

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EM CANA-DE-AÇÚCAR SOB DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E ZINCO NA PARAÍBA

Carlos Henrique de Azevedo Farias

Pesquisador da Destilaria Miriri S/A e Doutor em Recursos Naturais, Fone: (083) 3292 2116, E-mail
carlos.henrique@miriri.com.br

José Dantas Neto

Professor Dr. Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG. E-mail: zedantas@deag.ufcg.edu.br; Tel. 83 3310 1373

Pedro Dantas Fernandes

Professor Dr. Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG. E-mail: pdantas@deag.ufcg.edu.br; Tel. 83 3310 1285

Hans Raj Gheiy

Professor Dr. Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG. E-mail: hans@deag.ufcg.edu.br; Tel. 83 3310 1056

Resumo: a pesquisa foi instalada em uma área experimental (latitude 6°54'59,88"S, longitude 35°09'17,86"O e altitude de 121,00 m) da Fazenda Capim II, localizada no Município de Capim/PB, com objetivo de avaliar o comportamento da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), variedade SP 79 1011, quanto ao IAF submetida a dois fatores: lâminas de água de irrigação e níveis de adubação com zinco. O delineamento experimental consistiu em blocos casualizados (DBC), com três repetições em esquema fatorial 5 x 5 analisados conjuntamente. As lâminas de irrigação foram: sequeiro, 25, 50, 75 e 100% da ETc considerando as respectivas precipitações efetivas. Os níveis de zinco foram 0, 1, 2, 3 e 4 kg ha⁻¹. O equipamento de irrigação utilizado na pesquisa foi do tipo pivô central fixo. As lâminas de irrigação influenciaram significativamente o índice de área foliar ao longo do período de cultivo. O índice de área foliar máximo da cana-de-açúcar ocorre aos cinco meses de idade; Ao final do ano de cultivo a variedade SP 79 1011 de cana-de-açúcar respondeu, de forma significativa, às lâminas de água de irrigação. As diferenças em relação à cana irrigada com 100% da ETc são respectivamente: 41,12; 23,37; 22,07 e 24,67%.

Palavras-chave: otimização, pivô central, nutrição

LEAF AREA INDEX OF SUGARCANE UNDER DIFFERENT LEVELS OF IRRIGATION AND ZINC IN PARAIBA STATE

Abstract: the research was installed in an experimental area (latitude 6°54'59,88"S, longitude 35°09'17,86"O and altitude of 121,00 m) of Capim II Farm, located in the Municipal of Capim/PB, with objective of evaluating the behavior of the culture of the sugarcane (*Saccharum spp.*), variety SP 79 1011, as for Leaf Area Index submitted to two factors: sheets of irrigation water and manuring levels with zinc. The experimental design consisted of randomized blocks (DRB), with three repetitions in factorial outline 5 x 5 analyzed jointly. The irrigation sheets were: without irrigation, 25, 50, 75 and 100% of the Etc considering the respective effective precipitations. The levels of zinc were 0, 1, 2, 3 and 4 kg ha⁻¹. The irrigation equipment used in the research was of the type central pivot fasten. The irrigation sheets influenced the area index significantly to foliate along the cultivation period. The maximum leaf area index of sugarcane it happens to the five months of age; at the end of the year of cultivation the variety SP 79 1011 of sugarcane answered, in a significant way, to the sheets of irrigation water. The differences in relation to the cane irrigated with 100% of the ETc they are respectively: 41,12; 23,37; 22,07 and 24,67%.

Key-words: optimization, center pivot, nutrition

INTRODUÇÃO

Um suprimento adequado de água é essencial para o crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar que tem uma demanda em torno de 1200 mm/ano (BLACKBURN, 1984). Segundo DOOREMBOIS E KASSAN (1979), a demanda hídrica da cultura está entre 1500 e 2500 mm. Para ALFONSI et al. (1987), nas áreas canavieiras do Brasil, o total de precipitação pluviométrica anual varia de 1100 a 1500 mm/ano. Portanto, para que se possa obter produtividades favoráveis, atingindo o potencial genético da cultura, com o auxílio da irrigação, seja ela suplementar ou não, faz-se necessário o respeito a alguns critérios essenciais à otimização do uso desse recurso natural.

