

**Análise do crescimento inicial da cana-de-açúcar em regime de irrigação com água
residuária**

Analysis of the initial growth of sugarcane in an irrigation regime with wastewater

Análisis del crecimiento inicial de la caña de azúcar bajo riego con aguas residuales

Recebido: 13/09/2020 | Revisado: 15/09/2020 | Aceito: 16/09/2020 | Publicado: 19/09/2020

Odair Honorato de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5462-241X>

Universidade Federal da Grande Dourados

E-mail: odairhonorato2020@gmail.com

Mariana Cabral Pinto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7795-3174>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: cabralpmariana@gmail.com

Lauter Silva Souto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1053-0297>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: lautersouto@yahoo.com.br

João de Andrade Dutra Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9515-7267>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: joaodutrafilho7@gmail.com

Rômulo Gil de Luna

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8350-5615>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: romulo.gil.luna@gmail.com

Anielson dos Santos Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0145-0989>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: anielson@ccta.ufcg.edu.br

Resumo

A água residuária ou água de esgoto é comumente definida como sendo aquela que foi descartada no ambiente após seu uso doméstico, comercial ou industrial. Visando ao aproveitamento desse recurso, buscou-se avaliar o efeito deste no crescimento inicial de variedades de cana-de-açúcar utilizadas na geração de energia e produção de açúcar. Para o plantio foi utilizado rebolos de uma gema. O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 2 x 4, correspondente a duas variedades de cana-de-açúcar em quatro tipos de água para irrigação, a saber: I- água de abastecimento, II- água de abastecimento com adição de nitrogênio, III- água residuária e IV- água residuária com adição de nitrogênio. As variáveis analisadas foram: área foliar, número, largura e comprimento das folhas, número, altura e diâmetro médio do colmo, massa fresca e seca do colmo, massa fresca e seca da folha e massa fresca e seca total da parte aérea. Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias agrupadas pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade e estimados os parâmetros genéticos. Foram detectadas diferenças significativas entre as variedades indicando comportamento diferencial aos tipos de água. Verificou-se ainda que, em algumas variáveis, onde a cultura foi irrigada com água residuária, o desempenho foi superior. Concluiu-se que o bom desempenho apresentado pelas variedades estudadas foi devido, em sua maior parte, a efeitos genéticos e que o uso da água residuária pode vir a ser uma alternativa viável durante o crescimento inicial da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Efluente doméstico; Melhoramento vegetal; *Saccharum* spp.

Abstract

Wastewater or sewage water is commonly defined as that which was discarded in the environment after its domestic, commercial or industrial use. In order to take advantage of this resource, we sought to evaluate its effect on the initial growth of sugarcane varieties used in energy generation and sugar production. For the planting, the use of a yolk wheel. The statistical design adopted was that of random blocks in a 2 x 4 factorial arrangement, corresponding to two varieties of sugarcane in four types of water for irrigation, namely: I- supply water, II- supply water with addition of nitrogen, III- waste water and IV- waste water with nitrogen addition. The variables analyzed were: leaf area, number, width and length of the leaves, number, height and average stem diameter, fresh and dry mass of the stem, fresh and dry mass of the leaf and total fresh and dry mass of the aerial part. The data were submitted to analysis of variance, the means grouped by the Scott and Knott test at 5% probability and the genetic parameters were estimated. Significant differences were detected

between the varieties, indicating differential behavior to water types. It was also found that, in some variables, where the crop was irrigated with wastewater, the performance was superior. It was concluded that the good performance presented by the studied varieties was due, for the most part, to genetic effects and that the use of wastewater may prove to be a viable alternative during the initial growth of sugarcane.

Keywords: Domestic effluent; Plant breeding; *Saccharum* spp.

