

PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR FERTIRRIGADA COM N E K VIA GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL

ALEXANDRE B. DALRI¹, RAIMUNDO L. CRUZ²

RESUMO: O objetivo deste trabalho consistiu no estudo da fertirrigação por gotejamento subsuperficial na produtividade da cana-de-açúcar, no segundo e terceiro ciclos de cultivo, e os efeitos nos índices tecnológicos na cultura. O experimento foi desenvolvido na área experimental da Faculdade de Ciências Agrônômicas, FCA/UNESP - Botucatu. O tubo gotejador foi instalado a 30 cm de profundidade e sob a fileira de plantio da cana-de-açúcar. A variedade cultivada foi a RB 72454. O tratamento com a aplicação da maior dose de NK via fertirrigação foi o que respondeu melhor, apresentando produtividade de colmos de 190,01 t ha⁻¹ e 168,80 t ha⁻¹ para o segundo e terceiro ciclos, respectivamente. A fertirrigação não alterou a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar nos dois ciclos estudados e proporcionou incrementos na produção de colmos em relação à testemunha, de 43,5% e 67,2%, para o segundo e terceiro cortes, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: fertirrigação, *Saccharum spp.*, irrigação por gotejamento.

PRODUCTIVITY OF SUGARCANE FERTIGATION WITH NK BY SUBSURFACE DRIP

ABSTRACT: The objective of this work consisted in the study of the fertigation and subsurface drip irrigation in the sugarcane productivity, in the second and the third seasons and technological effects in the growth. The experiment was developed in the experimental area of the Agronomical Sciences Faculty, FCA/UNESP - Botucatu, Brazil. The drip pipe was installed at 30 cm of depth and under the plantation line of sugar cane RB 72454 variety. The fertigation treatment with the biggest dose presented the better yield, with 190.01 t ha⁻¹ and 168.80 t ha⁻¹ to the second and the third harvest, respectively. The fertigation did not modify the technological qualities of the sugarcane in the two studied seasons, and the irrigation provided 43.5% and 67.2% of increments in the production of stem, to the second and third cut, respectively.

KEYWORDS: fertigation, *Saccharum spp.*, drip irrigation.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do Brasil, fornecendo à indústria sucroalcooleira matéria-prima para a produção de álcool, de açúcar, de alimentação animal e também atuando como fonte de energia, por meio do bagaço, para a geração de eletricidade. A cana-de-açúcar tem por característica ser uma cultura com elevado grau de tecnologia aplicada ao sistema produtivo, como, por exemplo, as elevadas doses de adubo, controle biológico e químico de doenças e plantas daninhas, controle da compactação do solo com uso de pneus de alta flutuação, variedades melhoradas, uso de maturadores, dentre outros. Porém, observa-se nas publicações especializadas, privadas e públicas, que a tecnologia gerada não foi suficiente para mudar significativamente a produtividade média dos canaviais brasileiros (IBGE, 2005); (AGRIANUAL, 2005). Em toda cultura, a água é fator limitante quando se busca extrair o potencial produtivo. Na cana-de-açúcar, a água corresponde a aproximadamente 71% de sua massa fresca. Em todas as pesquisas envolvendo culturas de sequeiro e irrigada, as conclusões são unânimes em afirmar o incremento de produção da cultura irrigada em relação à cultura sem irrigação (DALRI & CRUZ, 2002; DIAS et al., 1999; MATIOLI et al., 1998; LEIVA & BARRANTES, 1998; GUAZZELLI &

¹ Eng^o Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Ciências Agrárias, Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto - SP, Fone: (0XX16) 2101.2134, abdalri@uol.com.br

² Eng^o Agrônomo, Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, UNESP, Botucatu - SP, cruz@fca.unesp.br

Recebido pelo Conselho Editorial em: 26-7-2007

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 2-10-2008

PAES, 1997; BATCHELOR & SOOPRAMANIEN, 1995; ELLIS & LANKFORD, 1990; SCARDUA & ROSENFELD, 1987; VIEIRA et al., 1983; LEME et al., 1982).