Para se caracterizar a densidade da área foliar que cobre um terreno, comumente se utiliza o índice de área foliar citado por WATSON (1947), como sendo a área de folhas por unidade de terreno (m^2 de folhas m^{-2} de terreno). Para a curva de crescimento da cultura, adota-se a divisão de três períodos distintos, conforme será abordado mais adiante. Já para o crescimento foliar, representado pelo índice de área foliar (IAF), reconhece-se uma quarta fase, a de ligeiro ou mesmo pronunciado decréscimo do seu valor (LEME et al., 1984; MACLEAN et al., 1968). Segundo MACHADO et al. (1982), no início do ciclo da cultura o IAF é pequeno. Nessa fase, apresenta um crescimento lento, aumentando, rapidamente, até atingir um valor máximo. A partir daí permanece, praticamente, constante ou pode diminuir em condições climáticas desfavoráveis. O aumento do IAF ocorre em função tanto do aumento do número de folhas por colmo, como do aumento da área foliar individual. Existe uma significativa associação entre a produtividade da cultura e a superfície total fotossinteticamente ativa representada pelo IAF (IRVINE, 1975). Segundo HESKETH & BAKER (1967), o valor do IAF está intimamente associado com a quantidade de luz absorvida e com a fotossíntese total.

SAN JOSÉ & MEDINA (1970) encontraram um valor máximo de IAF de 7,60. YOON (1971) identificou valores de IAF, no crescimento máximo da cana, da ordem de 5,00 e valores de IAF na maturação de 3,56. MACHADO (1981) registrou valores de IAF máximos ao redor de 3,70, não decrescendo mais a partir desse ponto. ROBERTSON et al. (1999)

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Capim II (latitude $6^{\circ}54'59,88''S$, longitude $35^{\circ}09'17,86''O$ e altitude de 121m), localizada no

encontraram valores máximos de 4,92 para cultura irrigada e 4,11 para a cultura sob déficit hídrico, enquanto KEATING et al. (1999) observaram valores máximos em torno de 7,00. Estudando o comportamento da cultura em regime irrigado e de sequeiro, FARIAS (2001) verificou que, para a variedade SP 79 1011 irrigada, o IAF máximo foi de 6,48, e para a cana de sequeiro, foi de 6,33. VARELA (2002) aponta 7,08 como o IAF máximo da cultura, atingindo tal valor aos 288 dias.

A fotossíntese é o processo pelo qual se transforma energia solar em energia química, sendo a produtividade das culturas uma função direta da eficiência fotossintética (LARCHER, 1995). LOPES et al. (1988) e RICHIE et al. (1990) são alguns dos pesquisadores que têm investigado a influência do déficit hídrico sobre a eficiência fotossintética de algumas culturas. O déficit hídrico reduz as trocas gasosas, especialmente de CO_2 , e sua condução para a folha (LOPES et al., 1988). Com a interrupção do déficit hídrico, as trocas gasosas tendem a voltar ao normal, porém em velocidade lenta (NOBREGA, 2000). Para MOTA (1983), a recuperação passa a ser lenta, quando a planta se aproxima do ponto de murcha. Mas isso depende de fatores edáficos e do manejo da irrigação, além da espécie envolvida.

As plantas estão sujeitas a uma grande variedade de estresses ambientais, incluindo temperaturas inadequadas, condições físico-químicas de solo desfavoráveis e várias doenças e pragas. Contudo, pode-se dizer que o déficit hídrico reduz o crescimento e a produtividade vegetal mais que todos os outros estresses combinados, pois ocorre em qualquer local, mesmo nas regiões consideradas úmidas (KRAMER, 1983). Para TAIZ & ZEIGER (1991), o déficit hídrico não é limitado apenas às regiões áridas e semi-áridas. Segundo observaram; mesmo em regiões consideradas climaticamente úmidas, a distribuição irregular das chuvas provoca períodos cuja disponibilidade hídrica limita o crescimento das plantas.