Resumen

Las aguas residuales o aguas residuales se definen comúnmente como las que se desechan en el medio ambiente después de su uso doméstico, comercial o industrial. Para aprovechar este recurso, buscamos evaluar su efecto en el crecimiento inicial de las variedades de caña de azúcar utilizadas en la generación de energía y producción de azúcar. Para la siembra, el uso de una rueda de yema. El diseño estadístico adoptado fue el de bloques aleatorios en arreglo factorial 2 x 4, correspondientes a dos variedades de caña de azúcar en cuatro tipos de agua para riego, a saber: I- abastecimiento de agua, II- abastecimiento de agua con adición de nitrógeno, III- aguas residuales y IV- aguas residuales con adición de nitrógeno. Las variables analizadas fueron: área foliar, número, ancho y largo de hojas, número, altura y diámetro promedio del tallo, masa fresca y seca del tallo, masa fresca y seca de la hoja y masa total fresca y seca de la parte aérea. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza, las medias agrupadas por la prueba de Scott y Knott al 5% de probabilidad y se estimaron los parámetros genéticos. Se detectaron diferencias significativas entre las variedades, lo que indica un comportamiento diferencial con los tipos de agua. También se encontró que, en algunas variables, donde el cultivo fue regado con aguas residuales, el desempeño fue superior. Se concluyó que el buen desempeño presentado por las variedades estudiadas se debió, en su mayor parte, a efectos genéticos y que el uso de aguas residuales puede resultar una alternativa viable durante el crecimiento inicial de la caña de azúcar.

Palabras clave: Efluente doméstico; Fitomejoramiento; *Saccharum* spp.

1. Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Em 2019 a área plantada foi de aproximadamente 8.481,2 milhões de hectares (Conab, 2019). O Nordeste é a terceira maior região produtora do Brasil, sendo os estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba os que contribuem com maior área plantada. Entretanto, nessa região, o principal problema que tem

provocado declínio de produtividade é a interação genótipo x ambiente, que nos últimos anos tem se expressado principalmente na irregularidade das chuvas com longos períodos de estiagem (Dutra Filho et al, 2018).

O setor que apresenta maior consumo de água é a agricultura, com 73%, através da irrigação. O consumo doméstico é de apenas 6% (Silva Dias et al., 2013). A escassez de recursos hídricos na região semiárida do Nordeste é de 58% de todo o território nacional.

A agricultura irrigada nas regiões semiáridas é uma preocupação evidente, tanto pela demanda de água exigida quanto pela escassez de suas fontes nessas regiões (Santos Júnior et al., 2013). A grande maioria dos rios é intermitente, ou seja, durante o período chuvoso tornam-se superficiais e nos períodos secos desaparecem; o lençol freático possui uma reserva de água restrita (Araújo, 2011). Segundo Medeiros et al. (2003), a escassez hídrica nas regiões semiáridas envolve também aspectos qualitativos devido, principalmente, a presença de sais na água pela salinização primária ou secundária.

Atualmente, devido à preocupação com a economia de água de boa qualidade, os pesquisadores vêm estudando a possibilidade do uso alternativo da água residuária na irrigação de culturas visando ao desenvolvimento de uma agricultura com menor impacto ambiental e maior retorno econômico (Silva Dias et al., 2013).

A utilização de água residuária na agricultura possibilita vários benefícios, como o reaproveitamento da água e de seus nutrientes, redução na aplicação de fertilizantes químicos e ainda fonte alternativa de água para os produtores (Silva Lacchine et al., 2017).

Ao avaliarem a produtividade de tomateiros irrigados com água residuária, Manso et al. (2016) observaram que as unidades experimentais irrigadas com esse recurso superaram àquelas irrigadas com água de abastecimento. Já Freitas et al. (2013), avaliaram o efeito da água residuária tratada como fonte hídrica alternativa para irrigação em cana-de-açúcar e concluíram que a irrigação com esse tipo de água proporcionou maior produtividade de colmos e densidade de plantas.

Uma vez demonstrados os benefícios do uso da água residuária em algumas culturas agrícolas, procurou-se aqui também avaliar seus efeitos no crescimento inicial de cana-de-açúcar, utilizadas na geração de energia e produção de açúcar.

2. Metodologia

O experimento foi realizado em campo aberto no período de fevereiro a maio de 2016, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), no sertão da Paraíba.

A localização geográfica está definida pelas coordenadas: 06°46'13' S, 37°48'06' O e altitude aproximada de 178 m, situadas na microrregião do Sertão paraibano a 387 km da capital do estado. O clima de Pombal, caracterizado no sistema de classificação internacional de Köppen, foi incluído no tipo Bsh (semiárido) quente e seco, com pluviosidade média anual inferior a 750 mm/ano com chuvas irregulares e médias anuais térmicas superiores a 25°C.

