



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**DESEMPENHO DA CANA-DE-AÇÚCAR, QUINTA FOLHA, SOB DIFERENTES
NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO DE COBERTURA NOS TABULEIROS
COSTEIROS DA PARAÍBA**

CIRA BELÉM GONÇALVES

Campina Grande – Paraíba

Março – 2006

**DESEMPENHO DA CANA-DE-AÇÚCAR, QUINTA FOLHA, SOB DIFERENTES
NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO DE COBERTURA NOS TABULEIROS
COSTEIROS DA PARAÍBA**

CIRA BELÉM GONÇALVES

Engenheira Agrícola

**DESEMPENHO DA CANA-DE-AÇÚCAR, QUINTA FOLHA, SOB DIFERENTES
NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO DE COBERTURA NOS TABULEIROS
COSTEIROS DA PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências do Curso para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola na Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

Orientadores: Professor Dr. Hamilton Medeiros de Azevedo
Professor Dr. José Dantas Neto

Campina Grande - Paraíba
Março- 2006

A meus pais, **Raimundo Nonato Gonçalves** e **Maria do Céu Belém Gonçalves**, pelo exemplo de vida, amor, carinho que eles me dedicam todos os dias.

A os meus irmãos: **Ricardo, Silvia, Michele, Shirley e Cybelle**, pelo o carinho, compreensão, amor e por estarem comigo sempre. As minhas sobrinhas **Letícia e Sara**, minhas duas jóias que amo tanto.

DEDICO

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

G635d Gonçalves, Cira Belém
2006 Desempenho da cana-de-açúcar, quinta folha, sob diferentes níveis de
 irrigação e adubação de cobertura nos tabuleiros costeiros da Paraíba/ Cira Belém
 Gonçalves. — Campina Grande, 2006.
 77 fs.

Referências.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Orientadores: Hamilton Medeiros de Azevedo e José Dantas Neto.

1— Cana-de-Açúcar - Irrigação 2— Cana-de-Açúcar - Adubação 3—
Irrigação 4— Adubação I— Título

CDU 633.61:631.67 (043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

CIRA BELÉM GONÇALVES

DESEMPENHO DA CANA-DE-AÇÚCAR, QUINTA FOLHA, SOB DIFERENTES
NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO DE COBERTURA NOS TABULEIROS
COSTEIROS DA PARAÍBA

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Dr. Hamilton Medeiros de Azevedo-Orientador

APROVADO

Dr. José Dantas Neto-Orientador

APROVADO

Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo-Examinador

APROVADO

Dr. Adilson David de Barros-Examinador

APROVADO

MARÇO - 2006

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida e por estar comigo sempre me dando forças todos os dias.

A minha família que me apoiou em todos os momentos.

Aos Orientadores Prof. Dr. Hamilton Medeiros de Azevedo e Prof. Dr. José Dantas Neto, pelos ensinamentos, apoio e orientação em prol deste trabalho, e também pela sua amizade, carinho e respeito.

Ao Bacharel em Administração, Gilvan Celso Cavalcanti de Moraes Sobrinho, Diretor Superintendente da Destilaria Miriri, pelo financiamento de todos os custos na condução da pesquisa em campo e pelo fornecimento de todas as informações tecnológicas e comerciais necessárias ao desenvolvimento do trabalho.

Ao Engenheiro Químico Emanuel Pinheiro de Melo, Diretor Industrial da Destilaria Miriri, e a toda sua equipe, principalmente, a Severino Egídio de Moura, chefe do laboratório, pelo fornecimento de bibliografias, determinação e assessoramento na interpretação dos parâmetros tecnológicos.

Ao Gerente Agrícola da Destilaria Miriri, Gabriel Saturnino de Oliveira e sua equipe de campo, em particular ao Engenheiro Agrônomo Carlos Henrique de A. Farias e sua equipe, ao Técnico Francisco Lourival, Geraldo Magela, Severino e ao encarregado dos pivôs Geraldo Rodrigues, pelo apoio na implantação, condução do experimento e coleta dos dados de campo.

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, PB (Área de Concentração em Irrigação e Drenagem) pela transmissão dos valiosos conhecimentos durante a realização do curso, em particular às Secretárias Rivanilda e Cida, pelo apoio.

Aos meus amigos: Nonato, Marta, Márcia, Daniela, Silvana, Valneide, Gustavo, Herlucio por estarem sempre comigo quando precisei.

E a todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
SIMBOLOGIA	xi
LISTA DE ANEXOS	xiii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 – A cultura da Cana-de-açúcar	3
2.2 – Ciclo fenológico	5
2.3 – Necessidade hídrica e rendimento da cultura	6
2.4 – Irrigação da Cana-de-açúcar	11
2.5 – Necessidade nutricional	12
2.6 – Função de resposta da produção	15
3 - MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 – Cultura, Solo e Clima	20
3.2 – Tratamentos e Delineamento Estatístico	21
3.3 – Condução do Experimento e Sistema de Irrigação	22
3.4 – Variáveis Avaliadas	25
3.4.1 – Parâmetros Tecnológicos	
3.4.1.1 - Teor de sólidos solúveis ou BRIX (%)	
3.4.1.2 - Teor de sacarose ou POL (%)	
3.4.1.3 – Pureza do caldo (PZA)	25
3.4.1.4 – Fibra industrial da cana (%)	
3.4.1.5 – PCC (percentagem de açúcar bruto)	

3.4.2 – Rendimento Bruto de Açúcar e Álcool	
3.4.2.1 – Rendimento bruto de açúcar	28
3.4.2.2 – Rendimento bruto de álcool	
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 – Lâminas de Irrigação	30
4.2 – Parâmetros Organográficos	31
4.2.1 – Número de Colmos	33
4.2.2 – Comprimento dos Colmos	34
4.2.3 – Diâmetro dos Colmos	35
4.2.4 – Peso do Colmo	36
4.2.5 – Número de Internódios	36
4.3 – Parâmetros Tecnológicos	37
4.3.1 – Sólidos Solúveis (°Brix em %)	38
4.3.2 – Sacarose (POL do Caldo em %)	39
4.3.3 – Pureza do Caldo (PZA)	40
4.3.4 – Fibra	41
4.3.5 – Quantidade de Açúcar (PCC)	42
4.4 – Parâmetros de Produção	42
4.4.1 – Produção de Colmos	43
4.4.2 – Rendimento Bruto de Açúcar	44
4.4.3 – Rendimento Bruto de Álcool	45
5 – CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	52

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 2.1 :- Ciclos da cana-de-açúcar e fases do ciclo fenológico, segundo Scardua & Rosenfeld (1987)	06
TABELA 2.2 -Valores de consumo máximo, mínimo e médio de água da cana-de-açúcar, obtidos por diversos métodos e diferentes autores, segundo Scardua & Rosenfeld (1987).	08
TABELA 2.3 -Coeficientes de cultivo da cana-de-açúcar, de acordo com Scardua & Rosenfeld (1987).	09
TABELA 2.4 -Extração e exportação de macronutrientes para a produção de 100 t de colmos (Orlando Filho, 1993)	13
TABELA 2.5 -Extração e exportação de micronutrientes para a produção de 100 t de colmos (Orlando Filho, 1993)	14
TABELA 2.6 -Principais sintomas de deficiência mineral em cana-de-açúcar (*), citados por Vitti, 2003.	15
TABELA 3.1 -Quantidades de nutrientes por aplicação e por tratamento de adubação Nitrogênio (N), Fósforo (P ₂ O ₅) e Potássio (K ₂ O), em kg ha ⁻¹ .	22

LISTA DE QUADROS

	Pág.
Quadro 4.1 -Quantidade total de água aplicada em cada tratamento, durante o experimento.	30
Quadro 4.2 -Análise de variância dos parâmetros organográficos.	32
Quadro 4.3 -Comparação das médias dos parâmetros organográficos	32
Quadro 4.4 -Comparação entre as médias do comprimento de colmo, pelo Teste de Tukey, com relação ao fator irrigação, de cana-de-açúcar variedade SP79-1011, 5ª folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.	34
Quadro 4.5 -Comparação entre as médias do número de internódios por colmos, pelo Teste de Tukey, com relação ao fator irrigação, de cana-de-açúcar variedade SP79-1011,5ª folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.	37
Quadro 4.6 -Análise de variância dos parâmetros tecnológicos.	37
Quadro 4.7 . Comparação das médias dos parâmetros tecnológicos	38
Quadro 4.8 -Valores médios dos parâmetros tecnológicos da Usina Miriri.	38
Quadro 4.9 -Comparação entre as médias da pureza do caldo (PZA), pelo Teste de Tukey, com relação ao fator irrigação, de cana-de-açúcar variedade SP79-1011, 5ª folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.	40
Quadro 4.10 -Análise de variância das produções da cana.	43
Quadro 4.11 -Valores das produções da cana obtidos por vários autores.	43
Quadro 4.12 -Comparação entre as médias do rendimento bruto do álcool, pelo Teste de Tukey, com relação ao fator irrigação, de cana-de-açúcar variedade SP79-1011,5ª folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.	46

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 -Períodos de desenvolvimento da cana-de-açúcar, segundo Kuyper (1952) citado por Doorenbos & Kassan (1979).	5
Figura 2.2 -Esquema de funções de receita bruta (a), custos (b) e receita líquida (c), onde W_m e W^* são, respectivamente, as quantidades de água que proporcionam a máxima produção e a máxima receita líquida.	17
Figura 3.1 -Área irrigada da Fazenda Capim, da Destilaria Miriri, Município de Capim, PB, área de atuação dos pivôs 1 e 2, localização das bases dos pivôs.	20
Figura 3.2 -Croqui do experimento – localização das lâminas de irrigação	23
Figura 3.3 -Detalhe das parcelas do experimento - área total, bordadura e área líquida.	24
Figura 4.1 -Quantidade total de água (irrigação mais precipitação efetiva), em mm por tratamento ao longo do ciclo, pela cana-de-açúcar 5 ^a folha, variedade SP79-1011.	31
Figura 4.2 - Necessidade Hídrica da cana-de-açúcar ao longo do ciclo,5 ^a folha, variedade SP79-1011.	31
Figura. 4.3 -Número de colmos em relação a lâmina de irrigação e ao nível de adubação de cobertura,de cana-de-açúcar,5 ^a folha,Variedade SP79-1011.	33
Figura 4.4 -Comparação entre as médias do comprimento de colmo(m), com relação ap fator adubação, de cana-de-açúcar, variedade SP79-1011,5a folha, sob diferentes lâminas de irrigação e nível de adubação de cobertura.	35
Figura 4.5 -Comparação entre as médias do diâmetro do colmo (mm), com relação ao fator adubação, da cana-de-açúcar, variedade SP 79-1011,5 ^a folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.	36
Figura 4.6 -Sólidos Solúveis (°BRIX) em relação à lâmina de irrigação e ao nível de adubação de cobertura, de cana-de-açúcar, 5 ^a folha, Variedade SP79-1011.	39
Figura 4.7 -Esquema de funções de receita bruta (a), custos (b) e receita líquida (c), onde W_m e W^* são, respectivamente, as quantidades de água que proporcionam a máxima produção e a máxima receita líquida.	41
Figura 4.8 -Produção de colmos em relação à lâmina de irrigação e ao nível de adubação de cobertura, de cana-de-açúcar, 5 ^a folha, Variedade SP79-1011.	44
Figura 4.9 -Rendimento bruto de açúcar em relação à lâmina de irrigação e ao nível de adubação de cobertura, de cana-de-açúcar, 5 ^a folha, Variedade SP79-1011.	45
Figura 4.10 -Comparação entre as médias do rendimento bruto do álcool ($t\ ha^{-1}$), com relação ao fator adubação, da cana-de-açúcar, variedade SP79-1011, 5 ^a folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.	46

SIMBOLOGIA

AR	Açúcares redutores em %;
ARL	Açúcares redutores livres em %;
ART	Açúcares redutores totais em % ou em kg.t^{-1} de colmos;
ETr	Evapotranspiração real em mm;
EV	Evaporação do tanque “classe A” em mm;
IAF	Índice de área foliar;
K_2O	Fertilizante potássio
Kc	Coefficiente de cultivo (Doorenbos & Kassan ,1979)
N	Fertilizante nitrogênio;
N_0	Nível de 0 kg ha^{-1} de adubação de cobertura;
N_1	Nível de 180 kg ha^{-1} de adubação de cobertura;
W	Quantidade do fator água, em mm;
W_0	Lâmina 0 = zero mm de água de irrigação;
W_1	Lâmina 1 = 13,8 mm de água de irrigação;
W_2	Lâmina 2 = 27,5 mm de água de irrigação;
W_3	Lâmina 3 = 41,3 mm de água de irrigação;
W_m	Quantidade de água que proporciona a máxima produção;
W^*	Quantidade de água que proporciona a máxima receita líquida;
FI	Fibra industrial em % de cana;
C	Fator de transformação de POL;
F	Fator de transformação estequiométrico da sacarose;
Fg	Fator de Gay Lussac;
NC	Número de colmos;
CC	Comprimento dos colmos, em m;

DC	Diâmetros dos colmos, em mm;
PC	Peso dos colmos, em kg;
NI	Número de internódios;
°BRIX	Sólidos solúveis, em %;
FIBRA	Fibra industrial, em %;
PCC	Quantidade de açúcar bruto em % contido nos colmos e determinada em laboratório;
POL	Porcentagem de sacarose contida nos colmos e determinada em laboratório;
PZA	Pureza do caldo da cana-de-açúcar em % contida nos colmos e determinada em Laboratório;
PDC	Produção de colmos, em $t\ ha^{-1}$;
RA	Rendimento bruto de álcool $L\ t^{-1}$ de cana;
RAç	Rendimento bruto de açúcar em $kg\ ha^{-1}$.

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Quadro A ₀ : Análises químicas e físicas do solo da Fazenda Capim, da Destilaria Miriri, Município de Capim, PB, feitas pelo Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG.(2004).	53
Quadro A ₁ : Quantidade de água aplicada com irrigação, em cana-de-açúcar, 5ª folha (<i>Saccharum officinarum L.</i> , variedade SP79-1011), sob diferentes níveis de adubação de cobertura.	54
Quadro A ₂ : Quantidade total de água aplicada (irrigação mais precipitação efetiva = $W + P_{ef}$) em cana-de-açúcar, 5ª folha (<i>Saccharum officinarum L.</i> , variedade SP79-1011), sob diferentes níveis de adubação de cobertura.	54
Quadro A ₃ : Número de colmos por hectare de cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum L.</i> , variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura, com espaçamento de 1,2 m entre fileiras.	55
Quadro A ₄ : Comprimentos médios dos colmos em m de cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum L.</i> , variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura com espaçamento de 1,2 m entre fileiras.	55
Quadro A ₅ : Diâmetros médios dos colmos em mm de cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum L.</i> , variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura com espaçamento de 1,2 m entre fileiras	56
Quadro A ₆ : Peso médio de colmos em kg de cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum L.</i> , variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura, com espaçamento de 1,2 m entre fileiras.	56
Quadro A ₇ : Número de internódios por colmo em cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum L.</i> , variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura com espaçamento de 1,2 entre fileiras.	57
Quadro A ₈ : Percentagem de sólidos solúveis (Brix) média por colmos de cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum L.</i> , variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura com espaçamento de 1,2 m entre fileiras.	57
Quadro A ₉ : Percentagem de sacarose (Pol do caldo em %) média de cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum L.</i> , variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura com espaçamento de 1,2 m entre fileiras.	58
Quadro A ₁₀ : Pureza do caldo em (% PZA) da cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum L.</i> , variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura com espaçamento de 1,2 m entre	58

	fileiras.	
Quadro A ₁₁ :	Porcentagem de fibra industrial na cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum</i> L., variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura com espaçamento de 1,2 m entre fileiras.	59
Quadro A ₁₂ :	Porcentagem de açúcar bruto (PCC) na cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum</i> L., variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura com espaçamento de 1,2 m entre fileiras.	59
Quadro A ₁₃ :	Produção em kg ha ⁻¹ de colmo de cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum</i> L., variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura com espaçamento de 1,2 m entre fileiras.	60
Quadro A ₁₄ :	Rendimento bruto de açúcar em t ha ⁻¹ da cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum</i> L., variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura com espaçamento de 1,2 m entre fileiras.	60
Quadro A ₁₅ :	Rendimento bruto de álcool em m ³ ha ⁻¹ da cana-de-açúcar, quinta folha (<i>Saccharum officinarum</i> L., variedade SP 791011) sob diferentes níveis de irrigação e adubação de cobertura com espaçamento de 1,2 m entre fileiras.	61

DESEMPENHO DA CANA-DE-AÇÚCAR, QUINTA FOLHA, SOB DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO DE COBERTURA NOS TABULEIROS COSTEIROS DA PARAÍBA.

RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar é destaque no cenário agrícola do Brasil, sendo hoje o maior produtor mundial, com o fenômeno da seca na região nordeste, se faz necessário a irrigação nesta cultura para assegurar a sua produção. Com o objetivo de se estudar o comportamento da cana-de-açúcar quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 79-1011), sob diferentes níveis de irrigação e dois níveis de adubação de cobertura, instalou-se um experimento na fazenda Capim, da Destilaria Miriri, no município de Capim, PB. O experimento foi realizado através de uma análise fatorial do tipo 2 x 4 (dois níveis de adubação de cobertura, N_0 e N_1 , e quatro níveis de irrigação, W_0 , W_1 , W_2 e W_3) com quatro repetições, totalizando 8 diferentes combinações. Os fatores irrigação foram $W_0 = 0$; $W_1 = 193$; $W_2 = 385$ e $W_3 = 578$ mm. A aplicação de água foi feita através de um sistema de irrigação tipo pivô central rebocável, em turnos de 12 dias, e o cálculo da evapotranspiração foi com base no tanque “classe A”, subtraindo a precipitação efetiva. As quantidades totais de água aplicada (irrigação mais precipitação efetiva) foram $W_0 = 671$; $W_1 = 864$; $W_2 = 1056$ e $W_3 = 1249$ mm. Os níveis do fator adubação de cobertura foram $N_0 = 0$ kg ha⁻¹ e $N_1 = 180$ kg ha⁻¹ (70 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 110 kg ha⁻¹ de potássio). Foram avaliados os parâmetros de crescimento, tecnológicos e de produção, produção de colmo e percentagem bruta de açúcar não foram influenciados pelo o fator irrigação e nem pelo o fator adubação de cobertura. O fator irrigação teve influencia no número de colmos, comprimento de colmos, número de internódios, POL, pureza, produção de colmos, rendimento bruto do açúcar e no rendimento bruto do álcool. O fator de adubação de cobertura influenciou o número, comprimento e diâmetro dos colmos, fibra, produção de colmos, rendimento bruto do açúcar e no rendimento bruto do álcool. Houve acréscimo no comprimento dos colmos, peso dos colmos, número de internódios, °BRIX, POL, percentagem bruta do açúcar, produtividade dos colmos, rendimento bruto de açúcar e rendimento bruto de álcool, com o aumento do nível de irrigação no tratamento com maior quantidade de adubação de cobertura.

DEVELOPMENT OF SUGARCANE, FIFTH LEAF, UNDER DIFFERENT LEVELS OF IRRIGATION AND COVERING FERTILIZATION IN THE COASTAL AREAS OF PARAIBA

ABSTRACT

The sugar cane plant makes distinction in the Brazilian agricultural scenery as the largest producer in world, and with the drought problem in the Northeast semi arid region, it is necessary the irrigation technical to assure its production. With the objective of studying the development of the sugarcane (*Saccharum officinarum* L., variety SP 79-1011), fifth leaf, under different irrigation levels and two covering fertilization, it was installed in the Capim Farm at Miriri distillery, Paraiba State. The experiment was constituted of a 2 x 4 factorial scheme (two covering fertilization levels: N₀ e N₁, and four water depth: W₀, W₁, W₂ e W₃) with four replications, and a total of 8 different combinations. The irrigation factor were W₀ = 0; W₁ = 193; W₂ = 385 e W₃ = 578 mm. The water was applied through mobile pivot center irrigation system, in intervals of 12 days, and the evapotranspiration value was calculated based on Class A Evaporation Pan, taking out the effective precipitation. The total amounts of applied water (irrigation plus effective precipitation) were W₀ = 671; W₁ = 864; W₂ = 1056 e W₃ = 1249mm. The covering fertilization factor were N₀ = 0 kg ha⁻¹ e N₁ = 180 kg ha⁻¹ (70 kg ha⁻¹ of nitrogen and 110 kg ha⁻¹ of potassium). Amongst the analyzed parameters, the growth, technological and of production, production of stem and gross percentage of sugar were not influenced by the irrigation factor and not by the covering fertilization factor. The irrigation factor had influences in the number and length of the stems, number of internodes, POL, purity, production of stems, gross income of the sugar and alcohol, while the covering fertilization factor had influences on the number, length, diameter fiber and production of stems, and also in the gross income of the sugar and alcohol. There was an increment in the length of stems, weight of stems, number of internodes, °BRIX, POL, gross percentage of sugar, productivity of stems, gross income of sugar and alcohol, with an increase on irrigation level in the treatment with larger amount of covering fertilization.

1 .INTRODUÇÃO

O agronegócio sucroalcooleiro movimenta cerca de R\$ 40 bilhões por ano, com faturamentos diretos e indiretos, o que corresponde a aproximadamente 2,35% do PIB nacional, além de ser um dos setores que mais empregam no país, com a geração de 3,6 milhões de empregos diretos e indiretos. Este setor faz do Brasil o maior produtor mundial de cana e açúcar e o principal país do mundo a implantar, em larga escala, um combustível renovável alternativo ao petróleo. Hoje o álcool é reconhecido mundialmente pelas suas vantagens ambientais, sociais e econômicas e os países do primeiro mundo estão interessados na tecnologia brasileira. (JORNALCANA,2005)

Estima-se que a cultura da cana-de-açúcar ocupa no Brasil uma área de aproximadamente 5,6 milhões de hectares, com produção em torno de 415 milhões de toneladas de colmos na safra de 2004. Os principais produtos gerados são o açúcar - na safra de 2004 produziram cerca de 24 milhões de tonelada - e o álcool – cerca de 14 bilhões de litros. A região Sudeste detém primeiro lugar no País, com uma produção de 276,59 milhões de toneladas, seguida pela Região Nordeste, com 65,49 milhões de toneladas (IBGE, 2006).

De acordo com os dados do IBGE (2006), dentre os onze maiores Estados produtores, a Paraíba ocupa o décimo lugar em quantidade produzida (4,98 milhões de toneladas) e em produtividade ($50,4 \text{ tha}^{-1}$). Os principais fatores para essa baixa produtividade, segundo Azevedo (2002), são o empobrecimento dos solos e a pluviosidade insuficiente. No entanto, a cana-de-açúcar é o principal produto da agrícola paraibana, com um valor bruto de produção anual em torno de 154 milhões de reais.

Para que as exigências nutricionais da cana-de-açúcar venham a ser satisfeitas de maneira racional, torna-se fundamental o conhecimento não apenas das quantidades de nutrientes necessários, mas também da época em que eles são requeridos com maior intensidade. Essas informações permitem a realização de adubações em níveis adequados e épocas em que a cultura irá utilizá-la, tornado assim menor o desperdício e maior a eficiência de adubação.

Dos fatores complementares da produção agrícola, a água e a adubação são aqueles que limitam os rendimentos com maior intensidade, considerando um bom material

genético e um bom controle de pragas e doenças. Deste modo, a aplicação racional da irrigação e da adubação do solo são critérios fundamentais para o aumento da produtividade e do retorno econômico na agricultura. Esta aplicação racional tanto da adubação quanto da irrigação poderá ser atingida com uso das funções de resposta da produção. Estas funções permitem encontrar soluções úteis na otimização do uso da água e da adubação na agricultura, além da previsão de rendimento.

Este trabalho teve como objetivo estudar o rendimento da 5ª folha da cana nos tabuleiros costeiros da Paraíba, submetida os diferentes níveis de irrigação sob duas doses de adubação de cobertura, tomando-se como referencial a variedade SP 79-1011.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura da cana-de-açúcar

Segundo Doorenbos & Kassam (2000) a cana-de-açúcar originou-se na Ásia, provavelmente na Nova Guiné. A maior parte da cana-de-açúcar comercial (de sequeiro e sob irrigação) é produzida entre as latitudes 35oN e 35oS do Equador. A cultura desenvolve-se bem sob estação quente e longa com incidência de radiação alta e umidade relativa adequada, seguida de período seco, ensolarado e medianamente frio, porém sem geadas, durante a maturação e a colheita.

A cana-de-açúcar é uma planta do grupo C4, em cujo processo de fotossíntese há uma via metabólica adicional para fixação do CO₂ com formação do malato, um composto de 4 átomos de carbono, segundo Kortschak et al., 1965 e Hatch, 1971 e 1976, citados por Machado (1987). Esta característica de planta do grupo C4 (via o ácido dicarboxílico) confere à cana-de-açúcar o mecanismo fisiológico mais aperfeiçoado para produção da sacarose tornando-a, entre as culturas comerciais, a que detém maiores qualidades na capacidade de produzir matéria verde composta por açúcares, amidos e compostos lignocelulósicos, sendo todos matéria-prima de um vasto campo de produção econômica (Taupier e Rodrigues, 1999).

A cana-de-açúcar uma vez em contato com o solo, e em condições favoráveis de umidade e temperatura, brota por intermédio da gema, a qual irá formar os novos colmos. Essa propagação é feita através de partes do colmo (rebolo) com 45 cm de comprimento em média, contendo três ou mais gemas, na base das quais se desenvolve o sistema radicular, onde o rebolo garante o suprimento de água e nutrientes nos primeiros dias após a brotação das gemas (king et al, 1965 citado por Azevedo, 2002) Ao mesmo tempo da germinação, as zonas radiculares, situadas nos nós da cana emitem raízes finas, numerosas e de natureza fibrosa, nos novos colmos, na parte que está sob o solo, também surgirão raízes, que formarão um sistema radicular do tipo fasciculado, cujo tamanho e profundidade está diretamente ligado à variedade, ao preparo de solo, à idade e número de cortes da planta, porém a maior parte das raízes se encontra nos primeiros 50 centímetros de profundidade. (Fernandes, 1979).

De acordo com Gascho (1985) citado por Azevedo 2002, o sistema radicular da cana-de-açúcar varia a sua profundidade e a sua distribuição no solo em função das condições hídricas e de textura do solo, da variedade e da fase fisiológica de crescimento da cultura.

Após o corte da cana-planta, o sistema radicular antigo mantém-se ainda em atividade por algum tempo, quando tem início a sua substituição pelas raízes dos novos perfilhos da soqueira. Essa substituição é lenta e gradual, ocorrendo um período onde o sistema radicular antigo concomitantemente com o novo sistema em formação. (Bacchi, 1983). Segundo Evans, citado por Bacchi (1983), parece haver evidências de que as raízes mais profundas atuam por períodos mais longos de tempo do que as superficiais. As raízes das soqueiras normalmente são mais superficiais que as da cana-planta, pelo fato de que os perfilhos das soqueiras brotam mais próximos da superfície do que os da cana-planta.

As folhas da cana-de-açúcar são alternadas e opostas, consistindo de uma lâmina e uma bainha que envolve o colmo (Blackburn & Glaziou, 1984). O número de folhas verdes é pequeno em plantas jovens e aumenta a medida em que o colmo cresce, atingindo um número máximo de 10 a 15 folhas por colmo, dependendo da variedade e das condições de crescimento. À medida que novas folhas emergem, as mais velhas e inferiores secam, morrem e caem (Humbert, 1968 citado por Castilho, 2000). O processo de renovação constante das folhas constitui uma defesa natural contra pragas e doenças (Larcher, 1995).

O colmo é o fruto agrícola da cana-de-açúcar em cujos vacúolos das células a sacarose se acumula no período de maturação (Taupier & Rodrigues, 1999). Ele é cilíndrico, ereto, fibroso e constituído de nós e internódios; a altura varia de 1,0 a 5,0 m e o diâmetro pode variar desde menos de 1,0 cm até 5,0 cm; os internódios são a partes mais moles do colmo, apresentam uma quantidade de feixes fibrovasculares que é aproximadamente a metade da quantidade existente nos nós; e os nós apresentam elementos utilizados na identificação das variedades, entre eles as gemas (Graner & Godoy, 1964).

Em plantios comerciais, a cana-de-açúcar é propagada assexuadamente através de toletes de duas ou três gemas. Cada gema desenvolve-se em colmo primário, que por sua vez dá origem a colmos secundários, dos quais brotam colmos terciários, e assim sucessivamente, formando touceiras. Esse processo é denominado perfilhamento (Bacchi, 1983). De acordo com Matherne & Irvine, citados por Machado (1987) o número de

colmos por unidade do terreno é um dos componentes que mais afeta a produtividade da cana.

A cana-de-açúcar se caracteriza por apresentar alta produtividade, alto teor de açúcar, resistência a pragas e moléstias, baixa exigência quanto ao tipo de solo e época de maturação adequada (Passos et al., 1973).

2.2. Ciclo fenológico

Segundo Kuyper, citado por Doorenbos & Kassan (1979) os períodos de desenvolvimento da cana-de-açúcar são: estabelecimento, período vegetativo, formação da colheita e maturação, representados na Figura 2.1. enquanto para Scardua & Rosenfeld (1987) os ciclos da cana são os apresentados na Tabela 2.1. A cana-de-açúcar apresenta quatro estágios na sua fenologia: estágio 1: brotação e emergência; estágio 2: perfilhamento e estabelecimento da arquitetura foliar; estágio 3: crescimento; e estágio 4: colmos no ponto de colheita, Silva Junior (2001).

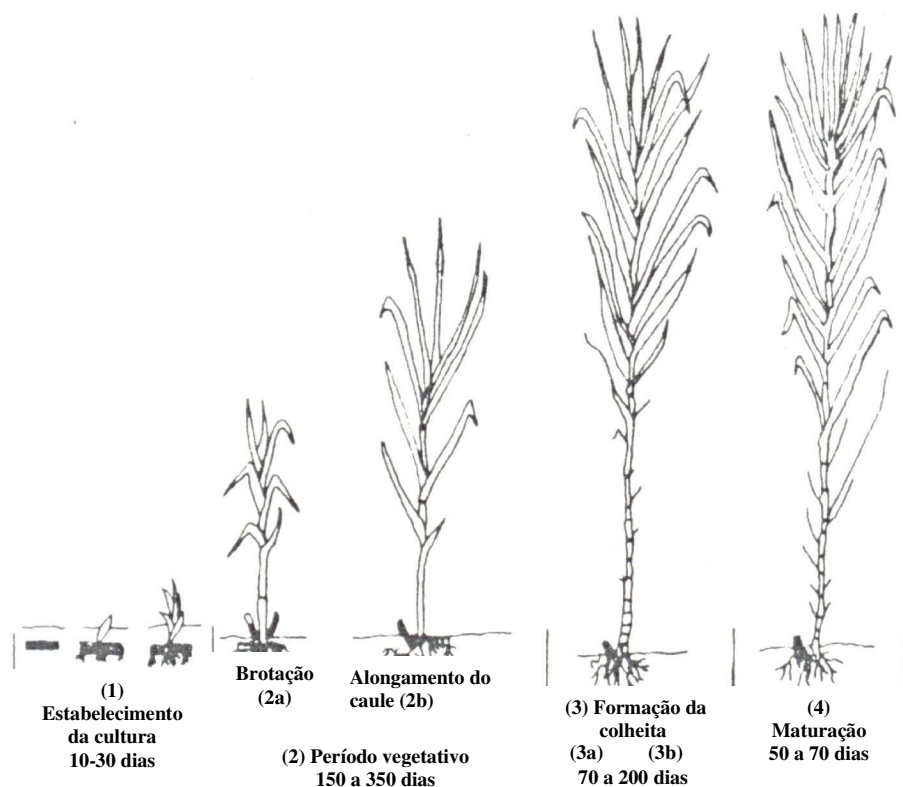


Figura 2.1. Períodos de desenvolvimento da cana-de-açúcar, segundo Kuyper (1952) citado por Doorenbos & Kassan (1979)

Tabela 2.1: Ciclos da cana-de-açúcar e fases do ciclo fenológico, segundo Scardua & Rosenfeld (1987)

Idade da Cultura em mês		Estação de Crescimento
Cana planta	Cana soca	
0 – 2	0 – 1	Plantio até 0,25 de fechamento
2 – 3	1 – 2	0,25 a 0,50 de fechamento
3 – 4	2 – 3	0,50 a 0,75 de fechamento
4 – 7	3 – 4	0,75 até fechamento
7 – 14	4 – 9	Máximo desenvolvimento
14 – 16	9 – 10	Início da maturação
16 – 18	10 – 12	Maturação

O período de crescimento, segundo Machado et al. (1982) se processa em três fases: na fase inicial de crescimento lento, na fase de crescimento rápido e na fase final de crescimento lento. O período de crescimento vegetativo varia de 9 a 10 meses na Luiziana-EUA, até 24 meses ou mais no Peru, África do Sul e Havaí (Alfonsi et al., 1987). No Brasil, conforme Scardua & Rosenfeld (1987) o ciclo da cultura é de 12 a 18 meses e no Nordeste do Brasil é de 12 a 14 meses.

2.3. Necessidade hídrica e rendimento da cultura

Uma umidade adequada durante todo o período de crescimento é importante para se obter rendimentos máximos, visto que o crescimento vegetativo da cana e de outras culturas é diretamente proporcional à água transpirada. Dependendo do clima, as necessidades hídricas (ET_m) da cana-de-açúcar são de 1.500 a 2.500 mm uniformemente distribuídos durante a temporada de desenvolvimento (Doorenbos & Kassam, 2000). Conforme Alfonsin et al. (1987), nas áreas canavieiras brasileiras a precipitação total anual é em torno de 1.100 a 1.500 mm.ano⁻¹.

Os parâmetros que ditam 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).

Segundo Scardua & Rosenfeld (1987) as necessidades de água da cana-de-açúcar são função do ciclo fenológico, ciclo da cultura, da variedade, do clima e outros fatores, como a disponibilidade de água no solo; os autores apresentam, na Tabela 1, os resultados de consumo de água da cultura, determinados por vários autores em diversas regiões do mundo onde o consumo máximo variou de 2,8 a 8,6 mm dia⁻¹, o consumo mínimo de 0,5 a 4,8 mm dia⁻¹ e o médio de 2,5 a 5,8 mm dia⁻¹. Na Tabela 2, encontram-se os valores de coeficiente de cultivo (kc) que variaram de 0,50 a 1,10.

Segundo Silva (2003) para atender as exigências hídricas, é de grande importância o conhecimento dos modelos de crescimento e acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos. Dependendo da espécie, do ciclo e da parte da planta, ou seja, parte vegetativa ou reprodutiva que seja de interesse econômico, o estudo para o atendimento das exigências hídricas pode ser bem distinto. Antes de se pensar num adequado manejo de irrigação, estes aspectos devem ser considerados, o que pode auxiliar de forma decisiva na viabilidade técnica e econômica em relação ao fornecimento e manejo da água para as plantas.

Tabela 2.2. Valores de consumo máximo, mínimo e médio de água da cana-de-açúcar, obtidos por diversos métodos e diferentes autores, segundo Scardua & Rosenfeld (1987).