A irrigação plena em cana-de-açúcar ainda é pouco difundida, porém seus benefícios para a cultura são vários. MATIOLI et al. (1996) definiram os benefícios da irrigação em cana-de-açúcar em diretos e indiretos. Os benefícios diretos consistem nos aumentos de produtividade agrícola e longevidade das soqueiras, e os benefícios indiretos são aqueles relacionados com a redução de custos no processo produtivo agrícola, proporcionados, por exemplo, pela dispensa de arrendamentos de terras. Soma-se, também, como benefício indireto, a redução com o transporte da cana, no caso de área arrendada mais distante da unidade industrial do que a área irrigada.

Entre todos esses benefícios citados, a possibilidade da aplicação de adubo, principalmente nitrogênio e potássio, via fertirrigação, é outra vantagem, trazendo benefícios indiretos ao planejamento da cultura. As vantagens da fertirrigação, suas limitações e manejo estão descritas em COSTA et al. (1994) e LÓPES (1998).

O principal objetivo da irrigação é suprir as necessidades hídricas das culturas. Essa técnica não funciona isoladamente, mas, sim, conjugada com outras práticas de manejo da cultura. A irrigação, além de proporcionar incremento na produtividade das culturas, permite ampliar o tempo de exploração da planta e o número de colheitas.

Dentre os métodos de irrigação existentes, o sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial (IGS) adapta-se ao tipo de cultivo da cana-de-açúcar. BUI & KINOSHITA (1985), na estação experimental dos plantadores de cana-de-açúcar do Havaí, começaram a testar a viabilidade do gotejamento, iniciando as instalações em plantios comerciais em 1970. Segundo os autores, no final de 1984, a área irrigada de cana-de-açúcar superava 45.400 ha. Desse total, 34.800 ha eram irrigados via IGS.

No Brasil, a irrigação por gotejamento subsuperficial iniciou-se em 1996, com a instalação de experimento na usina São Martinho, em Pradópolis - SP. Os objetivos do experimento foram avaliar as respostas da cana-de-açúcar à aplicação de lâminas de irrigação e as respostas de algumas variedades à irrigação (AGUIAR, 2002).

BAR-YOSEF et al. (1989) e ORON et al. (1991) citam que as principais vantagens do sistema de gotejamento subsuperficial são: redução da perda de água por evaporação direta da superfície do solo, escoamento superficial reduzido, flexibilidade do uso de máquinas agrícolas, maior disponibilidade de nutrientes, uma vez que o ponto de emissão de água se encontra mais próximo da raiz e maior dificuldade de germinação de sementes de ervas daninhas, pois a superfície do solo se mantém com baixo teor de água.

Este trabalho teve como objetivo o estudo da fertirrigação e da irrigação por gotejamento subsuperficial na produtividade da cana-de-açúcar, no segundo ciclo (soca) e no terceiro ciclo (ressoca), e os efeitos nos índices tecnológicos da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Câmpus de Botucatu, UNESP, cujas coordenadas geográficas são: latitude 22°51'03" S, e longitude 48°26'37" W, e altitude média de 786 m, em Nitossolo Vermelho transição para Latossolo, textura média/argilosa, cultivado com a variedade de cana-de-açúcar RB 72454. A temperatura média anual é de 20,5 °C, e a precipitação média anual é de 1.533,2 mm (CUNHA et al., 1999).

A parcela foi composta por quatro linhas de 8 m de comprimento, sendo espaçadas de 1,5 m. A testemunha não foi irrigada, e, em todo o seu desenvolvimento, o manejo foi semelhante às condições da cana-de-açúcar cultivada em condições comerciais.

Após a primeira colheita (cana-planta), que era irrigada pelo sistema IGS, iniciou-se este experimento, sendo realizada amostragem do solo para a análise química (Tabela) 1.