As variedades utilizadas foram a C90-186 e a RB92579. A variedade C90-186 é de origem cubana, caracterizada pela elevada capacidade de perfilhamento e brotação; e pelo alto teor de fibra (aproximadamente 35%). Ideal para ser utilizada na geração de energia e produção de biomassa, o que faz dela uma excelente candidata como genitora em programas de melhoramento. A variedade RB92579 foi desenvolvida pela PMGCA/UFAL/RIDESA (Programa de Melhoramento Genético da cana-de-açúcar da Universidade Federal de Alagoas, que integra a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético). Esta variedade é uma das mais plantadas na região Nordeste e se caracteriza pela alta capacidade de perfilhamento, alta densidade de colmo e estabilidade e elevado teor de açúcares totais recuperáveis (Figura 1).

Figura 1. Variedades de cana-de-açúcar utilizadas no experimento em regime de irrigação com água residuária.



Fonte: Autores.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 2 x 4 correspondente a duas variedades de cana-de-açúcar testadas em quatro tipos de água para irrigação (I- água de abastecimento – AA; II- água de abastecimento com adição de nitrogênio – AAN; III- água residuária – AR e IV- água residuária com adição de nitrogênio – ARN), com três repetições, totalizando 8 tratamentos e 24 unidades experimentais.

A água de esgoto doméstica foi obtida de pias, chuveiros e sanitários localizados no prédio central de aulas II da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal – PB, cujas características químicas foram determinadas pela LAMSA Laboratório de análises Minerais Solos e Água, UFPE, e se encontram na (Tabela 1), coletada por tubulações e depositada em tanque séptico de todo um sistema previamente desenvolvido por professores-pesquisadores do CCTA.

Tabela 1. Características químicas das águas utilizadas para irrigação no experimento. Pombal – PB.

Água	pH	CE	P	K	N	Na	Ca
			mg L ⁻¹				
Res.	7.2	1.87	3.50	32.03	29.02	140.32	80.39
Aba.	7.4	0.40	Aus.	5.50	Aus.	33.65	22.00

Res. – residuária, Aba. – abastecimento; Pre. – presente, Aus. – Ausente.

Tabela 1. Continuação

Mg	Cl	SO ₄	CO ₃	HCO ₃	RAS
mg L ⁻¹					(mmol L ⁻¹) ^{0.5}
37.37	261.27	104.20	Aus.	443	3.12
16.82	245.8	92.32	Aus.	142	1.34

Res. – residuária, Aba. – abastecimento; Pre. – presente, Aus. – Ausente. Fonte: Autores.

O plantio foi realizado em vasos com capacidade de 60 dm³, com uma camada de brita e adicionando em seguida o solo classificado como Neossolo Flúvico (Santos et al., 2018). Os resultados da análise química do solo constam da Tabela 2.

Tabela 2. Resultados da análise química do solo utilizado no experimento em amostra coletada na profundidade de 0-20cm antes da implantação do ensaio. Pombal – PB.

pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺ + Al ⁺³	CTC	MO	PST
H ₂ O	Mg dm ⁻³	-----Cmol _c dm ⁻³ -----				G Kg ⁻¹	%		
7.1	868	0.34	0.02	5.0	2.7	0.0	8.06	5.71	< 1

P. K. Na: Extrator Mehlich1; Al. Ca. Mg: Extrator KCL 1M; SB=Ca+2+Mg+2+K++Na+; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0.5 M. pH 7.0; CTC = SB+H++Al+3; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; PST= Percentagem de Sódio Trocável. Composição granulométrica média: 854 g kg⁻¹ de areia. 108 g kg⁻¹ de silte e 38 g kg⁻¹ de argila. Fonte: Autores.

O solo foi previamente misturado com 1L de esterco bovino por vaso. O plantio da cana-de-açúcar foi feito através da parte vegetativa utilizando rebolos de uma gema, sendo

utilizados quatro rebolos por recipiente, totalizando 96 rebolos. Após 30 dias foi realizado o desbaste, através do corte das plantas com um facão, mantendo apenas uma planta por vaso.