Autor	Ano	Local	Método	Consumo de água em mm.dia ⁻¹		
				Máximo	Mínimo	Médio
Campbell	1960	Havaí	Lisímetro	8,6	-	5,8
Cox	1960	Havaí	Campo	8,0	3,8	-
RSPA	10 anos	Havaí	Vários	8,6	4,8	5,6
Thompson	1963	África do Sul	Campo	6,0	2,2	-
Thompson	1967	África do Sul	Lisímetro	5,8	1,8	-
Fogliata	1964	Argentina	Lisímetro	6,1	-	3,4
Cruciani	1972	Brasil	Campo	3,4	1,3	-
Tosselo	1966	Brasil	Campo	2,8	1,2	-
Sousa	1974	Brasil	Campo (CP)	4,5	2,3	3,6
Sousa	1975	Brasil	Campo (CS)	5,0	2,2	3,6
Leme	1978	Brasil	Campo (CP)	5,6	1,9	3,8
Leme	1978	Brasil	Campo (CP)	4,8	1,3	3,2
Scardua	1979	Brasil	Campo (CP)	4,5	2,3	3,3
Scardua	1979	Brasil	Campo (CS)	4,4	2,2	3,2
Barbieri	1980	Brasil	Lisímetro	4,5	0,5	2,5

CP = cana planta; CS = cana soca

Tabela 2.3. Coeficientes de cultivo da cana-de-açúcar, de acordo com Scardua & Rosenfeld (1987).

Idade da Cultura em mês		Estação de Crescimento	Valores de $k_c = ET_m/ET_o$		
Cana planta	Cana soca		1	2	3
0 – 2	0 – 1	Plantio até 0,25 de fechamento	0,50	0,57	0,50
2 – 3	1 – 2	0,25 a 0,50 de fechamento	0,80	0,65	0,65
3 – 4	2 – 3	0,50 a 0,75 de fechamento	0,90	0,70	0,75
4 – 7	3 – 4	0,75 até fechamento	1,00	0,80	0,90
7 – 14	4 – 9	Máximo desenvolvimento	1,10	0,95	1,10
14 – 16	9 – 10	Início da maturação	0,80	0,80	0,70
16 – 18	10 – 12	Maturação	0,60	0,62	0,60

ET_m = evapotranspiração máxima; ET_o = evapotranspiração de referência;

1 = coeficiente de cultivo da FAO; 2 = coeficiente de cultivo de Hargreaves; 3 = coeficiente de cultivo do PLANALSUCAR

Peres et al. (1992) obtiveram valores de 0,41, 0,73 e 0,78 para o coeficiente de cultura (k_c) para a cana-de-açúcar, no ciclo de cana soca, nos períodos de início de desenvolvimento, de máximo crescimento e de maturação, respectivamente.

Trabalhos conduzidos pelo PLANALSUCAR, mostram que para o ciclo de cana-planta a ocorrência de déficit hídrico durante o estágio de máximo desenvolvimento da

cultura, resulta na maior redução de produtividade. Para o ciclo de cana-soca, o período mais sensível é o estágio inicial de crescimento (1^o ao 4^o mês) (IAA, 1986).

A planta tem o crescimento alterado em diversos aspectos, quando submetida a um déficit hídrico. As principais alterações experimentadas, segundo Kramer (1983), são:

- Redução do tamanho
- Redução da área foliar
- Redução da produtividade da cultura.

Doorenbos & Kassan (1979) observaram as seguintes relações entre a diminuição do rendimento relativo de sacarose e a evapotranspiração relativa para o período de desenvolvimento total e para os distintos períodos de desenvolvimento (estabelecimento, período vegetativo, formação da parte colhível e maturação):

- Quando o déficit ocorre durante o período de estabelecimento e início do período vegetativo, diminui o número de plantas e de brotação e os efeitos sobre a produção de sacarose são maiores que nos outros períodos.
- Quando o déficit se verifica durante a segunda fase do período vegetativo (alongamento do colmo) e início do período de formação da parte colhível, a diminuição do rendimento é menor que na fase anterior, porém maior que nas demais.
- Um déficit severo durante a segunda fase do período de formação da colheita força a maturação precoce.
- O déficit durante o período de maturação é o que proporciona menor diminuição de rendimento da cana, comparado com os demais; entretanto, quando o déficit é muito severo, a perda de açúcar pode ser maior que no período de formação da colheita.

Considerando que a produtividade relativa das culturas está linearmente relacionada com o déficit de evapotranspiração, Doorenbos e Kassan (1979) propuseram que a produtividade real poderia ser estimada conforme a seguinte equação empírica:

$$\left(1 - \frac{Y_r}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_r}{ET_m}\right) \quad (1)$$

onde:

Y_r = produtividade real obtida, t.ha⁻¹;

Y_m = produtividade máxima obtida, t.ha⁻¹;

k_y = coeficiente de resposta da cultura;

ET_r = evapotranspiração real da cultura, mm;

ET_m = evapotranspiração máxima da cultura, mm.

Essa relação é afetada pela espécie e variedade cultivada, pela quantidade de fertilizantes aplicada, pela quantidade da água, pelo controle de pragas e moléstias, e pelas práticas culturais utilizadas.

O coeficiente de resposta (k_y) quantifica a resposta da cultura, em forma de rendimento, em relação ao suprimento de água, tendo outros fatores constantes. Quando o déficit ocorre em estádios críticos ao desenvolvimento vegetativo a produtividade pode ser drasticamente afetada. Nesses estádios, k_y assume valores maiores que em estádios menos exigentes de água.

Conforme Taiz e Zeiger (1991), a expansão da área foliar é limitada pelo déficit hídrico, considerando que o decréscimo da área foliar é a primeira resposta, constituindo-se em uma primeira defesa da planta contra a seca. O estresse hídrico determina o tamanho de cada folha e o número de folhas, não apenas pela redução no processo de emissão de novas folhas, mas também pelo aumento da abscisão foliar.

2.4. Irrigação da cana-de-açúcar

A água é essencial para os seres vivos e fator de fundamental importância para a produção de alimentos, sobretudo sob condições irrigadas. A prática da irrigação, como em muitas situações, é a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, como é o caso do semi-árido do Nordeste brasileiro, onde ocorre déficit hídrico para as plantas devido à taxa de

evapotranspiração exceder, na maior parte do ano, a taxa de precipitação (Holanda & Amorim, 1997).

Segundo Varela (2002) citado por Carvalho (2003), na Paraíba os tabuleiros costeiros têm apresentado grande potencial para a agricultura irrigada, haja vista o déficit pluviométrico, o que induz os investimentos em técnicas de agricultura irrigáveis, em especial com o uso da aspersão, notadamente na cultura da cana-de-açúcar, utilizando o pivô central.

A resposta da cana-de-açúcar à irrigação durante o período vegetativo e o início da formação da colheita é maior do que durante a última parte do período de formação da colheita, quando a área foliar ativa está diminuindo e a cultura apresenta menor capacidade de resposta à luz solar. Durante o período de maturação, os intervalos de irrigação são ampliados ou a irrigação é suspensa para que a cultura atinja a maturação, reduzindo a taxa de crescimento vegetativo, desidratando a cana e forçando a transformação de todos os açúcares em sacarose recuperável. Com a paralisação do crescimento vegetativo, aumenta também a relação entre a matéria seca armazenada como sacarose e a utilizada para novo crescimento. Durante o período de formação da colheita, a irrigação freqüente tem efeito acelerador sobre a floração, o que leva à redução da produção de açúcar (Doorenbos & Kassam, 2000).

Segundo Robertson & Donaldson (1998) em observações feitas em 37 experimentos realizados na África do Sul, no período de 1966 a 1995, constataram que a suspensão da irrigação por ocasião da colheita aumentou em 10% o rendimento em peso fresco de cana-de-açúcar.

A produtividade de cana irrigada varia muito com a idade e ciclo da cultura, variedade, tipo de solo e clima, e os acréscimos de produtividade em relação à cana não irrigada somente são avaliados para regiões com irrigação suplementar, para verificar sua viabilidade, uma vez que nas regiões áridas e semi-áridas, irrigação é uma prática obrigatória. (IAA, 1986).

Barreto et al. (1971), realizando experimento para avaliar a produtividade da cana-de-açúcar irrigada pelo sistema de sulcos de infiltração, conseguiram acréscimos médios de 46 toneladas de colmos. ha⁻¹ e 6,1 toneladas de açúcar.ha⁻¹ para cana planta e 44,3 toneladas de colmos.ha⁻¹ e 6,4 toneladas de açúcar.ha⁻¹ para cana soca.

Shaw & Innes (1965) e Yang (1979) citado por Azevedo (2002) verificaram que o maior efeito da irrigação sobre a produção de cana de 12 meses ocorreu no período de máximo desenvolvimento da cultura, que coincide com o período do 6^o ao 7^o mês. Rosenfeld et al. (1984) concluíram que a ocorrência de déficit hídrico que proporciona maiores diminuições nas produtividades de cana planta, se dá no período de máximo desenvolvimento e, na cana soca, no estágio inicial de crescimento.

Resultados obtidos por Leme et al. (1982), em Araras (SP), mostraram que a irrigação por sulcos dobrava a produção inicial de perfilhos em cada planta, mas que o número final era apenas 30% maior que o não-irrigado.

2.5. Necessidade nutricional

Para que as exigências nutricionais da cana-de-açúcar venham a ser satisfeitas de maneira racional, torna-se fundamental o conhecimento não apenas das quantidades de nutrientes necessários, mas também da época em que eles são requeridos com maior intensidade. Essas informações permitem a realização de adubações em níveis adequados, bem como sua execução nas épocas ideais de utilização pela cultura (Silva e Casagrande, 1983).

Sempre que possível, os fatores de produção devem ser adequadamente gerenciados e gerenciados pelo homem através de sistemas de planejamento, execução e controle, visando a maximização das produtividades econômicas. Portanto, o objetivo final de uma exploração agrícola comercial é o lucro, que deve ser maximizado, respeitando-se os aspectos sociais e ambientais (Orlando Filho, 1993)

O primeiro passo no planejamento da adubação da cana-de-açúcar é saber quais elementos são necessários à cultura, para o fornecimento via adubação. Definidos os nutrientes, deve-se saber quanto deles a planta extrai do solo, conforme apresentado nas Tabelas 2.4 e 2.5.

Tabela 2.4. Extração e exportação de macronutrientes para a produção de 100 t de colmos
(Orlando Filho, 1993)

Partes da planta	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----kg.100 t ⁻¹ -----					
Colmos	83	11	78	47	33	26
Folhas	60	8	96	40	16	18
Total	143	19	174	87	49	44

Tabela 2.5. Extração e exportação de micronutrientes para a produção de 100 t de colmos (Orlando Filho, 1993)

Partes da planta	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg. 100 t ⁻¹				
Colmos	149	234	1.393	1.052	369
Folhas	86	105	5.525	1.420	223
Total	235	339	7.318	2.470	592

Analisando-se os resultados das Tabelas 3 e 4, observa-se que os dados de fósforo e potássio estão expressos em P e K, correspondentes, respectivamente, à extração total de 43 kg de P₂O₅ e de 210 kg de K₂O para 100 t de colmos, bem como observar que a cana requer quantidades relativamente maiores de enxofre (S) em relação a fósforo (P). A ordem de extração de macronutrientes foi: K > N > Ca > Mg > S > P.

Com relação aos micronutrientes, não existe comprovação de resposta significativa da cana ao uso dos mesmos, porém, a tendência é de resposta a B, Cu, Mn e Zn, fato esse que já ocorre em algumas regiões específicas, como nos tabuleiros terciários do litoral do Nordeste, com exceção do B, que apresenta o fenômeno do “sal cíclico”, isto é, os respingos da precipitação sobre a água do mar, levam o mesmo para as regiões mais próximas do litoral. Uma das hipóteses da não resposta aos micronutrientes é provavelmente a sua ocorrência nos calcários, principalmente os de origem sedimentar (Vitti e Martins, 2001; Vitti, 2003).

A cana-de-açúcar tem grandes exigências de nitrogênio e potássio e relativamente baixa necessidade de fósforo, ou seja, de 100 a 200 kg ha⁻¹ de N, de 20 a 90 kg ha⁻¹ de P e de 125 a 160 kg ha⁻¹ de K, para um rendimento de 100 t ha⁻¹ de colmo da cana, porém os níveis de aplicação são, às vezes, superiores. No amadurecimento, o teor de nitrogênio no solo deve ser o menor possível, para possibilitar boa recuperação de açúcar, especialmente quando o período de maturação é úmido e quente (Doorenbos & Kassan, 1979).

Principalmente nos solos de menor fertilidade, o cobre e o zinco são os micronutrientes mais limitantes para a cana-de-açúcar. Nos Estados do Nordeste do Brasil, suas deficiências são mais frequentes (Orlando Filho, 1993).

Os principais sintomas de deficiência e seus aspectos nutricionais apresentam-se descritos na Tabela 2.6.

Tabela 2.6. Principais sintomas de deficiência mineral em cana-de-açúcar (*), citados por Vitti, 2003

Nutriente	Sintomas
N	Amarelecimento generalizado da folhas, destacando-se em folhas velhas, colmos finos e menor perfilhamento das plantas.
P	Redução e atraso no desenvolvimento das plantas das raízes secundárias; coloração vermelha ou roxa nas pontas e margens das folhas, colmos finos e internódios curtos.
K	Empalidecimento de folhas velhas, cartucho distorcido produzindo ponteiro com aparência de “leque”, menor teor de açúcar no colmo.
Ca	Branqueamento e enrolamento das folhas mais novas, com necrose escurecida no ápice dessas folhas.
Mg	Manchas amareladas e alongadas entre as nervuras das folhas mais velhas.
S	Amarelecimento generalizado das folhas, destacando-se em folhas novas.
B	Manchas cloróticas nas folhas – estriadas, morte da gema terminal, aumenta a incidência de <i>fusarium</i> (pontuações avermelhadas), folhas do topo se amarram umas às outras; folhas novas “enrugamento”.
Zn	Clorose nas nervuras das folhas mais novas, redução do crescimento dos internódios, paralisação do crescimento do topo.

(*) Adaptado de Orlando Filho. (1993)

2.6. Função de resposta da produção

Na agricultura irrigada, o fator água deve ser otimizado possibilitando, sem maiores riscos, aumentar a utilização dos demais insumos de produção e, por conseqüência, obterem-se maiores produtividades com uma melhor combinação dos insumos empregados. Para tanto, o conhecimento das funções de produção obtidas por meio das superfícies de resposta e curvas de respostas (isoproduto) é fundamental para auxiliar nas decisões, haja visto que estas funções possibilitam determinar as interações entre os diversos fatores (água e adubação) que afetam a produtividade, e escolher as soluções mais condizentes com a realidade regional, permitindo assim o manejo racional da irrigação em bases técnicas e economicamente viáveis (Bernardo, 1998).

Segundo Frizzone (1993), a função de resposta da produção é uma relação física entre as quantidades utilizadas de certo conjunto de insumos e as quantidades físicas máximas que se pode obter do produto, para uma dada tecnologia conhecida. Assim ao se supor que a função de resposta representa o máximo que se pode obter com o uso de cada combinação de insumos, está se definindo uma relação funcional entre os insumos e o produto. A função de resposta pode ser expressa matematicamente na forma:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2)$$

em que y é a quantidade produzida e x_1, x_2, \dots, x_n , são os insumos que participam desse processo e se transformam em y .

Quando se estuda esta relação como uma função de dois fatores, um modelo polinomial é originado, e sua representação gráfica é uma curva de resposta que projetada num gráfico de duas dimensões, origina isolinhas de contorno. Cada isolinha representa as diferentes combinações de fatores (quantidade de água aplicada e doses de adubação) necessários para o rendimento fixado num dado nível, induzindo o conceito de que um fator pode ser substituído por outro na obtenção de determinado produto (Frizzone, 1987, citado por Mello Júnior, 1992).

Segundo Solomon (1985) a curva de produção versus água aplicada, tem uma zona de déficit de água (zona I) e outra zona após o ponto de máxima produção, que é a zona de excesso de água (zona II). Para Hargreaves & Samani (1984) o trecho da curva da relação produção versus água aplicada até 50% da quantidade que resulta na produção máxima, pode ser considerado uma reta; a partir daí, os acréscimos de água aplicados correspondem

a acréscimos progressivamente menores na produção, até o ponto de máxima produção, a partir do qual os acréscimos na produção são negativos.

A função curvilínea da Figura 2.2.a representa uma curva de receita bruta. O nível de irrigação que maximiza a produção e, portanto, a receita bruta é designada por W_m e o nível que maximiza a receita líquida é W^* , conforme esquematizado na Figura 2.2.c. A linha reta representada na Figura 2.2.b corresponde a uma função de custo relacionada com os custos totais de aplicação da água de irrigação (Frizzone, 1993).

De acordo com English (1990) quanto mais a quantidade de água aplicada se aproxima da irrigação sem déficit, menos eficiente é a irrigação. O declínio da curva de produção a partir do ponto máximo deve-se à diminuição da aeração do solo, à lixiviação dos nutrientes e doenças associadas com o solo úmido (Stegman et al., 1980).

As aplicações das funções de produção água-cultura são freqüentemente criticadas por serem empíricas específicas de um local e incompletas, omitindo efeitos de muitos outros fatores e suas interações com a água (Frizzone, 1998). Entretanto, conforme salientam Vaux e Pruitt (1983) e Howell et al. (1990), as funções de produção são necessárias para prever, sob condições dadas de clima, cultivo e operação, as produtividades físicas marginais da água a serem utilizadas nas análises econômicas.

Embora a evapotranspiração (ET) seja o parâmetro hídrico associado mais diretamente ao rendimento das culturas, a quantidade de água aplicada por irrigação é a variável independente que mais interessa aos engenheiros, aos irrigantes e aos economistas. O conhecimento da natureza da relação entre rendimento e água aplicada permite estabelecer o consumo ótimo econômico de água durante o ciclo da cultura. Por outro lado, a repartição dessa quantidade de água nos diferentes estádios fenológicos é indispensável ao planejamento e manejo da irrigação (Stewart e Hagan, 1974).