TABELA 1. Características químicas do solo da área experimental. **Chemical characteristics of soil in the experimental area.**

	Camada (cm)	pH CaCl ₂	M.O. (g dm ⁻³)	P _{resina} (mg dm ⁻³)	H+Al	K	Ca	Mg	SB	V%	CTC
mmol _c dm ⁻³											
Área não- irrigada	0 - 20	4,6	17	12	38	1,2	19	9	29	43	67
	20 - 40	5,3	18	49	25	2,1	38	17	57	69	82
	40 - 60	4,4	17	----	40	1,4	18	9	29	42	69
Área irrigada	0 - 20	4,7	14	5	31	0,7	14	6	21	41	52
	20 - 40	4,5	15	5	31	0,7	15	6	22	42	53
	40 - 60	5,7	18	----	20	1,7	41	16	59	75	79

A fita gotejadora (MANTOVANI et al., 2006) foi instalada sob a linha de plantio da cana-de-açúcar, na profundidade média de 30 cm. Os emissores dessa fita gotejadora são do tipo labirinto, integrados à própria parede do tubo, espaçados de 30 cm, com vazão nominal de 1,0 L h⁻¹ a 55 kPa. No final de cada linha lateral, foi instalada válvula antivácuo, prevenindo, dessa maneira, a sucção de partículas do solo.

Em função da análise de fertilidade do solo, foi adotada, no segundo ciclo (cana-soca), adubação-padrão equivalente a 120 kg de N ha⁻¹ e 120 kg de K₂O ha⁻¹, na forma de uréia e nitrato de potássio, respectivamente. Para esse ciclo da cana-de-açúcar, não foi aplicado fósforo. Para o terceiro ciclo da cultura (ressoca), a adubação de nitrogênio e potássio aplicada foi 150 kg de N ha⁻¹ e 180 kg de K₂O ha⁻¹, na forma de uréia e nitrato de potássio, respectivamente. Para esse ciclo da cana, também foram aplicados, no início do crescimento, 30 kg de P₂O₅ ha⁻¹ na forma de superfosfato simples, em todos os tratamentos.

Nos tratamentos fertirrigados, as aplicações dos fertilizantes foram divididas em 18 etapas durante o ciclo da cultura (Tabela 2), com intervalo de 15 dias entre as aplicações. A primeira aplicação ocorreu 30 dias após a colheita. Na Testemunha, tratamento sem irrigação, os fertilizantes eram aplicados no início do ciclo de forma convencional. Em relação ao parcelamento da fertirrigação, adaptaram-se as variações das doses com a curva de extração de potássio estudada por ORLANDO FILHO et al. (1980).

TABELA 2. Parcelamento da fertirrigação e suas respectivas doses proporcionais. **Fertigation parceling and its respective proportional doses.**

Aplicação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
% da dose aplicada	2,5	2,5	2,5	5	5	5	5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	5	5	5	5

A lâmina bruta de irrigação calculada foi fixa, variando-se o turno de rega. O momento correspondente, ao iniciar a irrigação, foi quando o somatório da evapotranspiração diária da cultura superasse 20 mm (eq.(1)). A evapotranspiração diária da cultura foi estimada pelo tanque Classe A, localizado próximo ao experimento.

$$\sum_{i=1}^n (Etc_i - P_i) \geq 20 \text{ mm} \quad (1)$$

em que,

Etc_i - evapotranspiração da cultura no i-ésimo dia, mm, e

P_i - precipitação total no i-ésimo dia, mm.

O valor de 20 mm foi adotado em razão dos resultados encontrados no experimento da cana-planta (primeiro corte), em que se fixaram as lâminas em 10; 20 e 30 mm. Segundo DALRI et al. (2002), a lâmina intermediária (20 mm) apresentou o melhor resultado no aumento de produtividade da cana-de-açúcar, bem como de açúcar teórico recuperável (ATR).

Nas Tabelas 3 e 4, encontram-se os valores de Kc utilizados no manejo da irrigação durante o ciclo da cana-soca e rressoca, bem como o período em que foi interrompida a irrigação para promover o estresse hídrico da cultura. Esse fato teve como objetivo a maturação e a concentração do açúcar, pois, segundo DOORENBOS & KASSAM (1994), durante o período de maturação, a cana-de-açúcar necessita de baixo teor de água no solo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. O tratamento-controle, testemunha (NI), refere-se às parcelas que não receberam água por meio da irrigação, sendo a adubação realizada manualmente, com adubação referente a 100% do padrão recomendado. Os tratamentos denominados NK₅₀, NK₁₀₀ e NK₁₅₀ foram irrigados e receberam o equivalente a 50%, 100% e 150% da adubação de nitrogênio e potássio, respectivamente.

