

Clayton M. de Carvalho¹Hamilton M. de Azevedo²José Dantas Neto²Carlos H. de A. Farias³Charles T. S. da Silva⁴Raimundo R. Gomes Filho⁵

Rendimento de açúcar e álcool da cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação

RESUMO

Realizou-se esta pesquisa para estudar o rendimento de açúcar e álcool da terceira folha da cana-de-açúcar nos tabuleiros costeiros da Paraíba submetida a irrigação (0, 50, 100 ou 150% da lâmina utilizada na fazenda) sob dois regimes de adubação de cobertura (72 e 276 kg ha⁻¹), tomando como referencial a variedade SP 791011. A precipitação efetiva durante o ciclo da cultura foi de 775 mm e as lâminas d'água aplicadas com a irrigação foram de 152, 290 e 393 mm. As aplicações de água foram feitas por um sistema de irrigação tipo pivô central rebocável, em turnos de 12 dias, e a evapotranspiração foi calculada com base no tanque classe "A" menos a precipitação efetiva. O arranjo experimental foi realizado por meio de uma análise fatorial do tipo 2 × 4 (dois níveis de adubação e quatro níveis de irrigação), com três repetições. A interação fatores adubação de cobertura × irrigação não alterou significativamente o rendimento da terceira folha de cana. O aumento da lâmina de irrigação resultou em acréscimos na produção de colmos, no rendimento bruto de açúcar e no rendimento bruto de álcool.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum* L., produção de cana-de-açúcar, pivô central

Yield of sugar and alcohol from sugar cane subjected to different levels of irrigation

ABSTRACT

The present paper aimed to study the yield of sugar and alcohol from the third ratoon of sugar cane in coastal tablelands of Paraíba, subjected to different levels of irrigation (0, 50, 100 and 150% of the applied amount of water used in the Farm) under two schemes of covering fertilization (72 and 276 kg ha⁻¹), taking as reference the variety SP 791011. The effective precipitation occurred during the crop cycle was 775 mm and the amount of water applied with irrigation were 152, 290 and 393 mm. The applications of water were made through a towable central pivot irrigation system, in shifts of 12 days and the evapotranspiration calculated on the tank class "A", minus the effective precipitation. The experimental design was performed by a factor analysis type 2 x 4 (two levels of fertilizer and four levels of irrigation), with three replications. The covering fertilization × irrigation interaction did not significantly affect the efficiency of the third ratoon of sugar cane. The increase in irrigation levels resulted in increases in the production of stems, the gross income of sugar and alcohol in gross income.

Key words: *Saccharum officinarum* L., sugar cane production, central pivot irrigation system

1 Prof. MSc., Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC Sobral, carvalho_cmc@yahoo.com.br

2 Prof. Dr., DEAG, UFCG, hamilton@deag.ufcg.edu.br, zedantas@deag.ufcg.edu.br

3 Dr., Engenharia Agrícola, UFCG.

4 MSc., COGERH, charlesteles@yahoo.com.br

5 Prof. Dr., Engenharia Agrícola, UFG, rrgomesfilho@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Estima-se que a cultura de cana-de-açúcar ocupa no Brasil aproximadamente 6,92 milhões de hectares, com produção em torno de 473,16 milhões de toneladas de colmos na safra de 2007/2008. Os principais produtos gerados são o açúcar, com aproximadamente 30,04 milhões de toneladas, e o álcool, cerca de 21,30 bilhões de litros (Oliveira et al., 2007).

O setor sucroalcooleiro é de grande relevância no contexto sócio-econômico do País, visto que a cultura da cana-de-açúcar é uma das mais importantes espécies agrícolas exploradas no Brasil. Cerca de R\$ 12,7 bilhões por ano é movimentado pelo mercado sucroalcooleiro, com faturamentos diretos e indiretos, o que corresponde a 2,3% do PIB brasileiro (Jornalcana, 2001).

Segundo Icida (1999), o setor sucroalcooleiro como um todo, representa 1,2 milhão de postos de emprego em toda a cadeia produtiva, ou seja, 600 vezes mais que os postos gerados pelo setor do petróleo.

