

## DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO

IVO Z. GONÇALVES<sup>1</sup>, EDUARDO A. A. BARBOSA<sup>1</sup>, LEONARDO N. S. SANTOS<sup>1</sup>,  
DANIEL, R. C. FEITOSA<sup>2</sup>, EDSON E. MATSURA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MSc. engenheiro agrônomo, doutorando FEAGRI/UNICAMP (Av. Candido Rondon, 501 - Cidade Universitária, Campinas - SP), ivo.zution@gmail.com; eduardo.agnellos@gmail.com; nazarioss@yahoo.com.br

<sup>2</sup>MSc. engenheiro agrônomo, Bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (Instituto nacional do semiárido), daniel.feitosa@yahoo.com.br

<sup>3</sup>DSc. Engenheiro agrônomo, professor titular FEAGRI/UNICAMP (Av. Candido Rondon, 501 - Cidade Universitária, Campinas - SP); eematsura@gmail.com

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Com a escassez dos recursos hídricos, é cada vez maior o uso de fontes alternativas para a irrigação. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) irrigada com esgoto doméstico tratado via gotejamento subsuperficial comparada com o cultivo irrigado com água de reservatório, ambos com as fitas gotejadoras enterradas em duas profundidades, e não irrigado. O estudo foi realizado no Campo Experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, no final do ciclo da 1<sup>o</sup> soca. O Manejo da irrigação foi feito através da técnica TDR, a variedade estudada foi a RB867515 e os tratamentos utilizados foram: irrigação com água de reservatório e com esgoto doméstico com as fitas gotejadoras enterradas a 0,2 m e a 0,4 m com fertirrigação, e o cultivo convencional sem irrigação. Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância, e quando significativo foi utilizado Scott Knott a 5% de probabilidade. Os cultivos irrigados apresentaram maiores áreas foliares, volume de colmos e produtividade em relação ao não irrigado. Entre os tratamentos irrigados, a instalações das fitas gotejadoras em diferentes profundidades e as qualidades de água pouco influenciaram na produtividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Saccharum officinarum* L., reuso de água, gotejamento subsuperficial, efluente de esgoto doméstico.

## VEGETATIVE GROWTH OF SUGARCANE IRRIGATED WITH TREATED DOMESTIC SEWAGE

**ABSTRACT:** With the water scarcity resources, it's increasing the use of alternative sources for irrigation. Thus the aim of this study was to evaluate the vegetative growth of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) irrigated with treated domestic sewage by subsurface drip irrigation compared with reservoir water, both with the drip tapes buried at two depths and non-irrigated. The study was carried on Experimental Area of the Agricultural Engineering Faculty, Campinas State University, at the end of the 1st ratoon cycle. The Irrigation management was done by TDR technique, the studied variety was RB867515 and the treatments were: irrigation with reservoir water and domestic sewage with the drip tapes buried at 0.2 m and 0.4 m with fertigation and conventional cultivation without irrigation. The data were analyzed using the F test of variance analysis, and when the mean were significant

was used Scott Knott test at 5% probability. The irrigated crops had greater leaf area, stem volume and productivity in relation to non-irrigated. Between the treatments irrigated, the installation of drip tapes at different depths and qualities of water had little influence on productivity.

**KEYWORDS:** *Saccharum officinarum* L., water reuse, drip irrigation, effluent from domestic sewage.

## INTRODUÇÃO

A produção brasileira de cana-de-açúcar estimada para a safra de 2014/2015 é 2,0% maior que em relação à safra anterior, devido a continua expansão dos canaviais, entretanto, a produtividade estimada é de 73,569 t.ha<sup>-1</sup>, valor este abaixo da última colheita, devido principalmente às condições climáticas adversas relacionadas à falta de chuvas que afetaram a região centro-sul do país, sendo esta a maior região produtora (CONAB, 2014).

O problema é agravado, quando a expansão da cultura se dá para regiões onde há precipitações insuficientes para o ciclo da cultura e ainda onde os recursos hídricos são limitados para a prática da irrigação, e com isso levando a baixos rendimentos de colmo no cultivo da cana-de-açúcar.

Diante do exposto, uma alternativa para o aumento na produtividade da cultura canavieira é o reuso direto de esgoto doméstico tratado (EDT), pois é fonte de água e nutrientes para as plantas, além de sua importância ambiental, visto que com a prática de reuso, o esgoto deixa de ser lançado no ambiente aquático e no solo, mantendo as águas superficiais potáveis para o abastecimento humano e a dessedentação animal, preservando ainda a fauna e flora aquática.

