



EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE REPOSIÇÃO HÍDRICA E COBERTURA DO SOLO COM PALHA NA PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR

Patrick Francino Campos¹; Pedro Henrique Pinto Ribeiro^{2*}; Marcelo Augusto Pedrozo³; Rogério Augusto Bremm Soares¹; José Alves Júnior⁴; Adão Wagner Pego Evangelista⁴

RESUMO: O experimento foi conduzido no município de Pirenópolis - GO, em área de colheita mecanizada de cana crua (3^a Soca) da Usina Jalles Machado S.A Açúcar e Álcool, sob Latossolo Vermelho Amarelo argiloso. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes lâminas de reposição hídrica (sequeiro, 20, 40, 60 e 80 mm) e cobertura do solo com palha provinda da colheita mecanizada de cana-de-açúcar de 3^o corte, na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar, variedade SP79-1011. Utilizou-se o sistema de irrigação por aspersão tipo carretel enrolador acoplado a uma barra irrigadora: Os tratamentos foram arranjados em esquema bifatorial (5 x 2) em blocos casualizados com 3 repetições. O incremento nas lâminas de irrigação de salvamento somados à cobertura do solo com a palha resultou em aumentos significativos no peso de colmos, na altura de plantas e na produtividade de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*, carretel enrolador, cobertura de solo, colheita mecanizada.

EFFECT OF DIFFERENT BLADES REPLACEMENT WATER AND SOIL COVER WITH STRAW IN PRODUCTIVITY OF CANE SUGAR

ABSTRACT: An experiment was conducted in a sugarcane mechanical harvest field in Jalles Machado S.A. Sugar Mill in Pirenópolis – GO, Brazil. The soil was a Yellow Red Latosol, and the sugarcane crop (3th harvest) was grown from July 1998 to May 1999. It was evaluated the effect of soil cover with straw on yield and quality sugarcane using the SP79-1011 cultivar with different levels of dry season irrigation (sprouting irrigation of 0, 20, 40, 60 and 80 mm). The design was randomized block with a bifactorial (5 x 2) and 3 blocks. The improvement of irrigation level combined with soil covering with straw from mechanical harvest resulted in a significant increase on yield, sugar increase, and stem height.

Keywords: *Saccharum officinarum*, big gun sprinklers, soil cover, mechanical harvest.

¹ Usina Jalles Machado. Rodovia GO-080 Km 71.5 Fazenda São Pedro S/N, Zona Rural, Caixa Postal 04, Goiânia - GO, CEP 76.380-000.

² Universidade Federal de Campina Grande - PB. Av. Aprígio Veloso Bodocongó, Campina Grande – PB, CEP 58.109-970. * E-mail: pedroiirri@gmail.com. Autor para correspondência.

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde. Rod. Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, Caixa Postal 66, Rio Verde (GO). CEP: 75901-970.

⁴ Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EA), Universidade Federal de Goiás – UFG - Câmpus Samambaia (Câmpus II), Caixa Postal 131, Goiânia (GO). CEP: 74001-970.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a produção de cana-de-açúcar no Brasil representa 32,4% da produção mundial, com uma colheita de 580 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em 8,7 milhões de hectares. Na sequência, aparecem a Índia, com 20,6% da produção, a China, com 7,4% e o México, com 3,7%. No total, são próximos de 20 milhões de hectares cultivados com cana-de-açúcar (NEVES, 2010).

O Brasil é o maior produtor (34%) e exportador de açúcar no mundo, e é o segundo maior produtor e consumidor de etanol (com 35%), logo atrás dos Estados Unidos com 37% (KOHLHEPP, 2008). Tudo isso, devido, ao expressivo aumento de área cultivada com cana no país, e ao aumento da produtividade, tanto de cana por hectare (média de 75 t/ha), como aumento da produtividade de etanol por tonelada de cana (BERTRAND et al., 2008).

A limitação da expansão em São Paulo (líder de produção) estimulou a migração da cana-de-açúcar para a região do cerrado a partir da década de 90. Dos Estados da região Centro-Oeste, Goiás tem a maior produção, e a maior produtividade da região. Esse sucesso é consequência da logística privilegiada desse Estado para escoamento da produção, dos últimos investimentos em tecnologia feitas no setor, além da expansão de área que tem sido de 4,7% ao ano nas últimas décadas (VIEIRA JR., et al, 2008).

Um dos grandes problemas atuais de aumento de produtividade é o acentuado déficit hídrico existente nas novas fronteiras agrícolas do país (KOHLHEPP, 2008).