A Paraíba ocupa a sexta posição no cenário nacional, com produção de 8,9 milhões de toneladas, o que lhe confere receita anual de 120 milhões de reais. Portanto, a cana-de-açúcar é o produto agropecuário mais importante do estado (Azevedo, 2002), porém sua produtividade é a mais baixa entre os oito maiores estados produtores: Mato Grosso (96,5 t ha⁻¹), Goiás (73,4 t ha⁻¹), São Paulo (72,9 t ha⁻¹), Paraná (73,4 t ha⁻¹), Minas Gerais (56,9 t ha⁻¹), Alagoas (55,7 t ha⁻¹), Pernambuco (43,3 t ha⁻¹) e Paraíba (41,2 t ha⁻¹), IBGE (1996).

A baixa pluviosidade e o empobrecimento do solo são os principais fatores da baixa produtividade na Paraíba e apontam para uma política de pesquisa com irrigação e adubação das culturas visando resultados diretos, como o aumento da produtividade e rendimento de açúcar e de álcool, e efeitos indiretos, como a diminuição da área plantada para reduzir os custos de transporte, insumos, plantio e tratamentos culturais, além de liberar área para diversificação e/ou rotação e preservação de áreas.

De acordo com Silva (2002), a irrigação, usada como prática suplementar, cada vez mais é utilizada pelos produtores após a redução na produção de cana-de-açúcar, decorrente das baixas precipitações no nordeste brasileiro nos últimos anos.

Segundo Doorenbos & Kassan (1979), produções em áreas irrigadas em torno de 100 a 150 t ha⁻¹ demandam 1.500 a 2.000 mm por ciclo de 365 dias. Uma vez que, nas áreas canavieiras brasileiras, a precipitação total anual é em torno de 1.100 a 1.500 mm ano⁻¹, torna-se indispensável a irrigação complementar para se obter as produções desejadas (Alfonsi et al., 1987).

Na Paraíba, os tabuleiros costeiros têm grande potencial para a agricultura irrigada durante o déficit pluviométrico (Varela, 2002), o que induz a investimentos em técnicas de agricultura irrigáveis, principalmente com o uso da aspersão, notadamente na cultura da cana-de-açúcar, utilizando o pivô central.

Farias (2001), avaliando o desenvolvimento morfofisiológico da cana-de-açúcar em regime irrigado e sequeiro na zona da mata Paraibana, concluiu que o plantio seguido de estres-

se hídrico reduziu o perfilhamento em 41,5% no início do ciclo e o número de colmos em 37,7% no final do ciclo em comparação ao cultivo irrigado.

Os parâmetros que determinam a relação entre água e produtividade potencial da cultura são a frequência de aplicação de água, a quantidade de água aplicada, a uniformidade e a eficiência de aplicação, juntamente com a precipitação (Howell et al., 1990).

Este trabalho foi realizado com pesquisa de campo para estudar o rendimento da terceira folha de cana-de-açúcar nos tabuleiros costeiros da Paraíba submetida a diferentes níveis de irrigação e dois regimes de adubação de cobertura, tomando-se como referencial a variedade SP 791011.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Capim, da Destilaria Miriri, do Grupo UNIAGRO, situado no município de Capim, Paraíba, com a variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) SP 791011, muito difundida no estado. A Fazenda Capim está situada geograficamente na latitude 6°56', longitude 35°07', e possui área irrigada de aproximadamente 600 hectares com dois pivôs centrais rebocáveis alimentados por uma extensão de 9 km de canal, abastecidos por um manancial com capacidade de 5.000.000 m³ de água, que se deslocam em seis bases de 50 ha (Figura 1), dentro de uma região propícia ao cultivo desta cultura, com altitude de 100 m e temperatura média de 28°C. A precipitação média anual é de 1.000 mm, com seis meses secos; o clima é quente e úmido, com chuvas de outono a inverno (As' segundo W. Koeppen), e bioclima classificado como Mediterrâneo ou Nordeste quente, de seca atenuada (Atlas Geográfico do Estado da Paraíba, 1985).