Pesquisas realizadas no Brasil, especificamente na cultura da cana-de-açúcar em gotejamento subsuperficial, apontam que o EDT proporcionou ganhos na produtividade alcançando até 247 t.ha<sup>-1</sup>, mais que 60% em relação ao cultivo não irrigado (LEAL, et al. 2009), pois o EDT é fonte em água e nutrientes, todavia, ainda são escassas as pesquisas com o reuso de EDT na produção da cultura, especificamente comparando com cultivos irrigados com outras fontes hídricas e em sistema de gotejamento subsuperficial com diferentes profundidades de instalação da fita gotejadora.

Dessa forma, este estudo objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo da cultura da cana-de-açúcar irrigada em sistema de gotejamento subsuperficial, com aplicação de esgoto doméstico tratado e água de reservatório superficial com a fita gotejadora instalada em diferentes profundidades, além do cultivo não irrigado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, FEAGRI/UNICAMP, Campinas, SP, localizado nas coordenadas geográficas: Latitude 22°53'S e Longitude 47°05'W a uma altitude de 620 m.

Segundo a classificação climática de Köppen o clima da cidade de Campinas é Cwa/Cfa, ou seja, clima subtropical/tropical de altitude, com temperatura média anual de 22,3 °C, umidade relativa média anual de 62% e pluviometria total anual de 1425 mm. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006). Os meteoros do clima estão sendo obtidos a partir da estação meteorológica automática localizada ao lado da área de cultivo.

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado em maio de 2011 e a variedade adotada foi a RB867515, a qual se caracteriza por crescimento rápido, elevada produtividade e teor de sacarose, porte alto e crescimento ereto, colmo de cor verde arroxeadado, de alta densidade e fácil despalha, além de ser a mais cultivada no Brasil em área desde 2007 (CTC, 2012).

Cada parcela experimental possui área de 98,6 m<sup>2</sup> (5,8 x 17 m), sendo a área total do experimento de 1479 m<sup>2</sup> (15 parcelas), sendo cultivadas com 3 linhas duplas de cana, considerando as duas dos extremos como bordadura e a central como linha útil. O espaçamento entre o centro das linhas duplas (compostas por duas fileiras espaçadas 0,4 m) é de 1,8 m.

A água utilizada para a irrigação esta sendo proveniente de duas origens, água de reservatório superficial e o esgoto doméstico tratado, este ultimo obtido a partir do sistema de tratamento de efluentes construído no campo experimental da FEAGRI/UNICAMP.

O sistema de tratamento constitui-se por reator anaeróbico de 4,19 m<sup>3</sup> compartimentado, a partir do qual, por meio de tubulações, o esgoto é conduzido até seis leitos com cultivo de macrofitas, detalhes construtivos do sistema de tratamento encontram-se descritos por Zanella (2008).

Foram considerados na área experimental 3 blocos, considerando 5 tratamentos totalizando 15 parcelas, sendo os fatores a qualidade da água utilizada e a profundidade de instalação da fita gotejadora (Tabela 1).

TABELA 1. Tratamentos implantados na área experimental. **Treatments implemented in the experimental area.**

Tratamento	Origem da água	Profundidade fita gotejadora (m)	Vazão (L.h <sup>-1</sup> )
<i>SI</i>	Sem irrigação	-	-
<i>E20</i>	<i>EDT</i>	0,20	1,6
<i>E40</i>	<i>EDT</i>	0,40	1,6
<i>A20</i>	<i>ARS</i>	0,20	1,0
<i>A40</i>	<i>ARS</i>	0,40	1,0

*EDT* - Esgoto doméstico tratado; *ARS* - Água de reservatório superficial.

Para os tratamentos irrigados foi instalado o sistema de gotejamento subsuperficial no centro das linhas duplas nas profundidades de 0,20 e 0,40 m, de acordo com a Figura 1.