A adubação foi realizada de acordo com a análise química do solo e com base na recomendação proposta por Cavalcanti et al. (2008). No plantio foi aplicado ao solo o equivalente a 20 kg de N; 30 kg de P₂O₅ e 30 kg de K₂O por hectare. A adubação de cobertura foi realizada 60 dias após o plantio com 30 kg de K₂O por hectare, parcelada em intervalos semanais. Na aplicação, o nitrogênio foi diluído em água. O fósforo e o potássio foram aplicados na forma granulométrica. Na adubação nitrogenada foi utilizado o sulfato de amônia, na de fósforo, o superfosfato simples e na de potássio, o cloreto de potássio.

A irrigação foi determinada por lisimetria de drenagem, onde o volume de irrigação (V_i) a ser aplicado por unidade experimental foi obtido pela diferença do volume aplicado na irrigação anterior (V_a) menos o volume drenado após a irrigação anterior (V_d), menos a fração de lixiviação adotada 0.05.
$$V_i = \frac{V_a - V_d}{1 - FL}$$

A lâmina de lixiviação era aplicada a cada dois dias, para determinação da irrigação. A água drenada foi coletada através de recipientes coletores (garrafas tipo pet), que foi instalado em todas as unidades experimentais.

Em se tratando de avaliar o crescimento inicial da cana-de-açúcar foram considerados no presente experimento, aos 120 dias após o plantio (DAP), a avaliação de caracteres correlacionados a importantes componentes de produção: i) número de folhas (NF), ii) largura da folha (LF), iii) comprimento da folha (CF), iv) altura da folha (AF), v) número de colmos (NC), vi) diâmetro médio de colmos (DC), vii) altura dos colmos (AC), viii) massa fresca das folhas (MFF), ix) massa seca das folhas (MSF), x) massa fresca do colmo (MFC), xi) massa seca do colmo (MSC), xii) massa fresca total da parte aérea (MFTPA) e massa seca total da parte aérea (MSTPA).

O caráter número de folhas (NF) foi obtido pela contagem do número total de folhas da planta. A área foliar (AF) foi determinada pela medição do comprimento da folha (CF) e largura da porção mediana da folha +3 (LF), conforme metodologia descrita por Francis et al. (1969): $AF = C \times L \times 0.75 \times (N + 2)$. Onde: AF é a área foliar por planta (cm²); C é o comprimento da folha +3 (cm); N é o número de folhas verdes expandidas e 0.75 e 2 como o fator de correção para a área foliar da cultura.

Altura do colmo (AC) foi obtido pela medição em centímetros do nível do solo até o primeiro “dewlap” visível (inserção da folha +1) com o auxílio de trena graduada, o diâmetro médio de colmo (DMC) foi obtido na altura média do colmo com o auxílio de um paquímetro

com precisão de 1 mm. O número de colmos (NC) foi obtido pela contagem do número total de colmos por vasos. Já a massa fresca e seca das folhas (MFF e MSF), massa fresca e seca dos colmos (MFC e MSC) e massa fresca e seca total da parte aérea (MFTPA e MSTPA) foram obtidas por pesagem (Figuras 2A e B). Os caracteres NF, LF, CF, AF, AC e DMC foram obtidos na cana mãe, que é o primeiro perfilho que nasce da touceira. Para os caracteres MFF, MSF, MFC, MSC e NC todas as canas do vaso.

Figura 2. Pesagem da massa fresca da folha (A) e colmo (B) em função dos tipos de água para irrigação aos 120 dias após o plantio. Pombal – PB.



Fonte: Autores.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott a nível 5% de probabilidade. Foram estimados os seguintes parâmetros genéticos: variância fenotípica, genotípica e ambiental, herdabilidade no sentido amplo, coeficiente de variação genético e índice b. As análises genético-estatísticas foram realizadas com o auxílio dos Programas Genes (Cruz, 2006).

