CS2) observa-se ajuste polinomial quadrático para todas as variedades, exceto para a variedade RB72454 que apresentou ajuste linear.

Em relação ao comportamento da variedade RB72454 pode-se intuir que a produtividade desta variedade aumenta direta e proporcionalmente ao aumento da disponibilidade hídrica no solo ($y = 0,4946x + 107,01$), ou seja, quanto maior for a lâmina de reposição hídrica da ETc, maior produtividade a variedade alcançará.

Figura 7. Produtividade média das diferentes variedades de cana-de-açúcar em função das diferentes lâminas de reposição hídrica da ETc nos três ciclos de cultivo, Petrolina, PE.

Observando-se as demais variedades verifica-se que há um ponto de máxima produtividade. Assim, para definir a lâmina de reposição hídrica da ETc que proporcione a maior produtividade é necessário fazer a aplicação de derivada para se obter os pontos de máximo (X_v e Y_v) da função (Tabela 2).

Observa-se que para as variedades RB961003 e RB92579 a reposição hídrica da

ETc de 79,24 e 80,51%, respectivamente, são suficientes para que a variedade expresse sua máxima produtividade (média em três colheitas). Por outro lado, as variedades VAT90212 e RB943206 só atingem a máxima produtividade quando se utiliza a lâmina de irrigação de, aproximadamente, 100% da reposição da ETc.

Tabela 2. Pontos de máxima reposição hídrica e produtividade (X_v e Y_v) das cultivares de cana-de-açúcar, Petrolina, PE.

Variedades	Reposição hídrica da ETc (%)	Produtividade máxima (Mg ha ⁻¹)
RB961003	79,24	147,6108
RB943206	99,09	132,6948
RB012018	91,19	142,3329
VAT90212	101,88	170,6034
RB012046	96,95	146,7272
RB92579	80,51	164,0972

Observou-se efeito significativo das lâminas de reposição hídrica de 60, 80 e 100% da ETc. A lâmina de reposição hídrica de apenas 40% da ETc proporcionou

produtividades nas variedades, cujas diferenças não foram significativas. A Tabela 3 apresenta o teste de médias para as variedades.

Tabela 3. Produtividade média das variedades de cana-de-açúcar em função das lâminas de reposição hídrica, Petrolina, PE.

Variedades	Reposição hídrica da ETc (%)			
	40	60	80	100
	Produtividade (Mg ha⁻¹)			
RB961003	108,22	148,75 ab	138,03 bc	140,99 bc
RB943206	114,64	131,52 bc	124,99 c	134,49 c
RB72454	125,64	139,69 bc	144,03 bc	157,16 ab
RB012018	110,14	120,83 c	149,44 ab	138,74 bc
VAT90212	121,80	162,53 a	153,08 ab	175,16 a
RB012046	107,49	138,03 bc	136,69 bc	148,99 bc
RB92579	121,80	146,27 ab	170,69 a	151,83 bc

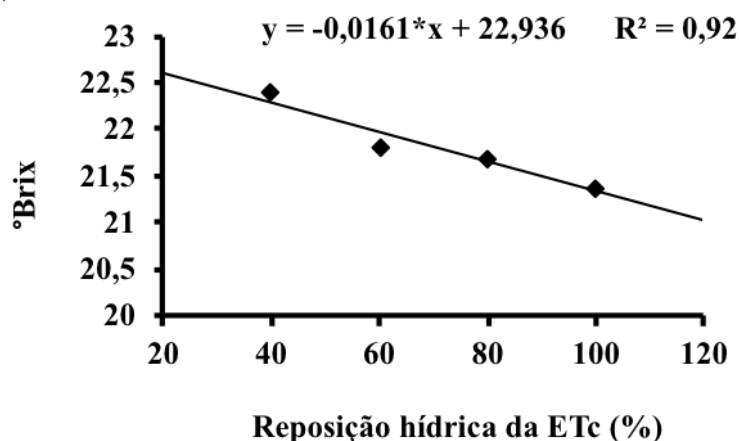
Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Depreende-se da Tabela 3 que a variedade VAT90212, RB92579 e RB961003 são as mais produtivas quando se utiliza lâmina de 60%. Com lâmina de reposição hídrica de 80%, novamente, as variedades VAT90212 e RB92579 figuram entre as mais produtivas e, ao se utilizar a lâmina de reposição de 100% da ETc, as variedades VAT90212, RB72454 apresentam maiores produtividades.