TABELA 3. Valores do coeficiente de cultura (Kc) utilizados no manejo da cana-soca. **Crop coefficient values (Kc) used in the management first ratoon.**

Idade da Cana (dias)	Mês	Coeficiente de Cultura (Kc)
0 - 30	jul./ago.	0,50
31 - 60	ago./set.	0,60
61 - 90	set./out.	0,75
91 - 120	out./nov.	0,85
121 - 180	nov./dez./jan.	0,95
181 - 240	jan./fev./mar.	1,10
241 - 330	mar./abr./maio/jun.	1,20
331 - 350	jun.	sem irrigação

Fonte: Adaptado de DOORENBOS & KASSAM (1994).

TABELA 4. Valores do coeficiente de cultura (Kc) utilizados no manejo da cana-rressoca. **Crop coefficient values (Kc) used in the management second ratoon.**

Idade da Cana (dias)	Mês	Coeficiente de Cultura (Kc)
0 - 30	jun./jul.	0,50
31 - 60	jul./ago.	0,60
61 - 90	ago./set.	0,75
91 - 120	set./out.	0,85
121 - 180	out./nov./dez.	0,95
181 - 240	dez./jan./fev.	1,10
241 - 350	fev. a jun.	1,20
351 - 380	jun./jul.	sem irrigação

Fonte: Adaptado de DOORENBOS & KASSAM (1994).

As variáveis avaliadas da cana-de-açúcar foram: rendimento de colmos (t ha⁻¹), números de colmos industrializáveis por metro, massa seca total, qualidade da matéria-prima avaliada por meio da análise tecnológica de brix%, pol% caldo, pureza, fibra, pol% cana e açúcar teórico recuperável (ATR kg ha⁻¹). Essas análises foram obtidas da coleta de seis colmos por parcela.

Os dados obtidos foram tabelados e analisados estatisticamente, sendo as médias comparadas utilizando o teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As maiores produtividades de cana-de-açúcar obtidas foram nas parcelas irrigadas via IGS. Dentre as parcelas irrigadas, o tratamento fertirrigado com a dose mais elevada de NK foi o que teve a maior produtividade (Tabela 5).

Nos dois ciclos estudados (soca e ressoca), o ganho de produtividade do melhor tratamento em relação à testemunha (tratamento NI) foi 43,5% na soca e 67,2% na ressoca, evidenciando que a irrigação plena junto com a fertirrigação elevou significativamente a produtividade da cultura da cana-de-açúcar.

Em relação à análise estatística dos dados de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, nos ciclos soca e ressoca, houve diferença significativa entre todos os tratamentos fertirrigados (NK₅₀, NK₁₀₀ e NK₁₅₀). Isso demonstra que a cultura respondeu ao aumento da adubação de nitrogênio e potássio.

TABELA 5. Valores médios de produção de colmos da cana-de-açúcar para o segundo e terceiro ciclos. **Average values of sugar-cane yield for second and third cycles.**

Tratamento	Dose (kg ha ⁻¹)		Colmos ¹				
	N	K ₂ O	Massa seca (t ha ⁻¹)	Número de colmos (m ⁻¹)	Produtividade (t ha ⁻¹)	Aumento na produção (%)	ATR (kg ha ⁻¹)
NI	120	120	37,41 a	18,17 ns	132,41a	----	17.809,15 a
NK ₅₀	60	60	40,42 a	16,75 ns	142,17a	7,37	18.897,26 a
NK ₁₀₀	120	120	50,52 b	18,17 ns	171,21b	29,30	21.717,77 b
NK ₁₅₀	180	180	54,39 b	19,83 ns	190,01c	43,50	24.656,35 c
C.V. (%)	----	----	8,15	11,18	4,30	----	5,61
Ressoca							
NI	150	180	28,55 a	15,58 a	100,98 a	----	14.316,88 a
NK ₅₀	75	90	33,26 a	15,25 a	113,12 a	12,02	15.964,20 a
NK ₁₀₀	150	180	39,99 b	14,58 a	138,07 b	36,73	19.689,58 b
NK ₁₅₀	225	270	48,40 c	17,33 b	168,80 c	67,16	24.749,94 c
C.V. (%)	----	----	8,46	4,13	4,96	----	9,46

¹ Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; ns - não-significativo.