3. Resultados e Discussão

Com base nos resultados do teste F, constata-se a ocorrência de diferenças significativas entre as variedades para os caracteres NF, LF, CF, AF, DMC, AC, MFF, MSF e MSTPA (Tabela 3).

Tabela 3. Resultado das análises de variância do cultivo da cana-de-açúcar irrigada sob diferentes tipos água, aos 120 DAP. Pombal – PB.

F.V.	T	TA	T x TA	Média	C.V. %
GL	7	1	7	-	-
Quadrados médios					
NF	14.44**	8.62 ^{ns}	16.76**	10.64	18.23
LF	0.1312**	0.0028 ^{ns}	0.0093 ^{ns}	0.34	22.93
CF	1349.37**	172.52 ^{ns}	242.56 ^{ns}	98.93	13.84
AF	4207.95**	1856.04 ^{ns}	3983.97**	137.73	17
NC	0.0109 ^{ns}	0.0008 ^{ns}	0.0084 ^{ns}	0.44	21.52
DMC	0.0300**	0.0120*	0.0016 ^{ns}	1.31	3.04
AC	13.88**	2.53 ^{ns}	2.14 ^{ns}	8.81	15.45
MFF	0.0330**	0.0574**	0.0254**	1.33	4.7
MSF	0.0330**	0.0432**	0.0196**	1.06	5.03
MFC	43953.94 ^{ns}	431527.71 ^{ns}	100711.59 ^{ns}	833.8	58.54
MSC	4219.70 ^{ns}	15488.70 ^{ns}	3535.00 ^{ns}	164.58	51.54
MFTPA	243328.90 ^{ns}	1562282.04 ^{ns}	315731.50 ^{ns}	1362.84	35.07
MSTPA	21609.40*	75278.80 ^{ns}	16240.48 ^{ns}	317.04	27.54

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade respectivamente, pelo teste F (ns), não significativo. (T) tratamento. (TA) tipos de água. (T x TA), tratamento x tipos de água. Fonte: Elaboração dos autores.

Os resultados acima indicam que as variedades de cana-de-açúcar estudadas apresentam variação genética em relação aos caracteres analisados e que estes estão correlacionados a importantes descritores de produção. Tais observações também foram constatadas por Costa et al. (2013).

Constatou-se ainda que os caracteres DMC, MFF e MSF foram influenciados pelos tipos de água utilizados e que estes funcionaram como ambientes contrastantes. Com relação às variedades de cana-de-açúcar, em relação aos caracteres NF, AF, MFF e MSF, estas se comportam diferencialmente quando submetidas aos diferentes tipos de água. Estes resultados corroboram aqueles obtidos por Freitas et al. (2013), que avaliando os efeitos do reuso de efluente de esgoto doméstico tratado na irrigação da cana-de-açúcar, verificaram que os tipos de água tinha influência de forma significativa nas características de produção.

Nos parâmetros genéticos estimados, observa-se que o componente de variância genética foi superior ao componente da variância ambiental, para os caracteres LF, CF, NC, DC e AC (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros genéticos das canas-de-açúcar cultivadas em diferentes tipos de água, aos 120 DAP. Pombal – PB.

Variáveis	Parâmetros genéticos				
	$\frac{\sigma^2}{g}$	$\frac{\sigma^2}{gc}$	h ² %	CVg	CVg/CVe
NF	1.77	4.33	73.95	12.53	0.68
LF	0.02	0.001	95.26	42.02	1.83
CF	193.62	18.31	86.09	14.06	1.01
AF	609.92	1145.19	86.96	17.93	1.05
NC	0.0002	0.00	15.79	3.80	0.17
DC	0.004	0.00002	94.64	5.23	1.71
AC	2.00	0.096	86.65	16.07	1.04
MFF	0.0048	0.0071	88.09	5.22	1.11
MSF	0.005	0.005	91.27	6.64	1.32
MFC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MSC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MFTPA	2481.49	29097.19	6.11	3.65	0.10
MSTPA	2330.27	2870.90	64.70	15.22	0.55

$\frac{\sigma^2}{g}$ Componente de variância genética; $\frac{\sigma^2}{gc}$ Componente de variância da interação tratamento x condição de plantio; h²%: Herdabilidade média; CVg: Coeficiente de variação genética; CVg / CVe: Índice b. Fonte: Elaboração dos autores.