O objetivo deste trabalho é definir o comportamento morfofisiológico da cultura da cana-de-açúcar cultivada em tabuleiros costeiros paraibanos e submetida à diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação com zinco; e, dessa forma, melhor definir as estratégias de convivência da cultura com os problemas climáticos da região, seja com a adoção de irrigação, ou não.

município de Capim-PB Figura 1. A pesquisa foi desenvolvida com a cultivar SP 79-1011 de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), com potencial para atingir uma produtividade média, na região do litoral norte paraibano, de $69,00 t ha^{-1}$; é uma cana precoce e de alta adaptabilidade. Em termos de solo, é recomendada para áreas de média a baixa fertilidade,

sendo o período de colheita indicado para os meses de setembro a novembro (NUNES Jr. et al., 2003).

Dentre suas principais características industriais, as que mais se destacam são: fibra 14,7%, PCC 10,5%, pureza 79,74% e sólidos solúveis totais (°brix) da ordem de 16,10% (RIDESA, 2003).

Estudou-se, nesta pesquisa, o efeito das lâminas de irrigação e termos de fração da ETc (sequeiro, 25 % da ETc, 50% da ETc, 75% da ETc e 100% da ETc.). Os níveis de adubação com zinco adotados foram: 0, 1, 2, 3 e 4 kg de Zn ha⁻¹, tendo como fonte o sulfato de zinco heptahidratado (ZnSO₄ 7H₂O), com 22 % do elemento, sendo as quantidades do produto, respectivamente, de 0,00, 4,54, 9,00, 13,63 e 18,18 kg ha⁻¹. O delineamento experimental foi composto de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 5 com três repetições, em uma análise conjunta de experimentos. O equipamento área total do pivô foi de 27 ha, subdividida em cinco setores de irrigação, cada um com cinco parcelas de adubação com zinco. O experimento contou com uma área vizinha, fora do raio de alcance da irrigação pelo pivô,

para implantação do tratamento de sequeiro (sem irrigação).

As parcelas montadas para o estudo foram formadas por nove fileiras de cana-de-açúcar, com 12 metros de comprimento (9 linhas x 12m), totalizando 108 m lineares. No experimento, a parcela útil considerada para a coleta dos dados, tanto para as amostras mensais como para a amostragem final, foi composta de 7 fileiras centrais em 10 metros lineares (centrais), totalizando 70 metros lineares.

O solo predominante na fazenda é uma associação de podzólico vermelho-amarelo, com variação acinzentada. A temperatura média anual é de 28°C, com precipitação média anual de 1.200 mm, verificando-se seis meses secos. O clima é quente e úmido, com chuvas de outono a inverno classificado como As', segundo Köppen. Na Tabela 1 estão as características físico-hídricas do solo, nela pode ser observado a capacidade de campo e o ponto de murcha que caracterizam um turno de rega de nove dias.

Tabela 1. Análise físico-hídrica do solo da área do experimento com a cultura da cana-de-açúcar. Fazenda Capim II, Capim/PB, 2005

Características físicas do solo	Profundidade (cm)		
	0 – 20	21 – 50	51 – 100
Granulometria (%)			
Areia	73,0	68,86	55,64
Silte	3,75	3,77	9,86
Argila	23,25	27,37	33,50
Textura	FAA	FAA	FAA
Densidade (g/cm ³)			
Aparente	1,40	1,40	1,33
Real	2,71	2,67	2,66
Porosidade (%)	48,33	47,56	50,00
Umidade natural			
Umidade (%)			
0,33 atm	6,37	9,37	14,84
15,00 atm	3,88	5,69	9,11
Água disponível	2,49	3,68	5,73

A irrigação se deu via pivô central fixo. A máquina da marca Valley®, utilizada nesta pesquisa, passou por reformas após o início da aplicação dos tratamentos, tendo todo o seu projeto recalculado e trocado. Isto foi realizado para que o equipamento conseguisse atingir níveis de eficiência bem maiores que a eficiência anterior. O comprimento do centro do pivô até a última torre é de 257,4 m, com um raio irrigado de 290 m, em uma velocidade máxima de 127 m h⁻¹ quando o percentímetro está regulado em 100%. O conjunto eletrobomba é formado por um motor

WEG® de 75 cv e uma bomba KSB® com vazão de 172,8 m³ h⁻¹.

