

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MORFOFISIOLÓGICO DA
CANA DE AÇÚCAR IRRIGADA NOS TABULEIROS COSTEIROS
PARAIBANOS.**

Campina Grande - Paraíba
AGOSTO - 2002

Ficha Catalográfica

Varela, Antonio Carlos Gomes

V293 a 2002 Análise do Comportamento Morfofisiológico da
Cana-de-Açúcar Irrigada nos Tabuleiros Costeiros
Paraibanos/Antonio Carlos Gomes Varela. – Campina
Grande: UFCG, 2002.

90 p. : il

Inclui bibliografia

Dissertação (Mestrado). UFCG/CCT

1. Cana-de-Açúcar-Cultura e Produção. 2. Cana-de-
Açúcar- Culturas Irrigadas, I. Título.

CDU:633.61

DIGITALIZAÇÃO:

SISTEMOTECA - UFCG

ANTONIO CARLOS GOMES VARELA
Engenheiro Civil

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MORFOFISIOLÓGICO DA
CANA DE AÇÚCAR IRRIGADA NOS TABULEIROS COSTEIROS
PARAIBANOS.**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal
da Paraíba para a obtenção do Título de
Mestre em Engenharia Agrícola, Área de
Concentração em Irrigação e Drenagem.**

Orientador : Prof. Dr. José Dantas Neto

Orientador : Prof. Dr. Hamilton Medeiros de Azevedo

**Campina Grande – Paraíba
2002**



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

ANTÔNIO CARLOS GOMES VARELA

Título: "ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MORFOFISIOLÓGICO DA CANA-DE-
AÇÚCAR IRRIGADA NOS TABULEIROS COSTEIROS PARAÍBANOS".

BANCA EXAMINADORA

PARECER

José Dantas Neto
Dr. José Dantas Neto-Orientador

APROVADO

Dr. Hamilton Medeiros de Azevedo-Orientador

APROVADO

Vera Lúcia Antunes de Lima
Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima-Examinadora

APROVADO

Adilson David de Barros
Dr. Adilson David de Barros-Examinador

APROVADO

SETEMBRO- 2002

DEDICO

À minha esposa **Eliane**, pela sua compreensão, seu permanente carinho, estímulo e, sobretudo, pela sua extrema dedicação, como uma grande companheira, mãe e luz da minha vida.

Aos meus filhos **Rogério, Renata e Rhenan**, pela felicidade que tenho em tê-los e pelos momentos de alegria e carinho que eles tem me proporcionado nesta vida.

Aos meus pais **Luiz e Maria**, pelo amor recebido e por todos os ensinamentos e exemplos de vida.

Aos meus irmãos **José, Margarida, João, Madalena, Marta, Geraldo e Margareth**.

Aos meus avós **Alfredo e Margarida**(In Memoriam).

À minha sogra **Teresa** e ao meu sogro **Borges**(In Memoriam).

GRADECIMENTOS

À Deus pela glória de estar vivo, poder participar e concluir este Curso.

Ao CNPQ pelo apoio financeiro dado a esta Pesquisa.

À Universidade Federal da Paraíba e em particular ao Departamento de Engenharia Agrícola pela iniciativa futurista na construção de parcerias para incrementar as pesquisas.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba a quem devo toda a minha formação.

À Usina MIRIRI por abrir as portas para a ciência com a visão de um novo mundo.

À Coordenação do Curso, reconhecendo o trabalho, o nível de organização e a qualidade da Pós-Graduação.

Ao Prof. José Dantas Neto, pela sua infinita sabedoria, paciência e equilíbrio espiritual.

À Sra. Rivanilda Pereira Diniz, pela sua, serenidade, alegria e prestimosidade, gentileza e carinho, que sempre dedicou em seus atos, para resolver os problemas dos alunos e do Curso, constituindo-se em um belíssimo exemplo de pessoa e servidora pública.

Aos Professores Max Prestes Barbosa, Hamilton Medeiros de Azevedo, Hugo Orlando Carvalho Guerra, José Elias da Cunha Metri, Carlos Alberto Vieira de Azevedo e Vera Lúcia Antunes de Lima, pela compreensão e apoio dado durante a realização do Curso.

Ao colega de Curso, Carlos Henrique Azevedo de Farias, pela compreensão e grande contribuição dada a este trabalho.