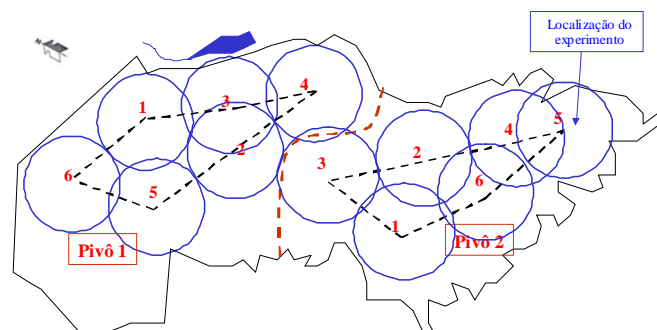


Figura 1. Área irrigada da Fazenda Capim, da Destilaria Miriri, Município de Capim, Paraíba, área de atuação dos pivôs 1 e 2, localização das bases dos pivôs e do experimento

Figure 1. Irrigated area of Capim Farm, Miriri Distillery, Municipality of Capim, PB, area of performance of the pivots 1 and 2, localization of the pivots and the experimental bases

O experimento foi instalado na base 5 do pivô 2 (Figura 1) e os tratamentos em setores do pivô. As parcelas eram constituídas de cinco fileiras espaçadas 1,2 m, comprimento de 12 m e com área total de 72 m². A área útil da parcela era de 36

m² e compreendia as três fileiras centrais com 10 m de comprimento cada uma, de modo que a bordadura foi constituída de uma fileira de plantas de cada lado e de 1,0 m em cada extremidade da parcela útil.

As lâminas foram aplicadas pelo sistema de irrigação por aspersão tipo pivô central rebocável (DSF, 1999), com velocidades do equipamento variando por setor, para aplicação das lâminas dos tratamentos de irrigação.

O solo predominante na fazenda é do tipo Argissolo. As características químicas e físico-hídricas do solo, determinadas nas camadas de 0-0,20 m, 0,20-0,50 m e 0,50-1,00 m, indicaram que o solo é franco-argilo-arenoso, com capacidade total de armazenamento de 62 mm até a profundidade de 0,70 m e capacidade de armazenamento aproveitável de 42 mm, correspondendo a 67% da água total disponível.

Como o solo do experimento era franco-argilo-arenoso, com alta capacidade de infiltração, considerou-se precipitação efetiva o valor da chuva igual ou menor que a capacidade de água aproveitável do solo e/ou da evapotranspiração do turno de irrigação de 12 dias. A evapotranspiração real foi calculada pela equação:

$$E_{tr} = 0,75 * K_c * EV \quad (1)$$

em que E_{tr} é a evapotranspiração real em mm; K_c , o coeficiente de cultivo segundo Doorenbos & Kassan (1979) adaptado para período de 14 meses, por DSF (1999); EV , a evaporação do tanque “classe A” em mm.

A quantidade de água aplicada em cada irrigação foi igual à evapotranspiração calculada com base no tanque “classe A”, calculada na forma apresentada na Equação 1, menos precipitação efetiva;

Os tratamentos consistiram da combinação de quatro lâminas de irrigação e dois níveis de adubação de cobertura. O arranjo experimental foi um fatorial do tipo 2×4 (2 níveis de adubação de cobertura e 4 lâminas de irrigação), com 8 diferentes combinações, em delineamento inteiramente casualizado. Utilizou-se o *software* ASSISTAT, versão 6.2 Beta 2000, nas análises estatísticas dos dados (Silva, 1996).

Os níveis de irrigação, com o turno de rega de 12 dias, foram: W_0 (lâmina 0 = zero mm de água de irrigação); W_1 (lâmina 1 = 13,8 mm correspondendo a 50 % da lâmina de projeto utilizada na Fazenda Capim, DSF (1999)); W_2 (lâmina 2 = 27,5 mm equivalente à lâmina utilizada na Fazenda Capim), e W_3 (lâmina 3 = 41,3 mm referente à lâmina utilizada na Fazenda Capim, acrescida de 50%).

As quantidades totais de água, que compreenderam a precipitação efetiva mais lâminas de irrigação, aplicadas em cada tratamento durante o experimento são demonstradas na Tabela 1.