As lâminas de irrigação foram determinadas a partir da evapotranspiração de referência (ET_o), utilizando-se, como base para o cálculo o tanque “classe A”. Os níveis de irrigação foram definidos em termos percentuais, em relação à evapotranspiração da cultura (ET_c). As irrigações foram realizadas em um turno de rega de nove dias. Na Figura 2 estão representados graficamente o manejo adotado ao longo do ano de cultivo, mostrando a ET_c (mm/dia), a

lâmina aplicada em cada tratamento, a precipitação total e os padrões climáticos da região.

Tabela 2. Análise química do solo da área do experimento com a cultura da cana-de-açúcar. Fazenda Capim II, Capim/PB, 2005

Características Químicas do solo	Profundidade (cm)		
	0 – 20	21 – 50	51 – 100
Cálcio ¹	1,97	1,45	1,51
Magnésio ¹	2,46	3,19	3,85
Sódio ¹	0,01	0,01	0,01
Potássio ¹	0,01	0,02	0,005
Soma de bases ¹	4,45	4,67	3,87
Hidrogênio ¹	0,79	0,92	0,26
Alumínio ¹	0,20	0,40	0,40
CTC ¹	5,44	5,99	6,03
Carbono orgânico ²	0,40	0,41	0,38
Matéria orgânica ²	0,69	0,71	0,65
Nitrogênio ²	0,04	0,04	0,03
Fósforo ³	1,14	0,75	0,08
pH (H ₂ O)	6,8	5,36	4,71
CE ⁴	0,13	0,10	0,08
Zinco ⁵	0,90	0,8	0,5
Cobre ⁵	1,40	1,20	1,00
Ferro ⁵	120,00	140,00	155,00
Manganês ⁵	2,50	1,50	0,90

¹ meq/100g de solo; ² %; ³ mg/100g de solo; ⁴ mmhos/cm. 5- mg kg⁻¹.

Tabela 3. Análise química da água utilizada na irrigação da área do experimento

Características químicas da água	
pH	6,20
Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹)	110
Cálcio (meq L ⁻¹)	0,22
Magnésio (meq L ⁻¹)	0,43
Sódio (meq L ⁻¹)	0,55
Potássio (meq L ⁻¹)	0,07
Cloretos (meq L ⁻¹)	0,65
Sulfatos (meq L ⁻¹)	Ausência
Bicarbonatos (meq L ⁻¹)	0,23
Carbonatos (meq L ⁻¹)	0,00
Relação de adsorção de sódio - RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	0,96
Classe de água	C ₁

A construção da curva de (Figura 2) controle do equipamento se deu após o ensaio, sendo determinada a vazão do pivô (hidrômetro instalado na entrada do pivô). Determinou-se, também, o raio irrigado em metros, contando com o canhão hidráulico no lance final. O levantamento de campo possibilitou o cálculo matemático do tempo de giro (Tg) quando o relé percentímetro estava regulado em 100%, conforme equação.

$$Tg = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{V} \quad \text{eq. (1)}$$

Onde: *r* é o raio do pivô até a última torre em metros e *V* é a velocidade do pivô (última torre) em m h⁻¹.

A determinação da lâmina bruta aplicada pelo equipamento, quando regulado em 100%, foi feita conforme a equação a seguir:

$$Lb = \frac{Q \cdot Tg}{10 \cdot A} \quad \text{eq. (2)}$$

Onde: Q é a vazão em $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ e A é a área irrigada.