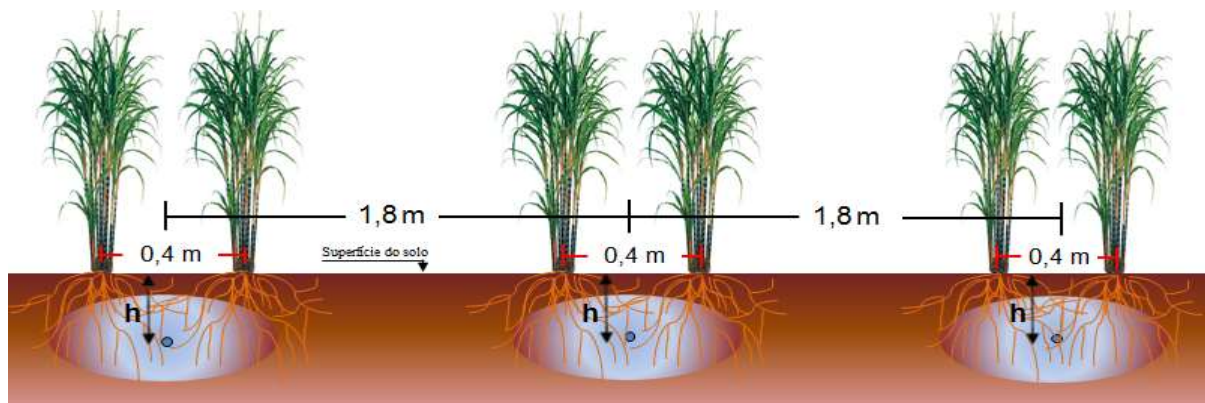


FIGURA 1. Instalação dos gotejadores e espaçamento de plantio no sentido longitudinal da parcela. **Installation of drippers and planting distance in the longitudinal direction of the plot.**

O tubo gotejador utilizado é autocompensante, com espaçamento entre emissores de 0,55 e 0,65 m para as vazões de 1,0 e 1,6 L h<sup>-1</sup> respectivamente. Todos os tratamentos irrigados são fertirrigados com adubação química mineral, considerando a qualidade

nutricional da origem da água utilizada, e os nutrientes aplicados conforme a marcha de absorção de nutrientes da cana-de-açúcar de acordo com as recomendações apresentadas por Haag et al. (1987), já a adubação no tratamento sem irrigação foi realizada em cobertura, sendo 120, 40 e 60 para N (nitrato de cálcio), P (fosfato monoamônico) e K (sulfato de potássio) respectivamente conforme recomendação de Rossetto et al. (2008).

Para o manejo da irrigação foi utilizado balanço de água no solo através do monitoramento do seu teor através da técnica do TDR (reflectometria no domínio do tempo) calibrado com as características do solo (Souza et al. 2001). Em campo, foram instaladas 5 sondas por tratamento nos blocos centrais com distância de 0,15 m no sentido longitudinal, até a profundidades de 1,0 m, obtendo assim o monitoramento da água no solo na zona efetiva radicular. Entretanto, foram consideradas para o cálculo da lamina de irrigação aplicada para as parcelas com a fita gotejadora instalada a 0,20 m as sondas até 0,60 m, e para a fita a 0,40 m as sondas de 0,20 a 0,80 m, evitando-se dessa forma sub ou superestimar a lamina de água aplicada.

Após a passagem pelo cabeçal de controle e filtros foram coletadas mensalmente amostras da ARS e EDT para realização de análises físicas e químicas.

As amostras foram coletadas e acondicionadas de acordo com a recomendação padronizada – Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 1999). Os parâmetros analisados foram: sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn), enxofre (S), ferro (Fe), boro (B), potássio (K), fósforo (P), nitrogênio total (Nt), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), condutividade elétrica (CE) e pH. Dessa forma, a qualidade da água será avaliada segundo suas qualidades para o uso na irrigação segundo a literatura (PESCOD, 1992; FEIGIN et al. 1991; BOUWER & CHANEY, 1974).

As medições no desenvolvimento vegetativo foi realizada aos 279 dias após o corte (DAC) da cana planta, em 5 plantas para cada parcela nos blocos centrais em todos os tratamentos. Foi realizada a contagem direta do número de perfilhos, o diâmetro médio do colmo foi calculado a partir das médias do diâmetro superior, médio e inferior, medido por paquímetro digital. Utilizando-se uma trena, foi medida a altura da planta desde o nível do solo até a primeira aurícula visível, a altura do colmo também foi medida do nível do solo até, para a área foliar foi com auxílio de fita métrica foi medida o comprimento e a largura da folha +3, para que posteriormente pudesse ser calcula, segundo Equação 1 de Hermann e Câmara (1999). O volume de colmos foi calculado pelo produto da área da seção transversal, considerada cilíndrica, pela altura dos colmos, o volume de colmos  $m^3 \cdot ha^{-1}$ , e o produto da área foliar pelo número de perfilhos por  $m^2$  deu origem ao índice de área foliar em  $m^2$  por  $m^2$  de solo.

$$AF = C.L.0,75.(N+2) \quad (1)$$

em que,

AF – área foliar,  $m^2$ ;

C – comprimento da folha +3, m;

L – largura da folha +3, m; e

N – é o número de folhas emergentes abertas.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância, e quando foram significativas às médias foram comparadas aplicando-se o teste de Scott Knot, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 e 3 observam-se os dados de clima e o volume mensal irrigado durante a primeira soca da cana-de-açúcar.