De acordo com Hexem e Heady, (1978), os modelos matemáticos que melhor se ajustam à relação água-produtividade e que são mais comumente utilizados nas análises econômicas das pesquisas agrícolas são: Quadrático, Raiz Quadrada, Mitscherlich-Spillman e Potência $3/2$. Estes mesmos autores analisando modelos polinomiais para determinar a função de produção de milho em grãos, em diferentes anos e locais dos Estados Unidos, verificaram que os maiores valores de coeficientes de determinação (R^2) foram obtidos quando foi ajustado o modelo polinomial quadrático.

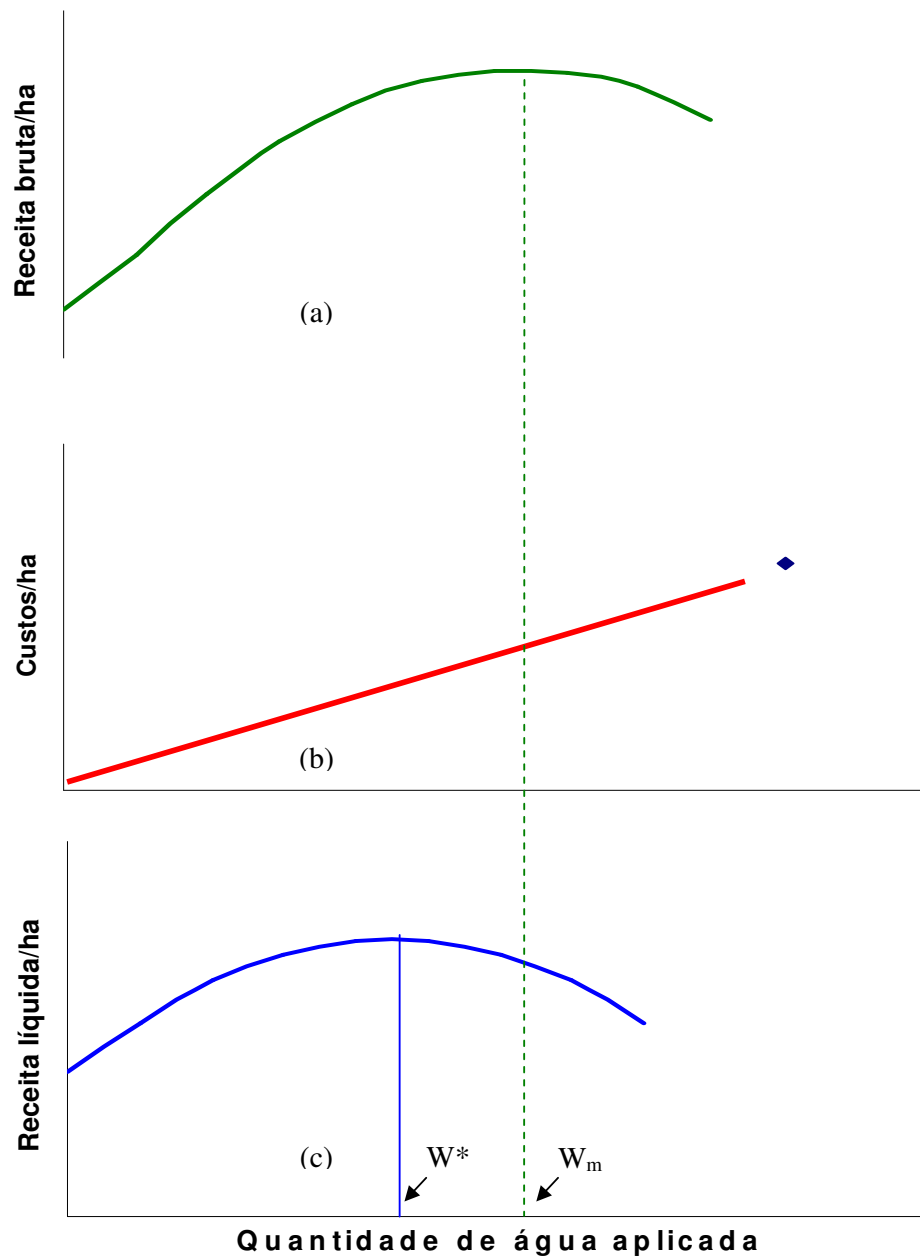


Figura 2.2. Esquema de funções de receita bruta (a), custos (b) e receita líquida (c), onde W_m e W^* são, respectivamente, as quantidades de água que proporcionam a máxima produção e a máxima receita líquida.

Sousa (1997) trabalhando com três variedades de cana (RB 72-454, RB 76-5418 e SP 70-1011) irrigadas por aspersão tipo canhão, durante o período de agosto de 1995 a outubro de 1996, obteve produtividades de colmos máximas de 155,8; 126,9 e 141,9 t ha⁻¹ com lâminas totais (precipitação efetiva mais irrigação) de água 1.568, 1.424 e 1.589 mm, além de produtividades máximas de açúcar estimadas, de 20,7; 17,1 e 19,3 t ha⁻¹ para lâminas totais de água de 1.678, 1474 e 1.602 mm, respectivamente. Os mesmos autores obtiveram como resultados as seguintes funções de produção:

- Variedade RB 72-454

$$Y = -41,878 + 0,0736W - 2,22 \cdot 10^{-5}W^2$$

- Variedade RB 76-5418

$$Y = -56,32 + 0,0996W - 3,38 \cdot 10^{-5}W^2$$

- Variedade SP 70-1011

$$Y = -41,12 + 0,0754W - 2,35 \cdot 10^{-5}W^2$$

Em que, Y é a produtividade obtida em t ha⁻¹ e W é a lâmina total de água aplicada em mm.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Cultura, Solo e Clima

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2004 a outubro de 2005 na Fazenda Capim, da Destilaria Miriri, do Grupo UNIAGRO, situado no município de Capim-PB., com a variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) SP-791011, muito difundida no estado Da Paraíba. O solo predominante na fazenda é uma associação de Podzólico Vermelho-Amarelo, variação Acinzentado (SUDENE, 1972).

A fazenda se situa na latitude de $6^{\circ}56'$, na longitude de $35^{\circ}07'$ e tem uma área irrigada de aproximadamente 600 ha com dois pivôs centrais rebocáveis que se deslocam em seis bases de 50 ha cada uma, Figura 3. A altitude local é de 100 m, a temperatura média anual é de 28°C , a precipitação média anual de 1.000 mm, com seis meses secos; o clima é quente e úmido, com chuvas de outono a inverno (As' segundo W. Koeppen) sendo o bioclima classificado como Mediterrâneo ou Nordeste quente, de seca atenuada (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO-PB & UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, 1985).

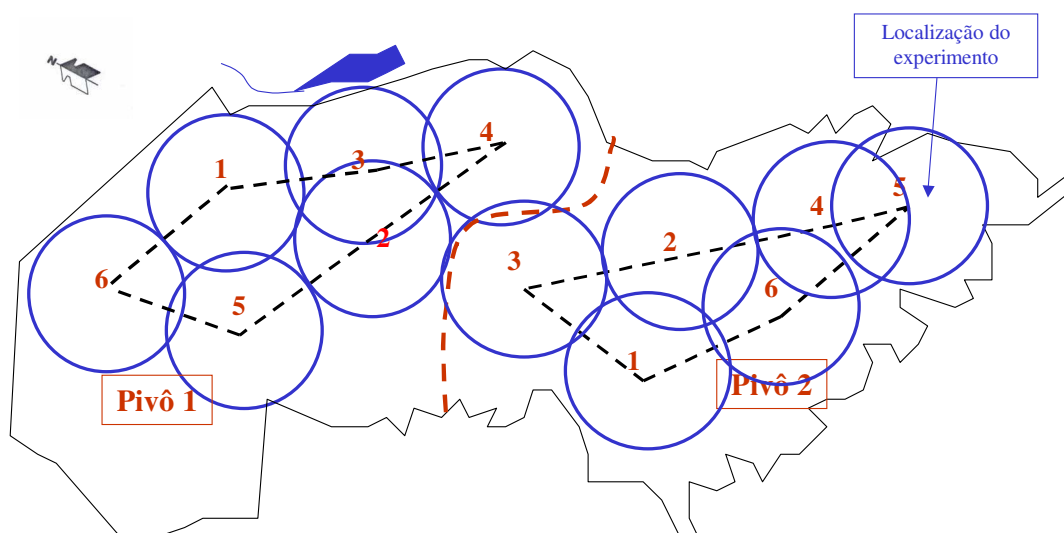


Figura 3.1 Área irrigada da Fazenda Capim, da Destilaria Miriri, Município de Capim, PB, área de atuação dos pivôs 1 e 2, localização das bases dos pivôs.

As características químicas e físico-hídricas do solo são apresentadas no Quadro A₃ do anexo, no qual se verifica que o solo é argilo-arenoso, com capacidade total de armazenamento de 62 mm até a profundidade de 0,70m e capacidade de armazenamento aproveitável de 42 mm, correspondente a 67% da água total disponível. Foi estudada, aqui, a quinta folha da cana, ou seja, o quinto corte da touceira de cana-de-açúcar.

3.2. *Tratamentos e Delineamento Estatístico*

Os tratamentos estudados foram os fatores lâminas de irrigação e adubação de cobertura. O experimento consistiu de um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e um arranjo fatorial 2x4(2 níveis de adubação de cobertura e 4 lâminas de irrigação),

As quantidades totais de água compreenderam a precipitação efetiva, mais lâminas 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 utilizada na Fazenda Capim, DSF91999));
- W_2 (lâmina 2 = 27,5 mm equivalente á lâmina utilizada na Fazenda Capim)
- W_3 (lâmina 3 = 41,3 mm referente á lâmina utilizada na Fazenda Capim, acrescida de 50%).

As adubações de cobertura foram compostas dos elementos N e K₂O em quantidades definidas, tomando-se como base os níveis recomendadas pela equipe de consultores da Destilaria Miriri (70 kg ha⁻¹ de Nitrogênio (N), 25 kg ha⁻¹ de Fósforo (P₂O₅) e 110 kg ha⁻¹ de Potássio (K₂O), em kg ha⁻¹), que se baseia em parâmetros do solo e no rendimento econômico da cultura sob condições de sequeiro; a quantidade de nutrientes extraída do solo em kg por 100 t de colmos, segundo Orlando Filho (1978) e Orlando Filho et al., (1980) e se considerando acréscimos que possibilitassem o desenho da curva que define a função de produção (Tabela 5).

Tabela 3.1. Quantidades de nutrientes por aplicação e por tratamento de adubação Nitrogênio (N), Fósforo (P₂O₅) e Potássio (K₂O), em kg ha⁻¹.

Tratamentos	Aplicações, kg ha ⁻¹							Total, kg ha ⁻¹	
	1 ^a . (2 meses AP*)			2 ^a . (4 meses AP*)		3 ^a . (6 meses AP*)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	K ₂ O	N	K ₂ O	N+K ₂ O	P ₂ O ₅
A ₀	-	-	-	-	-	-	-	0	0
A ₁	35	25	55	35	55	-	-	180	25

*AP – após plantio

3.3. Condução do Experimento e Sistema de Irrigação

O experimento foi instalado na base 5 do pivô 2, e os tratamentos em setores do pivô (Figura 4). As parcelas foram constituídas de 5 fileiras espaçadas 1,2 m, comprimento de 12 m e com uma área total de 72 m². A área útil da parcela será de 36 m², compreendendo as três fileiras centrais com 10 m de comprimento cada uma, sendo a bordadura constituída de uma fileira de plantas de cada lado e de 1,0 m em cada extremidade da parcela útil (Figura 3.3).

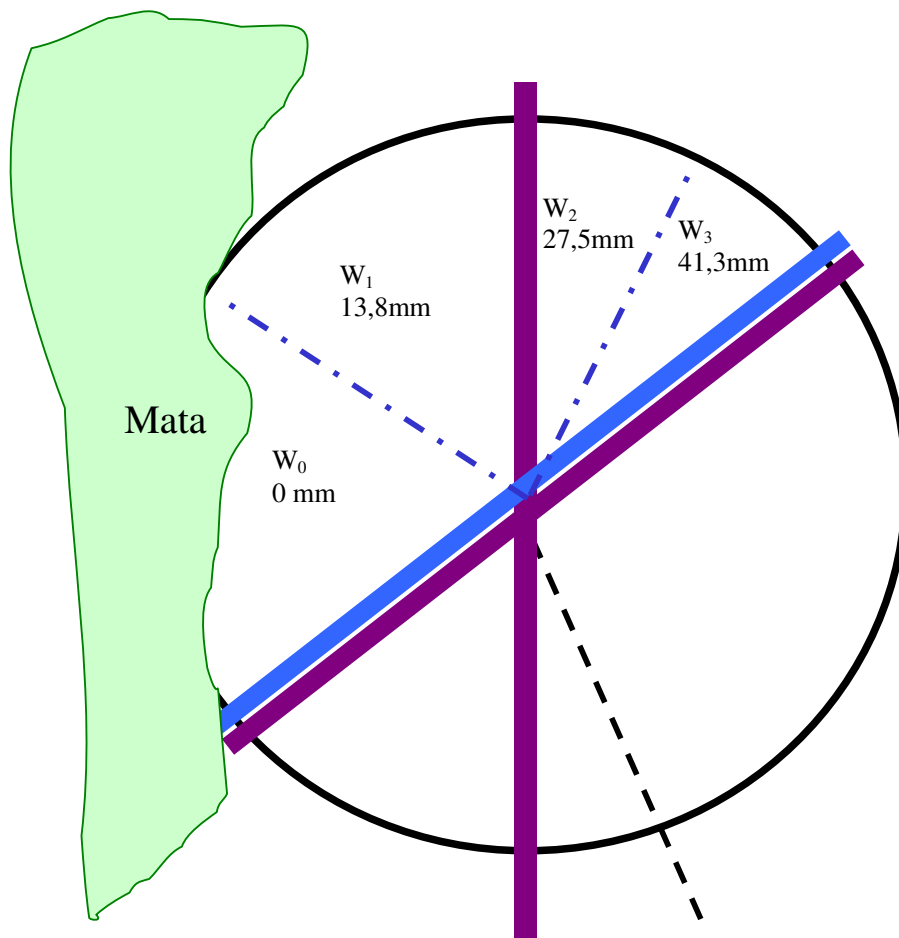
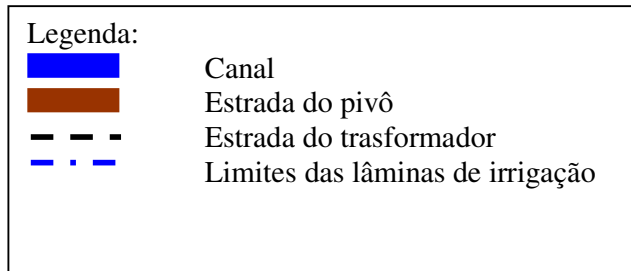


Figura 3.2. Croqui do experimento.



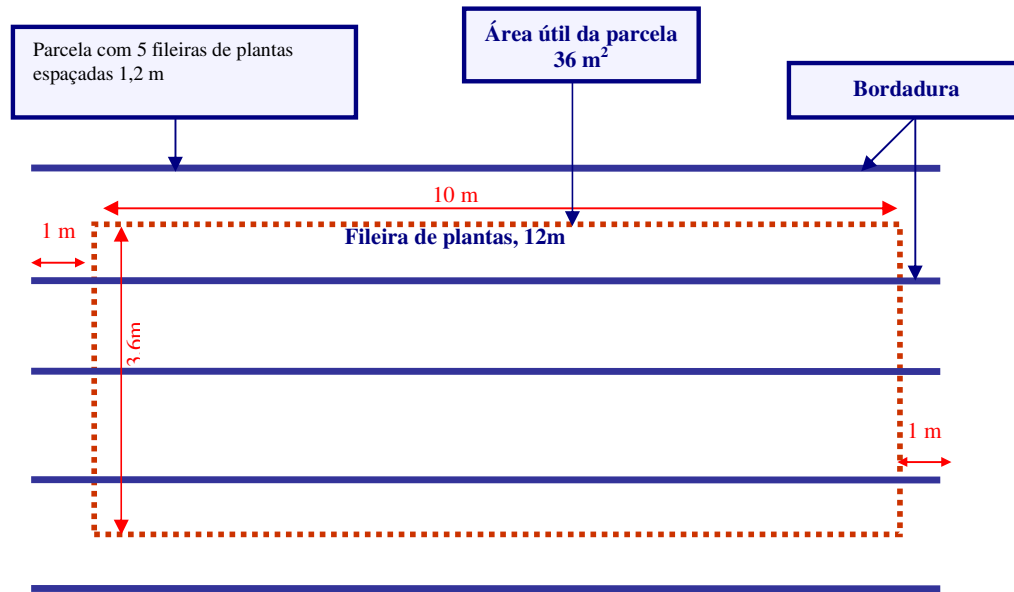


Figura 3.3. Detalhe das parcelas do experimento - área total, bordadura e área líquida

O balanço hídrico do experimento foi feito levando-se em consideração a quantidade de água total (precipitação efetiva mais lâmina líquida da irrigação aplicada), a evapotranspiração real e a capacidade da água aproveitável no solo do experimento era franco-argilo-arenoso, com alta capacidade de infiltração, considerou-se como 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:

$$E_{Tr} = 0,75 \cdot K_c \cdot EV \quad \text{Eq. 3.01}$$

Onde: E_{Tr} é a evapotranspiração real em mm;

K_c é o coeficiente de cultivo segundo Doorenbos & Kassan (1979) adaptado para o período de 14 meses, por DSF (1999);

EV é a evaporação do tanque classe A em mm.

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

3.4 – Variáveis avaliadas

A colheita manual foi realizada nos dias 18 á 21 de outubro de 2005, após a queima da cana. Foram separados, ao acaso, dentro da área útil, 10 colmos, nos quais foram feitas as seguintes determinações: comprimento, diâmetro e peso dos colmos e número de internódios por colmo. A área útil da parcela foi colhida, contado o número de colmos, pesada e calculada a produção de colmos em kg ha⁻¹.

Em cada parcela útil foi cortada, também ao acaso, uma touceira de cana, que foi analisada no laboratório da destilaria onde foram determinados os parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar, de acordo com Caldas (1998).

Também foram avaliados os rendimentos brutos de açúcar e álcool.

3.4.1 - Parâmetros tecnológicos

Para determinar os parâmetros tecnológicos, as plantas foram homogeneizadas e moídas, retirando-se o caldo da cana, com o qual se determinou:

3.4.1.1- Teor de sólidos solúveis ou BRIX (%)

O BRIX foi definido a partir do caldo extraído da amostragem de cana de açúcar e para cada amostra, utilizando-se um refratômetro digital, dotado de correção automática de temperatura e ajuste de campo com saída para ajuste magnético. O funcionamento deste aparelho se fundamenta na relação entre incidência e refração. Os resultados finais dos ensaios foram corrigidos para a temperatura de 20°C. O índice de refração que corresponde ao índice de sólidos solúveis ou Brix, é obtido pela expressão:

$$I_r = \frac{\text{sen}(i)}{\text{sen}(r)} \quad \text{Eq. 3.02}$$

onde: Ir é o Brix ou teor de sólidos solúveis

Sen(i) é o seno do ângulo de incidência

Sen(r) é o seno do ângulo de refração

3.4.1.2-Teor de sacarose ou POL (%)

O teor de sacarose foi determinado utilizando-se um aparelho denominado sacarímetro automático do tipo ACATEC^R, modelo DAS 2500. O funcionamento dos sacarímetros é baseado em princípios físicos, tomando-se como base as propriedades da luz e sua natureza ondulatória definindo assim, a concentração de açúcares opticamente ativos, do tipo sacarose.

A partir da Lei de Biot (Caldas,1998) e da equação que exprime esta Lei é que se determina o teor de sacarose na cana-de-açúcar.

$$C = \frac{100 * \alpha}{l * \alpha^T * \gamma} \quad \text{Eq. 3.03}$$

em que: C é a concentração de açúcar

α é o ângulo de rotação do plano de vibração da luz polarizada

l é o comprimento da coluna iluminada de líquido

$\alpha^T * \gamma$ é a rotação específica

O resultado obtido diretamente no sacarímetro não é ainda o definitivo, sendo necessária a correção da leitura para ajustá-lo à temperatura do ambiente, utilizando-se a seguinte equação para a correção:

$$L_{corr} = L * [1 + 0,000255(T - 20)] \quad \text{Eq. 3.04}$$

sendo:L é a leitura no sacarímetro

T é a temperatura ambiente

L_{corr} é a leitura corrigida correspondente ao POL(%).

3.4.1.3-Pureza do caldo (PZA)

É determinada empiricamente, calculada a partir da percentagem de sólidos solúveis totais no caldo extraído, após a determinação do POL e do BRIX. De acordo com Caldas (1998) e CRSPCTS/PB (1997), a Pureza é determinada pela expressão:

$$PZA = \frac{POL_{\%caldo}}{BRIX_{\%caldo}} \quad \text{Eq. 3.05}$$

3.4.1.4-Fibra industrial da cana (%)

Para determinar o percentual de fibra industrial na cana procede-se, através de um método comparativo, à verificação da correlação existente entre o resíduo fibroso e a fibra industrial. Esta determinação é feita experimentalmente, pela seguinte equação (CRSPCTS/PB,1997):

$$\%FI_{cana} = \frac{(100 * PS) * (PU * b)}{5 * (100 - b)} \quad \text{Eq. 3.06}$$

onde: PS é o peso do bolo seco em estufa a 105°C

PU é o peso do bolo úmido (resíduo fibroso)

b é o BRIX do caldo extraído

3.4.1.5-PCC (percentagem de açúcar bruto)

O PCC é um índice que fornece a idéia do valor da tonelada da cana, que varia diretamente proporcional a este índice, isto é, para valores elevados de PCC ter-se-ão os preços da cana crescendo no mercado e vice-versa. O PCC é determinado pela equação:

$$PCC = L_{corr} * (1 - 0,01 * FI) * c \quad \text{Eq. 3.07}$$

em que: L_{corr} é o POL do caldo extraído (%)

FI é a fibra industrial em % da cana

C é fator de transformação da POL do caldo extraído em POL do caldo absoluto, sendo igual a 0,955.

3.4.2 - Rendimento bruto de açúcar e álcool

Os rendimentos brutos de açúcar e de álcool foram calculados de acordo com a metodologia apresentada por Caldas (1998) e utilizada na destilaria Miriri:

3.4.2.1-Rendimento bruto de açúcar

$$RA\grave{c} = (PCC * PC)/100 \quad \text{Eq. 3.08}$$

sendo: RAç 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.

3.4.2.2-Rendimento bruto de álcool

$$RA = (((PCC * F) + ARL) * Fg) * 10 * PC) \quad \text{Eq. 3.09}$$

em que: RA 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 é 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 é o fator de Gay Lussac igual a 0,6475.

PC a produção de colmos em ton ha⁻¹.

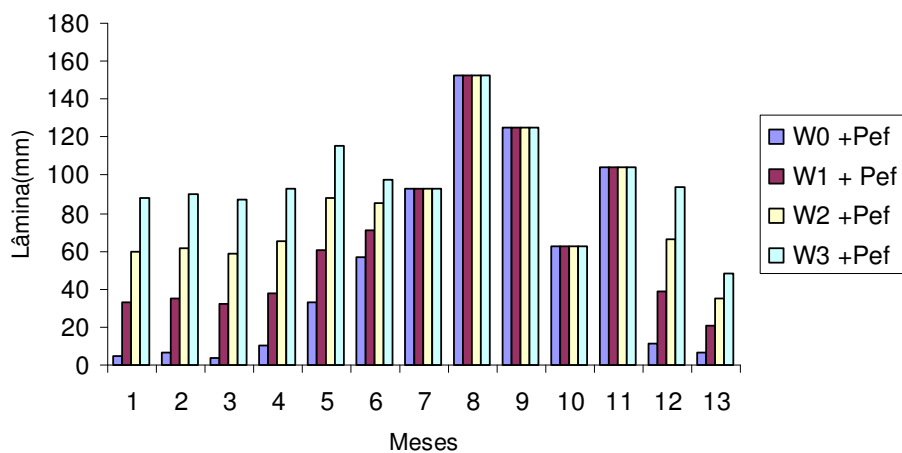
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Lâminas de irrigação

As lâminas aplicadas através da irrigação em cada tratamento, bem como a quantidade total (lâminas aplicadas por irrigação mais precipitação efetiva acumulada, $W + P_{ef}$), encontram-se nos Quadros A₁ e A₂ do anexo. As quantidades de água aplicadas por intermédio da irrigação como mostra a tabela 4.1 foram, $W_0=0\text{mm}$, $W_1=193\text{mm}$, $W_2=385\text{mm}$ e $W_3=578\text{mm}$. A precipitação efetiva acumulada no período foi 671mm, assim as quantidades totais de água aplicadas para todo o ciclo são: $W_0+P_{ef}=671\text{mm}$, $W_1+P_{ef}=864\text{mm}$, $W_2+P_{ef}=1056$ e $W_3+P_{ef}=1249$. a maior quantidade aplicada, 1249mm, é inferior aos valores recomendados por Doorenbos&Kassan(1979), para o período de 365 dias, que varia de 1500 a 2000mm. Na Figura 4.1 encontra-se a quantidade de água aplicada durante o experimento (360 dias) O primeiro período compreende a 7 de outubro de 2004 e o último a 18 outubro de 2005. As plantas foram irrigadas de outubro de 2004 até março de 2005. Na figura 4.2 está a necessidade hídrica da cultura, onde podemos observar que houve déficit na planta em quase todos os tratamentos e em quase todos os meses.

Quadro 4.1 Quantidade total de água aplicada em cada tratamento, durante o experimento.

TRATAMENTO	LÂMINA APLICADA DURANTE O EXPERIMENTO (mm)	PRECIPITAÇÃO EFETIVA (mm)	TOTAL DE ÁGUA APLICADO (mm)
W_0 (0 mm)	0	671	671
W_1 (13,8 mm)	193	671	864
W_2 (27,5 mm)	385	671	1056
W_3 (41,3 mm)	578	671	1249



120 dias	150 dias	90 dias
Fase inicial de crescimento	Máximo desenvolvimento	Maturação

Figura 4.1-Quantidade total de água (irrigação mais precipitação efetiva), em mm por tratamento ao longo do ciclo,pela cana-de-açúcar 5ª folha,variedade SP79-1011.

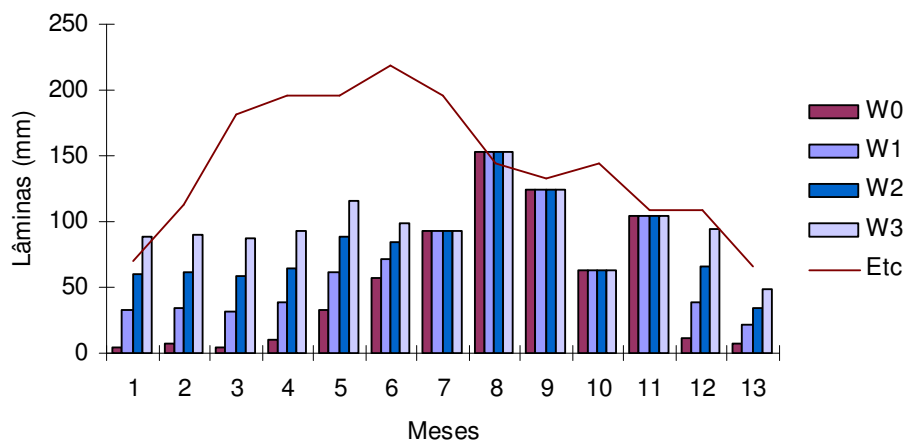


Figura 4.2- Necessidade Hídrica da cana-de-açúcar ao longo do ciclo,5ªfolha ,variedade SP79-1011.

4.2 – Parâmetros organográficos

No Quadro 4.2 têm-se os resultados da análise de variância da cana-de-açúcar, em relação a:

- Número de colmos
- Comprimento dos colmos
- Diâmetro dos colmos
- Peso dos colmos
- Número de internódios

Todas as avaliações dos parâmetros organográficos da cana-de-açúcar, variedade SP-791011, quinta folha, foram realizadas aos 12 meses, após o quarto corte.

Quadro 4.2. Análise de variância dos parâmetros organográficos

FONTE VARIACÃO	DE	TESTE F				
		G L	NC	CC	DC	PC
Adubação (F 1)	1	0,0052**	0,0051**	0,0326*	0,1416 ^{ns}	0,2899 ^{ns}
Irrigação (F 2)	3	0,0402*	0,0001**	0,4993 ^{ns}	0,5195 ^{ns}	0,0000**
Interação (F 1 x F 2)	3	0,0073**	0,3222 ^{ns}	0,6574 ^{ns}	0,5195 ^{ns}	0,9985 ^{ns}
QM (resíduo)	21	86222769,74	0,015730	2,740900	0,053571	2,258217
Média Geral		64775,96	1,49	21,25	0,9375	19,06
CV		14,33	8,40	7,79	24,69	7,88

NC – Número de Colmos; CC – Comprimento dos Colmos (m); DC - Diâmetro dos Colmos (mm); PC - Peso dos Colmos (kg); NI – Número de Internódios; ** - significativo a nível de 1% de probabilidade; * - significativo a nível de 5% de

probabilidade; ^{ns} – não significativo; QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de Variação

Quadro 4.3. Comparação das médias dos parâmetros organográficos.

	NC	CC	DC	PC	NI
W₀	59343,75 a	1,29678 a	21,72875 a	1,00000 a	14,70750 a
W₁	59968,62 a	1,33968 a	20,62875 a	0,87500 a	18,66625 b
W₂	68958,25 a	1,63750 b	21,65250 a	0,87500 a	20,76250 c
W₃	70833,25 a	1,69750 b	21,00125 a	1,00000 a	22,10000 c

NC – Número de Colmos; CC – Comprimento dos Colmos (m); DC - Diâmetro dos Colmos (mm); PC - Peso dos Colmos (Kg); NI – Número de Internódios

Verificou-se pelo o teste F(Quadro 4.2), que os tratamentos que foram significativos, indicam a existência de uma dependência entre os dois fatores: irrigação e adubação, com as variáveis analisadas. Procedendo-se assim as compensações das medias desses fatores para possibilitar o estudo do comportamento deles com cada variável analisada.

4.2.1. Número de colmos

O número de colmo (ha^{-1}), obtido por parcela, é apresentado no Quadro A₃ do anexo. Por meio do Quadro 4.2, verifica-se que o teste F foi significativo ao nível de 1% de probabilidade para o fator de adubação e para a interação entre os dois fatores. E significativo a 5% para o fator água. A média geral foi de 64.775 colmos. ha^{-1} , e o coeficiente de variação 14,33%. Azevedo(2002), obteve com cana planta, uma média de 81.835 colmos há^{-1} . A comparação das médias para o fator água, mostra que o nível 1.056 mm foi superior significativamente aos níveis 671 e 864 e não difere significativamente do nível 1.249 mm, pelo teste de Tukey, a nível de 5 % de probabilidade. . A comparação das médias para o fator adubação de cobertura, mostra que elas diferem significativamente entre si, a nível de 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey. O número médio de colmos ha^{-1} obtido no experimento foi de 64.776, o menor de 52.229(864 mm e 0 kg há^{-1}) e o máximo obtido 79.583(1.056 mm e 180 kg ha^{-1}). O máximo valor obtido é inferior aos 90.000 colmos ha^{-1} que, segundo Taupier e Rodrigues (1999) são necessários para se atingir produtividades máximas.

Na aplicação do teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, observou-se que as médias da interação diferem estatisticamente entre si, onde se verificou pela a figura 4.3, que o número de colmos alcançou o valor máximo de 78.583 com a lamina W₃ e com adubação de 180 e o seu menor valor é de 52.229 com a lamina W₀ e sem adubação.

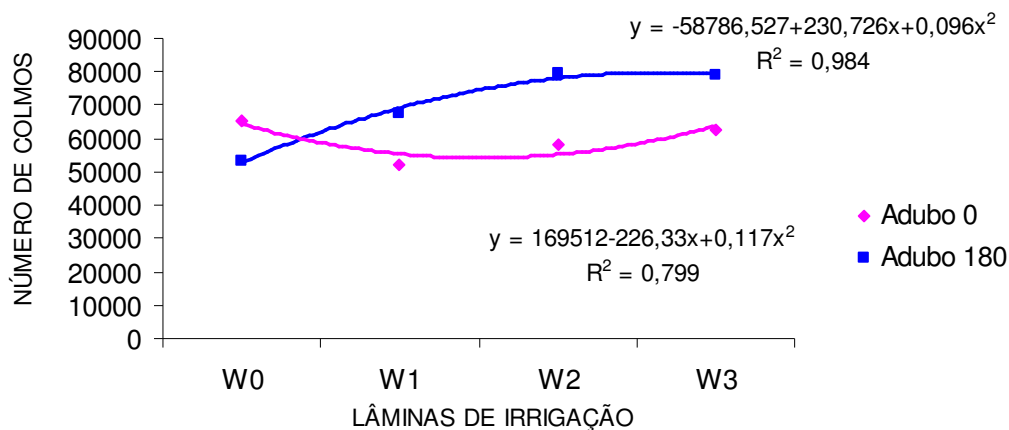


Figura 4.3. Número de colmos em relação a lâmina de irrigação e ao nível de adubação de cobertura, de cana-de-açúcar, 5ª folha, Variedade SP79-1011.

4.2.2. Comprimento dos colmos

O comprimento médio do colmo, em metro, obtido nas 12 canas colhidas ao acaso por parcela, é apresentado no Quadro A₄ do anexo. Os dados de análise de variância são apresentados na Quadro 4.2 onde se observa que quando se aplicou o teste F, o mesmo foi significativo ao nível de 1% para os fatores adubação e irrigação, e, para a interação entre os dois não foi significativo. O coeficiente de variação foi 8,40% e a média geral 1,49 m. No quadro 4.4 a comparação das médias do comprimento de colmo pelo teste de Tukey, indica que para o fator irrigação, a lâmina W₁ difiriu da lâmina W₂, e que a lâmina W₁ não difiriu com a lâmina W₀, e que o W₃ foi superior significativamente ao nível W₀, como também a lâmina W₂ não difiriu da lâmina W₃.

Quadro 4.4. Comparação entre as médias do comprimento de colmo, pelo Teste de Tukey, com relação ao fator irrigação, de cana-de-açúcar variedade SP79-1011, 5ª folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.

Irrigação	Comprimento de colmo (m)
W ₀	1,29 a
W ₁	1,34 a
W ₂	1,64 b
W ₃	1,69 b
DMS=0,22	

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente

Com relação ao fator de adubação, verificou-se através do teste de Tukey, que o nível N₁ superou significativamente o nível N₀ ao nível de 5% de probabilidade. Na figura 4.4, observa-se que o nível N₁ atingiu um comprimento de colmo de 1,56m, sendo superior ao N₀ que atingiu o comprimento de 1,42m. O comprimento médio por colmo obtido no experimento foi de 1,49 m, o menor de 1,27 m (W₀ e N₀) e o máximo de 1,83 m (W₃ e N₁).