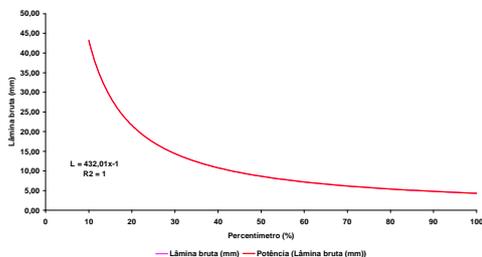


Figura 2. Curva de controle de aplicação de água pelo equipamento de irrigação utilizado na pesquisa, Fazenda Capim II, Capim/PB, 2005

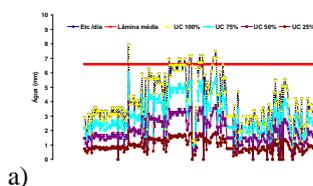
A primeira irrigação do período foi feita em um único nível nos cinco setores, de modo que todos os tratamentos estivessem em capacidade de campo no início do trabalho. Somente a partir daí, iniciou-se a aplicação dos tratamentos de lâmina de água. Para o

balanço hídrico, a umidade do solo foi sempre estimada, abatendo-se as chuvas efetivas (71% da precipitação total. SILVA et al. (1994) mostraram que a cultura do milho intercepta até 26% da água da chuva em suas folhas, ou seja, seria de 74% a chuva efetiva para o milho, nas condições do planalto central) do uso consuntivo da cultura dentro do turno de rega levando-se em consideração a quantidade atual de água no solo no momento da irrigação. O manejo de irrigação se deu com base no tanque “classe A”, conforme descrito pelo cálculo: $ETc = ETo \cdot Kc$. Para tanto se fez uso do Kc da cultura citado por DOORENBOS E KASSAM, (1974) como forma de determinar a evapotranspiração nos diferentes estádios de desenvolvimento.

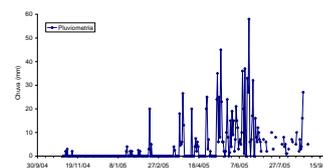
No quadro 1 estão expostas as lâminas de irrigação aplicadas ao longo do ano de cultivo, bem como as respectivas precipitações efetivas calculadas conforme descrito. Nota-se que as precipitações totalizaram 1.100 mm e que o total de água aplicado nos tratamentos que receberam 25, 50 e 75 e 100% da ETc foram bastante aproximados. Isso deve-se, provavelmente, ao fato de que, todo o período de inverno se deu em apenas três meses.

Quadro 1. Lâmina de água de irrigação, precipitação efetiva, lâmina total aplicada à cultura e precipitação total no ano de cultivo. Fazenda Capim II, Capim/PB, 2005

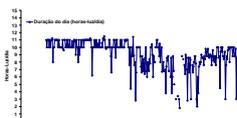
Treatamento de irrigação	Lâmina aplicada (mm)	Precipitação efetiva (mm)	Lâmina total aplicada à cultura	Precipitação total no ano de cultivo
Sequeiro	0	780,06	780,06	1.100 mm
25 % da ETc	256,64	731,31	987,95	
50 % da ETc	513,29	487,54	1.000,83	
75 % da ETc	769,93	243,77	1.013,70	
100 % da ETc	1.026,57	194,51	1.221,08	



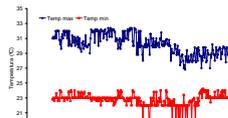
C



B



d



regime de sequeiro (1,36 cm² cm⁻²). Nota-se que as diferenças, nesse sentido, são evidentes e que, ao final, a senescência das folhas equaliza a diferença entre a área foliar dos tratamentos.

Tabela 4. Resumo da análise de variância e ANOVA da regressão para o índice de área foliar da cana-de-açúcar (variedade SP 79-1011). Fazenda Capim II, Capim/PB, 2005

Fonte de variação	Dias após a brotação						
	90	150	180	210	270	300	360
Quadrados médios							
QMR	0,1316	0,1700	0,1020	0,080	0,056	0,0941	0,036
CV (%)	17,35	14,31	12,20	14,00	8,95	12,47	10,57
Bloco/lâm.	0,3223*	0,7230**	0,2058 ^{ns}	0,2292**	0,4115*	0,2979**	0,0315 ^{ns}
Lâmina	0,6228**	6,7191**	6,0334**	2,3355**	3,6299**	2,4896**	1,7134**
Zn	0,3883 ^{ns}	1,2390**	0,1919**	0,0780 ^{ns}	0,1000 ^{ns}	0,0197 ^{ns}	0,0208 ^{ns}
Lâm. x Zn	0,0810 ^{ns}	0,4488**	0,2042*	0,0402 ^{ns}	0,0157 ^{ns}	0,0798 ^{ns}	0,0662 ^{ns}
ANOVA e índices da regressão							
	Modelo	QMDR	F	Prob F			
Sequeiro	-3E-05**DAB ² + 0,0151**DAB + 0,0568; R ² = 0,7669	1,459776	15,08	0,0000			
25% ETc	-5E-05 ^{ns} DAB ² + 0,0211 ^{ns} DAB + 0,5428; R ² = 0,5365	0,644710	4,70	0,0162			
50% ETc	-5E-05 ^{ns} DAB ² + 0,0223 ^{ns} DAB + 0,42; R ² = 0,6127	0,288178	0,46	Ns			
75% ETc	-6E-05 ^{ns} DAB ² + 0,0242 ^{ns} DAB + 0,5563; R ² = 0,6231	1,155006	8,33	0,0012			
100% ETc	-7E-05**DAB ² + 0,0301**DAB + 0,4047; R ² = 0,7771	2,101296	7,02	0,0030			
Médias para lâmina de água de irrigação							
Sequeiro	0,94	1,93	1,75	1,49	1,66	2,17	1,36
25% ETc	1,98	3,03	2,33	1,84	1,99	2,22	1,77
50% ETc	2,00	2,71	2,38	2,11	2,07	2,27	1,80
75% ETc	2,58	3,10	2,61	1,12	2,16	2,45	1,74
100% ETc	2,93	3,77	3,50	2,56	2,99	3,16	2,31
Médias para níveis de zinco (kg ha ⁻¹)							
0	2,20	2,60	2,52	1,96	2,16	2,51	1,81
1	2,27	2,67	2,37	1,97	2,05	2,47	1,80
2	1,93	3,10	2,54	1,94	2,21	2,44	1,78
3	1,94	3,29	2,68	2,11	2,27	2,42	1,86
4	2,11	2,88	2,45	2,10	2,18	2,44	1,76

** significativo com 1%; * significativo com 5%; ^{ns} não significativo pelo teste F; x - valores não calculados pelo SAEG 9.0; (-) ausência do coeficiente do modelo; QMR - quadrado médio do resíduo; CV(%) - coeficiente de variação; Beta 1, 2 e 3 - são os coeficientes do modelo; QMDR - quadrado médio devido a regressão; F - valor de F calculado; Prob. F - significância do modelo; Sequeiro - lâmina de irrigação 0 mm; 25% da ETc - lâmina de irrigação 256,64 mm; 50% da ETc - lâmina de irrigação 513,29 mm; 75% da ETc - lâmina de irrigação 769,93 mm; 100% da ETc - lâmina de irrigação 1026,57 mm

Tabela 5. Estudo de regressão, desdobramento da interação L x Zn, para o índice de área foliar da cana-de-açúcar aos 150 e 180 dias após a brotação da variedade SP 79 1011. Fazenda Capim II, Capim/PB, 2005

		Equação polinomial para 150 DAB		
Coeficientes	Índice de área foliar (L,Zn) = $a + b*L + c*Zn + d*Zn^2 + e*LZn$			
		Valor	Teste T	Prob>T
<i>a</i>	Constante	0,195847E+01		
<i>b</i>	Lâmina	0,328518E-02	3,080341	0,0003
<i>c</i>	Zinco	0,354590E+00	1,813080	0,0349
<i>d</i>	Zinco ²	-0,840756E-01	-1,932121	0,0267
<i>e</i>	Lâmina * zinco	0,596693E-03	1,370460	0,0853
-----Análise de variância do modelo-----				
R^2				57
Qd. médio				6,369689
Teste F				15,94
Prob>F				0,0000
		Equação polinomial para 180 DAB		
Coeficientes	Índice de área foliar (L,Zn) = $a + b*L + c*Zn$			
		Valor	Teste T	Prob>T
<i>a</i>	Constante	0,170165E+01		
<i>b</i>	Lâmina	0,321422E-02	10,871591	0,0001
<i>c</i>	Zinco	0,152979E-01	0,441316	0,3295
-----Análise de variância do modelo-----				
R^2				68
QM				10,66910
Teste F				59,19
Prob>F				0,0000

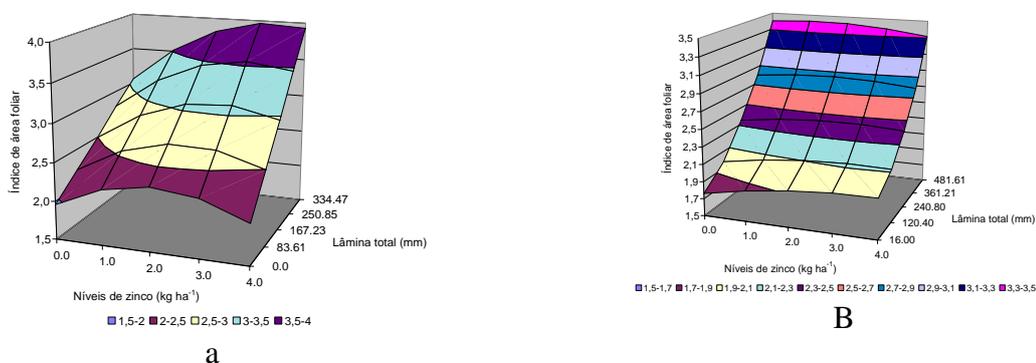


Figura 5. Efeito da interação entre lâmina de irrigação e níveis de zinco no índice área foliar da cana-de-açúcar aos 150 (a) e aos 180 (b) dias após a brotação da variedade SP 79 1011. Fazenda Capim II, Capim/PB, 2005

CONCLUSÕES

As lâminas de irrigação influenciaram significativamente o índice de área foliar ao longo do período de cultivo. O índice de área foliar máximo da cana-de-açúcar ocorre aos cinco meses de idade; quando as diferenças em relação à cana irrigada com 100% da ETc foram respectivamente 50,00; 33,40; 32,00 e 25,54%.

Ao final do ano de cultivo a variedade SP 79 1011 de cana-de-açúcar respondeu, de forma significativa, às lâminas de água de irrigação. As diferenças em relação à cana irrigada com 100% da ETc são respectivamente: 41,12; 23,37; 22,07 e 24,67%.

AGRADECIMENTO

À Destilaria Miriri S/A e União agrícola Ltda. Por todo o apoio e incentivo à esta pesquisa; Ao Dr. Gilvan Celso Cavalcanti de Moraes Sobrinho, o seu Diretor Superintendente, um líder visionário à frente de seu tempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, R.R.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para a cana-de-açúcar: Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. In: PARANHOS, S.B. (Coord). Campinas, Fundação Cargill, 1987, v.1, p.42-55.

BLACKBURN, F. Sugar-cane. Longman, New York, 1984, 414p.

CHANG, J. Climate and agriculture: in ecological survey. Chicago, Aldine, 1968, 304p.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. Rome, FAO, 1979, 193p. (Irrigation and Drainage Paper 33).

FARIAS, C.H. de A. Desempenho morfofisiológico da cana-de-açúcar em regime irrigado e de sequeiro na Zona da Mata paraibana. UFPB/PB, 2001, 78p. (Dissertação de Mestrado).