De acordo com Dutra Filho et al. (2014), a expressão fenotípica dos caracteres em questão são devidos, em sua maior parte, aos componentes genéticos. Isto significa dizer que, nessas variedades submetidas à irrigação com diferentes tipos de água, predominam o efeito genético, ou seja, são variedades de grande potencial genético para um sistema de irrigação que utilize água residuária.

Observou-se que os valores expressos pelos coeficientes de determinação genotípicos foram elevados para a maioria dos caracteres analisados, sobretudo para LF (95.26%), MSF (91.27%) e DMC (94.64%), sendo este último de grande interesse econômico, considerado

como determinante na seleção de clones na fase T1. Fase esta caracterizada por ser a fase inicial de seleção para o melhoramento. De acordo com Dutra Filho et al. (2012), esses resultados fazem dessas variedades excelentes candidatas para genitoras em programas de melhoramento, com perspectivas favoráveis de transmissão desses caracteres para os seus descendentes e, conseqüentemente, para a obtenção de progênies superiores. Os referidos autores obtiveram valores elevados desses parâmetros quando avaliaram famílias na fase T1.

Os coeficientes de variação genéticos para as variáveis NF, LF, CF, AF, AC e MSTPA tiveram os valores estimados variando de 12.53% a 42.02%, evidenciando a presença de variabilidade genética considerável e com grande probabilidade de êxito na seleção. Oliveira et al. (2008) afirmam que valores acima de 10% para os coeficientes de variação genéticos, são considerados altos indicando quais caracteres detém maior variação genética.

Observa-se ainda, na Tabela 4, que para os caracteres LF, CF, AF, DMC, AC, MFF e MSF o índice b foi acima da unidade, confirmando mais uma vez o potencial genético das variedades e que esses são os caracteres que devem ser considerados na prática da seleção.

Pelo teste de Scott e Knott aplicado ($P < 0.05$), constata-se que, para os caracteres NF, NC, MFC, MSC, MFTPA e MSTPA, não houve a formação de grupos superiores. Esse resultado indica que a expressão desses caracteres nas duas variedades independe do tipo de água utilizada na irrigação. Que na ausência de água de abastecimento, o que é bastante comum no semiárido paraibano, em virtude dos longos períodos de estiagem, a água residuária é uma alternativa bastante viável na fase do crescimento inicial da cana-de-açúcar. Já para as variáveis LF, CF, AF, DMC, AC, MFF e MSF constatou-se a formação de grupos superiores (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo do teste Scott e Knott a 1% e 5%, para as variáveis NF, LF, CF, AF, NC, DMC, AC, MFF, MSF, MFC, MSC, MFT, MST, avaliados na fase de crescimento inicial com os diferentes tipos de água para irrigação aos 120 DAP. Pombal – PB.

Variedades	NF	LF	CF	AF	NC	DMC	AC
RB – ARN	11.42 a	0.50 a	94.00 b	175.32 a	0.43 a	1.37 a	7.65 b
RB – AR	10.42 a	0.49 a	85.00 b	145.42 a	0.42 a	1.40 a	7.33 b
RB – AA	12.01 a	0.47 a	82.50 b	163.82 a	0.45 a	1.38 a	7.31 b
RB – AAN	7.88 b	0.43 a	82.00 b	103.63 b	0.40 a	1.36 a	7.62 b
C90 – ARN	12.45 a	0.20 b	120.00 a	151.20 a	0.52 a	1.25 b	9.28 a
C90 – AR	11.49 a	0.22 b	107.50 a	134.06 b	0.49 a	1.25 b	9.73 a
C90 – AA	10.40 a	0.23 b	106.66 a	126.21 b	0.41 a	1.25 b	10.40 a
C90 – AAN	9.01 a	0.16 b	113.83 a	102.15 b	0.40 a	1.23 b	11.13 a