As adubações de cobertura foram feitas com os elementos nitrogênio (N) e potássio (K_2O), em quantidades definidas, tomando-se como base as quantidades utilizadas na Destilaria Miriri, que se baseia em parâmetros do solo e no rendimento econômico da cultura sob condições de sequeiro e a quantidade de nutrientes extraída do solo em kg por 100 t de colmos, segundo Orlando Filho (1978) e Orlando Filho et al. (1980). Os níveis de adubação de cobertura foram os se-

Tabela 1. Quantidades totais de água aplicadas em cada tratamento durante o experimento

Table 1. Total amounts of water applied in each treatment during the experiment

Tratamento	LA (mm)	PE (mm)	TAA (mm)
W_0 (0 mm)	0	775	775
W_1 (13,8 mm)	152	775	927
W_2 (27,5 mm)	290	775	1.065
W_3 (41,3 mm)	393	775	1.168

LA – Lâmina aplicada durante o experimento; PE – Precipitação efetiva; TAA – Total de água aplicado.

guintes: $N_0 = 72$ (28 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 44 kg ha⁻¹ de potássio) e $N_1 = 276$ (112 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 164 kg ha⁻¹ de potássio). As fontes de nitrogênio e potássio foram uréia e cloreto de potássio, respectivamente. Aplicaram-se 90 kg de fósforo (P_2O_5) ha⁻¹ como nutriente de fundação.

A área útil da parcela foi colhida, contando o número de colmos, pesada e calculada a produção de colmos em kg ha⁻¹. Os rendimentos brutos de açúcar e de álcool foram calculados de acordo com metodologia descrita por Caldas (1998) e utilizada na destilaria Miriri:

Rendimento bruto de açúcar

$$RA_{\zeta} = \frac{(PCC * PC)}{100} \quad (2)$$

em que RA_{ζ} é o rendimento em açúcar em kg ha⁻¹; PCC, a quantidade de açúcar bruto em % contido nos colmos e determinada em laboratório; PC, a produção de colmos em kg ha⁻¹.

Rendimento bruto de álcool

$$RA = (((PCC * F) + ARL) * Fg) * 10 * PC \quad (3)$$

em que RA é o rendimento de álcool bruto em litro por tonelada de cana; PCC, a quantidade de açúcar bruto em % contido nos colmos e determinada em laboratório; F, o fator de transformação estequiométrica de sacarose em uma molécula de glicose mais uma de frutose, igual a 1,052 e ARL são os açúcares redutores livres em %, cujos valores variam de 0,7 a 0,85%, sendo que a destilaria utiliza 0,7 para PCC alto; Fg, o fator de Gay Lussac igual a 0,6475; PC, a produção de colmos em t ha⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Lâminas de irrigação e níveis de adubação

O balanço hídrico do experimento comprovou que as quantidades de água aplicadas pela irrigação nos níveis W_0 , W_1 , W_2 e W_3 foram, respectivamente, 0, 152, 290 e 393 mm; e as quantidades totais de água (irrigação mais precipitação efetiva) aplicadas, 775, 927, 1.065 e 1.168 mm. A maior quantidade aplicada (1.168 mm) foi inferior aos valores recomendados

Doorenbos & Kassan (1979) para os períodos de 365 dias, que varia de 1.500 a 2.000 mm.

A quantidade de nutriente aplicada na fundação foi 90 kg de P_2O_5 ha^{-1} e, nas adubações de cobertura, foram $N_0 = 72$ kg ha^{-1} (28 de N mais 44 K_2O) e $N_1 = 276$ kg ha^{-1} (112 de N mais 164 K_2O). Quando comparadas as respectivas quantidades de 91 kg de N, 13 kg de P_2O_5 e 71 kg de K_2O por 100 t de colmos, segundo Haag et al. (1987); e de 100 a 200 kg de N ha^{-1} ; 20 a 90 kg de P_2O_5 ha^{-1} e 125 a 160 kg K_2O ha^{-1} para produções de 100 a 150 t ha^{-1} de colmos, conforme Doorenbos & Kassan (1979), verificou-se que as quantidades de adubo aplicadas nos níveis de adubação de cobertura foram superiores aos máximos preconizados.