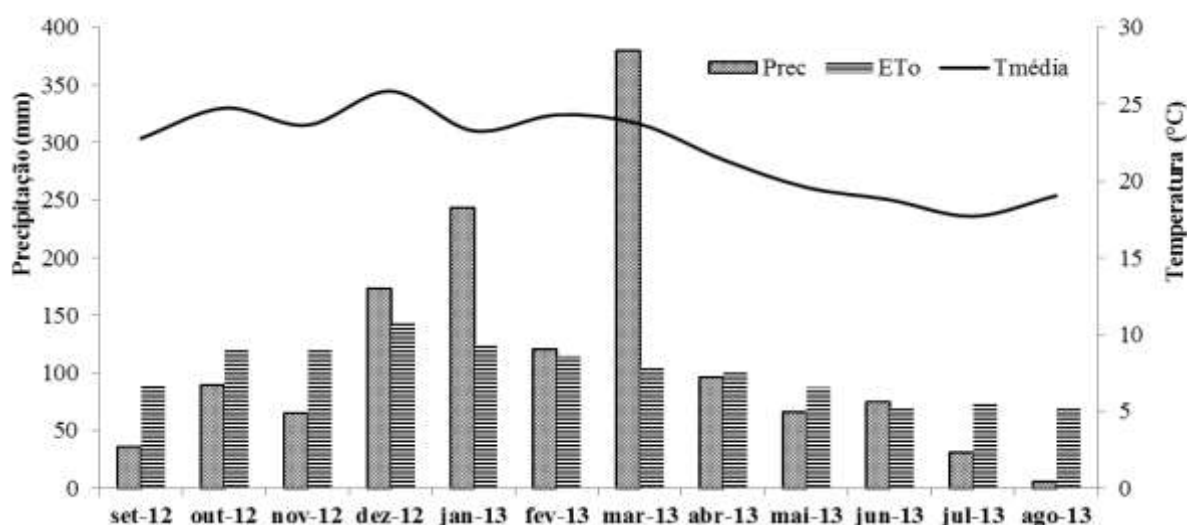


FIGURA 2. Caracterização mensal climática durante a primeira soca da cana-de-açúcar.  
**Monthly climatic characterization during the first ratoon of sugar cane.**

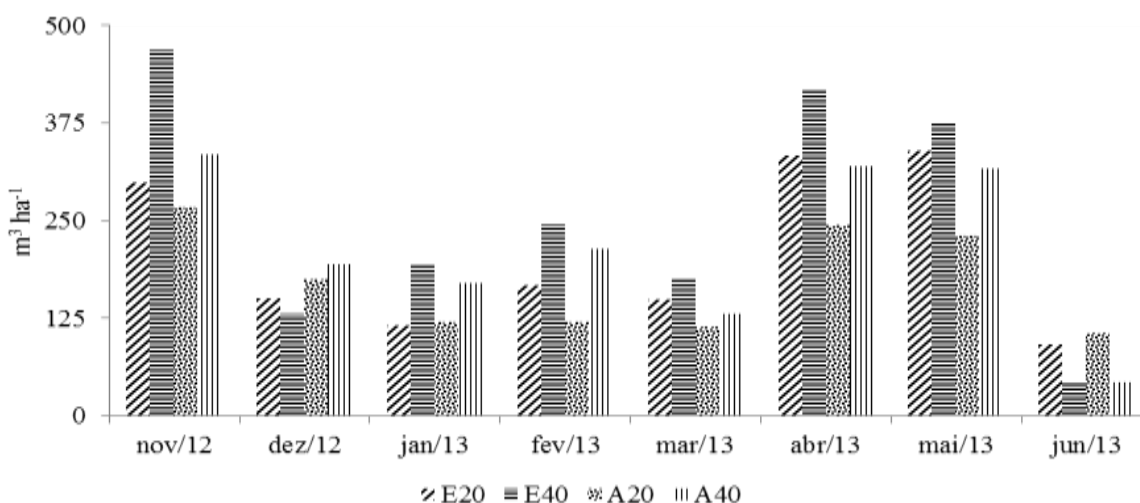


FIGURA 3. Volume irrigado mensal para todos os tratamentos durante a primeira soca.  
**Irrigated monthly volume for all treatments during the first ratoon.**

O total precipitado durante a segunda soca foi 1378,78 mm, com média mensal de 114,90 mm, valores superiores a ETP que totalizou 1217,45 mm e média de 101,45 mm, entretanto, a distribuição das chuvas durante o período foi irregular. Observa-se que o período de dezembro de 2012 a março de 2013 como os únicos meses em que o volume precipitado foi maior que a ETP, período este correspondendo a 66,47% de todo o volume chuvas com 916,50 mm, conseqüentemente este mesmo período apresentou o menor volume irrigado para todos os tratamentos, exceção ao mês de junho de 2013 quando foi cortada a irrigação no vigésimo segundo dia do mês para dar início ao estresse hídrico visando acumulação de sacarose pela cultura. A temperatura média durante a segunda soca foi de 22,06 °C, apresentando seu valor máximo médio a 25,85 °C em dezembro de 2012 coincidindo neste mesmo mês com o maior valor de ETP no período com 142,3 mm, já a temperatura média mínima foi em julho/2013 com 17,70 °C.