A análise de variância para teor de sólidos solúveis - °Brix (%), fibra industrial na cana-de-açúcar – Fibra (%), pureza do caldo – PRZ (%), percentagem de açúcar bruto – PCC (%) e açúcares redutores – AR (%),

considerando-se os dados das três colheitas, demonstrou que não houve interação significativa entre lâminas de reposição hídrica e variedades em nenhum dos parâmetros tecnológicos analisados, ou seja, os fatores estão atuando independentemente.

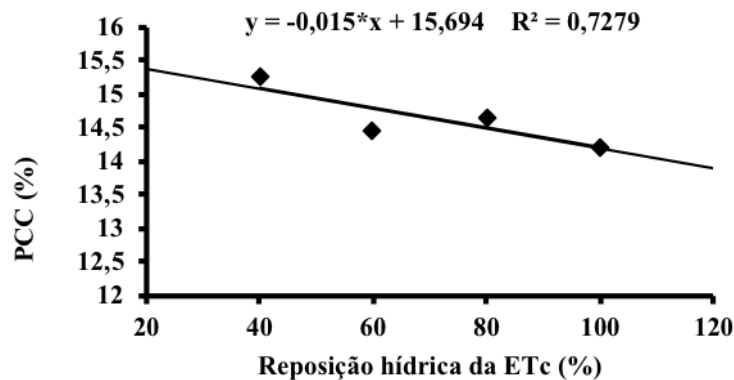
Analisando a variável °Brix, nota-se que houve efeito de lâminas de reposição e que o °Brix é reduzido com o aumento da disponibilidade hídrica no solo (Figura 8). Ressalta-se que há diferenças significativas entre lâminas. Entretanto, nota-se que o °Brix está compreendido entre 21 e 23°.

Figura 8. °Brix médio das variedades de cana-de-açúcar em função da reposição hídrica da ETc, Petrolina, PE.

Analisando-se os parâmetros fibra, pureza e açúcar redutor verifica-se que não houve interação entre os fatores e também não houve efeito dos fatores quando estudados separadamente, indicando que independentemente da variedade ou das

lâminas de reposição hídrica o teor de fibra, a pureza e a percentagem de açúcar redutor é a mesma nas variedades. Contudo, a percentagem de açúcar bruto (PCC) apresentou efeito de lâminas de reposição hídrica, conforme pode ser observado na Figura 9.

Figura 9. Curva da porcentagem de açúcar bruto (PCC) das variedades de cana-de-açúcar em função da reposição hídrica da ETc, Petrolina, PE.



A análise das variáveis fibra, pureza e açúcares redutores resultaram em médias de 14,89%; 83,59% e 0,76%, respectivamente.

3.3 Discussão

A análise do desempenho das variedades em CP demonstra que aumentos na lâmina de irrigação proporcionam incrementos de produtividade (Figura 2), independentemente das variedades; comportamento semelhante é observado na safra seguinte (CS1), contudo, aumentos de lâminas superiores a 100% da reposição da ETc não garantem aumentos de produtividade. Este comportamento também é observado nas variedades em CS2, em que a produtividade depende tanto da variedade quanto da lâmina de irrigação. Lâminas de reposição de 80% da ETc são suficientes e isso implica em menores custos de captação, distribuição e bombeamento da água, o que representa economia de energia e de água.

O desempenho alcançado das variedades em função do aumento das lâminas de irrigação, apresentado ao longo dos três ciclos (Figura 8), confirma a informação de que não é necessária a reposição de 100% da ETc para se alcançar a máxima produtividade. Estes resultados se assemelham ao alcançado por Rodolfo Júnior et al. (2016) que ao estudarem a produtividade de variedades de cana-de-açúcar por gotejamento subsuperficial em diferentes lâminas de irrigação, constataram que a reposição hídrica de 69% da ETc determinou a maior produtividade (182,31 Mg ha⁻¹). Os fatores que promoveram a redução da produtividade na cana-de-açúcar submetida à

reposição de ETc de 100% devem estar relacionados com estresse hídrico provocado pelo excesso de água. Corroboram também os resultados de Costa (2012), que concluiu que a variedade RB855453 submetida a uma lâmina de irrigação equivalente a 75% de reposição da evapotranspiração da cultura obteve a maior produtividade (189,26 Mg ha⁻¹).