Parâmetros de produção

Nas Tabelas 2, 3 e 4 são apresentados os resultados da análise de variância da cana-de-açúcar, a comparação de médias das produções da cana e os valores das produções de cana obtidos por vários autores para produção de colmos (t ha^{-1}), rendimento bruto de açúcar (t ha^{-1}) e rendimento bruto de álcool (m^3 ha^{-1});

Produção de colmos

O experimento apresentou coeficiente de variação para a produção de colmos igual a 11,03%, classificado como médio

Tabela 2. Análise de variância das produções da cana

Table 2. Analysis of variance of the sugar cane productions

Fonte de Variação	Teste F			
	GL	PDC	RBAÇ	RBA
Adubação (F 1)	1	8,2558 *	8,8674 **	8,4452 *
Irrigação (F 2)	3	8,2131 **	7,5928 **	7,1806 **
Interação (F 1 x F 2)	3	1,7030 ns	0,8180 ns	0,9043 ns
QM (resíduo)	16	83,10352	2,30634	1,18477
Média Geral		82,66	12,29	8,75
CV		11,03	12,36	12,43

PDC - Produção de colmos (t ha^{-1}); RBAÇ - Rendimento bruto de açúcar (t ha^{-1}); RBA - Rendimento bruto de álcool (m^3 ha^{-1}); * - significativo a 1% de probabilidade; ** - significativo a 5% de probabilidade; ns - não-significativo; QM - Quadrado médio; CV - Coeficiente de variação.

Tabela 3. Comparação de médias das produções da cana

Table 3. Comparison of averages of the sugar cane productions

	PDC	RBAÇ	RBA
W_0	69,12950 b	09,94833 b	7,13594 b
W_1	79,68800 ab	12,10667 ab	8,60635 ab
W_2	88,30283 ab	13,32833 a	9,47875 a
W_3	93,50051 a	13,76000 a	9,79735 a

PDC - Produção de colmos (t ha^{-1}); RBAÇ - Rendimento bruto de açúcar (t ha^{-1}); RBA - Rendimento bruto de álcool (m^3 ha^{-1})

Tabela 4. Valores das produções da cana obtidos por vários autores

Table 4. Values of the sugar cane productions obtained by different authors

	Autor (Ano)				
Rendimento da cana-de-açúcar	Azevedo ¹ (2002)	Silva ¹ (2002)	Moura ² (2003)	Silva ³ (2003)	Carvalho (2003)
Produção de colmos (t ha^{-1})	103,2 (1.043)*	111,11 (955,1)*	95,48 (955,1)*	97,29 (1.065)*	103,09 (1.168)*
Rendimento bruto de açúcar (t ha^{-1})	16,20 (1.043)*	14,22 (955,1)*	15,87 (955,1)*	14,71 (1.065)*	15,29 (1.168)*
Rendimento bruto de álcool (m^3 ha^{-1})	10,44 (1.043)*	10,18 (955,1)*	9,30 (955,1)*	10,46 (1.065)*	10,88 (1.168)*

(*) Total de água aplicado (mm); ¹ Variedade SP 791011 (cana planta); ² Variedade SP 791011 (segunda folha); ³ Variedade SP 791011 (terceira folha); ⁴ Variedade SP 716949 (cana planta)

por Gomes (1970), o que indica que o delineamento estatístico utilizado teve bom controle sobre as variações do acaso. O teste F comprovou que os fatores adubação de cobertura e irrigação foram significativos.

Na comparação das médias para o fator irrigação, as produções foram crescentes e o nível W_3 foi significativamente superior pelo teste Tukey, no nível W_0 , e não diferiu significativamente dos níveis W_2 e W_1 . A produção média de colmos obtida no experimento foi de 82,66 t ha^{-1} , a menor de 68,44 t ha^{-1} no tratamento N_1W_0 e a maior de 103,09 t ha^{-1} no tratamento N_1W_3 (Figura 2).

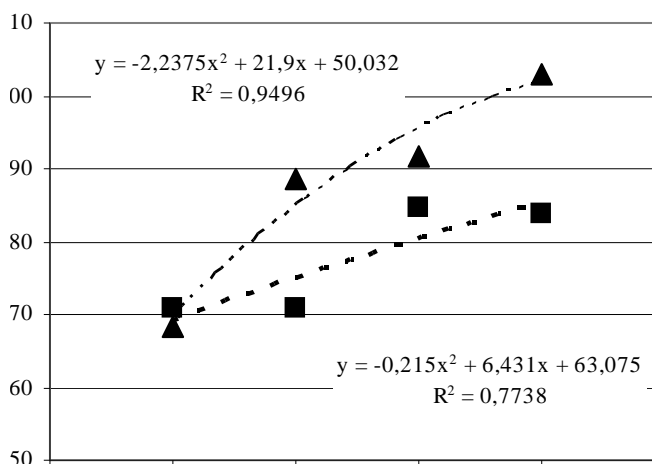


Figura 2. Rendimento da produção de colmos em diversos níveis de irrigação (t ha^{-1})

Figure 2. Culm yield in the different irrigation levels (t ha^{-1})

A máxima produção de colmos encontrada neste experimento (Tabela 4) foi praticamente igual à encontrada por Azevedo (2002) em pesquisa com cana planta na mesma parcela desse experimento e superior a valores encontrados por outros autores utilizando a segunda e a terceira folha de cana.