Tabela 5. Continuação

MFF	MSF	MFC	MSC	MFTPA	MSTPA
1.39 a	1.10 a	929.94 a	172.50 a	1567.00 a	340.17 a
1.36 a	1.10 a	802.61 a	146.02 a	1414.67 a	325.75 a
1.36 a	1.07 a	717.74 a	128.74 a	1364.55 a	291.83 a
1.19 b	0.93 b	737.54 a	149.47 a	985.82 a	225.86 a
1.42 a	1.16 a	916.56 a	186.22 a	1602.09 a	403.56 a
1.34 a	1.11 a	928.56 a	214.17 a	1453.12 a	384.84 a
1.33 a	1.06 a	786.77 a	155.94 a	1328.07 a	305.94 a
1.25 b	0.98 b	850.71 a	163.62 a	1187.43 a	258.36 a

Fonte: Autores.

Para o caráter largura da folha (LF), a variedade RB92579 respondeu melhor à água residuária, já para comprimento da folha (CF), a variedade cubana C90-186 foi superior a RB92579 e mais responsiva à água residuária. Este resultado confirma o potencial da variedade cubana para forragem e produção de biomassa. Com relação à área foliar (AF), ambas as variedades RB92579 e C90-186 apresentaram maiores valores quando irrigadas com água residuária. Isto pode está associado às quantidades de nutrientes presentes na água residuária, principalmente o nitrogênio, por ser componente fundamental no processo fotossintético da cana-de-açúcar. Segundo Hermann e Câmara (1999), a área foliar está relacionada a fatores morfológico e fisiológico de interesse agrônômico, pois tem a folha como órgão responsável pela maior parte da produção de carboidratos das plantas. Assim,

quanto maior a área foliar, maior será a produção de carboidratos necessária para o crescimento e produção dos vegetais. De acordo com Fernandes et al. (2013) a cana-de-açúcar apresenta demandas significativas de nitrogênio para o seu desenvolvimento e seu processo fotossintético, caracterizado como C4, que apresenta altas taxas de fotossíntese líquida. A água residuária supriu as necessidades de nitrogênio para o desenvolvimento das variedades estudadas.

Para diâmetro médio do colmo (DMC), a variedade RB92579 apresentou desempenho superior e maior responsividade à água residuária. Para altura dos colmos (AC), a variedade C90-186 apresentou desempenho superior e maior responsividade à água residuária. Finalmente, para os caracteres massa fresca das folhas (MFF) e massa seca das folhas (MSF), as duas variedades foram igualmente responsivas a irrigação com água residuária.

É importante ainda destacar que a água residuária utilizada neste experimento, mesmo contendo teores consideráveis de sais, como Na^+ , a cana-de-açúcar manteve seu rendimento. A presença de sais de Na^+ e Cl^- no solo pode ocasionar toxidez às plantas quando acumulados nos tecidos vegetais, bem como acarretar mudanças fisiológicas, como capacidade de absorver, transportar e utilizar os íons essenciais ao seu crescimento (Lacerda et al., 2004). Ayers e Westcott (1985), no entanto, classificaram a cana-de-açúcar como uma cultura semi-tolerante à saturação de sódio trocável no solo, razão pela qual podem ser observados prejuízos à produtividade com a irrigação sob condições salinas. No presente trabalho observou-se que as variedades apresentaram tolerância e conseqüentemente boa adaptação a um sistema de irrigação com água residuária.

4. Considerações Finais

A água residuária influenciou positivamente caracteres biométricos da cana-de-açúcar considerados no processo de seleção.

A água residuária pode ser utilizada como alternativa no processo de irrigação na fase inicial do crescimento da cana-de-açúcar.

As variedades apresentam boa adaptação ao sistema de irrigação com água residuária, podendo ser usadas como genitoras em trabalhos de hibridação.