A produtividade das variedades em CS1 e CS2 foi beneficiada pelo sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial, uma vez que o sistema favorece a formação de raízes, o que após a colheita da cana é relevante, a fim de que a germinação para o ciclo seguinte não seja muito prejudicada.

As variedades RB961003 e RB92579 se destacaram quanto à produtividade ao longo dos três ciclos de cultivo (Tabela 5), utilizando-se de menores lâminas de irrigação, próximas a 80% da ETc. A tolerância de variedades de cana-de-açúcar ao estresse hídrico pode estar relacionada à herança genética das variedades, em que genes estariam associados à função adaptativa à privação de água em ambientes de reduzida umidade (NERKAR et al., 2018) e às respostas bioquímicas do sistema antioxidante enzimático, possibilitando que tais variedades tolerantes apresentem sistemas mais eficiente em condições de estresse (BOARETTO et al., 2014). Além destes mecanismos, Ferreira et al. (2017) acrescentam a estratégia da cultura em manter alto estado de hidratação celular por meio de baixa condutância estomática durante a condição de estresse hídrico.

A análise da produtividade num processo de identificação de variedades com maior potencial para serem utilizadas em áreas semiáridas com irrigação é essencial, contudo,

deve ser complementada com parâmetros tecnológicos que determinam a qualidade do bioetanol produzido. Assim, as plantas de cana-de-açúcar necessitam de adequada reposição hídrica durante a fase vegetativa para a expansão das células e desenvolvimento do colmo. Na fase de maturação é desejável que ocorra restrição hídrica, a fim de aumentar a produção de sacarose. De acordo com Iskandar et al. (2011), diversos genes estão relacionados à maturação e acúmulo de sacarose nos colmos, sendo que tais genes se expressam em condições de déficit hídrico.

Analisando-se a qualidade tecnológica do caldo de cana-de-açúcar das variedades submetidas às diferentes lâminas de irrigação, nota-se que as principais características: °Brix, Fibra, pureza, PCC e AR, resultantes das análises do material colhido em CP, CS1 e CS2 não foram afetados pela interação dos fatores. O °Brix de todas as variedades em todas as condições de disponibilidade hídrica, foi superior a 18° (valor recomendado para a colheita da cana). Scarpari e Beauclair (2008) relatam que pode ocorrer menores valores de °Brix em locais com maior disponibilidade hídrica, indicativo de atraso da maturação. A redução do °Brix, observada nas Figuras 5 e 8, ocorreu devido a maior diluição dos sólidos solúveis (açúcares) no caldo, em função da maior quantidade de água disponível no solo e, conseqüentemente, nos colmos, proporcionada pelas lâminas de maior reposição hídrica da ETc. Estes resultados concordam com Muraro et al. (2009) que também afirmam que o acúmulo de sacarose é extremamente influenciado pela disponibilidade hídrica, pois a água atua como fator diluente da sacarose presente no colmo das plantas.

A fibra industrial da cana-de-açúcar, por sua vez, apresentou diferenças apenas em relação às variedades em CP.

As médias observadas em CP (15,82%); CS2 (14,83%) e na análise conjunta (14,89%) demonstram que as variedades apresentam valores superiores ao recomendado por Oliveira et al. (2009) que mencionam que o teor de fibra superior a 12,5% aumenta a resistência do colmo à extração do caldo. Ripoli e Ripoli (2004) estabeleceram que o valor de fibra mais adequado estaria entre 11 e

13%. Em estudo de Oliveira et al. (2011) com variedades de cana-de-açúcar conduzidas sob irrigação plena, verificou-se teores de fibra menores em comparação às variedades conduzidas sem irrigação. Contudo, Moraes et al. (2010) ressaltam que a menor quantidade de fibra é uma característica desejável, até certo limite que não comprometa o balanço energético do bagaço da cana, visto que será sempre preferencial selecionar genótipos com maiores teores de caldo e fibra suficiente para manter o referido balanceamento. Além disso, baixos teores fibra podem causar maior tombamento das canas e dificultar o manejo da colheita.