O máximo valor obtido de 103 t ha^{-1} foi pouco superior ao menor valor preconizado por Doorenbos & Kassan (1979), de 100 t ha^{-1} para áreas irrigadas. Para as quantidades de adubo aplicadas, as produções obtidas no experimento foram pequenas. A quantidade de água abaixo da recomendada e com déficit em períodos críticos explica o fato de o maior valor obtido no experimento de 103,09 t ha^{-1} ter sido inferior às 142 t ha^{-1} , estimadas por Souza et al. (1999), na mesma variedade, no período de agosto de 1995 a outubro de 1996, para lâminas totais de água de 1.602 mm.

Rendimento bruto de açúcar

O coeficiente de variação para o rendimento bruto de açúcar foi igual a 12,36%, classificado como médio por Gomes (1970), o que indica bom controle do delineamento estatístico sobre as variações do acaso. O teste F demonstrou que fatores adubação de cobertura e irrigação foram significativos. A comparação das médias para o fator irrigação indicou que as produções foram crescentes e que os níveis W_3 e W_2 foram significativamente superiores ao nível W_0 e não diferiram significativamente do nível W_1 . Verificou-se também que

os níveis W_1 , W_2 e W_3 não foram diferentes significativamente pelo teste Tukey. O rendimento médio de açúcar obtido no experimento foi de 12,29 t ha⁻¹, o menor, de 9,68 t ha⁻¹, no tratamento N_0W_0 e o maior, de 15,29 t ha⁻¹, no tratamento N_1W_3 (Figura 3).

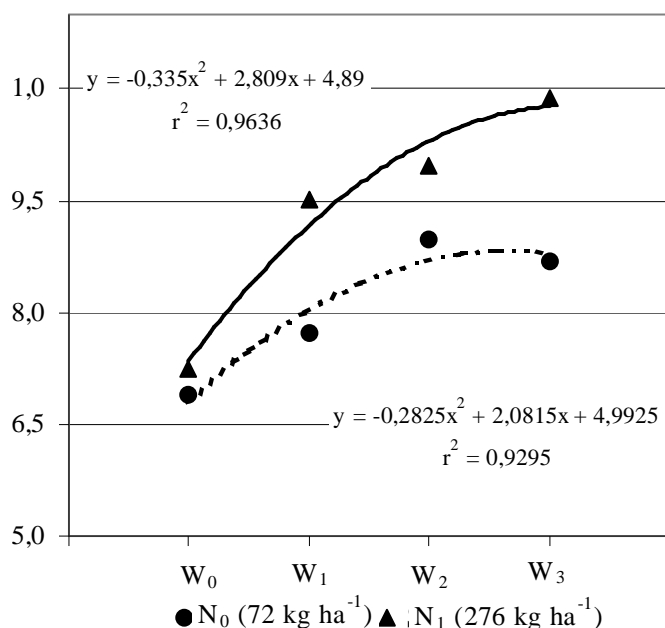


Figura 4. Rendimento bruto de álcool nos diversos níveis de irrigação (m³ ha⁻¹)

Figure 4. Alcohol gross income in the different irrigation levels (m³ ha⁻¹)

O máximo rendimento bruto de açúcar decresceu ao longo dos cortes da cana (Tabela 4), ou seja, o valor encontrado neste experimento foi inferior aos valores encontrados por Azevedo (2002) e Moura (2003), em pesquisas com cana planta e segunda folha de cana, respectivamente.

O maior valor obtido neste experimento foi inferior ao de 19,3 t ha⁻¹, obtido por Souza et al. (1999) em Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, na mesma variedade, com lâminas totais de água de 1.602 mm.