Em linhas gerais, foi um período típico para a região de Campinas – SP, apresentando altos volumes precipitados e mal distribuídos durante o período, com verões chuvosos e úmidos e invernos frios e secos, dessa forma foi necessário à intervenção da prática da irrigação.

Em relação à Figura 3, os tratamentos em ordem decrescente de demanda por água durante a primeira soca foi E40 > A40 > E20 > A20 com 2056,80; 1724,8; 1643,3 e 1375,9 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> respectivamente, sendo as parcelas irrigadas com as fitas a 0,40 m demandou maior volume de irrigação comparada às fitas a 020 m. Nota-se ainda que os maiores volumes irrigados foram nos meses de novembro de 2012, abril e maio de 2013, por causa do menor volume precipitado neste período.

Na Tabela 2 esta apresentada à média da qualidade da água utilizada na irrigação no período chuvoso e seco.

TABELA 2. Concentração média da qualidade das águas utilizadas na irrigação durante o período chuvoso e seco. **Average concentration of water quality used for irrigation during the rainy and dry season.**

Atributo	Período chuvoso		Período Seco		Padrão EDT	Referência EDT
	EDT	ARS	EDT	ARS		
$N_t$ (mg.L <sup>-1</sup> )	59,23	1,06	98,05	0,68	10 to 50	Feigin et al. (1991)
$P$ (mg.L <sup>-1</sup> )	8,57	0,04	20,50	0,04	4,2 to 9,7	Bouwer & Chaney (1974)
$K$ (mg.L <sup>-1</sup> )	25,00	1,35	26,70	0,81	10 to 40	Feigin et al. (1991)
$Ca$ (mg.L <sup>-1</sup> )	18,56	3,70	21,60	4,40	20 to 120	Feigin et al. (1991)
$Mg$ (mg.L <sup>-1</sup> )	3,30	2,48	3,80	3,18	10 to 50	Feigin et al. (1991)
$S$ (mg.L <sup>-1</sup> )	14,60	< 5	6,15	< 5	-	-
$Na$ (mg.L <sup>-1</sup> )	56,36	2,20	76,70	2,20	50 to 250	Feigin et al. (1991)
$B$ (mg.L <sup>-1</sup> )	0,31	< 0,001	0,20	< 0,001	0 to 1	Feigin et al. (1991)
$Fe$ (mg.L <sup>-1</sup> )	0,84	0,20	0,93	0,25	-	-
$Mn$ (mg.L <sup>-1</sup> )	0,08	0,03	0,06	0,02	-	-
$Zn$ (mg.L <sup>-1</sup> )	0,08	0,08	0,05	0,05	-	-
$DBO$ (mg.L <sup>-1</sup> )	5,00	4,20	14,70	4,85	-	-
$Ce$ (μS.cm <sup>-1</sup> )	0,99	0,07	1,24	0,06	-	-
$pH$ (25°C)	7,70	7,33	7,21	7,23	6,5 to 8,4	Pescod (1992)

EDT - Esgoto doméstico tratado; ARS - Água de reservatório superficial.