Quanto à característica pureza do caldo, os resultados demonstram que não há efeito da interação e nem dos fatores isoladamente. As médias observadas - 86,26%; 81,23% e 83,26% em CP, CS1 e CS2, respectivamente e na análise conjunta, 83,59% demonstram que os valores estão de acordo com o recomendado para a cultura pelo Consecana (2015), o qual estabelece que a usina só poderá recusar a cana do fornecedor, caso a cana apresente pureza inferior a 75%. No entanto, os valores observados estão um pouco abaixo do recomendado por Ripoli e Ripoli (2004) que preconizam a pureza do caldo igual ou superior a 85%. Maior acúmulo de sacarose representa maior pureza, sendo este um indicador de grande relevância na avaliação do estágio de maturação, pois revela o percentual de sacarose presente no °Brix.

Quando se analisa a percentagem de açúcar bruto – PCC (%) observa-se que este parâmetro só se diferiu em função das lâminas de irrigação. Este parâmetro tem forte relação com o °Brix da cana-de-açúcar, por isso o comportamento das curvas é similar, ocorrendo redução no PCC com o aumento das lâminas de irrigação. Este fato é explicado também pela diluição dos açúcares, uma vez que os colmos das canas cultivadas em solos com maior disponibilidade hídrica apresentam maior quantidade de água em sua estrutura. Gava et al. (2011) analisando o PCC de três variedades, em manejo irrigado por gotejamento e sequeiro, em dois ciclos, observaram redução dos valores de PCC em um dos ciclos devido ao menor estresse hídrico, concentrando menos

açúcar. Ainda que tenha ocorrido redução do PCC com o aumento das lâminas de reposição hídrica, mesmo na maior lâmina de reposição (100%), os valores encontrados são elevados e atendem a recomendação de Ripoli e Ripoli (2004) que estabelece como ideais valores superiores a 14%.

A síntese e o acúmulo rápido de açúcares acontecem durante a fase de maturação. Por isso o crescimento vegetativo é reduzido nesta fase. Conforme a maturação avança, açúcares simples (monossacarídeos, como frutose e glicose) são convertidos em sacarose (dissacarídeo) (INMAN-BAMBER et al., 2009). Cabe ressaltar que nos três ciclos, 20 dias antes da colheita, procedeu-se a suspensão da irrigação a fim de estimular a conversão dos açúcares simples em sacarose.

Quanto aos açúcares redutores (AR) verificaram-se médias de 0,70%; 0,81% e 0,77% em CP, CS1 e CS2, respectivamente. A análise conjunta apontou média de 0,76%. Estes resultados, de maneira geral, atendem ao estabelecido por Ripoli e Ripoli (2004) que

indicam que os valores de AR (glicose + frutose) devem ser inferiores a 0,8%. Os resultados também corroboram o estudo de Rodolfo Junior et al. (2016), que constataram que os atributos tecnológicos sofrem pouca influência no manejo de redução da lâmina de irrigação.

4 CONCLUSÕES

Em condições de estresse hídrico, podem-se recomendar as variedades RB961003 e RB92579, uma vez que as mesmas podem atingir a produtividade máxima com reposição de, aproximadamente, 80% da ETc.

Lâminas de reposição hídrica inferiores à reposição de 100% da ETc não afetam significativamente a qualidade do caldo.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Banco do Nordeste S. A. (BNB) pelo apoio financeiro.

6 REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q.; DUARTE, J. A. L.; BRAGA, D. L.; NOLETO, D. H. Níveis de água, nitrogênio e potássio por gotejamento subsuperficial em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 1, p. 76-84, 2012.
- BACHCHHAV, S. M. Fertigation technology for increasing sugarcane production. **Indian Journal of Fertilisers**, New Delhi, v. 1, n. 4, p. 85-89, 2005.
- BONNETT, G. D. Developmental stages (phenology). In: MOORE, P. H.; BOTHA, F. C. (ed.). **Sugarcane: physiology, biochemistry, and functional biology**. New Delhi: John Wiley, 2014. p. 35-53.
- BOARETTO, L. F.; CARVALHO, G.; BORGIO, L. CRESTE, S.; LANDELL, M. G A.; MAZZAFERA, P.; AZEVEDO, R. A. Water stress reveals differential antioxidant responses of tolerant and non-tolerant sugarcane genotypes. **Plant Physiology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 74, p. 165-175, 2014.
- CONAB. Estimativa de produção de cana-de-açúcar. In: _____. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar: terceiro levantamento: safra 2017/18**. Brasília, DF, v.4, n. 3, 2017a. p. 16 -18.
- CONAB. Avaliação por Estado. In: _____. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar: terceiro levantamento: safra 2017/18**. Brasília, DF, v.4, n. 3, 2017b. p. 43-54.
- CONSECANA. **Manual de instruções**. 6. ed. Piracicaba: CONSECANA, 2015.