No Brasil, a produção concentra-se em duas regiões distintas conforme o regime pluviométrico: Nordeste e Centro-Sul. No Centro-Sul, as precipitações ocorrem de setembro a fevereiro, enquanto que no Nordeste a estação chuvosa ocorre nos meses de junho e julho. Dessa forma, o desenvolvimento das lavouras de cana ocorrem em períodos alternados, permitindo que uma região completamente a produção da outra (VIEIRA JR., et al, 2008).

A cana-de-açúcar requer umidade adequada durante todo o período vegetativo para se obter bons rendimentos; isto porque o crescimento vegetativo é diretamente proporcional à água transpirada. Dependendo do clima, as necessidades hídricas da cana variam de 1500 a 2500 mm distribuídos de maneira uniforme durante o ciclo vegetativo da cultura (DOORENBOS & KASSAN, 1979). Tanto a escassez quanto o excesso d'água são prejudiciais ao desenvolvimento da cultura (SILVA et al. 2009).

Santos e Frizzone (2006), em estudos com a variedade SP79-1011, obtiveram incremento de produtividade variando de 16,2 (áreas de sequeiro) a 28,0 Mg.ha⁻¹ (áreas irrigadas) no estado de Alagoas. De acordo com Dantas Neto et al. (2006), lâminas de reposição hídrica influenciam de forma linear e quadrática nos parâmetros de crescimento e sacarose (POL) da variedade SP79-1011 em condições de cana-soca.

O tipo de irrigação mais utilizado na cultura da cana é a irrigação de salvamento, que consiste em aplicar uma lâmina de 40 a 80 mm de irrigação após cada corte anual, com intuito de "salvar" a soca. Esta é a concepção de irrigação mais difundida e utilizada em canaviais, sobretudo devido ao menor requerimento de água, menor custo e simplicidade de critérios de decisão. Os equipamentos que melhor se adequam a esta estratégia de irrigação são: carretel enrolador tipo auto-propelido, pivô central e sistema linear rebocável.

Uma outra maneira de amenizar o déficit hídrico é o uso de palha na cobertura do solo. Os efeitos da palha na produtividade da cana-de-açúcar são citados por Thompson e Wood (1967), em trabalhos realizados na África do Sul.

Com o aumento das áreas de colheita mecanizada de cana crua, devido às pressões ambientalistas e da necessidade de redução de custos, torna-se necessário aumentar os conhecimentos sobre os efeitos da palhada na produtividade da cana-de-açúcar. Diante disso, objetivou-se estudar o efeito da palha na rebrota da cana-de-açúcar, quando submetida à irrigação de salvamento utilizando-se dife-

rentes lâminas de reposição hídrica na região do Vale do São Patrício em Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Boa Vista, localizada no Vale do São Patrício, no município de Pirenópolis - GO

(altitude de 650 m, latitude 15° 18' S e longitude 49° 07' W), em soqueira de cana-de-açúcar de 3° corte colhido mecanicamente, utilizando-se a variedade SP79-1011, em Latossolo vermelho amarelo argiloso (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo utilizado no experimento

Camada	pH*	M. O.	P**	K	Ca	Mg	H+AL	CTC	V
m		g/kg	mg/dm ³			mmolc/dm ³			%
0 a 0,2	5,9	16	5,5	1,3	16	7	31	55	44,1

*pH (CaCl₂); **P (Mehlich)

O clima da região é classificado, segundo a classificação climática de Köppen (2011), como tropical de savana com inverno seco e verão chuvoso (Aw), com uma média pluviométrica anual de 1540 mm, com período de deficiência hídrica bem definido, entre maio e outubro.

O experimento foi instalado em um delineamento em blocos ao acaso, com três blocos, em esquema bifatorial 5 x 2, respectivamente. Utilizaram-se cinco lâminas de reposição hídrica (0, 20, 40, 60 e 80 mm), e dois sistemas de cultivo (com e sem palha), totalizando 10 tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos avaliados, envolvendo canavial não irrigado, e áreas irrigadas com lâminas de reposição hídrica de 20, 40, 60 e 80 mm, com e sem cobertura com palha da colheita mecanizada, Pirenópolis-GO

Tratamentos	Discriminação
1	Testemunha sem irrigação com palha
2	Testemunha sem irrigação sem palha
3	Irrigação de 20 mm com palha
4	Irrigação de 20 mm sem palha
5	Irrigação de 40 mm com palha
6	Irrigação de 40 mm sem palha
7	Irrigação de 60 mm com palha
8	Irrigação de 60 mm sem palha
9	Irrigação de 80 mm com palha
10	Irrigação de 80 mm sem palha

Os dados meteorológicos foram verificados durante o ciclo da cultura, e coletados na Estação Agrometeorológica da Usina Jalles Ma-

chado S.A, distante 15 km da área experimental (Tabela 3).