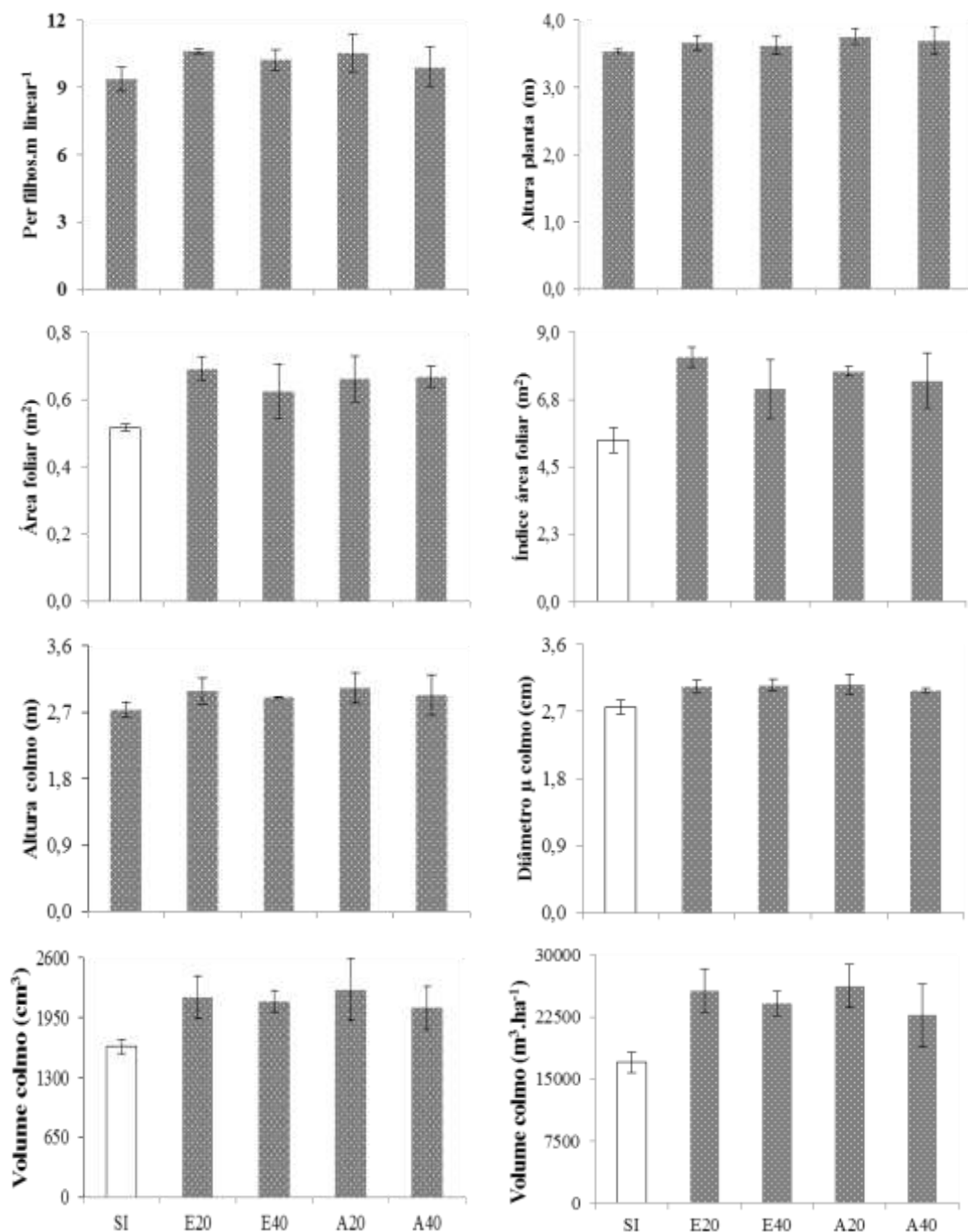
A concentração média de nutrientes no EDT é superior a ARS principalmente para o N, P, K, Ca e S em ambos os períodos de análise para a primeira soca, com o N e o P apresentando concentrações no período chuvoso de chegando a 1,96 e 2,11 vezes superiores aos padrões para este tipo de efluente, sendo estas altas concentrações de N podendo trazer problemas de contaminação por nitrato em profundidade, principalmente quando aplicado em demasia antes de eventos de chuva. O Na, apesar de estar dentro das concentrações padrões, apresenta altas concentrações quando comparado a ARS, podendo sodificar o solo e trazer problemas de toxidez as plantas dependendo do volume e frequência de irrigação, consequentemente a Ce também apresentou maiores médias. As concentrações médias de micronutrientes também foram superiores no EDT em ambos os períodos, mostrando, podendo o efluente ser significativa fonte destes íons para a produção agrícola.

Em relação aos parâmetros biológicos, o EDT apresentou maior concentração média de CF comparada com a ARS nos períodos avaliados, muito comum estes resultados devido a

origens de cada água utilizada, pois a qualidade biológica do EDT para os atributos discriminados sofre influencia direta do trato intestinal humano.

Na literatura, podemos citar os trabalhos de Freitas et al. (2012) e Leal et al. (2009) todos realizados no Brasil, apresentaram qualidade do esgoto, utilizada na produção da cana-de-açúcar, semelhantes ao presente trabalho, com altas concentrações de macronutrientes e sódio em relação as águas de fontes superficiais e poços.

Na Figura 4 encontram-se os atributos referentes ao desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar aos 279 DAC nos tratamentos avaliados.



Cores iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significancia pelo teste de Scott Knot.

FIGURA 4. Desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar aos 279 DAC. **Vegetative growth of sugarcane to 279 DAC.**

Os resultados mostram que o desenvolvimento vegetativo nos tratamentos irrigados são maiores estatisticamente em relação ao cultivo sem irrigação para todas as variáveis apresentadas, com exceção da altura de colmo, perfilho e altura da planta. Estes resultados são devidos, principalmente, devido a maior disponibilidade hídrica no solo influenciado pela prática da irrigação, pois a água é vital para o metabolismo vegetal e sua falta pode comprometer o desenvolvimento durante o ciclo da cultura da cana-de-açúcar.