Houve elevação no rendimento bruto de açúcar, assim como na produtividade dos colmos, com o aumento do nível de irrigação, no regime com maior quantidade de adubação (Figura 3). O coeficiente de determinação (r^2) para o ajustamento da regressão no tratamento N_1 foi de 0,967, o que indica excelente correlação do modelo polinomial entre o rendimento do açúcar e os níveis de irrigação.

Rendimento bruto de álcool

O coeficiente de variação para o rendimento bruto de álcool foi igual a 12,28%, classificado como médio por Gomes (1970), logo o delineamento estatístico utilizado teve bom controle sobre as variações do acaso. O teste F indicou que os fatores adubação de cobertura e irrigação foram significativos. Na comparação das médias para o fator irrigação, as produções foram crescentes e os níveis W_3 e W_2 foram superiores significativamente ao nível W_0 e não diferiram significativamente do nível W_1 . Os níveis W_1 , W_2 e W_3 não foram diferentes significativamente pelo teste de Tukey. O

rendimento médio de álcool obtido no experimento foi de 8,74 m³ ha⁻¹, o menor, de 6,89 m³ ha⁻¹ no tratamento N_0W_0 , e o maior, de 10,88 m³ ha⁻¹ no tratamento N_1W_3 (Figura 4).

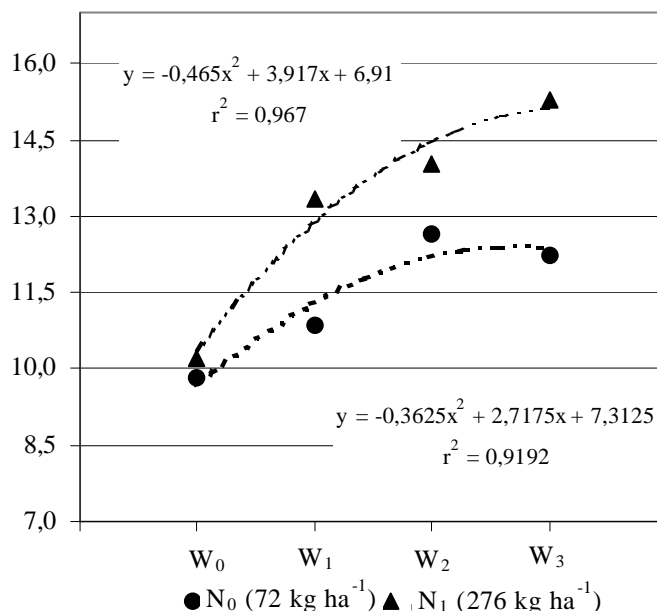


Figura 3. Rendimento bruto de açúcar nos diversos níveis de irrigação (t ha⁻¹)

Figure 3. Gross income of sugar in the different irrigation levels (t ha⁻¹)

O máximo rendimento bruto de álcool (Tabela 4) foi superior aos maiores valores obtidos por outros autores, inclusive Azevedo (2002), Moura (2003) e Silva (2003), que trabalharam com a mesma cultivar, SP 791011, na mesma parcela deste experimento.

Verificou-se aumento no rendimento bruto de álcool, assim como na produtividade dos colmos e no rendimento bruto de açúcar (Figura 4), com o aumento do nível de irrigação no regime com maior quantidade de adubação. O coeficiente de determinação (r^2) para o ajustamento da regressão no tratamento N_1 foi de 0,967, o que indica excelente correlação do modelo polinomial entre o rendimento do álcool e os níveis de irrigação.

CONCLUSÕES

A produção de colmos, o rendimento bruto de açúcar e o rendimento bruto de álcool são influenciados significativamente pela adubação de cobertura e irrigação.

O aumento da lâmina d'água e o regime de maior adubação de cobertura promovem acréscimo na produtividade de açúcar e de álcool.

No nível N_1W_3 , ou seja, 276 kg ha⁻¹ de adubação de cobertura (112 de N + 164 de K₂O) e quantidade total de água aplicada de 1.168 mm, é possível obter maior número de colmos, comprimento dos colmos, peso dos colmos, produção de colmos, rendimento bruto de açúcar e rendimento bruto de álcool.