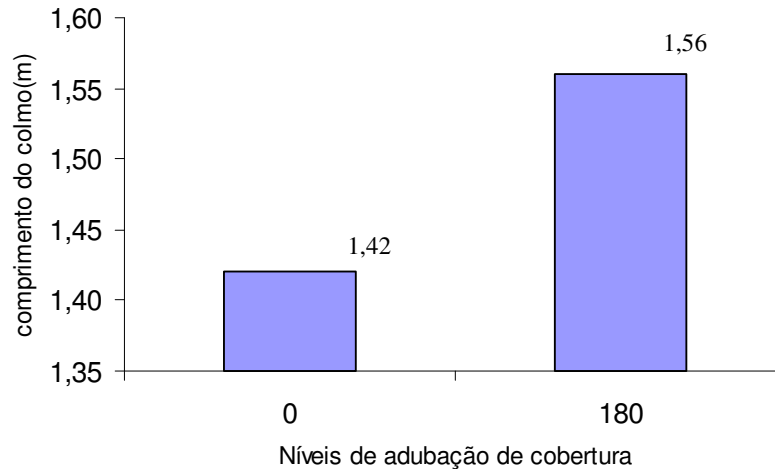


Figura 4.4. Comparação entre as médias do comprimento de colmo(m), com relação ao fator adubação, de cana-de-açúcar, variedade SP79-1011,5^a folha, sob diferentes lâminas de irrigação e nível de adubação de cobertura.

4.2.3. Diâmetro de colmos

O diâmetro médio do colmo em milímetros determinados nas 12 canas colhidas ao acaso por parcela, são apresentadas no Quadro A₅ do anexo, e a análise de variância dos níveis é mostrada no Quadro 4.2. O experimento apresentou um coeficiente de variação igual a 7,79%, classificado por Gomes(1990) como baixo e a média geral foi de 21,25. O teste F demonstrou que houve significância a 5% no fator de adubação, e não foram significativos para o fator irrigação e interação dos dois fatores. O diâmetro médio por colmo no experimento foi de 21,25 mm, o menor de 19,45(W₁ e N₀) e o maior de 22,85 mm (W₀ e N₁).

Na figura 4.5, observa-se que o nível N₁ atingiu o diâmetro do colmo de 20,58 mm sendo superior ao nível N₀ que obteve 21,92 mm.

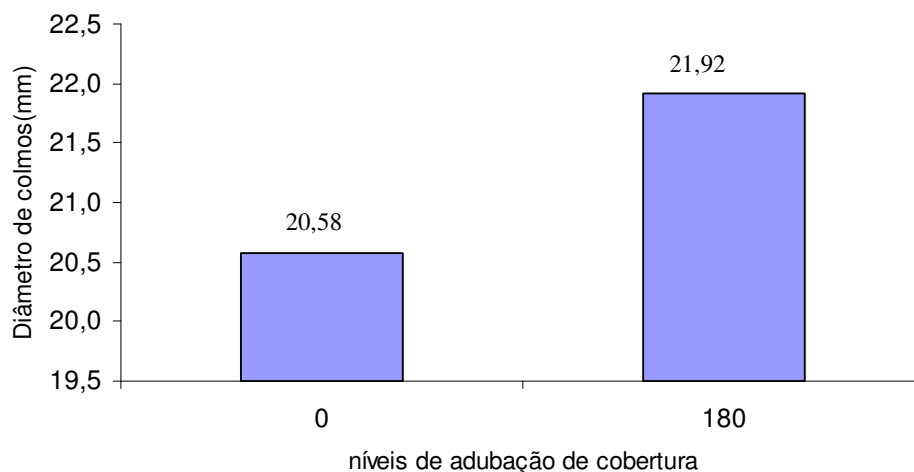


Figura 4.5. Comparação entre as médias do diâmetro do colmo (mm), com relação ao fator adubação, da cana-de-açúcar, variedade SP 79-1011,5^a folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.

4.2.4. Peso do colmo

O peso médio dos colmos em kg, foram obtidos através das 12 canas colhidas ao acaso por parcela, apresentada no Quadro A₆ do anexo, a análise de variância é indicada no Quadro 4.2. pode-se observar que com relação ao peso do colmo(kg), quando aplicou-se o teste F, o mesmo não foi significativo para nenhum dos tratamentos pelo teste de Tukey, isto é, as variações no peso do colmo foram devido ao acaso. O coeficiente de variação foi 24,69% e a média geral foi de 0,94kg. O peso médio obtido pelo experimento foi de 0,63kg, o menor de 0,54 kg (W₁ e N₁), e o maior peso foi de 0,76 kg (W₃ e N₁).

4.2.5. Número de internódios

O número de internódios médio por colmo determinados nas 12 canas colhidas ao acaso por parcela, é apresentado no Quadro A₇ do anexo e a análise de variância que pode ser observada nos dados contidos no Quadro 4.2, verifica-se através do teste F, que houve diferença significativa ao nível 1% de probabilidade para o fator de irrigação, enquanto que para o fator adubação e para a interação entre os dois fatores não houve

diferença significativa. Nesse experimento o coeficiente de variação foi de 7,88 % e a média geral de 19,06 internódios por colmo.

Pelos os dados do Quadro 4.5, através do teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, observa-se que o número de internódios referente à lâmina W_0 houve diferença significativa em relação à lâmina W_1 , como também houve diferença com a lâmina W_2 , mas não houve diferença significativa entre as lâminas W_2 e W_3 .

Quadro 4. 5. Comparação entre as médias do número de internódios por colmos, pelo Teste de Tukey, com relação ao fator irrigação, de cana-de-açúcar variedade SP79-1011,5ª folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.

Irrigação	Nº de internódios por colmo
W_0	14,7a
W_1	20,7 b
W_2	20,7 c
W_3	22,1 c
DMS = 2,29	

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

4.3 – Parâmetros tecnológicos

No Quadro a seguir apresentam-se os resultados da análise de variância da cana-de-açúcar, em relação a:

- Sólidos solúveis (°Brix)
- Sacarose (POL do caldo)
- Pureza do caldo (PZA)
- Fibra
- Quantidade de açúcar (PCC)

Quadro 4.6. Análise de variância dos parâmetros tecnológicos

FONTE VARIÇÃO	DE	TESTE F				
		G L	°BRIX	POL	PZA	FIBRA
Adubação (F 1)	1	0,1175 ^{ns}	0,2976 ^{ns}	0,1560 ^{ns}	0,0230*	0,2095 ^{ns}
Irrigação (F 2)	3	0,0742 ^{ns}	0,0442*	0,0018* *	0,6876 ^{ns}	0,0536 ^{ns}
Interação (F 1 x F 2)	3	0,0329*	0,5000 ^{ns}	0,6387 ^{ns}	0,6125 ^{ns}	0,4963 ^{ns}
QM (resíduo)	21	0,293155	0,631012	3,787560	1,07761 9	0,524266
Média Geral		21,03	18,69	89,31	16,65	14,60
CV		2,57	4,25	2,18	6,23	4,96

°BRIX – Sólidos Solúveis (%); POL – Teor de Sacarose do Caldo (%); PZA – Pureza do Caldo (%); FIBRA – Fibra Industrial (%); PCC – Percentagem Bruta de Açúcar (%); * significativo a nível de 1% de probabilidade; * significativo a nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo; QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de Variação.

Quadro 4.7. Comparação das médias dos parâmetros tecnológicos.

	°BRIX	POL	PZA	FIBRA	PCC
W₀	20,62500 a	18,12500 a	87,16250 a	16,62500 a	14,09525 a
W₁	21,00000 a	18,42500 a	88,62500 ab	17,00000 a	14,37500 a
W₂	21,37500 a	19,03750 a	90,00000 bc	16,60000 a	15,03762 a
W₃	21,12500 a	19,18750 a	91,43750 c	16,37500 a	14,90500 a

°BRIX – Sólidos Solúveis(%);POL – Teor de Sacarose do Caldo(%);PZA – Pureza do Caldo (%);FIBRA – Fibra Industrial (%);PCC – Percentagem Bruta de Açúcar (%).

Quadro 4.8. Valores médios dos parâmetros tecnológicos da Usina Miriri

SAFRAS	°BRIX	POL	PZA	FIBRA	PCC
Média Geral (86/97)	18,92	15,65	82,70	15,78	12,38
Média Geral (00/01)*	22,11	19,45	87,32	14,51	16,18
Média Geral (01/02)**	19,15	16,79	87,86	13,88	13,72
Média Geral (02/03)***	20,36	17,90	87,90	13,89	14,64
Média Geral (02/03)****	20,56	18,15	88,30	13,91	14,84
Média Geral (05/06)***** *	21,03	18,69	89,31	16,65	14,60

* Azevedo (2002) trabalhando com cana planta (SP 791011) na mesma parcela do experimento; ** Moura (2003) trabalhando com a segunda folha de cana (SP 791011) na mesma parcela do experimento; *** Silva (2003) trabalhando com a terceira folha de cana (SP 791011) na mesma parcela do experimento; **** Carvalho (2003) trabalhando com a terceira folha de cana (SP 791011) na mesma parcela do experimento; ***** Valores médios dos parâmetros tecnológicos obtidos neste trabalho.

Na análise de variância dos parâmetros tecnológicos (Quadro 4.6), observou-se que, para o fator irrigação houve diferença significativa para a Pol a 5% de probabilidade e para o PZA a 1 % de probabilidade. Para o adubo houve diferença significativa para a FIBRA a 1 % de probabilidade, já para a interação só houve diferença significativa para o °BRIX a 5% de probabilidade.

4.3.1.Sólidos solúveis (°Brix em %)

Os valores dos sólidos solúveis (°BRIX em %) são apresentados no Quadro A₈ do anexo e análise de variância é mostrada no Quadro 4.6. Onde se observa que quando se aplicou o teste F, o mesmo foi significativo a 5%de probabilidade pra o fator de interação dos dois fatores, e não foi significativo para os fatores adubo e irrigação. O coeficiente de variação foi de 2,57%,classificado por Gomes (1990) como baixo, indicando que o delineamento estatístico utilizado exerceu bom controle sobre as variações do meio.

Na aplicação do teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, observou-se que as médias da interação diferem estatisticamente entre si, onde se verificou pela figura 4.6, que o °BRIX alcançou o valor máximo de 21,75 com a lâmina W_3 e com adubação de 180 e o seu menor valor é de 20,50 com a lâmina W_0 e sem adubação.

De acordo com o Quadro 4.8, constata-se que o valor médio do °BRIX encontrado é inferior à média apontada por Azevedo (2002) trabalhando com a cana planta, porém superior aos valores encontrados por Moura (2003), Silva (2003) e Carvalho (2003) trabalhando com a segunda e terceira folha de cana-de-açúcar, respectivamente.

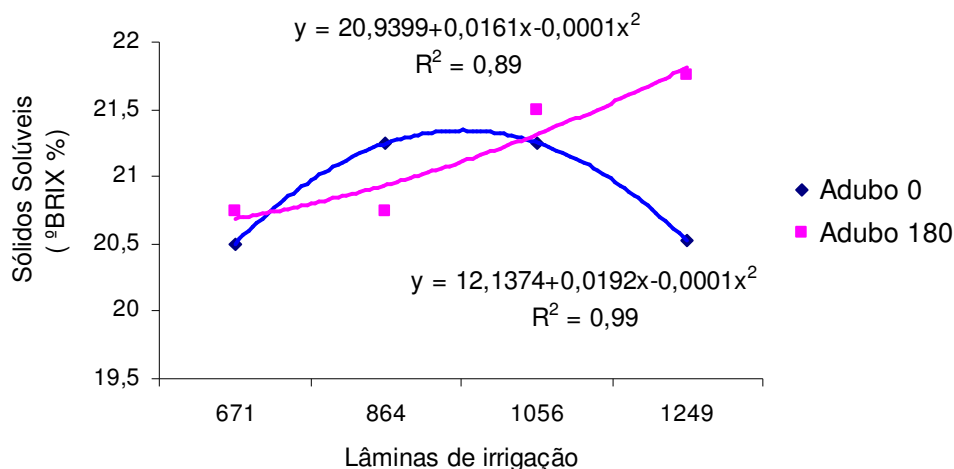


Figura 4.6. Sólidos Solúveis (°BRIX) em relação a lâmina de irrigação e ao nível de adubação de cobertura, de cana-de-açúcar, 5ª folha, Variedade SP79-1011.

4.3.2. Sacarose (POL do caldo em %)

Os valores de sacarose (POL do caldo em %) são apresentados no Quadro A₉ do anexo, e a análise de variância é mostrada no Quadro 4.6. Pelo teste de Tukey o fator irrigação foi significativo a 5 % de probabilidade, os fatores adubo e a interação dos dois fatores não foram significativos, o coeficiente de variação foi igual a 4,25% e a média geral foi de 18,69.

O valor médio de sacarose (POL do caldo em %) obtido no experimento foi de 18,76 %, o menor valor foi 18,04 no tratamento W_0N_0 , e o maior valor obtido foi de 19,59% no tratamento W_3N_1 .

De acordo com o Quadro 4.8, constata-se que o valor médio do POL encontrado é inferior á média apontada por Azevedo (2002) trabalhando com a cana planta, porém superior aos valores encontrados por Moura (2003),Silva (2003) e Carvalho (2003) trabalhando com a segunda e terceira folha de cana-de-açúcar,respectivamente.

4.3.3.Pureza do caldo (PZA)

Os valores de PZA (pureza do caldo em %) são apresentados no Quadro A₁₀ do anexo, e a análise de variância é indicada no Quadro 4.6. Pelo o teste de Tukey o fator irrigação foi significativo a 1%,e no fator de adubo e interação dos dois fatores não houve diferença significativa. O experimento mostrou um coeficiente de variação igual a 2,18 %,classificado como baixo, por Gomes (1990) indicando que o delineamento estatístico utilizado exerceu bom controle sobre as variações do meio, e sua media geral foi de 89,30 %.

Observando o Quadro 4.7, verificaram-se pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, que a lâmina de irrigação W_3 , foi superior as lâminas W_0 e W_1 . O valor médio de PZA (pureza do caldo em %) obtido no experimento foi de 89,42%, o menor de 86,47% no tratamento W_0N_1 , e o máximo de 92,47% no tratamento W_3N_0 .

Quadro 4. 9. Comparação entre as médias da pureza do caldo(PZA), pelo Teste de Tukey, com relação ao fator irrigação, de cana-de-açúcar variedade SP 79-1011, 5ª folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.

Irrigação	Pureza do caldo (PZA)
W_0	87,16a
W_1	88,62 b
W_2	90,00 bc
W_3	91,44 c
DMS = 2,72	

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

De acordo com o Quadro 4.8 nota-se que o valor médio de PZA é superior a todos os valores médios encontrados, inclusive ao valor obtido por Azevedo (2002) trabalhando com cana planta, cultivar SP 791011, na mesma parcela deste experimento.

4.3.4.Fibra

Os valores da fibra industrial na cana-de-açúcar (%) são apresentados no Quadro A₁₁ do anexo, e a análise de variância, no Quadro 4.6. Pelo teste de Tukey o fator adubação foi significativo a 5 % de probabilidade, os fatores irrigação e a interação dos dois fatores não foram significativos, o coeficiente de variação foi igual a 6,23% e a media geral foi de 16,65.

Com relação ao fator de adubação, verificou-se através do teste de Tukey, que o nível N₁ superou significativamente o nível N₀ ao nível de 5% de probabilidade. Na figura 4.7, observa-se que o nível N₁ atingiu a fibra industrial de 17,10%, sendo superior ao N₀ que atingiu o valor de 16,20%.

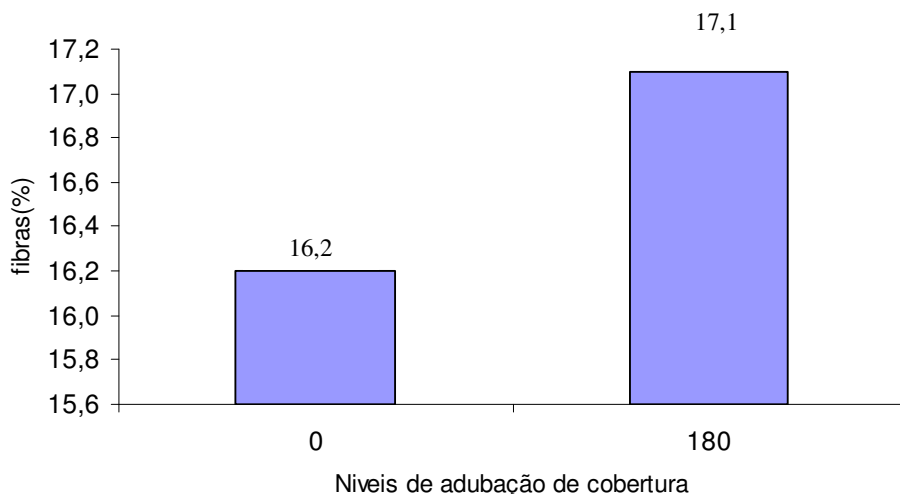


Figura 4.7. Comparação entre as médias da fibra industrial (%), com relação ao fator adubação, da cana-de-açúcar, variedade SP 79-1011,5^a folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.

De acordo com o Quadro 4.8 nota-se que o valor médio de fibra industrial é superior a todos os valores médios encontrados, inclusive ao valor obtido por Azevedo (2002) trabalhando com cana planta, cultivar SP 791011, na mesma parcela deste experimento.

Segundo Castro & Kluge (2001), o teor de fibra no colmo pode ser considerado um fator antieconômico no processo industrial, razão pela qual geralmente a moagem da cana-de-açúcar está regulada para canas com 12,5% de fibra. A cada acréscimo de 0,5 de fibra, ocorre redução de 10 a 20% no rendimento da moagem e cada 1% de acréscimo de fibra pode reduzir em torno de 1,85 kg de açúcar por tonelada.