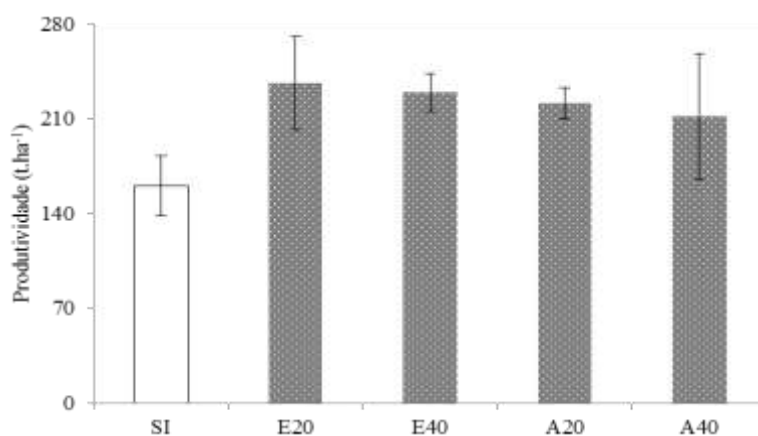
A maior área foliar favorece maior captação de luz pelas plantas, aumentando a fotossíntese líquida, conseqüentemente convertendo a energia luminosa junto ao gás carbônico em biomassa, proporcionando no caso da cana-de-açúcar um maior ganho no rendimento de colmos.

O desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar é altamente dependente de fatores climáticos, em que as variações de temperatura, disponibilidade de água e intensidade de luz exercem grande influencia no desenvolvimento fenológico da cultura afetando sua produtividade (SILVA et al. 2010). Mesmo a cana-de-açúcar sendo uma espécie moderadamente sensível ao estresse hídrico (MAAS & HOFFMAN, 1977), em longos períodos de estresse, o desenvolvimento vegetativo pode ser comprometido, neste caso, durante o mês de novembro de 2012 e após o período das chuvas, as irrigações acrescentaram maior biomassa em relação ao tratamento não irrigado.

Em relação aos resultados entre os tratamentos irrigados, não houve diferença estatística, pois teoricamente as irrigações atenderam a demanda hídrica de todos os tratamentos, além de que todos foram fertirrigados atendendo a demanda nutricional da cultura, e a profundidade de instalação da fita gotejadora não influenciou significativamente nos parâmetros analisados de forma distinta.

Em um estudo visando avaliar o desenvolvimento da cana-de-açúcar utilizando-se esgoto doméstico tratado e água de poço freático em Fortaleza - CE, Freitas et al. (2012) constatou maiores diâmetros de colmo, altura da planta e altura do colmo para os tratamentos irrigados com o efluente, entretanto, os tratamentos não recebiam fertirrigação mineral complementando as qualidade de água, os autores ainda afirmaram que o aumento da disponibilidade hídrica favorece o desenvolvimento vegetativo, independente da qualidade hídrica, com a lamina equivalente a 150% da ETo apresentando as maiores médias estatisticamente independentemente da qualidade de água utilizada.

Na Figura 5, esta apresentada à produtividade da cana-de-açúcar para todos os tratamentos.



Cores iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significancia pelo teste de Scott Knot.

**FIGURA 5. Produtividade da cana-de-açúcar na primeira soca para cada tratamento. Yield sugar cane in the first ratoon for each treatment.**



Em relação à produtividade, os tratamentos irrigados não apresentaram diferenças significativas entre si, entretanto, foram maiores quando comparadas com o tratamento sem irrigação, devido ao maior volume de colmos como já discutido na Figura 4. Como os tratamentos irrigados receberam quantidades de nutrientes aportadas ao solo em relação ao N, P e K necessárias ao seu desenvolvimento complementadas via fertirrigação quando insuficientes em relação à qualidade da água, principalmente no caso dos tratamentos irrigados com ARS, a fita gotejadora instalada em diferentes profundidades poderia influenciar nos resultados, mas estatisticamente não houve diferença, e nem quantidades de micronutrientes aportadas pelo EDT e Ca, Mg e S foram suficientes para que os resultados entre as qualidades de água distinguissem significativamente.

Entretanto, tal resultado foi positivo, pois, mesmo que na primeira soca de cultivo os tratamentos irrigados com EDT apresentaram produtividades estatisticamente iguais aos irrigados com água, o EDT proporcionou uma economia de fertilizantes de quase 100% em nitrogênio, mais de 40% em fósforo e mais de 50% em potássio considerando a média dos tratamentos irrigados com o efluente doméstico, além de economia em água e ainda evitando o lançamento do efluente nos corpos d'água causando problemas ambientais.