LITERATURA CITADA

- Alfonsi, R.R.; Pedro Júnior, M.J.; Brunini, O.; Barbieri, V. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: Paranhos, S. B. (org.). Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.42-55.
- Atlas Geográfico do Estado da Paraíba. João Pessoa: Secretaria de Educação/UFPB, 1985. 99 p.
- Azevedo, H. M. de. Resposta da Cana-de-açúcar a níveis de irrigação e de adubação de cobertura nos tabuleiros costeiros da Paraíba. Campina Grande: UFCG, 2002. 112p. Tese Doutorado.
- Caldas, C. Manual de análises selecionadas para indústrias sucroalcooleiras. Maceió: Sindicato da Indústria e do Alcool do Estado de Alagoas, 1998. 424p
- Doorenbos, J.; Kassan, A. H. Yield response to water. Rome: FAO, 1979. 306p.
- DSF. Projeto de Irrigação: pivô central rebocável. Rio Tinto-PB: União Agrícola Ltda, 1999. 73p.
- Farias, C.H.A. Desenvolvimento morfofisiológico da cana-de-açúcar em regime irrigado e sequeiro na Zona da Mata Paraibana. Campina Grande: UFPB, 2001. 74p. Dissertação Mestrado.
- Gomes, F.P. Curso de estatística experimental. 4.ed. Piracicaba: ESALQ-USP, 1970. 430p.
- Haag, H.P.; Dechen, A.R.; Carmello, Q.A.C. Nutrição mineral da cana-de-açúcar. In: Paranhos, S.B. (org.). Cana-de-Açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p.88-162.
- Howell, T.A.; Cuenca, R.H.; Solomon, K.H. Crop yield response. In: Hoffman, G.J.; Howell, T.A.; Solomon, K.H. (org.) Management at farm irrigation systems. St. Joseph: The American Society of Agricultural Engineers, 1990. p.93-122.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo Agropecuário 1995-1996. <http://www.sidra.ibge.gov.br> 15 Jun. 2007.
- Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana de Açúcar - ICIDCA. Manual de derivados da cana-de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia. Brasília: ABIPTI, 1999. 474p.
- JornalCana. Indicadores de produtividade da cana-de-açúcar. <http://www.jornalcana.com.br>. 10 Fev. de 2001.
- Moura, M.V.P. da S. Resposta da cana-de-açúcar irrigada, segunda folha, a níveis adubação nos tabuleiros costeiros da Paraíba. Campina Grande: UFCG, 2003. 60p. Dissertação Mestrado.
- Oliveira, E.P. de; Sobrinho, J.B.S.; Negreiros, J.C. de; Amazonas, L.; Almeida, M.B.A. de; Silveira, P.S.; Andrade, R.A. de; Piffer, T.R. de O.; Teixeira, W.S. Acompanhamento da safra brasileira cana-de-açúcar safra 2007/2008, segundo levantamento, agosto/2007 - Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2007. 12p.
- Orlando Filho, J. Absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), variedade CB 41-76 em três grandes grupos de solos do Estado de São Paulo. Piracicaba: ESALQ-USP, 1978. 154p. Tese Doutorado.
- Orlando Filho, J.; Zambello Junior, E. Influência da adubação N-P-K nas qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar, variedade CB 41-76. Brasil Açucareiro, v.93, n.3, p.37-44, 1980.
- Silva, A. B. da. Resposta da cana-de-açúcar irrigada sob diferentes níveis de adubação. Campina Grande: UFCG, 2002. 61p. Dissertação Mestrado.
- Silva, C.T.S. da. Efeito de diferentes níveis de adubação sobre a produção da terceira folha de cana irrigada nos tabuleiros costeiros da Paraíba. Campina Grande: UFCG, 2003. Dissertação Mestrado.
- Silva, F. de A.S. e. The ASSISTAT Software: statistical assistance. In: International Conference on ComputerS in Agriculture, 6, 1996, Cancun. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p.294-298.
- Souza, E.F.; Bernardo, S.; Carvalho, J.A. Função de produção da cana-de-açúcar em relação à água para três variedades, em campo de Goytacazes, RJ. Engenharia Agrícola, v.19, n.1, p.28-42, 1999.
- Varela, A.C.G. Análise do comportamento morfofisiológico da cana-de-açúcar irrigada (variedades SP 791011 e SP 716949), nos Tabuleiros Costeiros Paraibanos. Campina Grande: UFCG, 2002. 89p. Dissertação Mestrado.