A menor produtividade de colmos dos tratamentos fertirrigados foi obtida no tratamento NK₅₀. Essas observações são válidas para a cana-soca e ressoca, pois os resultados das análises estatísticas foram os mesmos nos dois ciclos da cana-de-açúcar.

Na soca, bem como na ressoca, não houve diferenças estatísticas entre o tratamento irrigado (NK₅₀) e a testemunha (NI). Isso evidencia que, mesmo realizando o parcelamento do nitrogênio e do potássio, elevando, conseqüentemente, a eficiência da adubação, a redução em 50% da dose de adubo prejudicou o desenvolvimento da cultura da cana. A redução da adubação no tratamento NK₅₀ foi limitante na produção da cana-de-açúcar, pois o respectivo tratamento foi irrigado, ou seja, a água não foi o fator que limitou a produtividade média desse tratamento em 142,17 t ha⁻¹ para o segundo ciclo, e 113,12 t ha⁻¹ para o terceiro ciclo.

A interpretação dos resultados da análise de variância do parâmetro ATR mostrou que não houve diferença significativa quando se compara o tratamento NI (não-irrigado) e o tratamento NK₅₀, nos ciclos soca e ressoca. A maior produção de ATR foi obtida no tratamento NK₁₅₀, apresentando 24.656,23 kg ha⁻¹ e 24.749,94 kg ha⁻¹, nos ciclos soca e ressoca, respectivamente.

De acordo com os resultados da Tabela 5, nota-se que não foram significativos os números médios de colmos por metro na cana de segundo ciclo. O fato de não haver significância entre os

valores médios, deve-se ao elevado coeficiente de variação encontrado (C.V. = 11,2%) nos dados de perfilhamento da cana-soca.

A esse respeito, uma análise pode ser considerada: para um ano agrícola em condições climáticas semelhantes, a irrigação pode não ser o incremento tecnológico que irá aumentar o perfilhamento da cana-de-açúcar e não irá, necessariamente, aumentar o número de perfilhos, e sim propiciar ganho de massa por colmo.

No terceiro ciclo, o perfilhamento apresentou diferença significativa do tratamento NK₁₅₀ em relação aos outros tratamentos. Isso é indicativo de que a água, necessariamente, não irá aumentar o número de perfilhos e sim o aumento da dose de fertilizante NK, pois o tratamento fertirrigado NK₁₀₀ teve o perfilhamento estatisticamente igual ao tratamento não-irrigado (NI). Vale lembrar que, nesses dois tratamentos citados, as doses de NK foram iguais.

O rendimento de massa seca da cana-soca encontra-se na Tabela 5. O tratamento NK₅₀ e o tratamento NI (não-irrigado) não apresentaram diferenças significativas a 5% de probabilidade. Resultado semelhante ocorreu entre os tratamentos NK₁₀₀ e NK₁₅₀.

No terceiro ciclo de cana-ressoca, o tratamento NK₅₀ e o tratamento NI permanecem não apresentando diferenças estatísticas significativas em todas as variáveis analisadas. Entre os tratamentos NK₁₀₀ e NK₁₅₀, a diferença estatística foi significativa (Tabela 5).

Na Tabela 6, são apresentados os valores médios das análises tecnológicas da cana-soca e ressoca. Observa-se que não houve efeito dos tratamentos na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar nos dois ciclos estudados.

Pode-se afirmar, portanto, que a fertirrigação com as referidas doses de nitrogênio e potássio, não alteram as qualidades tecnológicas da cana-soca e ressoca, variedade RB 72454, nas condições edafoclimáticas do experimento.

TABELA 6. Valores médios da análise tecnológica da cana-de-açúcar, segundo e terceiro ciclos. **Technological analysis average values of the sugar-cane, second and third cycles.**

Tratamento	Dose (kg ha ⁻¹)		Brix	Pol% caldo	Pureza (%)	Fibra	Pol% cana	ATR (kg t ⁻¹)
	N	K ₂ O						
	Soca							
NI	120	120	18,23	15,79	86,55	9,51	13,95	134,45
NK ₅₀	60	60	18,03	15,65	86,29	9,63	13,80	132,96
NK ₁₀₀	120	120	17,50	14,81	84,61	9,55	13,08	126,87
NK ₁₅₀	180	180	17,83	15,32	85,85	9,90	13,45	129,93
F	----	----	0,80 ns ⁽¹⁾	0,92 ns	0,85 ns	0,63 ns	1,13 ns	1,14 ns
C.V. (%) ⁽²⁾	----	----	3,87	5,87	2,18	4,55	5,41	4,81
	Ressoca							
NI	150	180	19,65	16,94	85,96	10,49	14,71	141,52
NK ₅₀	75	90	19,68	17,01	86,40	10,83	14,70	141,26
NK ₁₀₀	150	180	19,70	17,03	86,30	10,39	14,83	142,52
NK ₁₅₀	225	270	20,13	17,71	87,96	10,81	15,30	146,49
F	----	----	0,13 ns	0,23 ns	0,57 ns	0,72 ns	0,22 ns	0,20 ns
C.V. (%)	----	----	6,29	8,75	2,72	4,98	8,26	7,52

⁽¹⁾ não-significativo (P>0,05); ⁽²⁾ coeficiente de variação.

As curvas apresentadas nas Figuras 1(a) e 1(b) são os valores médios de aumento de produção da cana-de-açúcar e de ATR em relação à testemunha. Nota-se, na Figura 1(a), que a fertirrigação com NK para as três respectivas doses proporcionou aumento da produtividade na cana-soca, bem como na ressoca. Os maiores aumentos de produção de colmos devido à fertirrigação foram de

57,6 t ha⁻¹ e 67,8 t ha⁻¹, para a cana de 2^o e 3^o ciclos, respectivamente, com aplicação de NK da ordem de 150% (Figura 1(a)).

A Figura 1(b) está representando as curvas com os respectivos aumentos de produção de ATR (kg ha⁻¹) para a cana-soca e rersoca. A aplicação de 50% da dose recomendada de nitrogênio e de potássio, e a mesma aplicada via fertirrigação proporcionaram à cana-soca e rersoca incrementos de produção de ATR em relação à testemunha, de 6.847,21 kg ha⁻¹ e 10.433,06 kg ha⁻¹, para a cana de 2^o e 3^o ciclos, respectivamente. É importante observar, nas Figuras 1(a) e 1(b), que o tratamento NK₁₅₀ respondeu melhor no ciclo da cana-ressoca do que no anterior.

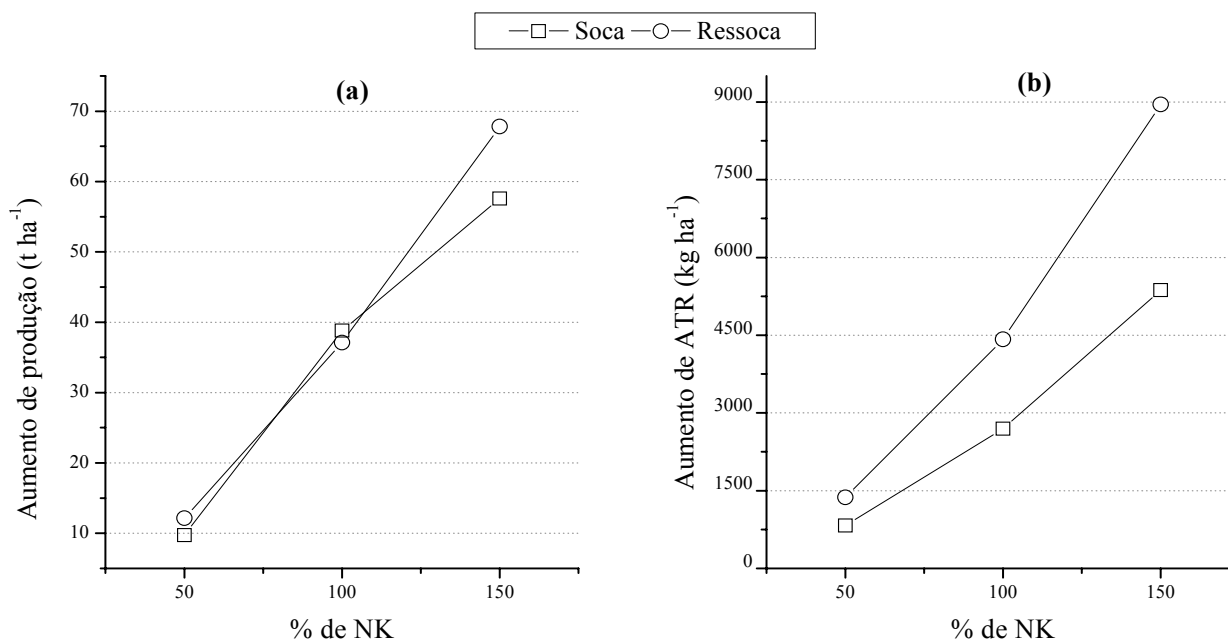


FIGURA 1. Aumento de produção de cana-de-açúcar (a) e de ATR (b) em relação à testemunha, nos ciclos soca e rersoca, em função da percentagem da dose-padrão de NK. **Increases of production of sugar-cane (a) and ATR (b) in relation the control treatment, of the second e third cycles, in function of the percentage dose NK standard.**

O manejo da irrigação da cana-soca teve seu início logo após a colheita. Para esse ciclo, foram necessárias 26 irrigações, totalizando lâmina aplicada de 520 mm durante o período de crescimento da cultura. A frequência média observada entre as irrigações, para esse ciclo, foi de 13,1 dias.

O manejo da irrigação da cana-ressoca teve seu início logo após a colheita da cana-soca. Para esse ciclo, foram necessárias 37 irrigações, totalizando lâmina aplicada de 740 mm durante o período de crescimento da cultura. A frequência média entre as irrigações foi de 9,6 dias.

A precipitação total ocorrida durante os dois anos agrícolas avaliados, em que se buscou analisar o incremento da cana-de-açúcar fertirrigada por gotejamento subsuperficial, foi de 1.421,9 mm e 1.483,7 mm, para os ciclos da cana soca e rersoca, respectivamente. Apesar dos elevados valores de precipitação anual ocorridos, irrigações foram necessárias devido à concentração das chuvas nos meses de outubro a fevereiro.

CONCLUSÕES

Nos dois ciclos da cultura estudados, houve resposta significativa da irrigação por gotejamento subsuperficial. A soca e a rersoca tiveram incremento de produção de colmos de 43,5% e 67,2%, respectivamente. Os incrementos na produção de ATR foram 38,4% e 72,9%, para a soca e a rersoca, respectivamente.

A irrigação por gotejamento subsuperficial não alterou as características tecnológicas avaliadas da cana-de-açúcar (RB 72454), nos dois ciclos estudados.