Ao colega de trabalho e de Curso, Ermano Falcão, pelo incentivo para que eu participasse deste Curso e pelas contribuições dadas.

Aos alunos de Graduação em Engenharia Agrícola Walker e Michele, pelo apoio dado durante a realização dos ensaios tecnológicos em laboratório.

À Eliane, minha querida esposa e razão do meu viver, que tanta força passou, para eu não desistir, dar continuidade ao trabalho e concluir o Curso.

Aos meus filhos Rogério, Renata e Rhenan, pela importante contribuição à digitação e diagramação deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 – A Cultura	16
2.2 – Crescimento da Cultura	17
2.2.1 – Folhas	17
2.2.2 – Colmos	20
2.3 – Fatores Climáticos	21
2.4 – Tipo de Solo	23
2.5 – Efeitos do Déficit Hídrico	24
2.6 – Parâmetros Tecnológicos	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 – Caracterização da Área Experimental	28
3.2 – Tratamentos	30
3.3 – Coleta da Amostra	32
3.4 – Ensaios de Laboratório	32
3.4.1 – Área Foliar	32
3.4.2 – Matéria Seca Total	33
3.5 - Parâmetros Tecnológicos	34
3.5.1 – Teor de Sólidos Solúveis (BRIX)	34

3.5.2 – Teor de Sacarose (POL)	34
3.5.3 – Pureza do Caldo (PZA)	35
3.5.4 – Fibra Industrial	35
3.5.5 – Percentagem de Açúcar Bruto (PCC)	36
3.6 – Índices Fisiológicos	36
3.6.1 – Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)	36
3.6.2 – Taxa de Crescimento Relativo (TCR)	37
3.6.3 – Índice de Área Foliar	38
3.6.4 – Razão de Área Foliar	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 Colmos	40
4.1.1 – Número de Plantas (Perfilhamento)	40
4.1.2 – Comprimento da planta	41
4.1.3 – Número de Internódios	45
4.1.4 – Matéria verde do colmo	48
4.1.5 – Matéria seca do colmo	51
4.1.6 – Diâmetro do colmo	54
4.2 Folhas	56
4.2.1 – Comprimento das Folhas	56
4.2.2 – Número de folhas	59
4.2.3 – Área Foliar	62
4.2.4 – Índice de Área Foliar	65
4.2.5 – Razão de Área Foliar	66
4.3 Matéria Seca Total	67
4.4 Taxa de Crescimento Absoluto	71

4.5 – Taxa de Crescimento Relativo	72
4.6 – Parâmetros Tecnológicos da Cana	73
4.6.1– Teor de Sólidos Solúveis(BRIX)	73
4.6.2 – Teor de Sacarose(POL)	75
4.6.3 – Pureza do Caldo(PZA)	76
4.6.4 – Fibra Industrial	77
4.6.5 – PCC	78
5. CONCLUSÕES	81
6. SUGESTÕES	84
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características Físico-hídricas do solo	29
Tabela 2 - Análise de Variância do Comportamento do Comprimento da Cultura	42
Tabela 3 - Comparação entre as Médias do Comprimento da Cultura	43
Tabela 4 - Análise de Variância do Comportamento do Número de Internódios	45
Tabela 5 - Comparação entre as Médias do Número de Internódios	45
Tabela 6 - Análise de Variância do Comportamento da Matéria Verde do Colmo	48
Tabela 7 - Comparação entre as Médias da Matéria Verde dos Colmos	48
Tabela 8 - Análise de Variância do Comportamento da Matéria Seca do Colmo	52
Tabela 9 - Comparação entre as Médias da Matéria Seca do Colmo	52
Tabela 10 - Análise de Variância do Comportamento do Diâmetro do Colmo	54
Tabela 11 - Comparação entre as Médias do Diâmetro do Colmo	54
Tabela 12 - Análise de Variância do Comportamento do Comprimento das Folhas	56
Tabela 13 - Comparação entre as Médias do Comprimento das Folhas	57
Tabela 14 - Análise de Variância do Comportamento do Número de Folhas	59
Tabela 15 - Comparação entre as Médias do Número de Folhas	60
Tabela 16 - Análise de Variância do Comportamento da Área Foliar	62
Tabela 17 - Comparação entre as Médias da Área Foliar	63
Tabela 18 - Análise de Variância do Comportamento da Matéria Seca Total	68
Tabela 19 - Comparação entre as Médias da Matéria Seca Total	68
Tabela 20 - Dados Gerais da Produtividade da Cultura	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva de crescimento da Cultura no tempo	20
Figura 2 - Localização do experimento	30
Figura 3 - Instalação do Experimento	31
Figura 4 - Perfilamento nas duas Variedades	41
Figura 5 - Comprimento da Planta nas duas Variedades	44
Figura 6 - Número de Internódios nas duas Variedades	47
Figura 7 - Matéria Verde do Colmo nas duas Variedades	50
Figura 8 - Matéria seca do Colmo nas duas Variedades	53
Figura 9 - Comprimento da Folha nas duas Variedades	58
Figura 10 - Número de Folhas nas duas Variedades	61
Figura 11 - Área Foliar nas duas Variedades	64
Figura 12 - Índice de Área Foliar nas duas Variedades	65
Figura 13 - Razão de Área Foliar nas duas Variedades	67
Figura 14 - Matéria Seca Total nas duas Variedades	70
Figura 15 - Taxa de Crescimento Absoluto nas duas Variedades	71
Figura 16 - Taxa de Crescimento Relativo nas duas Variedades	72
Figura 17 - Variação do Brix nas duas Variedades	74
Figura 18 - Produtividade na Usina Miriri	75
Figura 19 -Variação do POL nas duas Variedades	76
Figura 20 -Variação da PZA nas duas Variedades	77
Figura 21 -Variação da Fibra nas duas Variedades	78
Figura 22 -Variação do PCC nas duas Variedades	79

ABSTRACT

The cultivation of sugar cane is prominent in the Brazilian agricultural scenery. It is cultivated in several environments with association of climate and soil. The study of the behaviour of different cultures in each environment of production helps to increase the economical exploration of the culture. The aim of the present study was to investigate the growth of the cultivation when submitted to different water depths, observing the growth variation in two varieties of cultivation, the SP-791911 and the SP-716949. The study was conducted in order to evaluate specimen of the cultivations picked on days 218, 246, 288, 320 and 390 after the planting. The growth behaviour of the straw and leaves was specifically determined, and also was verified the cultivation productivity by the technological parameters (BRIX, POL, PZA, FIBRA, PCC). The treatments were conducted with two varieties of cultures submitted to three different water depths, with four repetitions, in the Miriri factory, Capim district, Paraíba. The studied cultures of sugar cane was found to show varied growth behaviour, maturation and productive in function of the applied depth. The results reported emphasize the paper of the water depth in the optimization of this cultivation production and trade.

Keywords: sugarcane, irrigation, straw, productivity, culture.

RESUMO

A cultura da cana de açúcar é destaque no cenário agrícola do Brasil, sendo cultivada em diversos ambientes com associação de clima e solo. O estudo das respostas dos diferentes cultivares em cada ambiente de produção auxilia a maximizar a exploração econômica da cultura. Este trabalho tem como objetivo avaliar o crescimento da cultura quando submetida a lâminas de irrigação diferenciadas, observando-se a variação desse crescimento em duas variedades de cultura a SP-791011 e a SP-716949. O estudo foi conduzido pesquisando-se amostras da cultura colhidas aos 218, 246, 288, 320 e 390 dias após o plantio, determinando-se especificamente o comportamento de crescimento do colmo e das folhas, verificando-se também a produtividade da cultura pela observância dos parâmetros tecnológicos (BRIX, POL, PZA, FIBRA e PCC). O trabalho foi desenvolvido na Usina Miriri, município de Capim, Estado da Paraíba e os tratamentos foram feitos em duas variedades de cultivares, aplicando-se em ambos três lâminas de irrigação, com quatro repetições. Os cultivares de cana de açúcar estudadas neste trabalho apresentaram comportamento de crescimento, maturação e produtividade agrícola, que variaram em função da lâmina aplicada, o que enfatiza o papel da lâmina de irrigação na otimização da produção e comercialização desta cultura.

Palavras Chaves: Cana-de-Açúcar, irrigação, colmo, produtividade, cultivo.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos a cultura da cana-de-açúcar tem representado um significativo diferencial econômico para o mundo, quer pela sua importância como fonte de produtos alimentares ou como importante componente para o desenvolvimento da indústria, na forma de gerador de energia.

Quase metade da produção mundial da cana-de-açúcar é assegurada atualmente por quatro nações da América – Brasil, México, Cuba e Estados Unidos. Segue-se pela importância de suas safras, países asiáticos como a Índia, a China e as Filipinas. No Brasil, esta cultura constituiu um dos nossos grandes ciclos econômicos no período colonial, denominado Ciclo da Cana-de-Açúcar (Brasil,2001).

Hoje somos ainda o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo com uma produção de 326,12 milhões de toneladas, gerando uma receita anual de 6,65 bilhões. A Região Sudeste se destaca em primeiro lugar no país produzindo 217,21 milhões de toneladas, seguida pela Região Nordeste com 58,86 milhões de toneladas (IBGE,2002).

Em meados da década de 70, a crise de petróleo tornou intensa a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, para utilização direta em motores à explosão ou em misturas à gasolina. Desde então o álcool combustível saído de modernas destilarias, que em muitos pontos do país substituíram os antigos engenhos, passou a absorver parte considerável da matéria prima, antes destinada sobretudo a extração do açúcar. No Nordeste a produção de cana-de-açúcar sofreu grande expansão, tendo se consolidado com a criação do IAA (Instituto do Açúcar e do Alcool). Este crescimento deu-se principalmente nos tabuleiros costeiros, favorecidos pelas condições climáticas e do solo para seu cultivo (Barsa,2001).

Dados do IBGE (1996), indicam que a Paraíba ocupa a sexta posição no cenário nacional, produzindo 8,9 milhões de toneladas, o que equivale a uma receita de 120 milhões de reais, sendo o produto que dentro da produção agropecuária é o mais importante do Estado. A produtividade

da cana-de-açúcar em nosso Estado se situa na posição mais baixa entre os 8 (oito) maiores estados produtores, com uma produção média de 41,2t/ha, perdendo para Mato Grosso (96,5t/ha), Goiás (73,4t/ha), São Paulo (72,9t/ha), Paraná (73,4t/ha), Minas Gerais (56,9t/ha), Alagoas (55,7t/ha) e Pernambuco (43,3t/ha).

Os principais fatores da baixa produtividade no Estado são o empobrecimento do solo e a baixa pluviosidade. Estes dois fatores apontam para uma política de pesquisa com adubação e irrigação das culturas visando resultados diretos como o aumento da produtividade e rendimento de açúcar e de álcool, e como efeito indireto, diminuição da área plantada minimizando custos de transporte (exceto a água), plantio e tratos culturais, além de liberar área para diversificação e/ou rotação e preservação de culturas.

A cultura da cana-de-açúcar, objeto deste estudo, sofre seqüelas com o efeito da irregularidade pluviométrica de nossa região em determinados períodos, pois o déficit hídrico ocasionado por este fenômeno, implica no aumento do índice de mortalidade das socas, acarretando a renovação precoce do canavial.

O potencial da cana-de-açúcar irrigada, segundo Doorenbos & Kassan (1979), é de 100 a 150t/ha, três vezes a produtividade do nosso Estado, o que demonstra a possibilidade de crescimento da produção da cultura em áreas efetivamente irrigáveis.

Aumentar a produtividade é indubitavelmente o grande desafio que iremos enfrentar neste século, e a descoberta de tecnologias alternativas surgem como um grande diferencial, onde a premissa consiste em otimizar o uso dos recursos naturais, assegurando uma maior produção aliada à rentabilidade econômica.

No caso específico da produtividade agrícola, a irrigação seja de natureza complementar ou plena, representa uma alternativa viável à produção e à melhoria da produtividade, pois seu uso estrategicamente planejado, observando-se criteriosamente as necessidades hídricas da cultura, associada à capacidade do manancial, o clima e o tipo do solo, resultará certamente em aumento de divisas para o agricultor, o empresário e o País.

Neste sentido o presente trabalho busca através da pesquisa de campo, estudar o comportamento morfofisiológico da cana-de-açúcar irrigada, tomando como referencial as Variedades SP 791011 e SP 716949.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Cultura

A cana-de-açúcar é uma gramínea perene pertencente à família *Saccharum*, própria de climas tropicais e subtropicais. As variedades cultivadas são quase todas híbridas da espécie *Saccharum Officinarum*, *Saccharum Spontaneum* e *Saccharum Robustum*, entre outras (Passos *et al.*1973).

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).

