

Perfilhamento da cana-de-açúcar cultivada com e sem irrigação suplementar e plantada por mudas pré-brotadas: um novo conceito

Anderson Prates Coelho¹, Alexandre Barcellos Dalri¹, Rogério Teixeira de Faria¹, Estêvão Pacheco de Andrade Landell¹, Luiz Fabiano Palaretti¹

¹Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

E-mail autor correspondente: anderson_100ssp@hotmail.com

Artigo enviado em 11/09/2017, aceito em 28/09/2018.

Resumo: O perfilhamento é o principal processo que determina a produtividade agrícola da cana-de-açúcar. É uma variável que sofre a influência de diversos fatores, tais como espaçamento, genótipo, modo de plantio, fertilidade e umidade do solo, além da luminosidade. Dessa maneira, objetivou-se avaliar o perfilhamento de cinco cultivares de cana-de-açúcar, plantadas por meio de mudas pré-brotadas, e cultivadas com e sem irrigação, nos dois primeiros anos de cultivo. O experimento foi instalado na FCAV/UNESP, em Jaboticabal, SP, Brasil, durante o período de novembro de 2014 a maio de 2016. A irrigação suplementar foi realizada sempre que ocorreu um déficit hídrico acumulado da cultura de 30 mm. As cultivares de cana-de-açúcar avaliadas foram: CTC 4, IACSP 93-3046, RB 86-7515, IACSP 95-5000 e IAC 91-1099. As lâminas de irrigação aplicadas para cana-planta e cana-soca foram de 150 e 360 mm, respectivamente. A cultivar CTC 4 foi a que apresentou maior perfilhamento, no momento da colheita, tanto para cana-planta como para cana-soca, com média de 21,85 e 17,64 colmos m⁻¹, respectivamente. Nas condições experimentais, a irrigação não incrementou o número de colmos das cultivares de cana-de-açúcar, no entanto antecipou o pico de perfilhamento em 30 dias. Em cana-planta o perfilhamento das cultivares foi antecipado em 30 dias em comparação à cana-soca, fato decorrente do plantio por mudas e das condições climáticas.

Palavras-chave: Biometria; Manejo da irrigação; Cultivares; Desenvolvimento; *Saccharum spp.*

Sugarcane tillering cultivated with and without supplementary irrigation and planted by pre-sprouted seedlings: a new concept

Abstract: The tillering is the main process that determines the agricultural yield of sugarcane. It is a variable that is influenced by several factors, such as spacing, genotype, planting mode, fertility and soil moisture, as well as luminosity. In this way, the objective of this study was to evaluate the tillering of five cultivars of sugarcane, planted by pre-sprouted seedlings and cultivated with and without irrigation, in the first two years of cultivation. The experiment was installed in the FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, Brazil, during the period from November 2014 to May 2016. The supplementary irrigation was performed whenever there was a water deficit accumulated of 30 mm. The sugarcane evaluated were: CTC 4, IACSP 93-3046, RB 86-7515, IACSP 95-5000 and IAC 91-1099. The irrigation depths applied for cane-plant and ratoon cane were 150 and 360 mm,

respectively. The cultivar CTC 4 presented the highest tillering, at the time of harvest, for both cane-plant and ratoon cane, with an average of 21.85 and 17.64 stalks m⁻¹, respectively. For this study, the irrigation did not increase the number of stalks of the sugarcane cultivars, however, it anticipates the maximum tillering in 30 days. In cane-plant the tillering of the cultivars was anticipated in 30 days compared to ratoon cane, a fact due to the planting of seedlings and climatic conditions.

Keywords: Biometry; Irrigation management; Cultivars; Development; *Saccharum* spp.

Introdução

A cultura da cana-de-açúcar é de extrema importância para o Brasil, seja para produção de açúcar, etanol, bem como na geração de energia elétrica. É cultivada em todo território brasileiro, principalmente nos estados de SP, GO, MG, PR, MS, AL e PE. Para a safra 2016/17 estima-se uma área cultivada de 8.973,2 10³ ha, com produção total de 684.773,9 10³ Mg (CONAB, 2016).

Tradicionalmente, o plantio da cana-de-açúcar é por meio de toletes (rebolos). Em estágio incipiente, estão sendo desenvolvidas e aperfeiçoadas técnicas de plantio da cultura, conhecida como mudas pré-brotadas (MPB). O sistema de plantio MPB foi direcionado para aumentar a eficiência de ganhos econômicos na implantação de viveiros, replantio de áreas comerciais e, possivelmente, na renovação e expansão de áreas de cana-de-açúcar (LANDELL et al., 2012).

Esse sistema traz benefícios que devem ser destacados, como a redução da quantidade de mudas que vai a campo, caindo de 18 a 20 toneladas por ha no plantio convencional, para 2 toneladas por ha no MPB, bem como a maior qualidade fitossanitária dos canaviais. Outra vantagem do plantio por MPB é o sincronismo no perfilhamento das mudas, gerando canaviais com maturação mais uniforme, fato que aumenta a qualidade da matéria prima para a indústria. Além disso, antecipa a colheita em até 90 dias, gerando economia de água nas lavouras

que pode chegar a 4950,5 m³ ha⁻¹ (ABDEL MAWLA et al., 2014).

Os fatores mais importantes que determinam o potencial agrícola da cana-de-açúcar podem ser relacionados ao clima e às características genotípicas das cultivares. Quanto às condições ambientais, a produtividade final representa a integração das diferentes condições em que a cultura ficou sujeita durante o ciclo (GILBERT et al., 2006). Em relação ao genótipo, a análise dos fatores de produção é determinante, destacando-se a altura de colmos, número de perfilhos e o diâmetro de colmos, sendo que dentro destes o perfilhamento ganha destaque, uma vez que irá determinar o número de colmos a serem colhidos (LANDELL e SILVA, 2004).

Diversos fatores podem influenciar o perfilhamento da cana-de-açúcar. Dentre eles podem ser destacados a luz, água, nutrientes, radiação solar e o genótipo (BENNET et al., 2011). Além disso, fatores indiretos são influenciados pelo perfilhamento da cana-de-açúcar, pois o crescimento inicial rápido e uniforme possibilita o rápido fechamento das linhas e entre linhas da cultura, auxiliando no controle de plantas daninhas (SILVA et al., 2007).

Com a introdução do sistema de plantio por MPB, a análise de atributos de desenvolvimento relacionados à produtividade da cana-de-açúcar torna-se fundamental para explicar e modelar as variações existentes durante o ciclo da cultura (TERUEL et al., 1997). Além disso, a análise biométrica permite

identificar genótipos que são mais adaptados à ambientes de produção irrigados, maximizando os recursos, pois existem cultivares que apresentam maior potencial produtivo em condições irrigadas, enquanto outras são adaptadas a ambientes com restrição hídrica (SILVA et al., 2014).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o perfilhamento de cinco cultivares de cana-de-açúcar, plantadas no sistema MPB e cultivadas sob irrigação suplementar e não irrigadas, nos dois primeiros anos de cultivo.

Material e Métodos

Caracterização da área experimental

O experimento foi instalado na área experimental de irrigação da FCAV, UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. As coordenadas geográficas são 21°14'50" de latitude Sul e 48°17'5" de longitude Oeste. Altitude média de 570 m e clima do tipo Cwa (Köppen). A precipitação anual média é de 1415 mm (1971-2015), e apresenta um total médio para o mês mais chuvoso (dezembro) de 255,2 mm, e de 25,3 mm para o mês mais seco (julho). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico, com elevado teor de argila nas camadas analisadas (Tabela 1). A análise química do solo da área experimental é demonstrada nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 1. Características físicas do solo da área experimental.

Camada (m)	Ds* (g cm ⁻³)	Areia total (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)	Textura do solo
0,00 – 0,20	1,29	220	580	200	Argiloso
0,20 – 0,40	1,20	190	600	210	Argiloso
0,40 – 0,60	1,07	160	650	190	Muito argiloso

*Ds – densidade do solo

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental (macronutrientes). Antes do plantio da cana-de-açúcar.

Camada (m)	pH CaCl ₂	M.O. (g dm ⁻³)	P _{resina} (mg dm ⁻³)	H+Al Al K Ca Mg SB CTC V%							
				(mmol _c dm ⁻³)							
0,00 – 0,20	5,9	25	76	20	0	5,3	48	34	87,3	107,3	81
0,20 – 0,40	5,2	20	16	28	0	2,7	22	15	39,7	67,7	59
0,40 – 0,60	5,7	11	7	22	0	1,4	14	8	23,4	45,4	52

MO – matéria orgânica; P_{resina} – fósforo determinado em resina; H+Al – acidez potencial; Al – alumínio; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V% - saturação por bases

Tabela 3. Características químicas do solo da área experimental (micronutrientes). Antes do plantio da cana-de-açúcar.

Camada (m)	B	Cu	Fe	Mn	S-SO ₄	Zn
0 – 0,20	0,38	4,4	5	9,9	20	2,3
0,20 – 0,40	0,35	4	6	8,4	89	3,1
0,40 – 0,60	0,19	1,7	5	8,6	80	0,4

B – boro; Cu – cobre; Fe – ferro; Mn – manganês; S-SO₄ – sulfato; Zn - zinco

Preparo do solo e adubação

O preparo do solo consistiu na subsolagem seguida de duas gradagens niveladoras, com o objetivo de descompactar o solo para maior crescimento das raízes, bem como, nivelamento da superfície do terreno. Em seguida foram abertos 8 sulcos de 153 m cada para o plantio da cana-de-açúcar. A disposição das mangueiras gotejadoras foram realizadas em 4 deles. As doses de adubo utilizadas para cana-planta foram: 160 kg de P_2O_5 ha⁻¹ (superfosfato simples), 160 kg de K_2O ha⁻¹ (cloreto de potássio) e 120 kg de N ha⁻¹ (sulfato de amônio) para o manejo de sequeiro e 160 kg de P_2O_5 ha⁻¹ (superfosfato simples), 100 kg de K_2O ha⁻¹ (cloreto de potássio) e 75 kg de N ha⁻¹ (sulfato de amônio) para o manejo irrigado, sendo que os adubos nitrogenado e potássico foram divididos via fertirrigação em cinco doses equivalentes. Para o sequeiro toda a adubação fosfatada e potássica e 20 kg ha⁻¹ de N foram aplicadas no sulco de plantio. O restante da adubação nitrogenada foi aplicada em cobertura 50 dias após o plantio da cana. Para cana-soca as doses de fertilizantes utilizadas foram: 130 kg de K_2O ha⁻¹ (cloreto de potássio) e 180 kg de N ha⁻¹ (sulfato de amônio) tanto para o sequeiro quanto para o manejo irrigado. Para o último manejo, as doses foram divididas em oito aplicações equivalentes, via fertirrigação para o manejo irrigado e em cobertura no sequeiro em duas aplicações (30 e 90 dias após o corte anterior).

Plantio, delineamento e cultivares

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado em novembro de 2014. O espaçamento utilizado foi 0,50 m entre plantas e 1,5 m entre linhas, densidade equivalente a 13.333 mudas ha⁻¹. As

cultivares avaliadas no presente estudo foram CTC 4, IACSP 93-3046, RB 86-7515, IAC 95-5000 e a IAC 91-1099. As subparcelas experimentais foram compostas por quatro linhas de plantio, cada uma com 4,5 m de comprimento e 6 m de largura, totalizando área de 27 m². As duas linhas laterais, bem como 1 m em cada extremidade das linhas centrais foram consideradas como bordaduras, sendo área útil 2,5 m de cada linha central. A bordadura empregada no presente experimento corrobora com a utilizada por Oliveira et al. (2011).

O experimento constituiu de dois fatores: irrigado (I) e não irrigado (NI), com 12 blocos. Estes fatores foram alocados nas parcelas e as cultivares nas subparcelas. O delineamento utilizado foi o de blocos incompletos parcialmente balanceados (PBIB). É caracterizado por ser uma boa opção para diminuir a magnitude dos experimentos. Os delineamentos em PBIB foram introduzidos por Bose e Nair (1939) como maneira de avaliar um grande número de tratamentos. Difere dos delineamentos em blocos incompletos balanceados (BIB) por não se limitar às exigências de balanceamento, ou seja, não é exigido um mesmo número de repetições para pares de tratamentos (RIBEIRO 2006).

Sistema de irrigação

O sistema de irrigação foi por gotejamento subsuperficial, instalado antes do plantio da cana-de-açúcar, a 0,30 m de profundidade. O tubo gotejador possui diâmetro nominal de 16 mm, parede do tubo com espessura de 500 micra e com espaçamento entre emissores de 0,30 m. A água, de origem subterrânea, foi filtrada por um filtro de disco de 125 micra. A pressão do sistema de irrigação foi mantida a 100 kPa. A vazão nominal do tubo gotejador

foi de 5 L h⁻¹ m⁻¹. Utilizou-se uma eficiência de irrigação de 90% e o coeficiente de uniformidade de Christiansen foi de 85% (CHRISTIANSEN, 142).

Monitoramento da irrigação

Para o manejo da irrigação utilizou-se dados climáticos obtidos diariamente para calcular a evapotranspiração de referência (ET_o) mediante a equação de Penman-Monteith, conforme Equação 1 (ALLEN et al. 1998). A evapotranspiração da cultura da cana-de-açúcar (ET_c) foi estimada com os coeficientes de cultura (K_c) (Equação 2) de acordo com Doorenbos e Kassam (2000) (Tabela 4). A irrigação suplementar foi realizada sempre que ocorreu um déficit hídrico acumulado da cultura de 30 mm. A lâmina foi baseada no trabalho de Dalri e Cruz (2002), em que os autores não observaram diferença na produtividade da cana-de-açúcar utilizando frequências de irrigação de 10, 20 e 30 mm.

$$ET_o = \frac{0.408s(R_n - G) + \frac{\gamma 900U_2(e_s - e_a)}{T + 273}}{a + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

(1)

Onde:

ET_o - evapotranspiração de referência, mm d⁻¹; Δ - declividade da curva de pressão de vapor na saturação *versus* temperatura do ar, kPa °C⁻¹; R_n - saldo de radiação na superfície do cultivo, MJ m⁻² d⁻¹; G - fluxo total de calor no solo, MJ m⁻² dia⁻¹; γ - coeficiente psicrométrico, kPa °C⁻¹; U₂ - velocidade do vento a 2 m de altura, m s⁻¹; e_s - pressão de vapor na saturação, kPa; e_a - pressão de vapor atual, kPa; T - temperatura média diária do ar, °C

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

(2)

Onde:

ET_c - evapotranspiração da cultura; ET_o - evapotranspiração de referência; K_c - coeficiente de cultura

Tabela 4. Períodos de crescimento da cana-de-açúcar.

Períodos de desenvolvimento	K _c
Do plantio até 0,25 de cobertura	0,5
De 0,25 a 0,50 de cobertura	0,8
De 0,50 a 0,75 de cobertura	0,95
De 0,75 à cobertura completa	1,1
Utilização máxima	1,2

K_c - coeficiente de cultura

Perfilhamento

A contagem de perfilhos para o primeiro ciclo da cana-de-açúcar foi realizada aos 60, 90, 130 e no momento do corte, aos 180 DAP. A colheita aos 180 DAP foi realizada com o objetivo de verificar a viabilidade de corte precoce para a cana-de-açúcar plantada por

MPB. Para a cana-soca, a colheita foi realizada normalmente aos 365 DAC, sendo que as contagens de perfilhos ocorreram aos 120, 150, 180, 210, 240 e 365 DAC. O primeiro corte compreendeu o período de novembro/2014 a maio/2015. Para o segundo corte o período de avaliação foi de maio/2015 a maio/2016. As análises de

perfilhamento foram realizadas contando-se o número de perfilhos em 8 touceiras de cada subparcela, totalizando 4 m lineares, uma vez que o espaçamento ente touceiras era de 0,5 m.

Análise estatística

Os dados foram analisados pelo programa estatísticos SAS® versão 9.3. Foram submetidos a análise de variância, para comparação de médias, pelo teste t ao nível de significância de 5%. O resumo da análise de variância (Tabela 5) foi distribuída da seguinte maneira.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para o experimento.

Fontes de Variação	GL
Bloco	11
Irrigação ajustada	1
Resíduo (a)	11
Cultivares	4
Cultivares * Irrigação	4
Resíduo (b)	36
Total	67

Resultados e discussão

As temperaturas médias mensais de novembro de 2014 a março de 2015

(cana-planta) ficaram entre 19,9°C e 29,8°C (Figura 1).

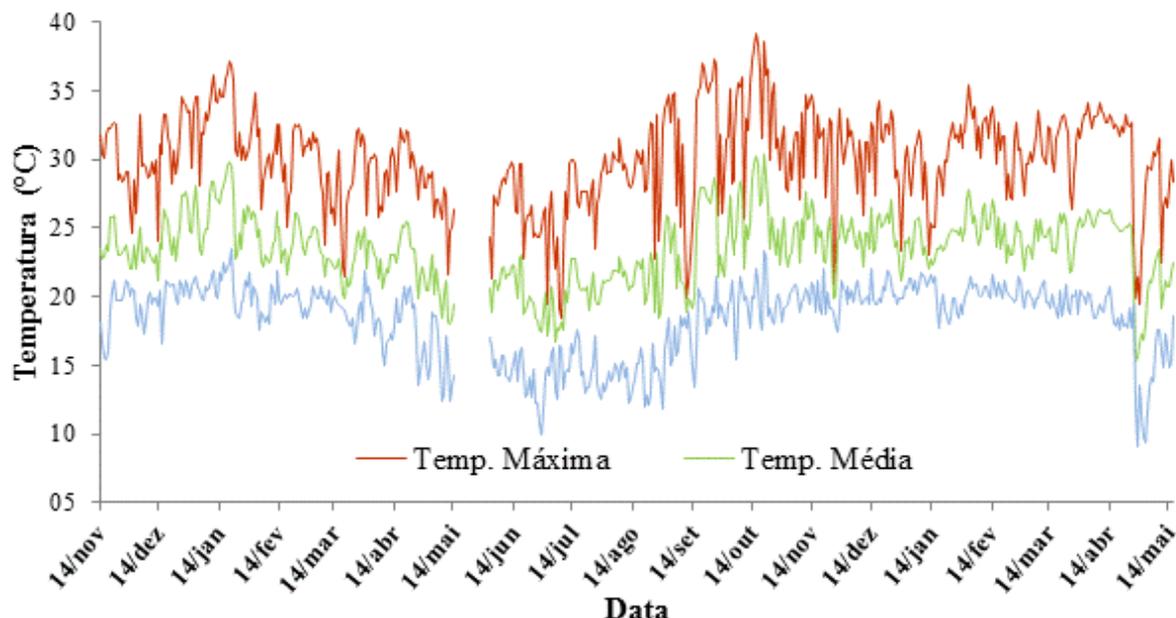


Figura 1. Temperaturas máximas, médias e mínimas referentes ao período do primeiro e segundo corte da cana-de-açúcar. Período experimental de 14/11/2014 a 16/05/2016.

Esses valores favoreceram o perfilhamento e crescimento dos colmos, pois à medida que a

temperatura do ar se eleva até em torno de 30°C ocorre grande propagação vegetativa da cana-de-açúcar (BONNET

et al., 2006). Para o segundo ciclo de avaliação (cana-soca), a temperatura média do ar nos primeiros meses de desenvolvimento da cultura variou entre 16,7°C e 23°C, ficando abaixo do ideal para máximo crescimento, fato esse que explica o retardamento de 30 dias no pico de perfilhamento entre as avaliações para cana-planta e cana-soca, condição ocorrida tanto para a condição irrigada quanto para a de sequeiro.

A precipitação durante o período experimental para cana-planta foi de 949,9 mm, sendo 9,40% inferior à média anual normal de 1048,5 mm para o mesmo período (Figura 2). A evapotranspiração acumulada para o mesmo período foi de 522,46 mm, com

média de 3,35 mm dia⁻¹ e pico máximo de 5,83 mm. Para a cana-soca, a lâmina acumulada de precipitação foi de 1740 mm, valor 22,96% superior à média anual de 1415 mm para o mesmo período. A evapotranspiração acumulada da cultura foi de 1259,9 mm, com média de 3,69 mm dia⁻¹ e pico máximo diário de 7,92 mm. Para produtividades de 100 a 120 t ha⁻¹, a cana-de-açúcar necessita de uma demanda hídrica de 3,5 mm dia⁻¹ (SCARDUA e ROSENFELD, 1987). No entanto, essa é uma variável altamente influenciada pelo ambiente, pois em regiões com temperaturas médias mais elevadas essa demanda chega a 4,7 mm dia⁻¹ (SILVA et al., 2012a).

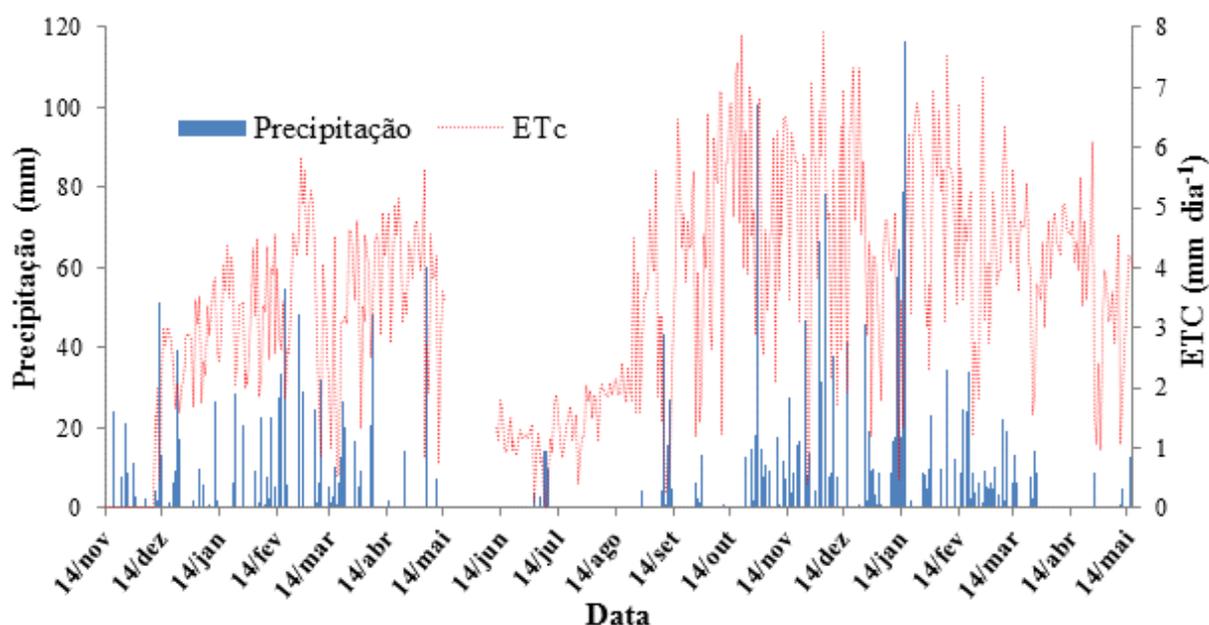


Figura 2. Precipitação e evapotranspiração da cultura diária referente ao período do primeiro e segundo corte da cana-de-açúcar. Período experimental de 14/11/2014 a 16/05/2016.

Verifica-se que o consumo de água via irrigação pela cana-de-açúcar é menor quando a fase inicial de crescimento coincide com os meses de temperaturas mais elevadas, fato comprovado no presente estudo, devido ao plantio no mês de novembro. Isso ocorre, pois as chuvas para a região do estudo ficam concentradas entre os

meses de outubro a março (primavera e verão). Sendo assim, as precipitações são responsáveis pelo fornecimento de água para as culturas nessa época. As lâminas de irrigação aplicadas para o primeiro e segundo ano de avaliação foram de 150 e 360 mm, respectivamente. O manejo da irrigação foi realizado até o final de março para os dois anos de avaliação,

com o intuito de promover a maturação dos colmos para a colheita em maio.

A irrigação não promoveu efeito significativo ($p < 0,05$) para o perfilhamento da cana-de-açúcar nos dois períodos experimentais avaliados (Tabelas 6 e 7), principalmente para as avaliações próximas ao corte. Entre cultivares, nota-se que ocorreu diferença significativa ($p < 0,05$) em todas as avaliações. Esses dois fatos corroboram com a hipótese de que o

perfilhamento é intrínseco de cada genótipo de cana-de-açúcar (SILVA et al., 2008). Além disso, na maioria das avaliações, não ocorreu interação irrigação versus cultivar, demonstrando que a irrigação age de modo independente sobre o perfilhamento da cana-de-açúcar. O coeficiente de variação (C.V.) variou entre 8,20% e 15,86%. Segundo Gomes (1990), C.V. entre 10 e 20% são considerados como médios, com boa precisão experimental.

Tabela 6. Teste de média para o perfilhamento (colmos m^{-1}) das cinco cultivares de cana-de-açúcar para o primeiro ano. Período experimental de 14/11/2014 a 16/05/2015.

Cultivares	60 DAP		90 DAP	
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
CTC 4	23,37 Aa	20,08 Aa	30,16 Aa	24,89 Ab
IACSP 93-3046	18,97 Ba	15,16 Bb	26,84 ABa	23,57 Aa
RB 86-7515	16,87 Ba	16,46 ABa	20,11 Ca	18,27 Ba
IAC 95-5000	18,18 Ba	15,75 Ba	24,21 Ba	22,76 Aa
IAC 91-1099	20,14 ABa	17,07 ABa	24,37 Ba	21,62 ABa
Média	19,51 a	17,02 b	25,14 a	22,22 b
F Irrigação (I)	13,09**		18,13**	
Cultivar (C)	5,59**		12,80**	
I x C	0,54 ^{ns}		0,79 ^{ns}	
C.V. (%)	15,86		11,54	
Cultivares	130 DAP		180 DAP	
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
CTC 4	26,30 Aa	28,06 Aa	21,31 ABa	22,38 ABa
IACSP 93-3046	27,40 Aa	26,29 ABa	23,61 Aa	22,69 Aa
RB 86-7515	19,19 Ca	20,09 Ca	16,95 Ca	16,16 Ca
IAC 95-5000	22,57 Ba	24,11 Ba	18,94 BCa	20,03 Ba
IAC 91-1099	22,62 Ba	24,22 Ba	19,82 Bb	22,32 ABa
Média	23,61 a	24,55 a	20,12 a	20,71 a
F Irrigação (I)	2,26 ^{ns}		1,28 ^{ns}	
Cultivar (C)	15,21**		16,17**	
I x C	0,61 ^{ns}		1,26 ^{ns}	
C.V. (%)	10,04		9,74	

médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. Os testes estatísticos não comparam as médias entre os períodos de análises. *significativo a $p < 0,05$; **significativo a $p < 0,01$; ^{ns} não significativo.

O incremento no perfilhamento sob condições irrigadas para cana-soca é

mais pronunciado, uma vez que as condições climáticas após o primeiro

corte do experimento, em maio, não favoreciam o crescimento da cana-de-açúcar manejada sob sequeiro, principalmente pela baixa precipitação da região nessa época do ano. Para cana-planta (Tabela 6), observa-se que no momento da colheita (180 DAP), a irrigação não promoveu aumento no número de colmos m⁻¹. Entre cultivares, nota-se que os genótipos CTC 4 e IACSP 93-3046 possuíam maior número de colmos m⁻¹ que os demais, independente do manejo hídrico adotado. A

mortalidade média de colmos entre o máximo perfilhamento e o momento da colheita foi de 20% para o manejo irrigado e 15,64% no sequeiro. Avaliando a mortalidade em cada genótipo, o maior valor foi encontrado para a CTC 4, com 29,34% e 20,24% de mortalidade para o manejo irrigado e de sequeiro, respectivamente.

Em cana-soca (Tabela 7), as cultivares com maior número de colmos na colheita (365 DAC) foram a CTC 4 e a IAC 91-1099 nos dois manejos hídricos.

Tabela 7. Teste de média para o perfilhamento (colmos m⁻¹) das cinco cultivares de cana-de-açúcar para o segundo ano. Período experimental de 16/05/2015 a 16/05/2016.

		120 DAC		150 DAC		180 DAC	
Cultivares		Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
CTC 4		39,16 Aa	23,05 Bb	32,97 Aa	31,41 Aa	22,73 BCb	27,92 Aa
IACSP 93-3046		35,33 Ba	22,72 Bb	33,06 Aa	28,41 Ab	27,08 Aa	24,46 Ba
RB 86-7515		27,13 Ca	16,54 Cb	27,35 Ba	22,14 Bb	20,08 Ca	19,46 Ca
IAC 95-5000		28,60 Ca	15,80 Cb	27,27 Ba	23,26 Bb	21,61 BCa	21,39 Ca
IAC 91-1099		34,17 Ba	27,26 Ab	30,97 Aa	31,93 Aa	23,24 Ba	25,39 ABa
Média		32,88 a	21,08 b	30,32a	27,43b	22,95 a	23,72 a
F Irrigação (I)		445,01**		15,33**		2,01 ^{ns}	
Cultivar (C)		49,22**		17,12**		15,19**	
I x C		6,20**		2,27 ^{ns}		4,93 ^{ns}	
C.V. (%)		8,20		10,17		9,29	
		210 DAC		240 DAC		365 DAC	
Cultivares		Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
CTC 4		21,41 ABb	25,99 Aa	19,90 Aa	19,42 Aa	17,16 Aa	18,12 Aa
IACSP 93-3046		24,01 Aa	24,08 ABa	19,49 Aa	18,98 Aa	16,36 ABa	14,71 Ba
RB 86-7515		17,80 Ca	18,42 Ca	14,48 Ca	14,53 Ba	10,93 Ca	12,25 Ba
IAC 95-5000		20,27 BCa	21,45 Ba	15,56 BCa	16,05 Ba	14,64 Ba	13,25 Ba
IAC 91-1099		21,28 Bb	24,25 Aa	17,30 Ba	19,04 Aa	17,38 Aa	17,71 Aa
Média		20,95 b	22,84 a	17,35 a	17,60 a	15,30 a	15,21 a
F Irrigação (I)		12,26**		0,35 ^{ns}		0,03 ^{ns}	
Cultivar (C)		13,61**		17,42**		17,06**	
I x C		1,98 ^{ns}		0,76 ^{ns}		1,30 ^{ns}	
C.V. (%)		9,71		9,61		12,69	

médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade. Os testes estatísticos não comparam as médias entre os períodos de análises. *significativo a p<0,05; **significativo a p<0,01; ^{ns} não significativo.

Além disso, pode-se destacar o genótipo IACSP 93-3046 sob irrigação, apresentando 16,36 colmos m^{-1} . Em relação à mortalidade de perfilhos, verifica-se que os valores encontrados foram superiores à cana-planta. Para o manejo irrigado, a mortalidade média foi de 53,47%, superior aos 44,55% verificados no sequeiro. Isso pode ser explicado pelo fato do pico de perfilhamento em cana-soca ter sido superior à cana-planta, fato decorrente do maior número de gemas propícias à brotação após o corte, uma vez que no caso do plantio por MPB é levado a campo somente uma gema por muda, existindo grande competição intraespecífica. Entre cultivares, a que obteve maior índice de mortalidade sob irrigação foi a RB 86-7515 (60,04%) e sob sequeiro foi o genótipo IACSP 93-3046 (48,22%). A partir de determinado estágio de desenvolvimento, inicia-se a competição dos perfilhos por fatores ambientais, principalmente água, luz e nutrientes (Bennet et al., 2011). Dessa maneira, verifica-se em outros trabalhos mortalidade de perfilhos superior a 40% (SANTOS et al., 2009; SILVA et al., 2012b).

O número de colmos m^{-1} obtido para as avaliações nos dois períodos experimentais foram bastante elevados,

sendo muito superiores dos encontrados por Oliveira et al. (2010) e Bennet et al. (2011), em que o número máximo encontrados pelos autores foram de 30 e 14,2 colmos m^{-1} , respectivamente. Dentre as explicações para a discrepância de valores encontrada, pode-se citar o modo de plantio da cana-de-açúcar, que para o presente experimento foi realizado por MPB e também, as condições edáficas que cada experimento foi submetido, uma vez que para solos de baixa fertilidade, o perfilhamento é menor (JADOSKI et al., 2010).

O pico de perfilhamento da cana, para os dois anos de avaliação, foi antecipado em 30 dias quando manejada sob irrigação (Figuras 3 e 4). Esse fato corrobora com o trabalho de Ramesh e Mahadevaswamy (2000), em que os autores observaram atraso de 30 dias no máximo perfilhamento da cana-de-açúcar quando cultivada sob déficit severo e moderado. No entanto, verificaram que o número de colmos produzidos foi influenciado negativamente somente para o tratamento sob condição severa de déficit hídrico, demonstrando que pequenos déficits hídricos não interferem no perfilhamento da cana-de-açúcar.

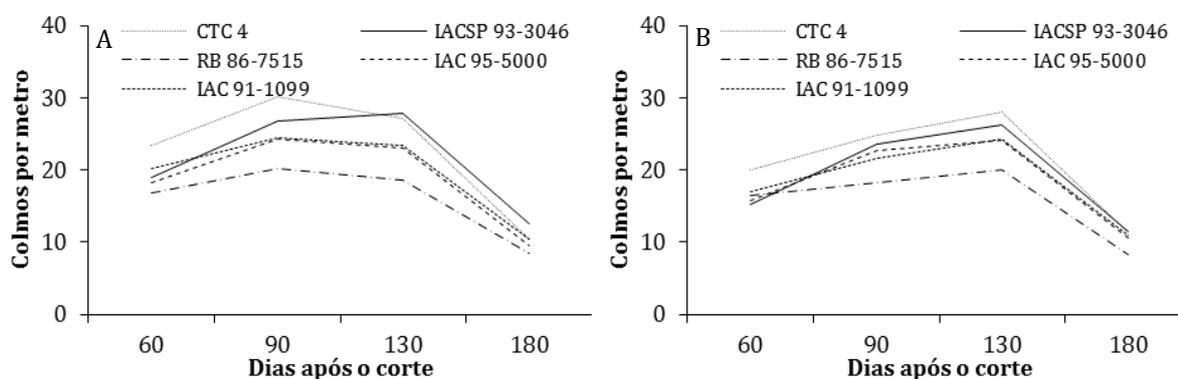


Figura 3. Comportamento do perfilhamento das cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação suplementar (A) e não irrigadas (B) para o primeiro ano. Período experimental de 14/11/2014 a 16/05/2015.

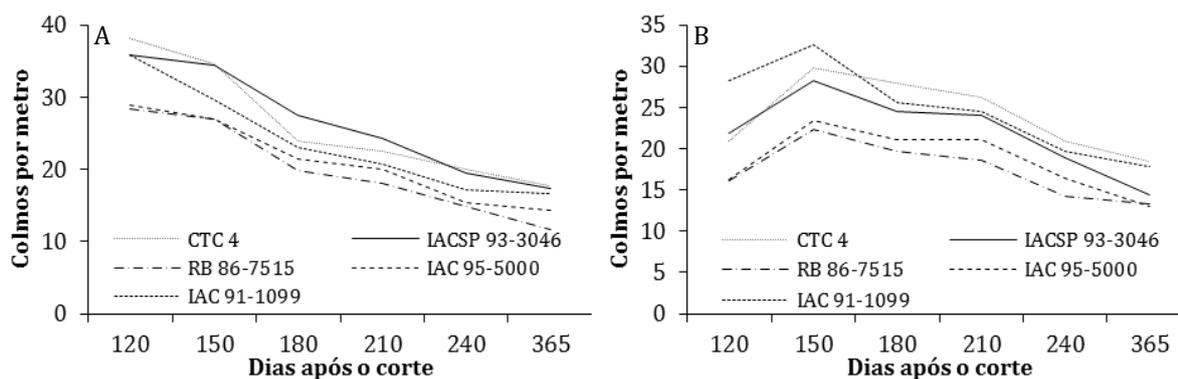


Figura 4. Comportamento do perfilhamento das cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação suplementar (A) e não irrigadas (B) para o segundo ano. Período experimental de 16/05/2015 a 16/05/2016.

Para cana-planta, o perfilhamento máximo em condição irrigada foi atingido aos 90 DAP no manejo irrigado e 130 DAP no sequeiro, exceção da cultivar IACSP 93-3046, que sob condição irrigada obteve o máximo perfilhamento aos 130 DAP. Para cana-soca, o máximo perfilhamento na condição irrigada foi aos 120 DAC e no sequeiro aos 150 DAC. A diferença de 30 dias no pico de perfilhamento entre uma avaliação e outra deve-se à condição climática que a cana-de-açúcar foi submetida no início do seu desenvolvimento. A antecipação do processo para cana-planta é justificada pelo plantio das cultivares em novembro, coincidindo com o período de maior temperatura e luminosidade do ano. De acordo com Bezuidenhout et al. (2003), a luminosidade é promotora do perfilhamento da cana-de-açúcar. Segundo Casagrande (1991), o perfilhamento é regulado por auxinas que são formadas no ápice dos colmos e que possui movimento basípeto. No entanto, com elevada luminosidade, o fluxo de auxina na planta diminui, diminuindo o grau de inibição das gemas laterais, resultando em formação de perfilhos.

O perfilhamento da cana é menos intenso quando se utiliza toletes como meio de propagação. Campos et al.

(2014), obtiveram 20,62 colmos m^{-1} para a cultivar RB966928 em seu máximo perfilhamento. Para Oliveira et al. (2004) o valor máximo encontrado foi de 23 colmos m^{-1} para a cultivar RB855536. Silva et al. (2007), observaram 25,2 colmos m^{-1} para a cultivar IAC91-5155. No entanto, constata-se que quando é utilizado mudas para a propagação da cana-de-açúcar, o pico de perfilhamento é mais elevado, chegando a 49,1 colmos m^{-1} para a cultivar IAC 95-5000 (CARDOSO et al., 2016). Isso ocorre, pois o plantio de MPB proporciona melhor exploração espacial do solo, estimulando o perfilhamento da cana-de-açúcar e resultando em aumento do número de colmos e maior número de gemas para os demais ciclos (LANDELL et al., 2012). Dessa maneira, os incrementos de produtividade do plantio por MPB chegam ser até 18% (16 t ha^{-1}) superior quando comparado ao cultivo convencional (MOHANTY et al., 2015), fato associado ao maior perfilhamento das cultivares. Além disso, o modo de plantio das mudas pré-brotadas garantem maior número de colmos e uniformidade aos canaviais, uma vez que o plantio mecanizado de toletes causam danos mecânicos as gemas que podem reduzir o perfilhamento da cana-

de-açúcar em até 44,37% (CEBIM, 2007).

Conclusões

A irrigação antecipa em 30 dias o pico de perfilhamento da cana-de-açúcar, no entanto, não aumenta o número de colmos no momento da colheita. As cultivares CTC 4, IACSP 93-3046 e IAC 91-1099 possuem perfilhamento superior às demais, enquanto o menor perfilhamento foi obtido para a cultivar RB 86-7515, demonstrando ser uma característica genótipo-dependente. O plantio de MPB garante maior número de perfilhos aos canaviais. Além disso, associado com a época de plantio, antecipa o pico de perfilhamento em 30 dias.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de iniciação científica (Processo 2014/21433-5) e ao IAC - Centro de Cana em Ribeirão Preto/SP pelo fornecimento das mudas pré-brotadas.