Estudos com cana-de-açúcar realizados no Brasil com aplicação de esgoto doméstico também reforçam os presentes resultados, Leal et al. (2009) constatou, de modo geral, que o tratamento controle sem irrigação apresentou produtividade menor estatisticamente quando comparado com as lamina de esgoto doméstico tratado aplicadas. Deon et al. (2010) afirma em seu estudo que o esgoto doméstico tratado aumentou a produtividade da cana-de-açúcar com o aumento da lamina aplicada na primeira e segunda soca avaliada, além de reduzir a adubação nitrogenada devido a quantidade de nitrogênio aportada ao solo pelo efluente via irrigação.

## CONCLUSÕES

A irrigação com esgoto doméstico tratado proporciona, na primeira soca, maior desenvolvimento vegetativo à cultura da cana-de-açúcar comparada ao manejo sem irrigação levando a maior produtividade.

A qualidade da água e a profundidade de instalação da fita gotejadora pouco influenciam na produtividade da cana-de-açúcar na primeira soca, em sistema com fertirrigação complementar.

Entre os tratamentos irrigados, o esgoto doméstico tratado contribui para a redução de nitrogênio, fósforo e potássio recomendados a cana-de-açúcar.

Pesquisas em longo prazo com reuso de esgoto doméstico tratado no cultivo da cultura de cana-de-açúcar são necessárias para a sustentabilidade da prática do reuso com este tipo de efluente.

## AGRADECIMENTOS

A Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio.

## REFERÊNCIAS

APHA (American Public Health Association): **Standard methods for the examination for water and wastewater**. 20 ed. Washington, D.C., 1999. 1220p.

BOUWER, H.; CHANEY, R.L. Land treatment of wastewater. *Advances in Agronomy*, v.26, p.133-176, 1974.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento): **Cana-de-açúcar - 1º Levantamento de safra 2014/2015, abril/2014**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>. Acesso em 21 de abril de 2014.

CTC (Centro de Tecnologia Canavieira): **Censo varietal e de produtividade, 2012**, 19p. Disponível em: <http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/Censo2012.pdf>. Acesso em: abril de 2014.

DEON, M. D.; GOMES, T. M.; MELF, A. J.; MONTES, C. R.; SILVA, E. Produtividade e qualidade da cana-de-açúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.45, n.10, p.1149-1156, out. 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. Irrigation with treated sewage effluent: management for environmental protection. Berlin: Springer, 1991. 224p.

FREITAS, C. A. S.; SILVA, A. R. A. BEZERRA, F. M. L. FERREIRA, C. S. ANDRADE, R. R. Crescimento vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) irrigada com água de esgoto doméstico tratado. **Conex. Ci. e Tecnol. Fortaleza**, v. 6, n. 1, p. 27-43, mar. 2012.

HAAG, H. P.; DECHEN, A. R.; CARMELLO, Q. A. C. Nutrição mineral da cana-de-açúcar. In: S.B. Paranhos, **Cana-de-açúcar, Cultivo e Utilização**. Campinas: Fundação Cargill. V.1, p. 88-162. 1987.

HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Revista da STAB**, v. 17, p. 32-34, 1999.

LEAL, R. M. P.; FIRME, L. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J. ; PIEDADE, S. M. S. Soil exchangeable cations, sugarcane production and nutrient uptake after wastewater irrigation. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 242-249, 2009.

MAAS, E. V. & G. J. HOFFMAN. **Crop salt tolerance - current assessment**. J. Irrig. And Drainage Div., ASCE 103(IR2):115-134, 1977.

PESCOD, M.B. Wastewater treatment and use in agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization, 1992. 125p. (Irrigation and Drainage Paper, 47).

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. fertilidade do solo, nutrição e adubação. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008, 882p.

SILVA, M. A.; SANTOS C. M.; ARANTES M. T.; PINCELLI, R. T. Fenologia da cana-de-açúcar. In: **Tópicos em ecofisiologia da cana-de-açúcar**. CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A. ROSSETO, R. SORRATO, R. P. (eds.). Botucatu – SP, FEPAF, pp. 8-21, 2010.

SOUZA, C. F.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Experiência do Laboratório de Irrigação e Drenagem da Faculdade de Engenharia Agrícola/Unicamp no uso da técnica de TDR. In: MATSURA, E. E. (Org.). **Aplicações da Técnica de TDR na Agricultura**. 1ª. ed. Campinas: Biblioteca da Área de Engenharia (BAE) - UNICAMP, 2001, 178p.

ZANELLA, L. **Plantas Ornamentais no pós-tratamento de efluentes sanitários: Wetlands construídos utilizando brita e bambu como suporte**. 2008. 181p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP.