



**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Centro de Ciências e Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia Agrícola**



## ***ESTÁGIO SUPERVISIONADO***

INFLUÊNCIA DE LÂMINAS DE ÁGUA E DA ADUBAÇÃO DE COBERTURA NA PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA FOLHA DA CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITOS NOS PARÂMETROS DE PRODUÇÃO DE ACÚCAR E ALCÓOL.

ALUNA: SILVANA SILVA DE MEDEIROS

ORIENTADOR: JOSÉ DANTAS NETO

CAMPINA GRANDE, 2005.



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

INFLUÊNCIA DE LÂMINAS DE ÁGUA E DA ADUBAÇÃO DE  
COBERTURA NA PRIMEIRA, SEGUNDA E TERCEIRA FOLHA DA  
CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITOS NOS PARÂMETROS DE PRODUÇÃO  
DE ACÚCAR E ÁLCOOL.

**BANCA EXAMINADORA:**

PROF. Dr / DEAg JOSÉ DANTAS NETO (ORIENTADOR)

M Sc. WAGNER WALKER DE ALBUQUERQUE ALVES

PROF. Dra/ DEAg SILVIA KURTZ

## **DEDICATÓRIA**

### **A TODA MINHA FAMILIA**

Que, me ajudou com palavras de carinho, dando-me forças e coragem para vencer mais essa etapa.

### **Aos MEUS PAIS**

**Carlos Fernandes de Medeiros Filho e Mosma Silva de Medeiros**, de forma muito especial, pelo amor, carinho, mimo, dedicação, incentivo, confiança e por serem meus exemplos de fé, luta, honestidade, justiça, compromisso e responsáveis pela pessoa que eu sou hoje.

### **Aos MEUS IRMÃOS**

**Silvio e Silvia**, pelo amor, companheirismo e união.

### **Aos MEUS AVÓS**

**Carlos Fernandes de Medeiros (*in memoriam*) e Maria do Patrocínio de Azevedo, Miguel Silva Araújo e Maria Gonçalves Araújo**, por terem sido pessoas muito importantes na minha formação pessoal.

### **Aos MEUS TIOS**

**A todos os meus tios**, em especial **Tia Silva e Ana Paula** que sempre esteve ao meu lado em todas as minhas decisões.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ser minha principal fonte de inspiração e amor. Por me mostrar sempre o caminho certo da vida.

À Universidade Federal de Campina Grande, por ter me proporcionado todos os requisitos para obter o sucesso.

A todos os professores que fazem parte do corpo docente do curso de graduação em Engenharia Agrícola, em especial aos professores Dr. Hamilton Medeiros de Azevedo e ao meu orientador Dr. José Dantas Neto, pela total confiança e pelos ensinamentos que levarei por toda a minha vida.

A todos os meus colegas de graduação em especial as minhas grandes amigas: Joelma, Karla, Riuzuani, Mônica, Thais, Conceição, Priscila, Aline e Denise por todos os momentos bons e algumas vezes difíceis que passamos nesses últimos anos e principalmente pela amizade que sei que será para sempre, assim como tudo que aprendemos na Universidade.

Aos meus amigos Jorge, Flávio, Helder, Márcio, Jean, Alexandre e Jofran por todos os momentos de alegria que serão guardados na minha memória e pela amizade que eu espero ser pra sempre.

Aos coordenadores do curso de Engenharia Agrícola Juarez e Josivanda pela competência e por todo o apoio que sempre me deram.

A secretária do Departamento de Engenharia Agrícola Aldaniza por tudo que sempre fez por mim e principalmente pela amizade.

*Muito Obrigado!!!*

## ÍNDICE

<b>1.0 INTRODUCAO</b>	<b>6</b>
<b>2.0 FUNDAMENTACAO TEORICA</b>	<b>7</b>
2.1 A planta	7
2.1.1 Ciclo Fenologico	10
2.1.2 O meio	10
2.1.3 Necessiades Nutricionais	11
<b>3.0.MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>11</b>
<b>3.1.Local e Caracteristicas da Pesquisa</b>	<b>12</b>
<b>3.2.Variedades e Praticas Culturais</b>	<b>13</b>
<b>3.3.Variaiveis avaliadas</b>	<b>13</b>
<b>3.4.Sistema de aplicaco de gua</b>	<b>14</b>
<b>3.5.Delineamento experimental</b>	<b>15</b>
<b>4.RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>16</b>
<b>4.1.Produco de colmos</b>	<b>16</b>
4.1.2Quadros 1 e 2	17
<b>4.2.Percentagem de augar bruto</b>	<b>18</b>
4.2.1Quadros 3 e 4	19
<b>4.3.Rendimento bruto de lcool</b>	<b>20</b>
4.3.1Quadros 5 e 6	21
<b>4.4.Rendimento bruto de augar</b>	<b>22</b>
4.4.1 Quadros 7 e 8	23
<b>6.0.CONCLUSOES</b>	<b>24</b>
<b>7.0.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma planta perene da família *GRAMINAE*, cultivada nas regiões tropicais e subtropicais, com adubação e irrigação da cultura visando resultados diretos como o aumento da produtividade e rendimento de açúcar e/ou álcool. É de grande importância socioeconômica, produzindo açúcar, álcool, aguardente, bagaço (fonte de energia e papel), vinhaça (como fertilizantes e rações) e cera, além do consumo in natura sob a forma de forragem para consumo animal.

Segundo dados do IBGE (2003), o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do A Paraíba ocupa a sexta posição no cenário nacional, produzindo 8,9 milhões de toneladas, o que lhe confere uma receita anual de 120 milhões de reais. Com essa cifra a cana de açúcar é o produto dentro da agropecuária mais importante do Estado.

A produtividade da cana-de-açúcar na Paraíba é a mais baixa entre os oito maiores Estados produtores: Mato Grosso (96,5 t/ha), Goiás (73,4 t/ha), São Paulo (72,9 t/ha), Paraná (73,4), Minas Gerais (56,9 t/ha), Alagoas (55,7 t/ha), Pernambuco (43,3 t/ha) e Paraíba (41,2 t/ha). Os principais fatores da baixa produtividade no estado são o empobrecimento dos solos e a pluviosidade insuficiente.

O fato do Brasil ser o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, e sendo este produto dentro da agropecuária o mais importante do Estado da Paraíba, gera uma demanda de pesquisa focada nesta cultura. O açúcar contribui com 4 % na formação do produto interno bruto e o setor sucroalcooleiro como um todo, representa 1,2 milhões de postos de emprego em toda a cadeia produtiva, ou seja, 600 vezes mais que os postos gerados pelo setor do petróleo, ICIDCA (1999).

O objetivo do presente trabalho é estudar o efeito de diferentes lâminas de água e de adubação de cobertura sobre os parâmetros de produção de açúcar e álcool, através da cultura de cana-de-açúcar.

## 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 A planta

A cana-de-açúcar é uma planta originária do sudeste da Ásia, pertencente a Família Graminae Endl. Gen. 77. Lindl. Veg. Kindgd. 106, sendo a *Saccharum officinarum* L. a espécie de maior importância econômica; o termo *Saccharum* significa açúcar, substância doce, com sabor de sacarina e o termo *officinarum* significa oficina, fábrica, laboratório; os estudos botânicos que individualizam um cultivar de potencial econômico por suas características de produtividade e resistência aos fatores externos, pragas e moléstias, baseiam-se em doze aspectos organográficos: aspecto da touceira, folhas, aurícula, bainha, palha, colmo, internódio, gemas, perfilhamento, cicatriz foliar, nós e lígula (Aranha & Yahn, 1987).

Para Haag et al. (1987), o crescimento aéreo da cana-de-açúcar expresso em termos de alongamento, inclui o aumento da matéria seca que compreende o aumento do tamanho e peso da planta, e que depende dos fatores: variedade, idade, umidade, fertilizante, temperatura, luz, vento, condições físicas do solo e da superfície foliar.

A cana-de-açúcar apresenta uma larga escala de adaptação sendo cultivada principalmente em regiões situadas entre os paralelos 35.ºN e 35 ºS.

No Brasil as variações climáticas possibilitam duas épocas de colheitas anuais, uma no norte-nordeste de setembro a abril e a outra no centro-sul de junho a dezembro (Alfonsi et al., 1987).

Segundo Doorenbos & Kassan (1979), o sistema radicular da cana-de-açúcar atinge até 5 m de profundidade, mas em áreas irrigadas 100 % da água é extraída de 1,2 a 2,0 m de profundidade, no máximo. O desenvolvimento do sistema radicular se inicia com as raízes de fixação que após a brotação das gemas irão suprir



os rebentos; a proliferação das raízes é favorecida pelas condições de água disponível e aeração do solo; a distribuição do sistema radicular apresenta aproximadamente 50% (em peso) de raízes nos primeiros 20 cm de profundidade e 85% até os 60 cm de profundidade do solo (Blackburn, 1984). O crescimento das raízes é lento até o sexto mês e a partir deste momento aumenta rapidamente até atingir seu tamanho.

Sampaio et al. (1987) constataram que 75% das raízes encontravam-se nos primeiros 20 cm de profundidade do solo e que 55% delas estavam concentradas num raio de 30 cm da touceira. Inforzato & Alvarez (1957) verificaram que 59% da concentração radicular se encontra nos primeiros 30 cm de profundidade enquanto que Ball-Coelho et al. (1992) encontraram que 62,69% da matéria seca das raízes estão nos primeiros 50 cm, 38 a 48% das raízes ativas estão nos 30 cm superficiais e que nas condições em que foram realizados os estudos não foram encontradas raízes após 100 cm de profundidade do solo. Alvarez et al. (2000) determinou que para cana crua cerca de 75% e 72% das raízes se concentravam até os 40 cm de profundidade no primeiro e segundo ano; enquanto para cana queimada encontraram respectivamente valores de 72% e 68%; e que no final do ciclo da cultura as raízes mais novas oriundas das ramificações secundárias, são mais superficiais de uma vez que elas surgem dos nós situados acima dos rebentos. Para Sampaio et al. (1987) o sistema radicular da cana planta é muito importante na regeneração das socas após o corte. Fernandes (1979) observou que o sistema radicular de cana planta é mais desenvolvido que o da cana soca.

A folha da cana-de-açúcar consiste de uma lâmina e uma bainha envolvendo o colmo, distribuindo-se de forma alternada e oposta (Blackburn, 1984). As principais funções da folha são a produção de carboidratos (fotossíntese), síntese de outros compostos a partir dos carboidratos e transpiração; nas plantas jovens o número de folhas é pequeno e aumenta com o crescimento do colmo atingindo 10 a 15 folhas por planta no máximo, dependendo da variedade; após atingir o número máximo de folhas, as mais velhas vão morrendo e caem à medida que as mais novas emergem (Humbert, 1968). Segundo Lacher (1995), o total de matéria seca de uma folha é de 59 % de polissacarídeos, 25 % de proteínas, 6 % de lipídios e 10% de

matéria mineral e que para produzir esses índices são necessários respectivamente 1,5; 2,5; 2,94 e 0,1 gramas de glicose. A densidade de área foliar que cobre um terreno é medida em  $m^2$  de folha/ $m^2$  de terreno e denominado de índice de área foliar - IAF (Watson, 1974). Para Chang (1968) o índice de área foliar ótimo varia entre 9 e 12  $m^2$  de folhas por  $m^2$  de terreno. San José & Medina (1970), Yoon (1971), Machado (1981) e Keating et al. (1999), encontraram valores máximos de IAF de 7,60; 5,00; 3,70; 4,11 e 7,00  $m^2/m^2$ , respectivamente.

O colmo 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 de 1,0 cm até 5,0 cm; os internódios são a parte mais mole 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). O colmo é o fruto agrícola da cana-de-açúcar em cujos vacúolos das células a sacarose se acumula no período de maturação (Taupier e Rodrigues, 1999).

A produtividade da cana-de-açúcar depende da eficiência da integração do seu sistema produtivo formado pelas folhas fotossinteticamente ativas, do escoamento e distribuição do produto fotossintetizado, do consumo pela planta no seu desenvolvimento e reprodução e do acúmulo e armazenamento de sacarose (Machado, 1987). Para Irvine (1975), existe uma associação entre a produtividade da cultura e a superfície total fotossinteticamente ativa representada pelo índice de área foliar. Segundo Van den Berg et al. (2000), o rendimento da cana-de-açúcar é tanto maior quanto maior for o volume de raízes por camada. Segundo Taupier e Rodrigues (1999), são necessários pelo menos 90 mil colmos por hectare para se atingir produtividades máximas.

A produção do açúcar e do álcool da cana-de-açúcar no Brasil está em torno de 55% para o álcool e 45% pra o açúcar. O Brasil é o maior produtor de açúcar de cana do mundo, com os menores custos de produção, e também o maior exportador do produto. Além de possuir potencial de expansão de área plantada e da produtividade. Metade da produção brasileira é destinada ao mercado interno. Os açúcares mais vendidos são o branco e cristal (refinado). Além de contar com uma posição privilegiada para atender às necessidades de maiores importações tanto de açúcar quanto de álcool anidro e o álcool hidratado. A produção atual de álcool no mundo é da ordem de 35 bilhões de litros, dos quais 60% destinam-se para fins combustíveis.

### 2.1.1 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.

O período de crescimento segundo Machado et al. (1982), se processa em três fases: a fase inicial de crescimento lento, a fase de crescimento rápido e a 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 Havai (Alfonsi et al., 1987). No Brasil segundo Scardua & Rosenfeld (1987), o ciclo da cultura é de 12 a 18 meses e no Nordeste do Brasil é de 12 a 14 meses.

### 2.1.2 O solo e clima

Solos profundos, pesados, bem estruturados, férteis e com boa capacidade de retenção são os ideais para a cana-de-açúcar que, devido à sua rusticidade, se desenvolve satisfatoriamente em solos arenosos e menos férteis, como os de cerrado. Solos rasos, isto é, com camada impermeável superficial ou mal drenada, não devem ser indicados para a cana-de-açúcar.

A temperatura do ar de 20°C é um valor limite para cana-de-açúcar, temperatura base, abaixo da qual o desenvolvimento da cultura é considerado nulo e que para germinação a temperatura base é de 21°C, tendo seu ponto ótimo em torno de 32°C. Para Fauconier (1975), o crescimento da cana é máximo no intervalo de temperatura entre 30 e 34°C, é lento abaixo de 25°C e acima de 35°C e praticamente nulo acima de 38°C.

Segundo Alfonsi et al. (1987), a luz é um fator da maior importância para a cana-de-açúcar devido à alta eficiência fotossintética da cultura de uma vez que quanto maior for a intensidade luminosa mais fotossíntese será realizada. Para Silva Junior (2001), a luz não influi na germinação, o perfilhamento é favorecido por alta intensidade luminosa, o número de brotos vivos depende da quantidade de luz incidente, o teor de sacarose no caldo é diretamente influenciado pela quantidade de luz, e o

crescimento do colmo aumenta para comprimento de dias de 10 a 14 horas e diminui em condições de fotoperíodos longos de 16 a 18 horas.

A precipitação nas áreas canavieira do Brasil varia de 1100 a 1500mm anual, entretanto é necessário que a distribuição seja de tal forma que haja água com abundância no período de crescimento vegetativo e um período seco durante a maturação proporcionando um maior acúmulo de sacarose (Alfonsi et al., 1987). A necessidade hídrica da cana de açúcar segundo Doorenbos & Kassan (1979), é de 1500 a 2500 mm por ciclo.

### **2.1.3 Necessidades nutricionais**

Segundo Matheus (1979) o aumento de produções de diversas culturas em decorrência do uso de fertilização, variou de 37 a 97%, enquanto estudos de Von Peter (1980), revelaram que os resultados de 100.000 experimentos mediante o emprego de técnicas e adubações recomendadas proporcionaram um aumento médio de 67% na produção de diversas culturas.

Para Coelho (1973), até o quinto mês de idade a absorção de nutrientes pela cana-de-açúcar é pequena, aumentando intensamente daí em diante, chegando ao nono mês contendo 50% de potássio, cálcio e magnésio e um pouco mais de 30% de nitrogênio, fósforo e enxofre do total que absorve durante o ciclo vegetativo; do nono ao décimo segundo mês a absorção de nitrogênio é ainda mais intensa, acumulando 90% do total extraído pela planta; o fósforo é absorvido durante todo ciclo da planta; e que 100 toneladas de colmos frescos extrai 132 kg de nitrogênio, 17,4 kg de fósforo, 133,4 kg de potássio, 19,0 kg de cálcio, 31,3 kg de magnésio, 12,2 kg de enxofre, 0,003 kg de ferro, 0,002 kg de manganês, 0,002 kg de molibdênio e 0,486 kg de zinco.

Segundo Scardua & Rosenfeld (1987), as necessidades de água da cana-de-açúcar é função do ciclo fenológico, ciclo da cultura, da variedade, do clima e outros fatores como a disponibilidade de água no solo.

As quantidades de água que a cana-de-açúcar pode extrair do solo sem prejuízo para a produção foram estudadas por vários autores citados por Scardua & Rosenfeld (1987) Shaw & Innes (1965) e Yang (1979) 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 61<sup>o</sup> ao 71<sup>o</sup> mês. Rosenfeld et

al. (1984) concluíram que a ocorrência de déficit hídrico que proporciona maiores diminuições nas produtividades de cana planta é no período de máximo desenvolvimento e na cana soca no estágio inicial de crescimento.

Ainda segundo Doorenbos & Kassan (1979), o manejo correto da irrigação não permite a ocorrência de déficits prejudiciais à rentabilidade econômica da cultura e deve ser feito de acordo com as tensões de água no solo recomendadas para cada período do ciclo fenológico, obedecendo as seguintes recomendações: durante o período de nascimento, estabelecimento das plântulas e início do período vegetativo a cultura demanda pequenas lâminas que devem ser aplicadas em turnos de rega pequenos; durante a segunda fase do período vegetativo (alongamento do colmo) e primeira fase da formação da parte colhível, a cultura, devido o crescimento do sistema radicular, passa a dispor de maior volume de água disponível no solo, devendo-se aplicar lâminas maiores em turnos de rega também maiores do que os períodos anteriores; na segunda fase do período de formação da colheita a exigência da planta diminui devendo-se aplicar lâminas menores que as da fase anterior; e durante o período de maturação as lâminas devem ser ainda menores para aumentar a concentração de sacarose e a irrigação suspensa nos últimos dias que antecedem a colheita.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS.**

#### **3.1 Localização e Características do local da pesquisa.**

O trabalho foi conduzido na fazenda Capim da Destilaria Miriri, município de Santa Rita, PB. De acordo com a classificação de Koppen, o clima é: Quente e úmido com chuva de outono-inverno, e um período de estiagem de 5 a 6 meses. As temperaturas variam muito pouco durante o ano e as médias anuais são elevadas, com valores compreendidos entre 22<sup>o</sup>C e 26<sup>o</sup>C. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro e os de temperatura mais amena são julho e agosto. A umidade relativa é bastante uniforme em toda a região com médias de 80%. O regime pluviométrico está na dependência da Massa Equatorial Atlântica que começa a atuar no outono, tendo sua maior umidade na corrente inferior dos alísios. No inverno ocorrem invasões das massas polares do sul, que se incorporam aos alísios de sudeste produzindo chuvas abundantes

em torno de 1.500mm. A época chuvosa tem seu início no mês de fevereiro, em função da duração da estiagem, que pode ser mais ou menos pronunciada, prolongando-se até julho ou agosto, sendo os meses de junho e julho os mais chuvosos. O período seco começa em setembro e prolonga-se até fevereiro sendo mais acentuado no trimestre da primavera, tendo o mês de novembro como o mais seco, (Brasil 1972).

### **3.2 Variedades e Práticas Culturais**

A variedade de cana-de-açúcar utilizada no experimento foi a *Saccharum officinarum* L., SP-79 1011 cultivadas com irrigação na destilaria MIRIRI. Os tratamentos culturais foram os já adotados na Destilaria Miriri em obediência as tecnologias atualmente disponíveis e que sejam possíveis de serem recomendadas para os tabuleiros costeiros em geral.

O plantio da cana-de-açúcar correspondente à primeira folha foi realizado em Agosto de 2000 com as linhas no sentido sudoeste e foram semeadas com espaçamento de 1,2 m entre si, a profundidade de plantio foi de 30 cm e o primeiro corte na cana-de-açúcar foi dado no dia 27 de setembro de 2001. O solo da fazenda é classificado como uma associação de Latossolo Vermelho Amarelo, fragipan textura média com Latossolo Vermelho Amarelo, Latossólico textura média.

Durante o experimento a cultura recebeu os tratamentos culturais utilizados na rotina da fazenda os quais consistem de adubação, capina e aplicação de herbicidas. Foi aplicado na cultura, para o controle de ervas daninhas o herbicida sistêmico totalizando 3 aplicações.

### **3.3 Variáveis Avaliadas**

O corte na primeira folha da cana-de-açúcar foi realizado em 27 de setembro de 2001, 12 meses depois foi dado o corte na segunda folha da cana que aconteceu no dia 24 de setembro de 2002 e no dia 27 de setembro de 2003 foi dado o corte na terceira folha da cana. A área útil da parcela foi colhida contando-se o número de colmos, que foram pesados para cálculo de sua produção em  $\text{kg ha}^{-1}$ . Foram separados ao acaso, dentro da área útil, 12 colmos, nos quais foram feitas as determinações do PC (produção

de colmos), PCC (percentagem de açúcar bruto), Rendimento bruto de açúcar e Rendimento bruto de álcool.

### **3.4 Sistema de Aplicação de Água.**

A irrigação foi feita através de um sistema de aspersão tipo pivô central rebocável. A aplicação de diferentes lâminas de água foi feita pelo maior ou menor tempo de aplicação de água.

A coleta dos dados climáticos foram realizados em uma estação meteorológica montada nas imediações da área do experimento. Para o cálculo do volume de água no solo foi utilizado o método gravitacional que toma por base o peso do solo seco, as amostras de solo foram retiradas antes da irrigação e após a mesma. O balanço hídrico do experimento foi feito levando-se em consideração a quantidade de água total (precipitação efetiva mais lâmina líquida de irrigação aplicada), evapotranspiração real e capacidade de água aproveitável no solo.

A água utilizada na irrigação foi à água servida da Destilaria no período de agosto a fevereiro e durante os meses de março a julho, quando se fez necessária, a irrigação foi feita com água diretamente da barragem existente na propriedade. Os dois tipos de água já são utilizados na irrigação por aspersão de 500 ha da Destilaria Miriri.

A quantidade de água aplicada em cada irrigação foi igual a evapotranspiração calculada com base no tanque "classe A" menos precipitação efetiva; os valores máximos aplicados em turnos de irrigação de 12 dias foram iguais ou menores que as lâminas líquidas por tratamento:  $W_0$  (lâmina 0= sem irrigação, apenas a precipitação efetiva);  $W_1$  (lâmina 1=13,8 mm);  $W_2$  (lâmina 2=27,5 mm correspondente à lâmina de projeto adotada na Fazenda Capim); e  $W_3$  (lâmina 3=41,3 mm).

O experimento instalado na base 5 do pivô 2, com lâminas aplicadas pelo sistema de irrigação por aspersão tipo pivô central rebocável (DSF, 1999), variando-se as velocidades do equipamento por setor para aplicar as lâminas dos tratamentos de irrigação.



### 3.5 Delineamento experimental

O experimento consiste de um delineamento foi inteiramente casualizados com três repetições e arranjos 4 x 4. As parcelas constituídas de 5 fileiras espaçadas 1,2 m, comprimento de 12 m e com uma área total de 72 m<sup>2</sup>. A área útil da parcela apresenta 36 m<sup>2</sup>, 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.

Os tratamentos foram lâminas totais de água compreendendo, a precipitação efetiva mais lâminas de irrigação definida da seguinte maneira: lâmina de irrigação W<sub>0</sub> (lâmina 0=zero mm de água); W<sub>2</sub> (lâmina 2=27,5 mm correspondente à lâmina utilizada na Fazenda Capim); W<sub>1</sub> (lâmina 1=13,8 mm) correspondendo a 50% (da lâmina utilizada na Fazenda Capim); e, W<sub>3</sub> (lâmina 3=41,3 mm correspondendo à lâmina utilizada na Fazenda Capim acrescida de 50%).

A adubação consistiu de aplicações de dosagens de Nitrogênio e Potássio em quantidades relativamente iguais em 50% pra cada um.

Os resultados referentes ao rendimento de álcool da primeira, segunda e terceira folha de cana (variedade SP – 79 1011) sob diferentes níveis de água e adubação de cobertura são apresentados nos Quadros 5.0 e 6.0. A fórmula usada para o cálculo do deste rendimento foi :  $Ra = (((PCC * F) + ARL) * Fg)$  obtidas em m<sup>3</sup>/há. Onde:

F = fator de transformação;

ARL = açúcar redutor livre;

Fg = fator gay-lussac = 0.6457

O rendimento médio do açúcar determinado nas 12 canas colhidas ao acaso por parcela são apresentados no Quadro 7.0 e 8.0. A equação usada foi  $Raçu = (PCC * PC) * 0.01$  obtidas em kg/há.

Todos os dados obtidos foram avaliados mediante a planilha do Programa de Estatística Sisvar.



## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1- Produção de colmos (PC)

A produção média de colmo em kg/ha é apresentado no Quadro 1.0 e 2.0. Pela análise de variância (Quadro 1.0), observou-se que na **primeira folha** ocorreu efeito significativo para o fator irrigação a nível de 5% de probabilidade. Houve efeito significativo de adubação de cobertura e não houve interação significativa entre esses fatores (irrigação e adubação de cobertura) para a característica estudada. O valor máximo obtido foi de 103.14 Kg/ha para (1.043mm e 458 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor 48.14 Kg/ha para (609 mm e 85 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) para referida folha.

Para a **segunda folha** pode-se observar através da análise de variância (Quadro 1.0) que ocorreu efeito significativo para lamina de irrigação e não houve interação significativa entre os fatores estudados. No entanto houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F para o fator adubação. O valor máximo foi de 112.61 Kg/ha para (986 mm e 458 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor 55.82 Kg/ha para (1343mm e 85 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) para referida folha.

Para a **terceira folha** pode-se observar através da análise de variância (Quadro 1.0), que ocorreu efeito significativo para o fator adubação de cobertura ao nível de 5% de probabilidade, na lamina de irrigação houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade e não houve interação significativa para a característica estudada. O valor máximo foi de 103.91 Kg/ha para (1.168 mm e 305 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor 68.44 Kg/ha para (775 mm e 305 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) para referida folha.

O coeficiente de variação foi de 8.72% para a primeira folha, 15.14 % para a segunda folha e de 12.65% para terceira folha, classificado como ótima e boa precisão experimental (Ferreira, 2000).

#### 4.1.1 Quadros

Quadro 1.0: Produção média dos colmos (Kg/ha) para 1ª, 2ª e 3ª folha, variedade SP-79 1011 sob diferentes níveis de irrigação, de adubação de cobertura .

Irrigação mm	Irrig+PEf mm	Adubação de cobertura, kg ha <sup>-1</sup>			
		85	167	305	458
Cana Planta – 1ª Folha					
0	609	48.14	48.33	51.85	52.59
152	761	74.07	78.24	79.16	85.18
303	905	82.77	86.20	92.77	95.92
454	1.043	82.87	85.46	92.41	103.14
Cana Soca 1 – 2ª Folha					
0	807	64.69	78.15	82.33	83.04
152	986	72.49	91.66	106.3	112.61
303	1.164	68.11	89.88	104.23	107.68
454	1.343	55.82	79.85	91.34	102.3
Cana Soca 2 – 3ª Folha					
0	775	70.74	69.81	68.44	84.78
152	927	70.73	70.66	88.65	90.39
303	1.065	84.78	68.44	91.83	91.82
454	1.168	83.91	69.77	103.91	97.29

Quadro 2.0: Análise de variância para os valores médios do **produção dos colmos (PC)** da primeira, segunda e terceira folha de cana irrigada (variedade SP-79 1011) sob diferentes níveis de irrigação, de adubação de cobertura.

Fonte de Variação	de GL	Teste F		
		1ª folha	2ª folha	3ª folha
Irrigação (F1)	3	93.72**	5.22 **	12.77 **
Adubação (F2)		7.59 **	17.71 **	3.33 **
Int. (F1)x (F2)		9	0.63 ns	0.52 ns
Média Geral		77.44	86.89	84.33
CV (%)		8.72	15.14	12.65

<sup>1</sup>Valores transformados em  $(\arcsen(X/100))^{0.5}$  sendo X o valor dos parâmetros organográficos(%);  
 \*\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*Significativo ao nível de 1% de probabilidade; e, ns – Não significativo

## 4.2- Percentagem de açúcar bruto (PCC)

A percentagem de açúcar bruto determinado nas 10 canas colhidas ao acaso por parcela, é apresentado no Quadro 3.0.e 4.0.

Pela análise de variância (Quadro 3.0), observou-se que na **primeira folha** não ocorreu efeito significativo para no fator adubação de cobertura e também não houve interação significativa entre esses fatores (irrigação e adubação de cobertura) para a característica estudada. Porém houve efeito significativo a nível de 5% de probabilidade para o efeito irrigação. O valor máximo obtido foi de 14.36 % por planta para (1.043 mm e 167 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor de 13.03% por planta (905 mm, 85 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) para referida folha.

Para a **segunda folha** pode-se observar através da análise de variância (Quadro 3.0) que não ocorreu efeito significativo para adubação de cobertura e não houve interação significativa entre os fatores estudados. No entanto houve efeito significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F para o fator irrigação. O valor máximo obtido foi de 14.5% por planta para (1.164 mm e 167 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor de 13.04% por planta (1164 mm e 85 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) para referida folha.

Para a **terceira folha** pode-se observar através da análise de variância (Quadro 3.0), que ocorreu efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para irrigação e não houve efeito significativo a nível de 5% de probabilidade para o fator adubação de cobertura e também não houve interação significativa para a característica estudada. O valor máximo obtido foi de 14.9% por planta para (1.065 mm e 775 mm e 85kg e 458 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor de 13.81% por planta (775 mm e 85kg e 167 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) para referida folha.

O coeficiente de variação foi de 6% para a primeira folha, 6.1 % para a segunda folha e de 4.78% classificado como ótima precisão experimental (Ferreira, 2000).

#### 4.2.1 Quadros

Quadro 3.0: Percentagem de açúcar bruto (%) de cana-de-açúcar, 1ª, 2ª e 3ª folha, variedade SP-79 1011 sob diferentes níveis de irrigação, de adubação de cobertura.

Irrigação mm	Irrig+PEf mm	Adubação de cobertura, kg ha <sup>-1</sup>			
		85	167	305	458
Cana Planta – 1ª Folha					
0	609	13.13	14.20	14.01	14.05
152	761	13.05	14.04	13.71	13.99
303	905	13.03	14.51	13.52	13.72
454	1.043	13.44	14.36	13.85	13.35
Cana Soca 1 – 2ª Folha					
0	807	13.13	14.21	14.01	14.05
152	986	13.05	14.04	13.71	13.98
303	1.164	13.04	14.50	13.51	13.72
454	1.343	13.44	14.36	13.84	13.34
Cana Soca 2 – 3ª Folha					
0	775	13.81	13.81	14.88	14.90
152	927	15.36	14.09	15.07	14.56
303	1.065	14.90	14.89	15.25	15.25
454	1.168	14.56	14.53	14.83	15.12

Quadro 4.0: Análise de variância para os valores médios de **percentagem de açúcar bruto** da primeira, segunda e terceira folha de cana irrigada (variedade SP-79 1011) sob diferentes níveis de irrigação, de adubação de cobertura.

Fonte de Variação	GL	Teste F		
		1ª folha	2ª folha	3ª folha
Irrigação (F1)	3	3.42**	2.86 **	5.83**
Adubação (F2)	3	0.35 ns	0.51 ns	1.61ns
Int. (F1)x (F2)	9	0.56 ns	0.64 ns	1.05ns
Média Geral		13.81	13.79	14.79
CV (%)		6	6.1	4.78

<sup>1</sup>Valores transformados em  $(\arcsen(X/100))^{0.5}$  sendo X o valor dos parâmetros organográficos(%);  
 \*\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*Significativo ao nível de 1% de probabilidade; e, ns – Não significativo

### 4.3 Rendimento bruto de álcool:

Pela análise de variância (Quadro 6.0), observou-se que na **primeira folha** ocorreu efeito significativo para a adubação de cobertura ao nível de 5% e para o fator de interação irrigação x adubação não houve efeito significativo para a característica estudada. No entanto, com relação ao fator irrigação, observou-se efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. O valor máximo foi de 11.53m<sup>3</sup>/ha para (1.043mm e 458 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor 4.78 m<sup>3</sup>/ha para (609 mm, 85 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) para referida folha.

Para a **segunda folha** pode-se observar através da análise de variância (Quadro 6.0) que ocorreu efeito significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F para os fatores irrigação e adubação de cobertura, no entanto, não houve interação significativa entre esses fatores(irrigação e adubação de cobertura). O valor máximo obtido foi de 14.32m<sup>3</sup>/ha para (986 mm, 458 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor 5.53m<sup>3</sup>/ha para (1343 mm e 85kg de adubo ha<sup>-1</sup>) para referida folha.

Para a **terceira folha** pode-se observar através da análise de variância. (Quadro 6.0), que ocorreu efeito significativo para o fator adubação de cobertura e não houve interação significativa entre os fatores, para a característica estudada. Observou-se efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F para o fator irrigação. O valor máximo obtido foi de 10.88m<sup>3</sup>/ha para (1168 mm e 305 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor 6.89m<sup>3</sup>/ha para (775 mm e 85 kg de adubo há<sup>-1</sup>) para referida folha.

Os valores médios reais encontrados para o rendimento bruto de álcool da cana-de-açúcar foram 8.72m<sup>3</sup>/ha (primeira folha), 4.91m<sup>3</sup>/ha (segunda folha) e 8.57m<sup>3</sup>/ha (terceira folha). Portanto pode-se observar que a cana-de-açúcar se desenvolveu melhor nas áreas onde foram aplicadas maiores laminas e maior adubação de cobertura.

O rendimento bruto de álcool variou sem influência varietal conforme afirma Bull & Glaszion (1975), Machado et al (1982) e Machado (1981), tendo comportamento linear ao longo do tempo.

De acordo com Ferreira (2000), o experimento apresentou uma boa precisão experimental, a característica avaliada apresentou coeficientes de variação inferiores a 11.36 % para 1ª folha; 17.32% para 2ª folha e 14.12 % para 3ª folha.

### 4.3.1 Quadros

Quadro 5.0 Rendimento médio bruto de álcool (m<sup>3</sup>/ha) de cana-de-açúcar, 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> folha, variedade SP-79 1011 sob diferentes níveis de irrigação, de adubação de cobertura.

Irrigação mm	Irrig+PEf mm	Adubação de cobertura, kg ha <sup>-1</sup>			
		85	167	305	458
Cana Planta – 1 <sup>a</sup> Folha					
0	609	4.78	4.84	5.55	5.50
152	761	8.15	9.21	9.09	9.36
303	905	9.67	9.76	11.05	10.87
454	1.043	9.57	9.66	10.98	11.53
Cana Soca 1 – 2 <sup>a</sup> Folha					
0	807	6.08	14.00	7.55	14.26
152	986	6.94	13.01	9.42	14.32
303	1.164	6.77	12.15	10.02	12.01
454	1.343	5.53	12.79	8.15	12.05
Cana Soca 2 – 3 <sup>a</sup> Folha					
0	775	6.89	6.91	7.25	8.98
152	927	7.73	7.10	9.51	9.38
303	1.065	8.99	7.26	9.96	9.96
454	1.168	8.70	7.23	10.88	10.46

Quadro 6.0: Análise de variância para os valores médios do **rendimento bruto do álcool** da primeira, segunda e terceira folha de cana irrigada (variedade SP-79 1011) sob diferentes níveis de irrigação, de adubação de cobertura

Fonte de Variação	GL	Teste F					
		1 <sup>a</sup> folha	2 <sup>a</sup> folha	3 <sup>a</sup> folha			
Irrigação (F1)	3	65.22**	7.22**	10.46**			
Adubação (F2)					4.77 **	12.43**	3.10**
Int. (F1)x (F2)							
Média Geral(m)		7.62	8.54	8.85			
CV (%)		11.36	17.32	14.12			

<sup>1</sup>Valores transformados em  $(\arcsen(X/100))^{0.5}$  sendo X o valor dos parâmetros organográficos(%);  
 \*\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*Significativo ao nível de 1% de probabilidade; e, ns – Não significativo

#### 4.4 – Rendimento bruto de açúcar

Pela análise de variância (Quadro 7.0), observou-se que na **primeira folha** ocorreu efeito significativo nos fatores irrigação, adubação de cobertura e também não houve interação significativa entre esses fatores (irrigação e adubação de cobertura) para a característica estudada a nível de 5%. O valor máximo obtido foi de 16.24t/ha para (1043mm e 458 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor 6.69t/ha para (609 mm,85 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) para referida folha.

Para a **segunda folha** pode-se observar através da análise de variância (Quadro 7.0) que ocorreu efeito significativo para adubação de cobertura e não houve interação significativa entre os fatores estudados. No entanto houve efeito significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F para o fator irrigação. O valor máximo foi de 14.10 t/ha para (1.164 mm e 305 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor 2.08t/ha para (807 mm e 167 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) para referida folha.

Para a **terceira folha** pode-se observar através da análise de variância.(Quadro 7.0), que ocorreu efeito significativo para os fatores adubação de cobertura, irrigação e não houve interação significativa para a característica estudada. O valor máximo foi de 15.29 t/ha para (1168 e 305 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) e o menor 9.68kg/há para (775 mm e 167 kg de adubo ha<sup>-1</sup>) para referida folha.

Os valores médios reais encontrados para o rendimento bruto do açúcar da cana-de-açúcar foram 12.29kg/ha (primeira folha), 6.51t/ha (segunda folha) e 12.05 kg/ha (terceira folha).

O coeficiente de variação foi de 10.76% para a primeira folha, 17.26% para a segunda folha e de 14.19% e para terceira folha, classificado como boa precisão experimental (Ferreira, 2000).

#### 4.4.1 Quadros

Quadro 7.0: Rendimento médio do açúcar (t/ha) de cana-de-açúcar, 1ª, 2ª e 3ª folha, variedade SP-79 1011 sob diferentes níveis de irrigação, de adubação de cobertura.

Irrigação mm	Irrig+PEf mm	Adubação de cobertura, kg ha <sup>-1</sup>			
		85	167	305	458
Cana Planta – 1ª Folha					
0	609	6.69	6.79	7.81	7.72
152	761	11.47	13.00	12.82	13.18
303	905	13.65	13.76	15.60	15.32
454	1.043	13.49	13.61	15.51	16.24
Cana Soca 1 – 2ª Folha					
0	807	8.60	10.97	10.75	12.12
152	986	9.88	12.21	13.43	12.34
303	1.164	9.56	12.25	14.10	13.43
454	1.343	7.89	10.38	11.64	10.51
Cana Soca 2 – 3ª Folha					
0	775	9.81	9.68	10.21	12.63
152	927	10.87	9.95	13.34	13.16
303	1.065	12.63	10.21	14.02	14.02
454	1.168	12.24	10.15	15.29	14.71

Quadro 8.0: Análise de variância para os valores médios do **rendimento bruto do açúcar** da primeira, segunda e terceira folha de cana irrigada (variedade SP-79 1011) sob diferentes níveis de irrigação, de adubação de cobertura.

Fonte de Variação	GL	Teste F		
		1ª folha	2ª folha	3ª folha
Irrigação (F1)	3	91.52**	29.44**	35.50**
Adubação (F2)	3	6.07**	56.72**	10.72**
Int. (F1)x (F2)	9	0.24ns	1.18 ns	1.74ns
Média Geral		10.64	12.00	12.41
CV (%)		10.76	17.26	14.19

<sup>1</sup>Valores transformados em  $(\arcsen(X/100))^{0.5}$  sendo X o valor dos parâmetros organográficos(%);  
 \*\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; \*Significativo ao nível de 1% de probabilidade; e, ns – Não significativo



## **6 – CONCLUSÃO**

O fator de irrigação foi significativo em todas as variáveis analisadas, PCC, PC e rendimento bruto do açúcar e rendimento bruto do álcool.

O fator adubação para cobertura não foi significativo na característica de percentagem de açúcar bruto.

Não ocorreu efeito significativo em nenhuma das folhas para o fator interação irrigação x adubação, para todas as características estudadas.

As características avaliadas apresentaram coeficientes de variação inferiores a 11.36% para 1ª folha, 17.32% para 2ª folha e 14.19% para 3ª folha, mostrando que o experimento apresentou uma boa precisão experimental.

## 7 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, C. & YAHN, C. A. Botânica da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (coord.) Cana-de-Açúcar: Cultivo e utilização. Campinas, Fundação Cargill, 1987, v.1, 431p. cap.1, p1-18.

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.

ALVAREZ, I.A.; CASTRO, P.R. de C.; NOGUEIRA, M.C.S. Crescimento de raízes de cana crua e queimada em dois ciclos. **Scientia Agrícola**, v.57, n.4, p. 653 - 659, 2000.

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

BRASIL/MA/CONTAP. I Levantamento exploratório-reconhecimento de solo do estado da Paraíba e II Interpretação para uso agrícola do estado da Paraíba. Boletim Técnico No 15. Série Pedologia No 8. Rio de Janeiro, 1972. 670p.

BULL, T.A. & GLASZIOUY, K.T. **Sugar cane.** In: EVANS, L.T. (ed) Crop Physiology: Some Case Histories. Cambridge, University Press, 1975, cap.3, p51-72.

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

COELHO, F. S. & VERLENGIA, F. Fertilidade do solo. 2. ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384p.

DOORENBOS, J & KASSAN, A. H. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. (Riego e Drenaje). Boletim No 33. Roma, 1979, FAO, 212p.

FAUCONIER, R. & BASSEREAU, D. La caña de azúcar. Barcelona, Blume, 1975, 433p.

FERNANDES, J. A. A subsolagem no controle da compactação do solo na cana soca (*Saccharum sp.*) variedade CB 4176 e seus efeitos no rendimento agrícola e no sistema radicular. Piracicaba 1979. Dissertação de mestrado ESALq- USP.

FERREIRA, P.V. 1953 – Estatística Experimental Aplicada à Agronomia. 3ª ed./Paulo Vanderlei Ferreira – Maceió: EDUFAL, 2000. 422p.

FIGUEIREDO, J. L.C. Efeitos de diferentes lâminas de água e níveis de adubação de cobertura na primeira soca da cultura da cana-de-açúcar/ Jorge Luiz da Cruz Figueiredo – Campina Grande – 2002.

GRANER, E. A. & GODOY, C. Culturas da fazenda brasileira. N<sup>o</sup> 10. Local: Biblioteca Agrônômica Melhoramentos, 1964. 461p

GOMES, FREDERICO PIMENTEL. Curso de estatística experimental 110, Piracicaba, 1985.

HAAG, H. P., DECHEN, A. R. & CARMELLO, Q. A. C. Nutrição mineral da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (coord.). Cana-de-Açúcar: cultivo e utilização. Campinas, Fundação Cargill, 1987, v.1, cap.1, p.88-162.

HUMBERT, R.P. The growing of sugar cane. Amsterdam, Elsevier, p.779, 1968.

IBGE (Rio de Janeiro, RJ). Censo Agropecuário 1995-1996. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>.

IBGE (Rio de Janeiro, RJ). Produção Agrícola Municipal 1990-2000. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.Br>.

ICIDCA. **Manual de derivados da cana-de-açúcar**: diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia. Brasília: ABIPTI, 1999. 474p

INFORZATO, R. & ALVAREZ, R. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar va. 290 em solo tipo terra roxa legítima. *Bragantia*, v.16p.1-13 1957.

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

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

KOFFLER, N. F. & DONZELI, P. L. Avaliação dos solos brasileiros para a cultura da cana de açúcar. In: PARANHOS, S.B. (coord.). *Cana-de-Açúcar: cultivo e utilização*. Campinas, Fundação Cargill, 1987, v.1, cap.1, p.19-35.

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

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.

MACHADO, E. C. Um modelo matemático-fisiológico para simular o acúmulo de matéria-seca na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). Campinas, 1981, 115p. (Mestrado - Instituto de Biologia - Universidade Estadual de Campinas).

MATHEUS, E. Progress Report on the FAO Fertilizer Programme. FAO, Roma, Itália, 1979.

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.

SAN JOSE, J.J.; MEDINA, E. **Análisis de la productividad de caña de azúcar.** I. crecimiento, desarrollo de la superficie foliar y contenido de clorofila de caña de azúcar 'PR 980'. Turrialba, v.20, n.2, p.143-148, 1970.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, J. H. & CAVALCANTE, F. J. H. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar: III Conteúdo de nutrientes e distribuição do sistema radicular no solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.22, p.425-431, 1987.

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.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO / GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA / UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. Atlas Geográfico do Estado da Paraíba. João Pessoa, 1985. 99 p.

SHAW, M. E. A. & INNES, R. F. The growth pattern and yield of annual cane planted at different seasons and the effects of nitrogen treatments. In: Congress of the ISSCT, 12, Puerto Rico. Proceedings. Louisiana, Franklin Press, 1965. 401-428p.

SILVA, CHARLES TELES SANTOS DA. Efeito de diferentes níveis de adubação, sobre a produção da terceira folha de cana irrigada nos tabuleiros costeiros da Paraíba/ Charles Teles Santos da Silva. – Campina Grande: UFCG, 2003.

SILVA JUNIOR, L. D. Estágio de desenvolvimento exigências da cultura da Cana-de-açúcar. UNIVAG, Centro Universitário. <http://www.univag.com.Br/> artigos/ artigo 007.html. 30 nov. 2001.

TAUPIER, L. O. G. & RODRÍGUES, G. G. A cana-de-açúcar. In: 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.21-27.

VAN DEN BERG, M., BURROUGH, P. A. & DRIESSEN, P. M. Uncertainties in the appraisal of water availability and consequences for simulated sugar cane yield potentials in São Paulo state, Brazil. Agriculture Ecosystems & Environment. Elsevier. V. 81, p.43-55, 2000.

VON PETER, A. Fertilizer requirements in developing countries. The Fertilizer Society of London, Londres, Inglaterra, 1980.

WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within between years. Annals of Botany. V.11 n.41. 1947.

YANG, S. J. The role of soil moisture on the growth and yield of Sugarcane under the sub-tropical climate. Taiwan Sugar, 26 (3): 84-93, 1979.

YOON, C. N. Growth studies on sugarcane. *The Malaysian Agricultural Journal*, 48 (2): 47-59, 1971.