Referências

- Araújo, S. D. (2011). A região semiárida do Nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. *Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE*, 5(5), 88-98.
- Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985). *Water quality for agriculture* (Vol. 29). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira da cana-de-açúcar: CONAB. 2019. 65p.
- Cavalcanti, F. D. A., Santos, J. C. P., Pereira, J. R., Leite, J. P., Silva, M. C. L., Freire, F. J., & Burgos, N. (2008). Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. (3a ed.), *Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA*.
- Costa, K. D. S., Carvalho, I. D. E., Silva Santos, L., dos Santos, P. R., & Silva, J. W. (2013). Seleção de descritores em cana-de-açúcar por meio de componentes principais. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8(1), 207-210.
- Cruz, C. D. (2006). *Programa Genes: estatística experimental e matrizes*. UFV.
- Dutra Filho, J. A., Bastos, G. Q., Machado, P. R., Silva, L. J., Simões Neto, D. E., Chaves, A., & Silva, F. S. G. (2012). Estimativa do ganho por seleção para produtividade em famílias de cana-de-açúcar. *Comunicata Scientiae*, 3(1), 35-40.
- Dutra Filho, J. A., Junior, T. C., & Simoes Neto, D. E. (2014). Phenotype adaptability and stability of sugarcane genotypes in the sugarcane belt of the State of Pernambuco, Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 13(3), 6865-6877.
- Dutra Filho, J. A., Junior, T. C., Neto, D. S., Souto, L. S., & Souza, R. G. D. L. A. (2018). Determination of the number of harvests to select elite sugarcane genotypes in NE Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 17(1).

Fernandes, M. F., Procopio, S. D. O., Teles, D. A., de Sena Filho, J. G., Cargnelutti Filho, A., & Andrade, C. (2013). Crescimento e fixação biológica de nitrogênio de *Gluconacetobacter diazotrophicus* na presença de inseticidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar. *Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

Francis, C. A., Rutger, J. N., & Palmer, A. F. E. (1969). A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.) 1. *Crop Science*, 9(5), 537-539.

Freitas, C. A., Silva, A. R., Bezerra, F. M., Mota, F. S., Gonçalves, L. R., & Barros, E. M. (2013). Efluente de esgoto doméstico tratado e reutilizado como fonte hídrica alternativa para a produção de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(7), 727-734.

Hermann, E. R., & Câmara, G. M. S. (1999). Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. *Revista da STAB*, 17(1), 32-34.

Lacerda, C. D., Cambraia, J., Oliva, M. A., & Ruiz, H. A. (2004). Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28(2), 289-295.

Manso, R. T., Alves, D. K. M., Soares, F. A. L., Cunha, F. N., Teixeira, M. B., & Moraes, W. A. (2016). Produtividade de tomateiros irrigados com água residuária de suinocultura. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 10(6), 1075.

Medeiros, J. F. D., Lisboa, R. D. A., Oliveira, M. D., Silva Júnior, M. J. D., & Alves, L. P. (2003). Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7(3), 469-472.

Oliveira, R. A., Daros, E., Bepalhok Filho, J. C., Zambon, J. L. C., Ido, O. T., Weber, H., Resende, M. D. V., & Hugo, Z. E. N. I. (2008). Seleção de famílias de cana-de-açúcar via modelos mistos. *Scientia Agraria*, 9(3), 269-274.

Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Oliveira, J. B., Coelho, M. R., Lumberras, J. F., & Cunha, T. J. F. (2018) Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 356p.

Santos Júnior, J. A., Barros Júnior, G., Santos, J. K. L., & Brito, E. T. F. S. (2013). Uso racional da água: ações interdisciplinares em escola rural do semiárido brasileiro. *Revista Ambiente & Água*, 8(1), 263-271

Silva Lacchine, P., Nascimento, J. M. L., de Lima, W. L., & Queiroz, M. A. Á. (2017). Viabilidade do uso de água residuária na agricultura familiar. *Revista Semiárido De Visu*, 5(3), 158-166.

Silva Dias, N., Sousa Neto, O. N., Andrade Filho, J., Nascimento, I. B., Medeiros, J. F., & Cosme, C. R. (2013). Atributos químicos de solo fertirrigado com água residuária no semiárido brasileiro. *Irriga*, 18(4), 661-674.

Silva, J. L. D. A., Medeiros, J. F. D., Alves, S. S., Oliveira, F. D. A. D., Silva Junior, M. J. D., & Nascimento, I. B. D. (2014). Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18, 66-72.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Odair Honorato de Oliveira – 25%

Mariana Cabral Pinto – 15%

Lauter Silva Souto – 15%

João de Andrade Dutra Filho – 15%

Rômulo Gil de Luna – 15%

Anielson dos Santos Souza – 15%