A cana de açúcar se desenvolve formando touceiras, sendo constituída de uma parte aérea e outra subterrânea. A porção aérea é constituída pelos colmos, folhas e inflorescências, enquanto que as raízes e os rizomas formam a parte subterrânea (Passos *et al.*1973).

A duração normal do ciclo fenológico total, segundo Doorenbos & Kassan (1979), varia desde 9 meses a 24 meses, sendo o mais comum entre 15 e 16 meses. De acordo com os mesmos autores, o primeiro plantio é procedido por 2 a 4 cultivos de socas e, em certos casos de até 8(oito) cultivos, levando cada um, em torno de 1(um) ano para atingir a maturação.

São usados como mudas para o plantio, pedaços de 20 a 30cm de algumas gemas ou brotos bem desenvolvidos, utilizando-se para o plantio espaçamento entre fileiras de plantas variando de 1,10 a 1,40m (Doorenbos & Kassan,1979).

2.2 Crescimento da cultura

2.2.1 Folhas

A cana de açúcar apresenta folhas alternadas e opostas, constituídas de uma lâmina e uma bainha que envolve o colmo (Blackburn & Glasziou, 1984). Segundo Humbert (1968) a folha é a fábrica na qual a água, o dióxido de carbono e os nutrientes são convertidos em carboidratos na presença da luz solar. Afirma ainda o autor que as folhas desenvolvem no crescimento da planta as seguintes funções: produzem os carboidratos através da fotossíntese, sintetizam outros compostos a partir dos carboidratos e promovem a transpiração da planta. Para Larcher (1995) o processo de renovação constante das folhas, constitui uma defesa natural contra pragas e doenças.

A área foliar da planta é variável ao longo do seu desenvolvimento e crescimento, sendo função da quantidade que nasce e morre. Segundo Van Dillewijn (1950) e Machado (1987), ocorre uma constante renovação da área foliar, sendo as folhas velhas substituídas por outras mais novas e com mais eficiência do ponto de vista fotossintético. A quantidade de folhas verdes é pequena em plantas jovens e cresce à medida que o colmo cresce, atingindo um número máximo de 10 a 15 folhas por colmo, dependendo da variedade e das condições de crescimento. A partir daí, à proporção que novas folhas emergem, as mais velhas e inferiores secam, morrem e caem (Humbert, 1968).

As medidas de superfície estão relacionadas principalmente à determinação ou estimativa da superfície fotossinteticamente ativa. Com exceções raríssimas, as folhas constituem a parte do vegetal que é responsável pela fotossíntese. As folhas são formadas pelo limbo ou lâmina foliar e o pecíolo ou bainha, dependendo do tipo de planta. A contribuição dos pecíolos e bainhas para a fotossíntese é mínima se comparada ao limbo foliar, pois estão pouco expostos à radiação solar e possuem menor superfície específica. A medida da área foliar é então tomada a partir da superfície das lâminas foliares, sendo determinada diretamente ou estimada por meios indiretos, ao contrário de se medir a superfície da folha inteira (Benincasa, 1988).

A determinação da área foliar é importante porque as folhas são as principais responsáveis pela captação de energia solar e pela produção de matéria orgânica através da fotossíntese. Se a superfície foliar é conhecida e a alteração do peso da planta, durante certo tempo, é calculada, torna-se possível avaliar a eficiência das folhas e sua contribuição para o crescimento da planta como um todo (Ferri, 1985).

A estimativa da área foliar é feita de diversas maneiras. Os métodos mais usados são: uso do medidor de área foliar, uso de contornos foliares, uso do planímetro, uso de fatores de correção, uso de áreas conhecidas de lâminas e o método dos quadrados ou dos pontos (Benincasa,1988).

A análise da densidade da área foliar que cobre um terreno é feita a partir da determinação do Índice de Área Foliar (IAF), citado por Watson (1947). Este índice representa a área de folhas por unidade do terreno, sendo expresso em m^2 de folhas por m^2 de terreno. Apesar da curva de crescimento da cultura compreender três períodos distintos, podemos no caso do crescimento da área foliar, acrescentar uma quarta fase, como sendo a de ligeiro ou mesmo, pronunciado decréscimo do seu valor (Leme *et al.* 1984; Maclean *et al.* 1968).

Segundo Benincasa (1988), o IAF só tem sentido para culturas ou comunidades vegetais e o IAF ótimo ocorre nas primeiras fases do crescimento, quando o autosombreamento é mínimo. Para a autora poucas pessoas determinam o IAF na forma concebida e sim, a partir da relação entre a área foliar total e a área do solo disponível, definida pelo espaçamento.

Segundo Machado *et al.* (1982), a cultura apresenta no início um IAF pequeno, apresentando um crescimento lento, que aumenta rapidamente até um valor máximo, a partir do qual permanece constante ou diminui sob condições climáticas desfavoráveis. O IAF cresce em função do número de folhas por colmo e pelo aumento da área foliar individual (Benincasa,1988).

Segundo Irvine (1975), existe uma substancial associação entre a produtividade da cultura e a superfície total fotossinteticamente ativa representada pelo IAF. Conforme estudos de Hesketh & Baker (1967), o valor do IAF está intimamente ligado à quantidade de luz absorvida e com a fotossíntese total.

Para Machado *et al.*(1985) a radiação solar incide no dossel foliar da cultura, podendo ser absorvida, transmitida e refletida em proporções variáveis, em função do ângulo de incidência dos raios solares e das características estruturais das plantas. Segundo ainda, o autor, o Índice de Área Foliar ótimo nem sempre é o máximo índice registrado, mas aquele no qual as folhas inferiores fotossinteticamente ativas, sejam mantidas ligeiramente acima do ponto de compensação, para que não tenham que ser supridas de metabólicos transportados de folhas superiores. Por outro lado, se o IAF é menor que o valor ótimo, parte da radiação solar será desperdiçada e a produtividade cairá abaixo do potencial.

O Índice de Área Foliar provavelmente nunca é excessivo nos canaviais. Estima-se que é necessário pelo menos 90.000 colmos ou troços de colmos por hectare para atingir o rendimento máximo (Taupyer & Rodrigues,1999). Os estudos de Maclean e colaboradores (1968), demonstraram que o IAF começa a decrescer depois de 38 semanas (9 a 10 meses) em duas variedades de ciclos de 12 a 13 meses, o que indica que a produção de matéria verde começa a decair, para dar passagem ao processo de maturação da cana.

Chang (1968) estudando a área foliar, concluiu que seu valor ótimo está ao redor de 9 a 12 folhas por m^2 de terreno. San José & Medina (1970) encontraram um valor máximo de IAF igual a $7,6 m^2/m^2$. Yoon (1971) encontrou valores de IAF variando de 3,56 (fase de maturação) a um valor máximo de $5m^2/m^2$. Machado (1981) achou para o IAF valores máximos de $3,7m^2/m^2$. Robertson *et al.* (1999) encontraram valores máximos de $4,92m^2/m^2$ para a cultura irrigada e $4,11m^2/m^2$ para a cultura com déficit hídrico. Já Keating *et al.* (1999) acharam valores máximos na ordem de $7,0 m^2/m^2$. Farias (2001) em pesquisa nesta Fazenda encontrou para o IAF um valor de $6,48m^2/m^2$.

2.2.2 Colmos

O colmo é o fruto agrícola da cana de açúcar, no qual se acumula sacarose no período de maturação, segundo Taupyer & Rodrigues (1999).

O desenvolvimento em perfilhamento na cana-de-açúcar ocorre em três fases distintas: a inicial em que o perfilhamento é intenso e atinge um valor máximo em torno de três a cinco meses após o plantio; a intermediária onde ocorre a morte acentuada de perfilhos, particularmente aqueles que não conseguiram se desenvolver e a final onde o número de perfilhos permanece estável até a colheita (Machado,1987), citado por Farias (2001).

A mortandade de perfilhos coincide com a época em que o IAF aumenta rapidamente, pois além da competição por água e nutrientes, o sombreamento atua de forma marcante na redução do número de perfilhos (Farias,2001). O colmo é formado por uma seqüência de internódios em diferentes estados fisiológicos (maturados, em maturação e imaturos) e à medida que o colmo se desenvolve a sua taxa de crescimento diminui progressivamente até ser nulo, quando madurece (Machado,1987). O número de colmos por unidade do terreno é um dos componentes que mais afeta a produtividade da cana (Matherne & Irvine,1978, citados por Machado, 1987).