COSTA, C. T. S. **Crescimento, produtividade e viabilidade econômica de cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação, na região de Penápolis – SP.** 2012. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

FAO. **Faostat:** crops. Rome: FAO, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 25 fev. 2018.

FERREIRA, T. H. S.; TSUNADA, M. S.; BASSI, D.; ARAÚJO, P.; MATTIELLO, L.; GUIDELLI, G. V.; GONÇALVES, V. R.; LAKSHMANAN, P.; MENOSSI, M. Sugarcane water stress tolerance mechanisms and its implications on developing biotechnology solutions. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 8, n. 1077, p. 1-18, 2017.

GAVA, G. J. C.; SILVA, M. A.; SILVA, R. C.; JERONIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S.; KÖLLN, O. T. Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar sob manejos de sequeiro e irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 250-255, 2011.

INMAN-BAMBER, N. G.; BONNETT, G. D.; SPILLMAN, M. F.; HEWITT, M. L.; JINGSHEN, X.U. Source-sink differences in genotypes and water regimes influencing sucrose accumulation in sugarcane stalks. **Crop and Pasture Science**, Melbourne, v. 60, n. 4, p. 316-327, 2009.

ISKANDAR, H. M.; CASU, R. E.; FLETCHER, A. T.; SCHMIDT, S.; XU, J.; MACLEAN, D. J. MANNERS, J. M. BONNETT, G. D. Identification of drought-response genes and a study of their expression during sucrose accumulation and water deficit in sugarcane culms. **BMC Plant Biology**, London, v. 11, n. 12, p. 1-14, 2011.

MORAES, M. F.; BASTOS, G. Q.; ANUNCIACÃO FILHO, C. J.; MELO, L. J. O. T.; REIS, O. V. Avaliação agroindustrial e parâmetros genético de progênies de cana-de-açúcar em fase inicial na zona canavieira do Litoral Norte de Pernambuco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1086-1092, 2010.

MURARO, G. B.; ROSSI, P. J.; OLIVEIRA, V. C.; GRANZOTTO, P. M. C.; SCHOGOR, A. L. B. Efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica e as características da silagem de cana-de-açúcar plantada em dois espaçamentos e três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 8, p. 1525-1531, 2009.

NERKAR, G. A.; PURANKAR, M. V.; SHEELAVANTMATH, S.; DEVARUMATH, R. M. Biotechnological approach: a new dimension for sugarcane improvement. *In*: SENGAR, K. (ed.). **Biotechnology to enhance sugarcane productivity and stress tolerance**. Boca Raton: CRC Press, 2018. p. 1-24.

OLIVEIRA, E. C. A.; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, A. C.; SIMÕES NETO, D. E.; ROCHA, A. T.; CARVALHO, L. A. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 6, p. 617-625, 2011.

OLIVEIRA, E. L.; ANDRADE, L. A. B.; FARIA, M. A.; EVANGELISTA, A. W. P.; MORAIS, A. R. Uso da vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada e não irrigada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 11, p. 1398-1403, 2009.

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

RODOLFO JUNIOR, F.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q.; RAMOS, M. L. G.; ROCHA, O. C.; BATISTA, L. M. T.; SILVA, F. A. M. Produtividade e qualidade de variedades de cana-de-açúcar de terceira soca sob regime hídrico variável. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 1, p. 36-43, 2016.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. Variação espaço-temporal do índice de área foliar e brix em cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 35-41, 2008.

SILVA, T. G. F.; MOURA, M. S. B.; ZOLNIER, S.; SOARES, J. M.; VIEIRA, V. J. S.; GOMES JÚNIOR, W. F. Demanda hídrica e eficiência do uso de água da cana-de-açúcar irrigada no Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 12, p. 1257-1265, 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**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 133-140, 2012.