Tabela 3. Dados de temperatura e umidade relativa do ar, evaporação do Tanque Classe A e precipitação pluviométrica coletados na estação meteorológica da Usina Jalles Machado S.A em Goianésia - GO.

Meses	Temperatura Média (°C)	Umidade Relativa (%)	Evaporação Tanque Classe "A" (mm)	Precipitação (mm)
Jul/98	23,3	47	187,89	0
Ago/98	25,6	42	238,12	0
Set/98	27,6	40	239,75	15
Out/98	26,3	61	170,10	104
Nov/98	24,0	80	118,43	364
Dez/98	24,3	81	130,51	219
Jan/99	24,7	76	171,23	119
Fev/ 99	24,6	77	164,04	208
Mar/99	24,7	77	160,65	201
Abr/99	24,6	67	178,96	63
Mai/99	23,0	65	155,42	30

As parcelas foram constituídas de 18 linhas de 15 m, no espaçamento entre-linhas de 1,30 m. As 6 linhas centrais foram consideradas como área útil da parcela para a realização das avaliações (Figura 1).

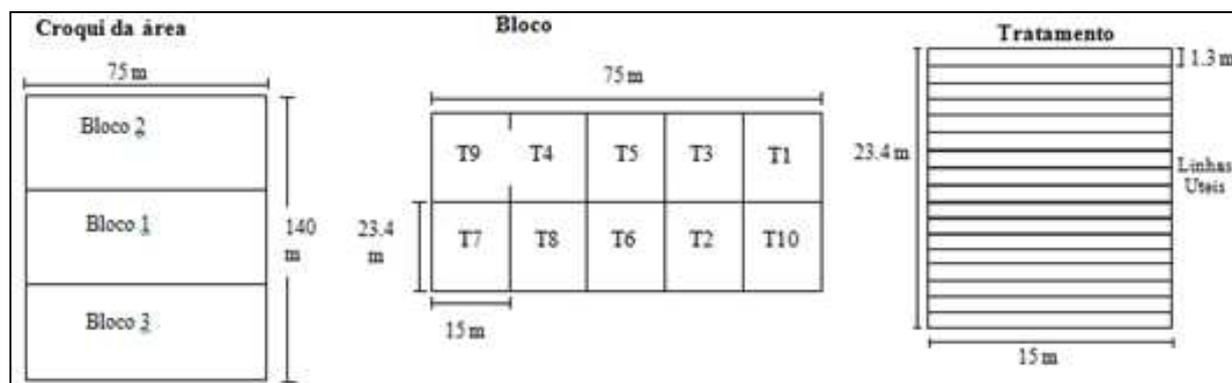


Figura 1. Croqui geral da área experimental, com destaque para os tratamentos distribuídos dentro de cada bloco e as linhas úteis de cana-de-açúcar dentro dos tratamentos.

Na instalação do experimento, retirou-se a palha manualmente das parcelas que receberam os tratamentos sem palha. Nos tratamentos com palha estimou-se em 12 t/ha de palha por parcela em média.

O equipamento de irrigação utilizado foi um carreter enrolador do tipo autopropelido acoplado a uma barra irrigadora (Figura 2).



a



b

Figura 2. Detalhe da vista frontal (a) e lateral (b) do equipamento carretel enrolador acoplado a barra irrigadora marca “Irrigabrazil”, modelo 140 GB - 6R com faixa de aplicação de 54 metros, irrigando a área experimental com e sem cobertura do solo com palha da colheita mecanizada.

Semanalmente, foram realizadas coletas de amostras de solo para determinação do conteúdo de água nas camadas de 0,0-0,05 m; 0,05-0,10 m; 0,10-0,20 m; e 0,20-0,40 m, pelo método gravimétrico, seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (1997). Para a adubação de cobertura seguiu-se as recomendações de Korndörfer (1994). O controle de plantas daninhas foi realizado conforme Pro-cóprio (2003).

Durante a colheita foram obtidos dados a respeito do número total de colmos da área útil de cada parcela, o peso médio por

colmo obtido a partir de seis amostras de 10 canas por parcela, sendo que um dos feixes amostrados (por parcela) para pesagem foi utilizado para a análise tecnológica. A produtividade da parcela foi determinada seguindo a metodologia proposta por Gheller et al. (1999).

Das amostras utilizadas para pesagem quantificou-se também o diâmetro médio, o número de entrenós e a altura média de colmos. Para mensuração do diâmetro utilizou-se um paquímetro, com medidas em 60 colmos por parcela. A altura foi definida como:

altura do colmo dividido por três, medido a partir da base do colmo.

Para análise estatística utilizou-se o programa computacional ASSISTAT versão Beta 7.6 de Silva (2011) para a análise de variância (ANOVA), e comparação de médias pelo método de Tukey a 5% de probabilidade para os níveis qualitativos (sistemas de cultivo). Para os parâmetros quantitativos

(lâminas de irrigação) utilizou-se a análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 estão apresentados os dados da análise de variância (ANOVA) para cada variável estudada.

Tabela 4. Resultado da análise de variância (ANOVA) para quantidade de colmos por metro, peso de colmos, produtividade de cana-de-açúcar, produtividade de açúcar, umidade, fibra, pol, diâmetro de colmos e comprimento de colmos

Causa da variação	Graus de Liberdade	Quadrado médio			
		Colmos por metro	Peso de colmos	Produtividade de cana	Produtividade de açúcar
Lâminas	4	0.62558 --	0.04317 --	402.93995 --	10.21767 --
Palha	1	0.01531 ns	0.04307**	312.14273 *	2.88116 ns
Lâminas x palha	4	0.68954 ns	0.00391 ns	35.49160 ns	0.54313 ns
Tratamentos	9	0.58620 ns	0.02571 **	229.54099 **	5.10271 **
Blocos	2	3.56127 ns	0.00437 ns	236.56535 *	2.39692 ns
Resíduo	18	0.39432	0.00317	45.22659	1.21203
Total	29				

Causa da variação	Quadrado médio				
	Umidade	Fibra	Pol	Diâmetro	Altura
Lâminas	1.22113 --	0.78266 --	0.86944--	0.02205 --	1374.05222 --
Palha	22.22241 **	1.61472 ns	1.54587*	0.14100 **	146.67111 ns
Lâminas x palha	0.12184 ns	0.10119 ns	0.05418 ns	0.00306 ns	57.79978 ns
Tratamentos	3.06603 **	0.57224 ns	0.58226 ns	0.02683 **	652.67546 **
Blocos	7.37347 **	0.60817 ns	3.10657 **	0.00602 ns	671.29255 **
Resíduo	0.65223	0.36986	0.26247	0.00614	72.04587

Observou-se que ocorreram diferenças significativas para peso de colmos, produtividade de cana e produtividade de açúcar, altura e diâmetro de colmos quando submetidas a lâminas crescentes de irrigação de salvamento. Tais resultados estão ilustrados pelas curvas de regressão apresentadas na Figura 3. Observou-se também (Tabela 4), que houve efeito significativo da palha no peso de col-

mos, produtividade de cana e produtividade de açúcar, umidade, Pol e diâmetro de colmo. Não foi observado interação entre lâminas de irrigação e cobertura do solo para nenhuma das variáveis avaliadas.

Os resultados de produtividade de cana e produtividade de açúcar encontram-se na Tabela 5 e na Figura 3. A produtividade média da cana-de-açúcar foi inferior a 70 t/ha

devido à irregularidade na distribuição das chuvas ocorridas no período em que o experimento foi conduzido (Tabela 2).

Tabela 5. Produtividade agrícola média de cana e de produção de açúcar por área (3ª Soca) em relação às lâminas de reposição hídrica aplicadas nas parcelas com e sem palha cobrindo o solo, Pirenópolis-GO

Tratamento	Produtividade cana (t/ha)		Produtividade açúcar (t/ha)	
	com palha	sem palha	com palha	sem palha
Sem Irrigação	51,30	46,90	6,80	6,30
20 mm	59,00	56,50	8,10	7,90
40 mm	65,30	59,00	8,70	8,10
60 mm	67,60	63,40	9,40	9,20
80 mm	78,10	63,30	10,70	9,10
<i>Média</i>	<i>64,28 a</i>	<i>57,83 b</i>	<i>8,74 a</i>	<i>8,12 a</i>
<i>DMS</i>		<i>5,16</i>		<i>0,84</i>
<i>CV%</i>		<i>11,02</i>		<i>13,06</i>

*As médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Inman-Bamber (2004). O autor explica que o déficit hídrico afeta negativamente o crescimento da parte aérea do canavial, sobretudo a produção de folhas, acelerando a senescência foliar e da planta como um todo, podendo, ainda, levar a uma redução na interceptação da radiação, na eficiência do uso de água e na fotossíntese, bem como ao aumento da radiação transmitida para a superfície do solo.

Na Tabela 6 encontram-se os dados relativos a número de colmos por metro e de comprimento de colmos. Não foi observado diferença significativa para número de colmos por metro quando submetidos ao efeito da palha. Por outro lado, a Figura 3 mostra que houve efeito significativo de comprimento de colmos quando as plantas foram submetidas a lâminas crescentes de irrigação. Evidenciando que o déficit hídrico influencia significativamente no comprimento de colmos e consequentemente na produtividade.

Tabela 6. Médias de número de colmos por metro e altura de colmos (m) por lâmina de irrigação aplicada

Tratamento	Nº DE COLMOS/m		ALTURA (m)	
	Com palha	Sem palha	Com palha	Sem palha
Sem Irrigação	11,30	10,40	124,78	122,00
20 mm	11,10	11,20	134,56	146,44
40 mm	10,80	11,20	151,67	153,56
60 mm	10,50	11,30	152,89	162,78
80 mm	12,00	11,40	159,33	160,56
<i>Média</i>	<i>11,16 a</i>	<i>11,11 a</i>	<i>144,64 a</i>	<i>149,07 a</i>
<i>DMS</i>		<i>0,48</i>		<i>6,51</i>
<i>CV%</i>		<i>5,64</i>		<i>5,78</i>

*As médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

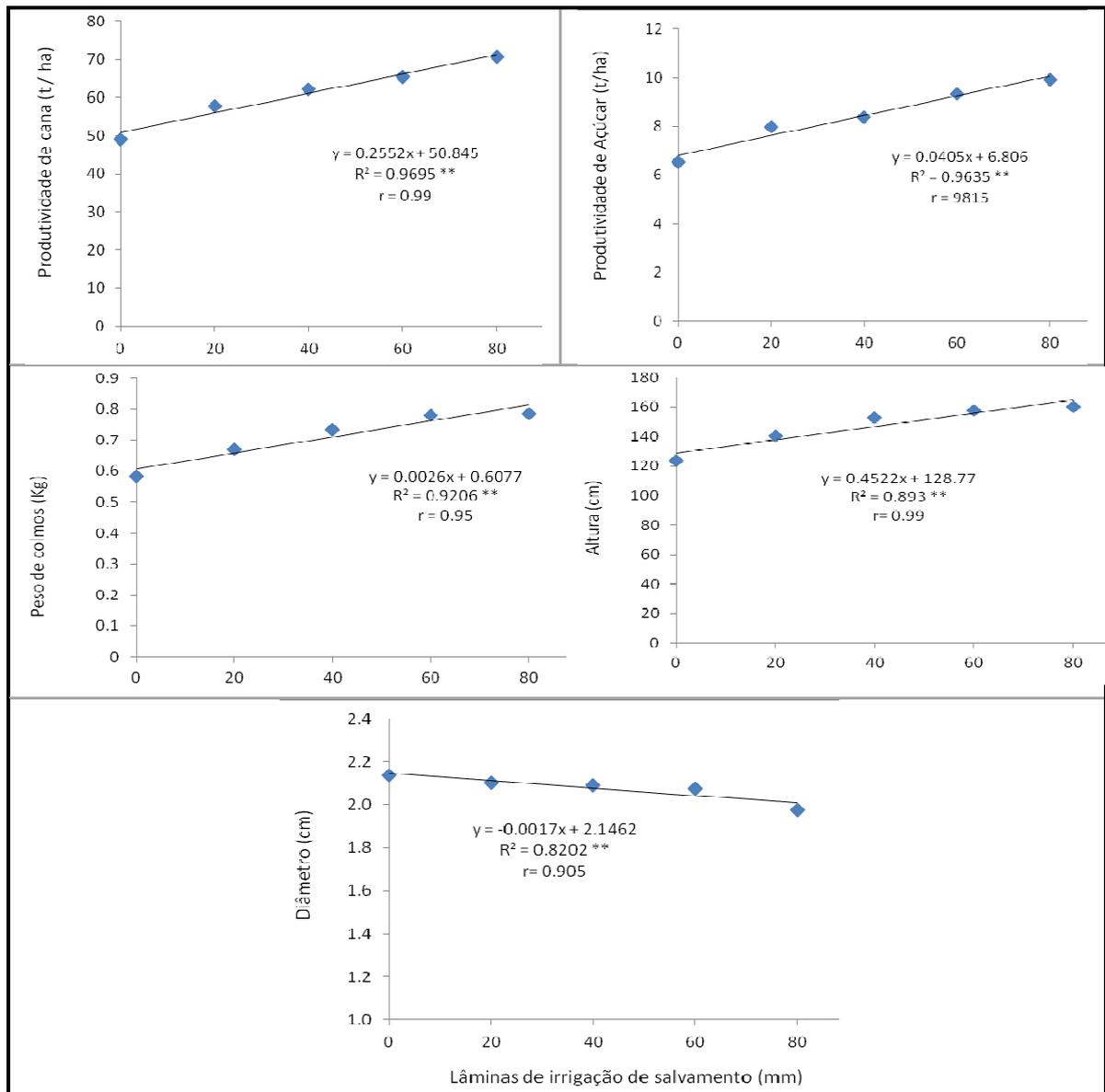


Figura 3. Produtividade média de cana-de-açúcar (t/ha), produtividade de açúcar, peso de colmos, diâmetro e altura de colmo, em ensaio com diferentes lâminas de irrigação de salvamento, em áreas de cana-de-açúcar com e sem palha (3^a Soca), Pirenópolis-GO.

Segundo Inman-Bamber (2004) e Silva et al. (2008), a variação na altura da planta é um indicativo de tolerância ou suscetibilidade da cana-de-açúcar ao déficit hídrico. Para os dados observados conforme o delineamento experimental proposto, o aumento da lâmina de irrigação promoveu um incremento na altura de colmos. Os resultados obtidos estão de acordo com Dantas Neto (2006), os quais relataram que lâminas de irrigação influenciam de forma linear e quadrática nos

parâmetros de crescimento e produção de açúcar de cana-soca na variedade SP79-1011.

Os dados referentes a diâmetro de colmos e peso de colmos encontram-se descritos na Tabela 7. O aumento da lâmina de reposição hídrica não promoveu incremento no diâmetro de colmos (Figura 3). Os diâmetros de colmos foram maiores na presença de palha. Este aumento no diâmetro de colmos na presença da palha confere com os obtidos por Thompson & Wood (1967). O peso de colmos foi maior com o aumento das lâminas

de reposição hídrica (Figura 3) e cobertura do solo com a palha da cana-de-açúcar (Tabela 7).

Tabela 7. Diâmetro de colmos de cana-de-açúcar (cm) e peso de colmos (kg/colmo) em função da lâmina de reposição hídrica, em área com e sem cobertura do solo com palha

Tratamento	DIÂMETRO (cm)		PESO (kg/colmo)	
	Com Palha	Sem Palha	Com Palha	Sem Palha
Sem Irrigação	2,23	2,03	0,59	0,58
20 mm	2,15	2,06	0,69	0,65
40 mm	2,13	2,03	0,78	0,68
60 mm	2,13	2,03	0,83	0,73
80 mm	2,09	1,92	0,85	0,72
<i>Média</i>	<i>2,14 a</i>	<i>2,01 b</i>	<i>0,75 a</i>	<i>0,67 b</i>
<i>DMS</i>		<i>0,06</i>		<i>0,043</i>
<i>CV%</i>		<i>3,77</i>		<i>7,93</i>

*As médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 8 estão os dados referentes à Pol da cana (%), fibra (%) e umidade (%). O Pol da cana (%) mostrou-se mais elevado nos tratamentos sem palha, já a umidade (%) foi maior nos tratamentos com palha. Enquanto que a porcentagem de fibra não sofreu influência da cobertura do solo com palha. Estes resultados estão de acordo com Stupiell

(1987), que afirma que a disponibilidade hídrica, o tipo de cultivo, a variedade, entre outros, interferem na composição química da cana-de-açúcar, ou seja, na sua qualidade industrial. Já as lâminas de reposição hídrica, não influenciaram na Pol (%), na Fibra (%) e na umidade (%).

Tabela 8. Características químico-tecnológicas dos colmos em relação às lâminas de reposição hídrica, em áreas com e sem cobertura do solo com a palha da cana-de-açúcar

Tratamento	POL CANA (%)		FIBRA (%)		UMIDADE (%)	
	Com palha	Sem palha	Com palha	Sem palha	Com palha	Sem palha
Sem Irrigação	13,20	13,47	13,00	13,70	73,10	71,20
20 mm	13,70	13,95	13,90	14,00	72,20	70,50
40 mm	13,26	13,72	13,00	13,60	73,00	71,40
60 mm	13,94	14,56	13,80	14,40	71,80	70,50
80 mm	13,73	14,39	13,50	13,80	72,80	70,70
<i>Média</i>	<i>13,56 b</i>	<i>14,02 a</i>	<i>13,44 a</i>	<i>13,90 a</i>	<i>72,58 a</i>	<i>70,86 b</i>
<i>DMS</i>		<i>0,39</i>		<i>0,47</i>		<i>0,62</i>
<i>CV%</i>		<i>3,71</i>		<i>4,45</i>		<i>1,13</i>

A cobertura do solo com a palha permitiu uma maior retenção de água no solo, fato que pode ser constatado na Figura 4 em que se observa menor perda de umidade no tratamento com reposição hídrica de 80 mm

com palha em relação ao tratamento sem palha. Esta característica foi aparente em todas as profundidades e acentuada na lâmina de 80 mm.

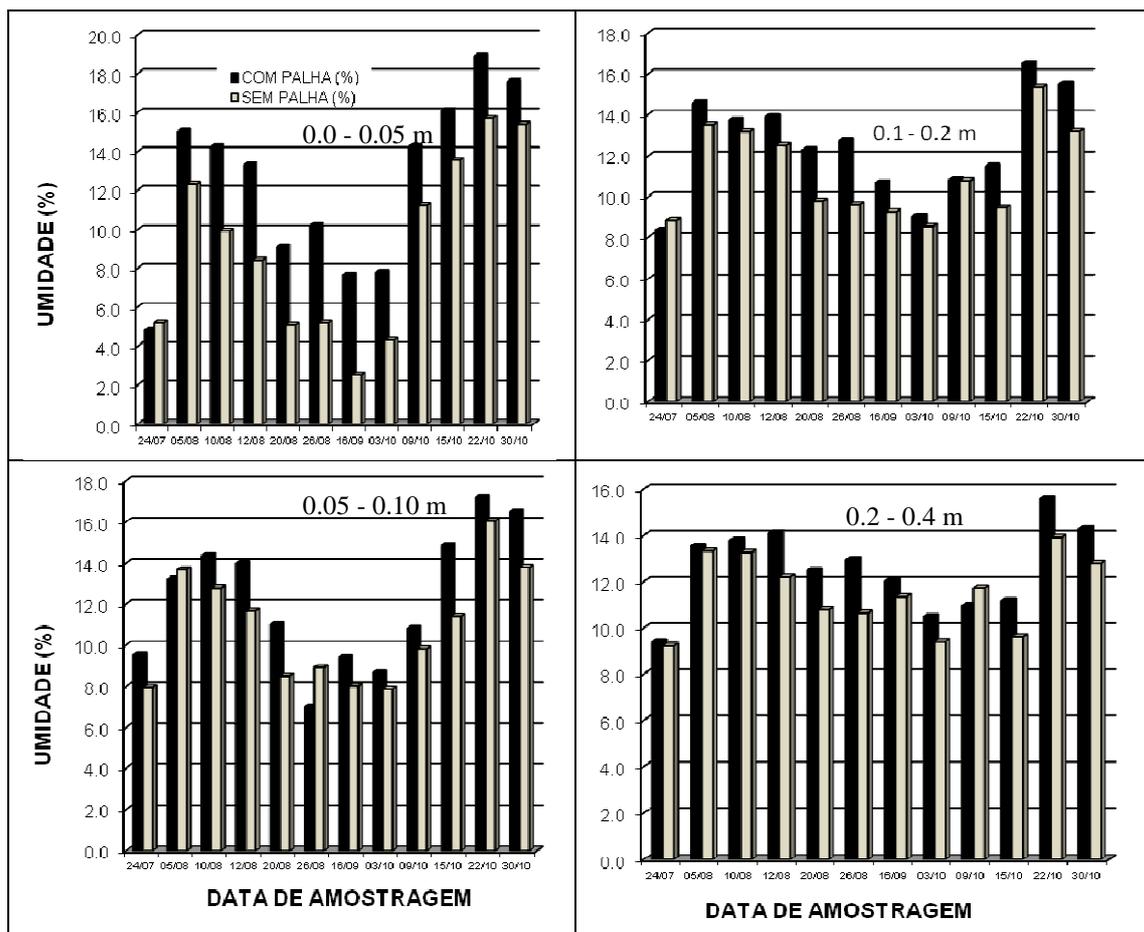


Figura 4. Conteúdo de água no solo (%) nas profundidades de 0,0-0,05, 0,05-0,1, 0,1-0,20 e 0,2-0,4 m, em área cultivada com cana-de-açúcar, com e sem cobertura do solo com palha, irrigada com lâmina de 80 mm.

CONCLUSÕES

Nas condições em que o estudo foi realizado, foi observada resposta positiva da cobertura do solo com a palha provinda da colheita mecanizada da variedade SP79-1011 (3^a soca), em peso de colmos, produtividade de cana, produtividade de açúcar, umidade e diâmetro de colmo. E resposta negativa na Pol (%).

A aplicação de uma lâmina de 80 mm apresentou melhor resposta quanto ao aumento de produtividade de colmos, produtividade de açúcar, peso de colmos e altura de plantas. E resposta negativa quanto ao diâmetro de colmos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Irrigação e demanda de água no Brasil. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil.7p. 2009. Acesso em: 27 de Outubro de 2011. <http://conjuntura.ana.gov.br/>

DANTAS NETO, J.; FIGUEREDO, J. L. C.; FARIAS, C. H. A.; AZEVEDO, H. M. de; AZEVEDO, C. A. V. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, n.2, p.283–288, 2006.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. Rome: FAO, 1979. 197p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33).

- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 2. ed. rev. atual.. 212p. 1997.
- GHELLER, A. C. A.; MENEZES, L. L.; MATSUOKA, S.; MASUDA, Y.; HOFFMANN, H.P.; ARIZONO, H.; GARCIA, A. A. F. Manual de método alternativo para medição da produção de cana-de-açúcar. UFSCar – CCA - DBV, Araras, 7p. 1999.
- KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. *Estud. av.* São Paulo, v. 24, n. 68, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000100017> fronteira agrícola no estado do Mato-Grosso. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 38, n. 4, p.10-18, 2008.
- KORNDÖRFER, G. H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: SÁ, M. E.; BUZZETTI, S. (Coord.) Importância da adubação e qualidade dos produtos agrícolas, 1. São Paulo: Ícone, 1994. p. 133-142.
- KÖPPEN, W. Köppen climate classification. Geography about. Available in: <<http://geography.about.com/library/weekly/aa011700b.htm>>. Access in: 01 Nov. 2011.
- INMAN-BAMBER, N.G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. *Field Crops research*. Australia, v. 89, p. 107-122, 2004.
- NEVES, M. F.; CONEJERO, M. A. Estratégias para a cana no Brasil: um negócio classe mundial. São Paulo: Atlas, 2010. 288 p.
- PRADO, H. Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento e manejo. 1º ed. Piracicaba: Divisão de Biblioteca e Documentação – “Luiz de Queiroz” /USP, 2003, p.275.
- PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F. A. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. 2ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150 p.
- ROSENFELD, U. Período crítico de deficiência hídrica para a cana planta em cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). Piracicaba, ESALQ/USP. 89 p. 1989. (Dissertação de Mestrado).
- SANTOS, M. A. L., FRIZZONE, J. A. Irrigação suplementar da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) colhida no mês de Janeiro: um modelo de análise de decisão para o Litoral Sul do Estado de Alagoas. *Irriga*, Botucatu, v. 11, n.3, p. 339-355. 2006.
- SILVA, M. A.; SOARES, R. A. B.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P. Agronomic performance of sugarcane families in response to water stress. *Bragantia*, v. 67, n.1, p. 656-661, 2008.
- SILVA, F. A. S. ASSISTAT, versão beta 7.6, 2011, Campina Grande, DEAG, CTRN, UFCG. <www.assistat.com> Acessado em Nov, 2011.
- SILVA et al. crescimento da cana-de-açúcar com e sem irrigação complementar sob diferentes níveis de adubação de cobertura nitrogenada e potássica. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza, v. 3, n.1, p. 3-12, 2009.
- STUPIELL, J. P. A cana-de-açúcar como matéria prima. In: PARANHOS, S.B. Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. São Paulo: Fundação Cargil, v. 2, n.1, p.761-804. 1987.
- THOMPSON, G. D.; WOOD, R.A.; Wet and dry seasons and their effects on rain-fed sugarcane in Natal. *Tropical Agriculture*, London, v.3, n.2, p. 297-307. 1967.
- VIEIRA JUNIOR, P. A. et al. Produção brasileira de cana-de-açúcar e deslocamento da fronteira agrícola no Estado do Mato Grosso. *Informações Econômicas*, São Paulo. v. 38, n. 4, 2008.