Referências

- ABD EL MAWLA, H.A.; HEMIDA, B.; MAHMOUD, W.A. Study on the mechanization of sugarcane transplanting. **International Journal of Engineering and Technical Research**, Índia, v. 2, n. 8, p. 237-241, 2014.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO. 1998. 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper 56).
- BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, C. M. DE P.; MAESTRELO, P. R. Produtividade e desenvolvimento da cana-planta e soca em função de doses e fontes de manganês. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 1661-1667, 2011.
- BEZUIDENHOUT, C. N.; O'LEARY, G. L.; SINGELS, A.; BAJIC, V. B. A process-based model to simulate changes in tiller density and light interception of sugarcane crops. **Agricultural Systems**, Viena, v. 76, p. 589-599, 2003.
- BONNETT, G. D.; HEWITT, M.L.; GLASSOP, D. Effects of high temperature on the growth and composition of sugarcane internodes. **Australian Journal of Agricultural Research**, Sidney, [s.n], v. 57, p. 1087-1095, 2006.
- BOSE, R. C.; NAIR, K. R. Partially balanced incomplete block designs. **Sankhya**, Calcutta, v. 4, p. 337-372, 1939.
- CAMPOS, P. F.; ALVES JÚNIOR, J; CASAROLI, D.; FONTOURA, P. R.; EVANGELISTA, A. W. P. Cultivares de cana-de-açúcar submetidas à irrigação suplementar no cerrado goiano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 6, p. 1139-1149, nov./dez. 2014.
- CARDOSO, B. M. V.; NORONHA, R. H. F.; BOLONHEZI, D. Curva de crescimento de cana-de-açúcar no sistema MPB em manejo conservacionista de solo. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10. 2016, Campinas. **Anais...** Campinas: EMBRAPA, 2016.
- CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana de açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.
- CEBIM, V. L. S. **Biometria de mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em dois sistemas de plantio**. 90 p.

Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Segundo Levantamento, v.3, n.2. agosto/2016. Disponível em :<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_18_12_03_30_bol_etim_cana_portugues_-_2o_lev_-_16-17.pdf> Acesso em 28 nov. de 2016.

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, 2002.

DOORENBOS, J., KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Boletim n.33. Ed.2, Campina Grande, UFPB, 2000, p. 150-154.

GILBERT, R. A.; SHINE JUNIOR, J. M.; MILLER, J. D.; RICE, R. W.; RAINBOLT, C. R. The effect of genotype, environment and time of harvest on sugarcane yields in Florida, USA. **Field Crops Research**, Amsterdã, v. 95, p. 156-170, 2006.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

JADOSKI, C. J.; TOPPA, E. V. B.; JULIANETTI, A.; HULSHOF, T.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Fisiologia do desenvolvimento do estádio vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Pesquisa Aplicada &**

Agrotecnologia, Guarapuava, v. 3, n. 2, mai-ago. 2010.

LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. As estratégias de seleção da cana em desenvolvimento no Brasil. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v. 1, p. 18-23, 2004.

LANDELL, M. G. DE A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A. DOS; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N. DA; MENDONÇA, J. R. DE; et al. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Ribeirão Preto: Instituto Agrônomo de Campinas, 2012. 17p. (IAC. Documentos, 109)

MOHANTY, M.; DAS, P. P.; NANDA, S. S. Introducing SSI (Sustainable Sugarcane Initiative) technology for enhances cane production and economic returns in real farming situations under east coast climatic conditions of India. **Sugar Tech**, Nova Deli, v. 17, n. 2, p. 116-120, 2015.

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

OLIVEIRA, E. C. A.; OLIVEIRA, R. I.; ANDRADE, B. M. T.; FREIRE, F. J.; LIRA JÚNIOR, M. A.; MACHADO, P. R. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 951-960, 2010.

- 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, v. 46, n. 6, p. 617-625, jun.2011.
- RAMESH, P.; MAHADEVASWAMY, M. Effect of formative phase drought on different classes of shoots, shoot mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Berlim, v. 185, p. 249-258, 2000.
- RIBEIRO, P. C. M. **Análise de covariância intrablocos de delineamentos em blocos incompletos parcialmente balanceados com duas classes de associados e p variáveis auxiliares**. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- SANTOS, V. R.; MOURA FILHO, G.; ALBUQUERQUE, A. W.; COSTA, J. P. V.; SANTOS, C. G.; SANTOS, A. C. I. Crescimento e produtividade agrícola de cana-de-açúcar em diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 389-396, 2009.
- SCARDUA, R.; ROSENFELD, U. Irrigação da cana-de-açúcar. In: **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, p. 373-431, 1987.
- SILVA, M. A.; GAVA, G. J. C.; CAPUTO, M. M.; PINCELLI, R. P.; JERONIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S. Uso de reguladores de crescimento como potencializadores do perfilhamento e da produtividade da cana-soca. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 545-552, 2007.
- SILVA, M. A.; JERONIMO, E. M.; LÚCIO, A. D. Perfilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.8, p.979-986, ago.2008.
- SILVA, T. G. F.; MOURA, M. S. B.; ZOLNIER, S.; SOARES, J. M.; VIEIRA, V. J. S.; F. JÚNIOR, W. G. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura da cana-de-açúcar irrigada no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 64-71, 2012a.
- SILVA, T. G. F.; MOURA, M. S. B.; ZOLNIER, S.; CARMO, J. F. A.; SOUZA, L. S. B. Biometria da parte aérea da cana soca irrigada no Submédio do Vale do São Francisco. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 500-509, 2012b.
- SILVA, M. A.; ARANTES, M. T.; RHEIN, F. L.; GAVA, G. J. C.; KOLLN, O. T. Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de cultivares e ciclos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v. 18, n. 3, p. 241-249, 2014.
- TERUEL, D. A.; BARBIERI, V.; FERRADO JÚNIOR, L. A. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water conditions. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. especial, p. 39-44, 1997.