A fertirrigação proporcionou efeito positivo na produção de colmos e de ATR, quando se aumentou a adubação.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2005: anuário de agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2005. p.272-85.
- AGUIAR, F. Gotejamento enterrado é novidade na irrigação da cana. *Agriannual 2002*, São Paulo, p.256-7, 2002.
- BAR-YOSEF, B.; SAGIV, B.; MARKOVITCH, T. Sweet corn response to surface and subsurface trickle phosphorus fertigation. *Agronomy Journal*, California, v.81, n.3, p.443-7, 1989.
- BATCHELOR, C.H.; SOOPRAMANIEN, G.C. Water use and irrigation control of drip-irrigated sugar cane. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., 1995, Orlando. *Proceedings...* Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 1995. p.717-28.
- BUI, W.; KINOSHITA, C.M. Has drip irrigation in Hawaii lived up to expectations? In: INTERNATIONAL DRIP/TRICKLE IRRIGATION CONGRESS, 3., 1985, Fresno. *Proceedings...* Fresno: American Society of Agricultural Engineers, 1985. p.84-9.
- COSTA, E.F.; BRITO, R.A.L.; SILVA, E. M. Cálculo e manejo da quimigação nos sistemas pressurizados. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. *Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação*. Brasília: EMBRAPA-SPI/CNPMS, 1994. p.85-110.
- CUNHA, A.R.; KLOSOWSKI, E.S.; GALVANI, E.; ESCOBEDO, J.F.; MARTINS, D. Classificação climática para o município de Botucatu - SP, segundo Köppen. In: SIMPÓSIO EM ENERGIA NA AGRICULTURA, 1., 1999, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1999. p. 487-91.
- DALRI, A.B.; CRUZ, R.L. Efeito da frequência de irrigação subsuperficial por gotejamento no desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). *Irriga*, Botucatu, v.7, n.1, p.29-34, 2002.
- DALRI, A.B.; GARCIA, C.J.B.; ARAÚJO, M.V.; CRUZ, R.L.; SAAD J.C.C. Rendimento da cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. *Anais...* Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. 1 CD-ROM.
- DIAS, F.L.F.; MAZZA, J.A.; MATSUOKA, S.; PERECIN, D.; MAULE, R. F. Produtividade da cana-de-açúcar em relação ao clima e solos na região noroeste do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, n.3, p.627-34, 1999.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. *Efeito da água no rendimento das culturas*. Tradução de: GHEYI, H.R.; SOUZA, A.A. de; DAMASCO, F.A.V.; MEDEIROS, J.F. Campina Grande: UFPB, 1994. p.220-6 (Boletim, 33)
- ELLIS, R.D.; LANKFORD, B.A. The tolerance of sugarcane to water stress during main development phases. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v.17, n.1-3, p.117-28, 1990.
- GUAZZELLI, M.N.A.; PAES, L.D.A. Irrigação de cana-de-açúcar comercial. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7., 1997, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Copersucar, 1997. 11 p.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 10 dez. 2005.

- LEIVA, E.; BARRANTES, A. Incremento de la produccion de caña de azucar com riego por goteo enterrado. *Sugar y Azucar*, New York, v.93, n.8, p.26-31, 1998.
- LEME, E.J.A.; SCARDUA, R.; ROSENFELD, U. Consumo de água da cana-de-açúcar irrigada por sulcos de infiltração. *Saccharum*, Piracicaba, n.18, p.29-43, 1982.
- LÓPEZ, C. C. (Coord.) *Fertirrigacion: cultivos horticolas y ornamentales*. Barcelona: Mundi-Prensa, 1998. 475 p.
- MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. *Irrigação: princípios e métodos*. Viçosa: UFV, 2006. 318 p.
- MATIOLI, C.S.; FRIZZONE, J.A.; PERES, F.C. Irrigação suplementar da cana-de-açúcar: modelo de análise de decisão para a região norte do Estado de São Paulo. *Stab, Açúcar, Alcool e Subprodutos*, Piracicaba, v.17, n.2, p.42-5, 1998.
- MATIOLI, C.S.; PERES, F.C.; FRIZZONE, J.A. Análise de decisão sobre a viabilidade da irrigação suplementar de cana-de-açúcar colhida no mês de julho na região de Ribeirão Preto - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25., CONGRESSO LATINOAMERICANO DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 2., 1996, Bauru. *Resumos...* Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996. p.386.
- ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELO JÚNIOR, E.; LEME, E.J.A. *Efeito da irrigação sobre a adubação NPK em cana-planta variedade CB41-76*. Piracicaba: PLANALSUCAR, 1980. p.31-57.(Boletim Técnico, 2).
- ORON, G.; DEMALACH, J.; HOFFMAN, Z.; CIBOTARU, R. Subsurface microirrigation with effluent. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, Reston, v.117, n.1, p.25-37, 1991.
- SCARDUA, R.; ROSENFELD, U. Irrigação da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.373-431.
- VIEIRA, S.R.; CAMARGO, A.P.; ARRUDA, F.B.; CIONE, J.; BOVI, V. Comportamento da cana-de-açúcar irrigada por gotejamento e sulcos de infiltração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.7, n.3, p.335-40, 1983.