HESKETH, J.; BAKER, D. Light and carbon assimilation by plants communities. Crop Science, 1967, 7: 285-93.

IRVINE, J. E. Relations of photosynthetic rates and leaf and canopy characters to sugarcane yield. Crop Science, 1975, 15: 671-6.

KEATING, B. A.; ROBERTSON, R. C.; MUCHOW, R. C. & HUTH, N. I. Modeling sugar cane production systems I. Development and performance of the sugar cane module. Field Crop Research, v.61, p.253-271, 1999.

LARCHER, W. Physiological plant ecology: Ecophysiology and stress physiology of functional groups. 3 ed. Springer-Verlag, 1995, 495p.

LEME, E. J. A.; MANIERO, M. A. & GUIDOLIN, J.C. Estimativa da área foliar da cana-de-açúcar e sua relação com a produtividade. Cadernos PLANALSUCAR, Piracicaba, 1984, n – 2, p. 3-9, mar.

LOPES, B. F.; SETER, T. L.; McDAVID, C. R. Photosynthesis and water vapor exchange of pigeonpea leaves in response to water deficit and recover. Crop Science. Madison, 1988, v.28 p.141-145.

MACHADO, E. C. Um modelo matemático-fisiológico para simular o acúmulo de matéria seca na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Campinas, 1981,

- 115p. (Mestrado - Instituto de Biologia - Universidade Estadual de Campinas).
- productivity of sugar cane with early and mid-season water deficit. *Field Crop Research*. Elsevier, 1999, v.64 p.211-227.
- MACLEAN, F. G.; MCDAVID, C. E.; SINGH, Y. Preliminary results of net assimilation rate studies in sugarcane. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane technologists*, 1968, 13: 849-58.
- SAN JOSÉ, J. J.; MEDINA, E. Análisis de la productividad de caña de azúcar. I. crecimiento, desarrollo de la superficie foliar y contenido de clorofila de caña de azúcar 'PR 980'. Turrialba, 1970, 20 (2): 143-8.
- MOTA, F.S. *Meteorologia agrícola*. São Paulo. Nobel, 7.ed,1983.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. *Plant physiology*. Redwood City, Benjamin/Cummings, 2002, 565p.
- NUNES Jr., D.; PINTO, R. S. A.; KIL, R. A. Indicadores de desempenho da agroindústria canavieira: safra 2002/2003, ed. Grupo IDEA, 2003, 95p.
- VARELA, A.C.G., Análise do comportamento morfofisiológico da cana-de-açúcar irrigada, variedades SP 791011 e SP 716949, nos tabuleiros costeiros paraibanos. UFPB 2002, 89p. (Dissertação de Mestrado).
- NÓBREGA, J.Q. Variações morfofisiológicas no rendimento do feijoeiro submetido a diferentes lâminas de irrigação. (Tese de Doutorado). UFPB/CCT, 2000, 100p.
- WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within between years. *Annals of Botany*, 1947, v.11 n.41.
- RIDESA. Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar: variedades RB, relatório anual. UFRPE/EECA, 2003, 256p.
- YOON, C. N. Growth studies on sugarcane. *The Malaysian Agricultural Journal*, 1971, 48 (2): 47-59.
- RITCHIE, S. W.; NGUIEN, H. T. & HOLADAY, A.S. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science*, Madison, 1990, v.30, p.105-111.
- NÓBREGA, J.Q. Variações morfofisiológicas no rendimento do feijoeiro submetido a diferentes lâminas de irrigação. (Tese de Doutorado). UFPB/CCT, 2000, 100p.
- RITCHIE, S. W.; NGUIEN, H. T. & HOLADAY, A.S. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Science*, Madison, 1990, v.30, p.105-111.
- ROBERTSON, M. J., INMAM-BAMBER, N. G., .MUCHOW, R. C.; WOOD, A. W. *Physiology and*

REVISTA CAATINGA — ISSN 0100-316X

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA)

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