4.3.5. Quantidade de açúcar (PCC)

Os valores da percentagem bruta de açúcar (PCC) são apresentados no Quadro A₁₂ do anexo e a análise de variância no Quadro 4.6. O experimento indicou coeficiente de variação igual a 4,96%, e a média geral foi de 14,60. O teste F demonstrou que não houve significância entre os fatores analisados, isto é, as variações na percentagem bruta de açúcar (PCC) foram devidas ao acaso. O valor médio da percentagem bruta de açúcar (PCC) obtido no experimento foi de 14,59%, o menor de 14,02% no tratamento W₀N₀ e o máximo obtido foi de 15,48%, no tratamento W₁N₁.

Silva (2002) avaliando a resposta da cana-de-açúcar sob diferentes níveis de adubação nos tabuleiros costeiros da Paraíba, cultivar SP 716949, encontrou 14,49% para valor médio de PCC e Andrade et al. (2000), avaliando os efeitos de fontes (aquamônia e uréia) e dosagens de nitrogênio em soqueira de cana-de-açúcar, cultivar SP 79-2233, encontraram para PCC com aquamônia 17,12% e, com uréia, 17,13%.

4.4 – Parâmetros de Produção

No Quadro seguinte têm-se os resultados da análise de variância da cana-de-açúcar, em relação a:

- Produção de colmos (t ha⁻¹)
- Rendimento Bruto de Açúcar (t ha⁻¹)
- Rendimento Bruto de Álcool (m³ ha⁻¹)

Quadro 4.10. Análise de variância das produções da cana.

FONTE DE VARIAÇÃO	TESTE F			
	GL	PDC	RBAÇ	RBA
Adubação (F 1)	1	0,0139*	0,0158*	0,0101**
Irrigação (F 2)	3	0,0002**	0,0002**	0,0004**
Interação (F 1 x F 2)	3	0,0204*	0,0411*	0,0853 ^{ns}
QM (resíduo)	21	58,881525	2,168770	1,117739
Média Geral		42,03	6,22	4,47
CV		19,74	23,65	23,63

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 nível de 1% de probabilidade; * significativo a nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo; QM – Quadrado Médio; CV – Coeficiente de Variação.

Observando-se os dados do Quadro 4.10, referente à análise de variância da produção de colmos, verifica-se que o teste F foi significativo ao nível de 1% de probabilidade para o fator irrigação, e a 5% para os fatores de adubação e para a interação entre os dois fatores. A média geral foi de $42,03\ t\ ha^{-1}$ e o coeficiente de variação 19,74%.

Quadro 4.11. Valores das produções da cana obtidos por vários autores

RENDIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR	AUTORES (ANO)			
	AZEVEDO ¹ (2001)	FIGUEREDO ² (2002)	CARVALHO ³ (2003)	Valores obtidos neste trabalho ⁴ (2006)
Produção de Colmos ($ton\ ha^{-1}$)	103,2 (1.043)*	104,23 (1.164)*	103,09 (1.168)*	61,08 (1.249)*
Rendimento Bruto de Açúcar ($ton\ ha^{-1}$)	16,20 (1.043)*	14,10 (1.164)*	15,29 (1.168)*	9,57 (1.249)*
Rendimento Bruto de Álcool ($m^3\ ha^{-1}$)	10,44 (1.043)*	10,02 (1.164)*	10,88 (1.168)*	6,79 (1.249)*

(*) 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 79-1011.

4.4.1. Produção de colmos

A produtividade de colmos em kg ha^{-1} determinada por parcela, é apresentada no Quadro A₁₃ do anexo, e a análise de variância e a comparação entre as médias são mostradas no Quadro 4.10. O experimento indicou coeficiente de variação igual a 19,74%. O teste F demonstrou que para o fator irrigação foi significativo ao nível de 1% ,e para os fatores adubação de cobertura e a interação entre os dois fatores foram significativa a o nível de 5% .

Analisando-se o Quadro 4.11, conclui-se que a máxima produção de colmos encontrada neste experimento é inferior a todos os outros valores obtidos pelos autores citados nesta tabela. O máximo valor obtido de $61,08 \text{ t ha}^{-1}$ é inferior ao menor valor preconizado por Doorenbos & Kassan (1979) que é de 100 t ha^{-1} para áreas irrigadas. Para as quantidades de adubo aplicadas, as produções obtidas no experimento são consideradas pequenas. A quantidade de água abaixo da recomendada e com déficit em períodos críticos, explica o fato da baixa produção.

Na aplicação do teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, observou-se que a médias da interação diferem estatisticamente entre si, onde se verificou pela a figura 4.8 que a produção de colmos alcançou o valor máximo de 61,08 com a lamina W₃ e com adubação de 180 kg. ha^{-1} e o seu menor valor é de 28,96 com a lamina W₀ e sem adubação.

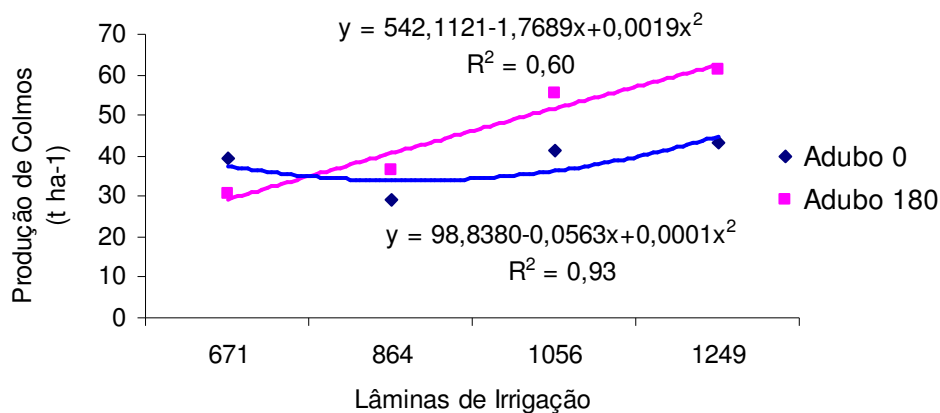


Figura 4.8. Produção de colmos em relação à lâmina de irrigação e ao nível de adubação de cobertura, de cana-de-açúcar, 5ª folha, Variedade SP79-1011.

4.4.2. Rendimento bruto de açúcar

O rendimento bruto de açúcar em $t\ ha^{-1}$ determinado por parcela, é apresentado no Quadro A₁₄ do anexo, enquanto a análise de variância e a comparação entre as médias são referidas no Quadro 4.10. O experimento apresentou coeficiente de variação igual a 23,65%, e a média geral foi de $6,22\ t\ ha^{-1}$. O teste F demonstrou que os fatores adubação de cobertura e a interação entre os dois fatores foram significativos a o nível de 5 %, e para a irrigação foi significativo a o nível de 1 %..

Em função do Quadro 4.11, conclui-se que o máximo rendimento bruto de açúcar decresce ao longo dos cortes da cana, ou seja, o valor encontrado neste experimento foi inferior aos valores encontrados por Azevedo (2002), Moura (2003), Silva (2003) e Carvalho (2003), trabalhando com cana planta e segunda e terceira folha de cana, respectivamente.

A comparação das médias para o fator irrigação mostra que as produções foram crescentes e que os níveis W_3 e W_2 foram superiores significativamente a nível W_0 . Verifica-se, também, que os níveis W_0 , W_1 foi diferenciado significativamente do W_2 e W_3 pelo teste de Tukey. O rendimento médio de açúcar obtido no experimento foi de $6,22\ t\ ha^{-1}$, o menor de $4,16\ t\ ha^{-1}$ no tratamento $W_1\ N_0$ e o maior de $9,57\ t\ ha^{-1}$, no tratamento $N_1\ W_3$. A Figura 4.9 representa o rendimento bruto de açúcar em função dos níveis de irrigação.

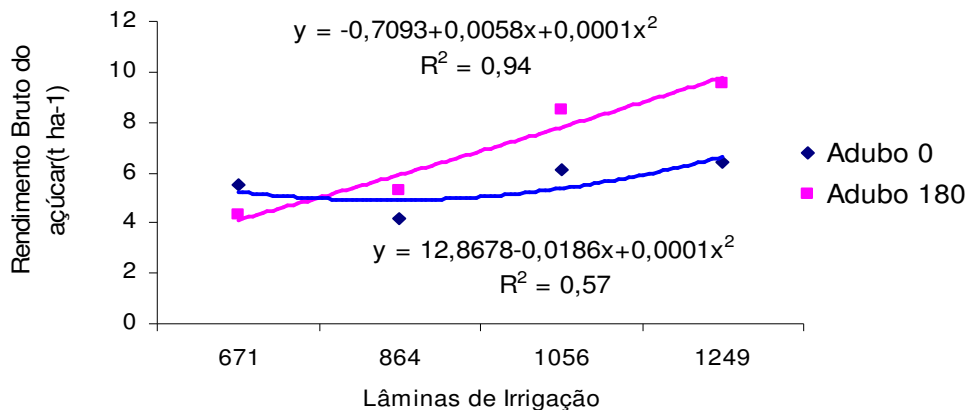


Figura 4.9-Rendimento bruto de açúcar em relação à lâmina de irrigação e ao nível de adubação de cobertura, de cana-de-açúcar, 5ª folha, Variedade SP79-1011.

4.4.3 Rendimento bruto de álcool

O rendimento bruto de álcool em $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ determinado por parcela, é apresentado no Quadro A₁₅ do anexo, e a análise de variância e a comparação entre as médias são representadas no Quadro 4.10. O experimento indicou coeficiente de variação igual a 23,63%, e a média geral foi de $4,47 \text{ t há}^{-1}$. O teste F demonstrou que os fatores adubação de cobertura e irrigação foram significativos a o nível de 1%. A comparação das médias para o fator irrigação, mostra que as produções foram crescentes aos níveis W_3 e W_2 foram superiores significativamente a nível W_0 e W_1 . O rendimento médio de álcool obtido no experimento foi de $4,47 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$, o menor de $2,96 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ no tratamento W_1N_0 e o maior de $6,69 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ no tratamento W_3N_1 .

Com vistas ao Quadro 4.11, vê-se que o máximo rendimento bruto de álcool foi inferior aos valores máximos obtidos por outros autores, que trabalharam com a mesma cultivar, SP 791011, na mesma parcela deste experimento. A quantidade de água abaixo da recomendada e com déficit em períodos críticos, explica o fato do baixo rendimento bruto de álcool, levando se em consideração também que a cultura estar na quita folha.

Observando o Quadro 4.12, verificaram-se pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, que a lâmina de irrigação W_3 , foi superior as lâminas W_0 e W_1 , respectivamente.

Quadro 4. 12. Comparação entre as médias do rendimento bruto do álcool, pelo Teste de Tukey, com relação ao fator irrigação, de cana-de-açúcar variedade SP79-1011,5ª folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.

Irrigação	Rendimento bruto do álcool
W_0	3,35a
W_1	3,67a
W_2	5,19 b
W_3	5,67 b

DMS = 1,47

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

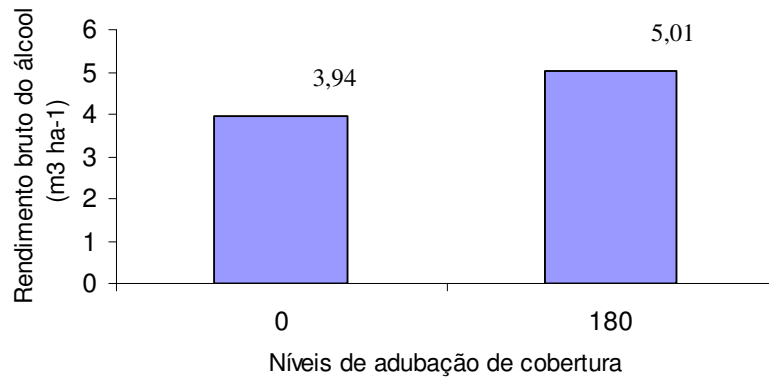


Figura 4.10. Comparação entre as médias do rendimento bruto do álcool (t ha⁻¹), com relação ao fator adubação, da cana-de-açúcar, variedade SP 79-1011,5^a folha, sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de adubação de cobertura.

Com relação ao fator de adubação, verificou-se através do teste de Tukey, que o nível N₁, superou significativamente o nível N₀ ao nível de 5% de probabilidade. Na figura 4.10, observa-se que o nível N₁ atingiu a rendimento bruto do álcool de 5,01t há⁻¹, sendo superior ao N₀ que atingiu o valor 3,94t há⁻¹.

5. CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos em campo e suas análises, conclui-se que:

- O número de colmos foi significativamente influenciado pela interação entre os dois fatores, como também pela irrigação e pela adubação. Sendo que o número de colmos foi maior no tratamento W_2N_1 .
- O comprimento de colmo cresceu com o a lâmina de irrigação e com os níveis de adubação, porem não houve influência da interação entre os dois fatores.
- O diâmetro do colmo foi influenciado positivamente pelo o nível de adubação de cobertura e não foi influenciado pelas as lâminas de irrigação e pela interação entre os dois fatores.
- Não se constatou efeitos dos fatores adubação de cobertura e irrigação sobre o peso dos colmos.
- O número de internódios cresceu com o aumento dos níveis de irrigação, não tendo variação com adubação de cobertura.
- Para o °BRIX (%) houve influência da interação entre os dois fatores. Sendo a maior média obtida no tratamento W_3N_1 .
- A POL e o PZA foram influenciados significativamente pela a lâmina de irrigação e não significativamente pela adubação de cobertura e a interação entre os dois fatores.
- A fibra foi significativamente influenciada pela adubação de cobertura, e não foi influenciado para os níveis de irrigação e nem a interação dos dois fatores.
- Não se constatou efeitos dos fatores adubação de cobertura e irrigação sobre o PCC.
- A produção de colmos e o rendimento bruto do açúcar foram influenciados significativamente pelos fatores de adubação de cobertura e pelos níveis de irrigação. Atingindo sua maior media no tratamento W_3N_1 .
- O rendimento bruto do álcool houve influencia da lâmina de irrigação e dos níveis de adubação, porem não houve influência da interação entre os dois fatores.
- Para a produção de colmo, rendimento bruto do açúcar e álcool atingiu maiores valores com a lâmina W_3 e nível de adubação de cobertura N_1 .

- Pode-se explicar a diminuição da produção da cana-de-açúcar devido a déficit da água e também por ser a quinta folha da cultura.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALFONSI, R.R.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. coord. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: fundação Cargill, 1987. v.1, cap.1, p.42-55.
- 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/PB, 2002. 112p. (Tese de Doutorado).
- BACCHI, O. O. S. Botânica da cana-de-açúcar. In: Orlando, F. J. (org) **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983, p. 25-37.
- BARRETO, G. B.; ALVAREZ, R.; BICUDO, A. P.; ARRUDA, H.V. Resultados preliminares de irrigação de cana-de-açúcar pelo sistema de sulcos, em latossolo roxo. *Bragantia*, v.30, n.21, p.277-288, 1971.
- BERNARDO, S. Irrigação e produtividade. In: FARIAS M.A.; SILVA, E.L.; VILELA, L. A.A.; SILVA, A.M. eds. **Manejo de Irrigação**. Poços de Caldas: UFL/SBEA, 1998. cap.1, p.117-132.
- BLACKBURN, T.A. & GLASZIOU, K.T. *Sugarcane*. Longman, New York. 1984, p.414.
- CALDAS, C. **Manual de análises selecionadas para indústrias sucroalcooleiras**. Maceió: Sindicato da Indústria e do Álcool do Estado de Alagoas, 1998. 424p
- CARVALHO, C.M DE; **Rendimento da Cana, Terceira Folha, sob diferentes Níveis de Irrigação nos Tabuleiros costeiros da Paraíba**. Campina Grande: UFCG/PB, 2003. (Dissertação de Mestrado).
- CASTILHO, C.P.G. de. **Interceptação de chuvas na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum Officinarum ssp.*)**. Campinas. UNICAMP/SP. [s.n.], 2000. (Dissertação de Mestrado).
- CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. **Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar; seringueira; coqueiro; dendezeiro e oliveira**. Cosmópolis: Stoller do Brasil Ltda, 2001. 138p.: il.
- CRSPCTS/PB, **Instituto do Açúcar e do Álcool. Manual Técnico de Operação**. Julho 1997.
- DOORENBOS, J. KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 2000. 221p.: il. 2 ed. (FAO. Irrigação e Drenagem, 33).
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979a. 212p. (FAO, Boletim, 33).
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Yield response to water**. FAO – Rome. (Copyright ©) 1979b, 306p.
- DSF. **Projeto de Irrigação: pivô central rebocável**. Rio Tinto-PB: União Agrícola Ltda, 1999. 73p.
- ENGLISH, M.J. **Deficit irrigation I: Analytical Framework**. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v.116, n.13, p.399-412, 1990.
- FERNANDES, J.A. *A subsolagem no controle da compactação do solo na cana soca*

(Saccharum spp.) variedade CB 4176 e seus efeitos no rendimento agrícola e no sistema radicular. Piracicaba: ESALQ-USP, 1979. (Dissertação de Mestrado).

FRIZZONE, J.A. **Funções de resposta das culturas à irrigação.** Piracicaba: ESALQ-USP, 1993. 42p.: v. (LER. Série didática, 6).

FRIZZONE, J.A. **Funções de produção.** In: FARIAS, M.A., SILVA, E.L., VILELA, L.A.A., SILVA, A.M. eds. **Manejo de Irrigação.** Poços de Caldas: UFL/SBEA, 1998. cap.1, p.86-116.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 486p.

GRANER, E.A.; GODOY, C. **Culturas da fazenda brasileira.** 3 ed. São Paulo: Melhoramentos, 1964. 461p.

HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. **Economics considerations of deficit irrigation.** *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v.110, n.3, p.343-358, 1984.

HEXEM, R.W.; HEADY, E.O. **Water production functions for irrigated agriculture.** Ames: Iowa State University Press, 1978. 215 p.

HOLANDA, J.S.; AMORIM, J.R.A. **Qualidade da água para irrigação.** In: Simpósio Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada, 5, Campina Grande: UFPB, p. 137-169. 1997.

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.

IAA. Ministério da Indústria e Comércio. **PLANALSUCAR,** Coordenadoria. Regional Sul, 1986.

IBGE. Estimativas da Produção Agrícola. Janeiro 2006. (www.ibge.gov.br)

JORNALCANA. Indicadores de Produtividade da Cana-de-açúcar. Dezembro de 2005. (www.jornalcana.com.br)

KRAMER, P.J. **Water relations of plants.** Academic Press, New York, p.489, 1983.

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

LEME, E.J.A.; SCARDUA, R.; ROSENFELD, U. **Consumo de água da cana-de-açúcar irrigada por sulcos de infiltração.** *Saccharum*, vol18, p. 29-43, 1982.

MACHADO, E.C.; PEREIRA, A.R.; FAHL, J.I.; ARRUDA, H.V.; CIONE, J. **Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.17, n.9, p.1323-1329, 1982.

MACHADO, E.C. Fisiologia da produção de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. coord. **Cana-de-Açúcar: cultivo e utilização.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, cap.1, p.56-85.

MELLO JÚNIOR, A. V. **Funções de resposta do trigo a níveis de irrigação e de nitrogênio.** Botucatu: UNESP, 1992, 159p. Tese Doutorado.

ORLANDO FILHO, J. **Calagem e adubação da cana-de-açúcar**. In: C Â MARA, G.M.S. & OLIVEIRA, E.A.M. *Produção de cana-de-açúcar*. Piracicaba: FEALQ/USP, 1993. p.133-146.

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.

PASSOS, S.M.G.; CANÉCHIO FILHO, V.; JOSÉ, A. **Principais culturas**. 2ª ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973, p.511.

PERES, J.G.; SCÁRDUA, R.; VILLA NOVA, N.A. **Coefficiente de cultura (kc) para a cana-de-açúcar: ciclo de cana-soca**. *Álcool e Açúcar*. 12 (62): 34-40, 1992.

ROBERTSON, M.J.; DONALDSON, M.J. **Changes in the components of cane and sucrose yield in response to drying-off before harvest**. *Field Crop Research*, v.55, p.201-208, 1998.

ROSENFELD, U.; LEME, E.J.A. **Produtividade da cana-de-açúcar irrigada por aspersão – Estudo de época de irrigação**. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 3., São Paulo, 1984.

SCARDUA, R; ROSENFELD, V. **Irrigação da cana-de-açúcar**. In: PARANHOS, S.B. coord. *Cana-de-Açúcar: cultivo e utilização*. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, cap.3, p.373-431.

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/PB, 2003. (Dissertação de Mestrado).

SILVA, L.C.F.; CASAGRANDE, J.C. **Nutrição mineral da cana-de-açúcar (macronutrientes)** In: Orlando, F. J. (org.) **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983, p. 25-37.

SILVA JUNIOR, L.D. **Estágio de desenvolvimento exigências da cultura da Cana-de-açúcar**. Disponível em: <http://www.univag.com.Br/artigos/artigo007.htm>. 30 nov. 2001.

SOLOMON, K.H. **Typical crop water production functions**. In: WINTER MEETING, Chicago, 1985. *Proceedings*, Chicago: American Society of Agricultural Engineers, 1985. p.17-20 (ASAE. Paper, 85-2296).

SOUSA, E.F. **Funções de produção da cana-de-açúcar e da goiabeira em relação à irrigação**. Campos dos Goytacazes: UENF, 1997, 119p. Tese Doutorado).

STEGMAN, E.C., MUSICK, J.T.; STWART, J.I. **Irrigation Water Management**. In: JESEN, M.E.; ed *Design and operation of farm irrigation systems*. St. Joseph: ASAE, 1980. 829p.

STEWART, J.I.; HAGAN, R.M. **Functions to predict effects of crop water deficits**. *Journal of the Irrigation and Drainage*, New York, v.99, n.4, p.421-439, 1974.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. Redwood City, Benjamin/Cummings. 1991, p. 565.

TAUPIER, L.O.G.; RODRÍGUES, G.G. *A cana-de-açúcar*. In: *Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana-de-açúcar (ICIDCA). Manual dos derivados da cana-*

de-açúcar: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia. Brasília: ABIPTI, 1999. cap. 2.1, p.21-27p.

VAUX JR, H.J. & PRUITT, W.O. Crop-water production functions. In: Hillel, D. (ed.). Advances in Irrigation, New York, Academic Press, 1983. vol.2, p.61-97.

VITTI, G.C. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar. Piracicaba: ESALQ-USP, 2003. 28p

VITTI, G.C; MARTINS, J.P.P. Calagem na cana-de-açúcar. Serrana Fertilizantes, 2001. 8p. (Boletim Técnico-Fertilizantes, 9).

ANEXOS

Quadro A₀: Análises químicas e físicas do solo da Fazenda Capim, da Destilaria Miriri, Município de Capim, PB, feitas pelo Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG.(2004).

1. Características Químicas		Prof, cm	Níveis de fertilidade
		0-20	
Complexo Sortivo cmol./dm ³ de solo	Cálcio	0,53	Baixo
	Magnésio	1,02	Alto
	Sódio	0,17	
	Potássio	0,08	Baixo
	Hidrogênio	2,54	
	Alumínio	1,07	Médio
	S	1,82	Baixa
	T	5,43	Baixa
Carbonato de Cálcio Qualitativo		ausente	
Carbono Orgânico dag/kg		1,38	
Matéria Orgânica dag/kg		2,38	Baixo
Nitrogênio dag/kg		0,12	
Fósforo disponível mg/dm ³		17,68	Médio
pH H ₂ O (1:2,5)		4,77	Acidez Elevada
Condutividade Elétrica – dS/m		0,02	

2. Características Físico-hídricas		Profundidade do Solo (cm)		
		0-20	20-50	50-100
Granulometria, %				
	Areia	66,99	66,69	61,64
	Silte	2,30	1,96	3,30
	Argila	30,68	31,35	35,07
Classe textural		Franco-Arg.- Aren	Franco-Arg.- Aren	Franco-Arg.- Aren
Densidade aparente, g/cm ³		1,39	1,38	1,27
Densidade real, g/cm ³		2,71	2,71	2,69
Porosidade, %		48,66	49,09	52,98
Umidade, %				
	Natural	0,52	0,65	0,72
	0,10 atm	12,62	11,88	15,26
	0,33 atm		9,78	9,94
	15,0 atm	6,13	7,79	8,06
Água disponível, %		6,49	4,10	7,20
Água disponível, mm/cm de solo		0,90	0,57	0,91
Água disponível na camada, mm		18,04	16,96	27,35
Água disponível total, mm				62,35
Água aproveitável pela planta (75%) mm				41,77

Quadro A1: Quantidade de água aplicada com irrigação, em cana-de-açúcar, 5ª folha (*Saccharum officinarum L.*, variedade SP79-1011).

MÊS	Lâminas de irrigação			
	W ₀	W ₁	W ₂	W ₃
Outubro	0	28	55	83
Novembro	0	28	55	83
Dezembro	0	28	55	83
Janeiro	0	28	55	83
Fevereiro	0	28	55	83
Março	0	14	28	41
Abril	0	0	0	0
Maiο	0	0	0	0
Junho	0	0	0	0
Julho	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Setembro	0	28	55	83
Outubro	0	14	28	41
TOTAL	0	193	385	578

Quadro A2: Quantidade total de água aplicada (irrigação mais precipitação efetiva = W + P_{ef}) em cana-de-açúcar, 5ª folha (*Saccharum officinarum L.*, variedade SP79-1011).

MÊS	Água total aplicada			
	W ₀	W ₁	W ₂	W ₃
Outubro	5	33	60	88
Novembro	7	35	62	90
Dezembro	4	32	59	87
Janeiro	10	38	65	93
Fevereiro	33	61	88	116
Março	57	71	85	98
Abril	93	93	93	93
Maiο	153	153	153	153
Junho	125	125	125	125
Julho	63	63	63	63
Agosto	104	104	104	104
Setembro	11	39	66	94
Outubro	7	21	35	48
TOTAL	671	864	1056	1249

Quadro A₃: Número de colmos por hectare de cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011).

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	57499,97	37749,98
	2	69999,97	51666,65
	3	73083,31	68916,64
	4	60833,31	54999,97
	Média	65354,14	53333,31
864 (W ₁)	1	51416,65	73333,30
	2	50833,32	64999,97
	3	40833,32	67499,97
	4	65833,31	64999,97
	Média	52229,15	67708,3
1.056 (W ₂)	1	53333,32	80833,30
	2	49166,64	81666,63
	3	58333,31	79999,96
	4	72499,97	75833,31
	Média	58333,31	79583,3
1.249 (W ₃)	1	50833,32	63333,31
	2	49999,98	73333,31
	3	82499,96	87499,96
	4	67499,97	91666,63
	Média	62708,31	78958,3

Quadro A₄: Comprimentos médios dos colmos em m de cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011).

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	1,18	1,12
	2	1,28	1,27
	3	1,39	1,53
	4	1,23	1,36
	Média	1,27	1,32
864 (W ₁)	1	1,33	1,49
	2	1,18	1,19
	3	1,32	1,48
	4	1,36	1,36
	Média	1,29	1,38
1.056 (W ₂)	1	1,46	1,65
	2	1,34	1,63
	3	1,65	1,82
	4	1,77	1,78
	Média	1,55	1,72
1.249 (W ₃)	1	1,31	1,46
	2	1,40	1,75
	3	1,73	2,05
	4	1,82	2,06
	Média	1,56	1,83

Quadro A₅: Diâmetros médios dos colmos em mm de cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011) .

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	20,36	23,17
	2	21,34	21,38
	3	20,83	23,92
	4	21,15	21,68
	Média	20,92	22,54
864 (W ₁)	1	19,32	20,69
	2	17,82	21,04
	3	20,33	22,94
	4	20,33	22,56
	Média	19,45	21,81
1.056 (W ₂)	1	21,60	22,10
	2	20,69	22,19
	3	21,69	18,31
	4	22,00	24,64
	Média	21,49	21,81
1.249 (W ₃)	1	16,56	19,67
	2	18,86	19,75
	3	22,39	23,64
	4	24,06	23,08
	Média	20,46	21,53

Quadro A₆: Peso médio de colmos em kg de cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011).

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	0,55	0,53
	2	0,63	0,63
	3	0,62	0,57
	4	0,57	0,54
	Média	0,59	0,56
864 (W ₁)	1	0,58	0,52
	2	0,44	0,53
	3	0,63	0,57
	4	0,56	0,54
	Média	0,55	0,54
1.056 (W ₂)	1	0,56	0,58
	2	0,48	0,62
	3	0,99	0,78
	4	0,73	0,82
	Média	0,69	0,70
1.249 (W ₃)	1	0,58	0,63
	2	0,59	0,75
	3	0,68	0,87
	4	0,83	0,79
	Média	0,67	0,76

Quadro A₇: Número de internódios por colmo em cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011).

Irrig + Pef Mm	Repetições	Adubação de cobertura, kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	13,50	12,25
	2	15,75	15,33
	3	16,58	15,58
	4	14,50	14,17
	Média	15,08	14,33
864 (W ₁)	1	20,50	19,30
	2	18,83	16,00
	3	17,80	19,60
	4	18,60	18,70
	Média	18,93	18,40
1.056 (W ₂)	1	20,60	18,30
	2	21,20	20,60
	3	21,30	20,80
	4	21,00	22,30
	Média	21,02	20,50
1.249 (W ₃)	1	18,50	19,20
	2	22,20	22,30
	3	24,70	21,90
	4	24,00	24,00
	Média	22,35	21,85

Quadro A₈: Percentagem de sólidos solúveis (Brix) média por colmos de cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011) .

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	21,10	19,80
	2	20,70	21,40
	3	20,00	21,10
	4	20,30	21,40
	Média	20,52	20,925
864 (W ₁)	1	20,50	21,20
	2	21,10	20,70
	3	20,60	20,40
	4	21,70	20,90
	Média	20,98	20,8
1.056 (W ₂)	1	21,60	20,50
	2	20,70	21,30
	3	21,20	21,80
	4	21,40	22,30
	Média	21,22	21,48
1.249 (W ₃)	1	19,60	21,00
	2	20,10	21,50
	3	21,10	21,70
	4	20,60	22,20
	Média	20,35	21,60

Quadro A₉: Percentagem de sacarose (Pol do caldo em %) média de cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011) .

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	18,19	16,41
	2	18,94	18,71
	3	17,15	18,52
	4	17,91	18,79
	Média	18,04	18,11
864 (W ₁)	1	18,40	19,15
	2	19,24	17,89
	3	18,42	18,08
	4	18,87	18,27
	Média	18,73	18,35
1.056 (W ₂)	1	19,47	18,24
	2	18,39	19,15
	3	19,30	19,63
	4	19,02	20,46
	Média	19,04	19,37
1.249 (W ₃)	1	17,87	18,65
	2	18,74	18,98
	3	19,41	20,50
	4	19,26	20,26
	Média	18,82	19,59

Quadro A₁₀: Pureza do caldo em (% PZA) da cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011) .

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	86,21	82,88
	2	91,50	87,43
	3	85,75	87,77
	4	88,23	87,80
	Média	87,92	86,47
864 (W ₁)	1	88,23	90,33
	2	91,18	86,43
	3	89,42	88,63
	4	86,96	87,42
	Média	88,95	88,20
1.056 (W ₂)	1	90,14	88,98
	2	88,84	89,91
	3	91,04	90,05
	4	88,88	91,75
	Média	89,72	90,17
1.249 (W ₃)	1	91,17	88,81
	2	93,23	88,28
	3	91,99	94,47
	4	93,50	91,26
	Média	92,47	90,70

Quadro A₁₁: Percentagem de fibra industrial na cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011) .

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	17,34	16,78
	2	15,88	16,31
	3	16,19	17,44
	4	17,61	16,15
	Média	16,76	16,67
864 (W ₁)	1	16,53	16,32
	2	17,82	16,17

	3	18,99	16,41
	4	17,21	16,75
	Média	17,64	16,41
1.056 (W ₂)	1	17,20	17,21
	2	18,40	17,40
	3	15,45	15,80
	4	16,64	15,37
	Média	16,92	16,44
1.249 (W ₃)	1	17,72	17,45
	2	17,77	15,18
	3	16,73	15,81
	4	14,86	15,03
	Média	16,77	15,87

Quadro A₁₂: Percentagem de açúcar bruto (PCC) na cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011) .

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	13,98	12,75
	2	14,95	14,66
	3	13,46	14,21
	4	13,70	14,76
	Média	14,02	14,09
864 (W ₁)	1	14,36	14,99
	2	14,66	14,05
	3	13,74	14,14
	4	14,54	14,19
	Média	14,32	14,34

1.056 (W ₂)	1	15,01	14,06
	2	13,86	14,71
	3	15,35	15,52
	4	14,81	16,30
	Média	14,76	15,15
1.249 (W ₃)	1	13,64	14,31
	2	14,29	15,17
	3	15,08	16,20
	4	15,48	16,24
	Média	14,62	15,48

Quadro A₁₃: Produção em ton ha⁻¹ de colmo de cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011) .

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, Kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	31,74	19,88
	2	44,36	32,65
	3	45,48	39,53
	4	35,02	29,99
	Média	39,15	30,51
864 (W ₁)	1	30,23	38,46
	2	22,61	34,46
	3	25,76	38,40
	4	37,24	35,43
	Média	28,96	36,68
1.056 (W ₂)	1	29,77	46,89
	2	23,91	50,24
	3	58,28	62,89
	4	52,83	62,36
	Média	41,19	55,59
1.249 (W ₃)	1	29,44	39,88
	2	29,82	54,87
	3	56,82	76,46
	4	56,23	73,12
	Média	43,07	61,08

Quadro A₁₄: Rendimento bruto de açúcar em t ha⁻¹ da cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011) .

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, ton ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	4,44	2,53
	2	6,63	4,78
	3	6,12	5,62
	4	4,79	4,43
	Média	5,49	4,34
864 (W ₁)	1	4,34	5,76
	2	3,32	4,84
	3	3,54	5,42
	4	5,42	5,02
	Média	4,16	5,26

1.056 (W ₂)	1	4,46	6,58
	2	3,32	7,38
	3	8,94	9,75
	4	7,82	10,16
	Média	6,14	8,47
1.249 (W ₃)	1	4,02	5,71
	2	4,26	8,32
	3	8,56	12,38
	4	8,70	11,87
	Média	6,38	9,57

Quadro A₁₅: Rendimento bruto de álcool em m³ ha⁻¹ da cana-de-açúcar, quinta folha (*Saccharum officinarum* L., variedade SP 791011) .

Irrig + Pef mm	Repetições	Adubação de cobertura, kg ha ⁻¹	
		0 (N ₀)	180 (N ₁)
671 (W ₀)	1	3,16	3,19
	2	4,72	3,40
	3	4,37	4,01
	4	3,42	3,15
	Média	3,92	3,44
864 (W ₁)	1	3,09	4,10
	2	2,36	3,45
	3	2,53	3,87
	4	3,85	3,58
	Média	2,96	3,75
1.056 (W ₂)	1	3,17	4,70
	2	2,36	5,26
	3	6,36	6,93
	4	5,57	7,21
	Média	4,36	6,02
1.249 (W ₃)	1	2,86	4,06
	2	3,04	5,92
	3	6,09	8,79
	4	6,18	8,42
	Média	4,54	6,79