A curva hipotética do crescimento da cana-de-açúcar em função do tempo apresenta três fases bem características que são: um período inicial em que o crescimento é lento; uma fase de rápido crescimento de tamanho e finalmente um período de pequeno crescimento com decréscimo na acumulação de matéria seca ou na altura da planta (Ferri,1985).

A interpretação fisiológica destas diferentes fases de crescimento é assim explicada: no início a planta depende das reservas da semente para a produção dos órgãos; após o desenvolvimento do sistema radicular e a emergência das folhas, os processos anabólicos, dependentes da fotossíntese, se traduzem por um rápido crescimento; depois que a planta atinge o tamanho definitivo ela inicia uma fase de senescência, que se reflete, inicialmente, na paralisação da produção de matéria orgânica (Ferri,1985).

A curva de crescimento da cana-de-açúcar em função do tempo apresenta como característica a forma sigmóide, provavelmente sem influência varietal (Bull & Glasziou,1975; Machado,1981; Machado *et al.* 1982), permitindo um tratamento matemático para a sua interpretação. Se os números forem transformados em logaritmo dos valores de peso seco ou da altura da planta, a curva de crescimento passa a ter outra representação gráfica, conforme demonstrado na Figura 1 (Ferri,1985).

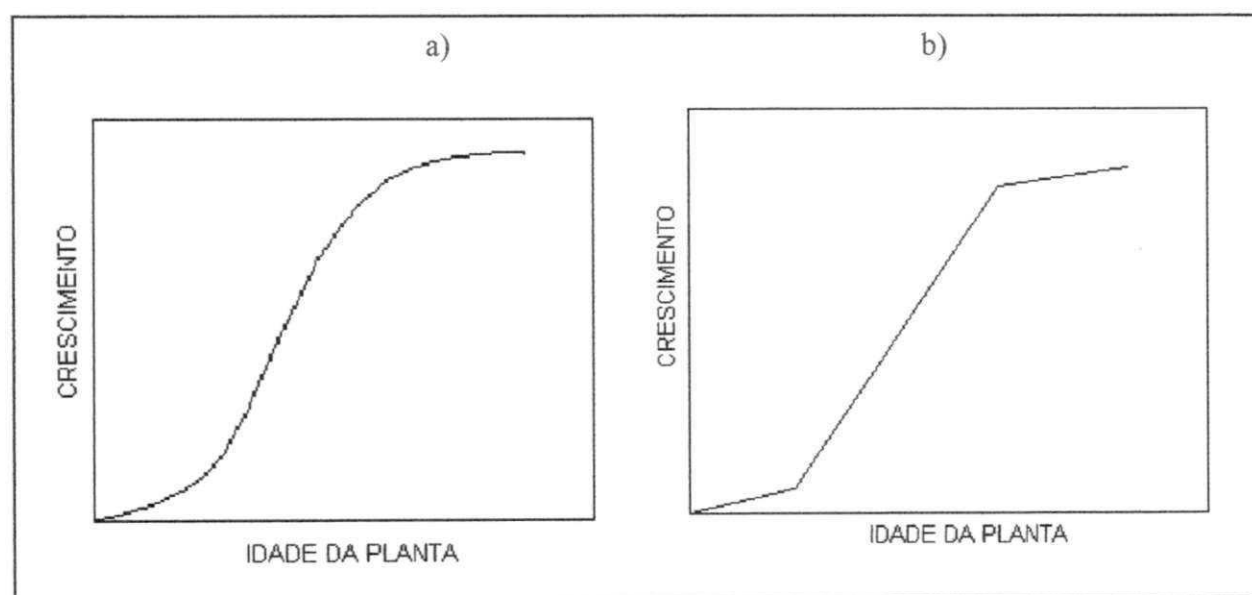


Figura 1 – Curva de crescimento da cana-de-açúcar. a) Idade x altura da planta b) Idade x logaritmo da altura da planta. Fonte : Fisiologia Vegetal, Ferri, 1985

Observa-se que as três fases da ontogênese da planta ficam perfeitamente caracterizadas, destacando-se o período linear de crescimento, chamado de fase logarítmica ou exponencial. Durante este tempo, o organismo cresce na dependência do material já existente. A relação entre o tempo e a produção de matéria seca é dada por $N=2^t$, onde N é a quantidade de material vegetal existente e t é o intervalo de tempo considerado (Ferri,1985).

O crescimento de uma planta pode ser medido de várias maneiras. Em alguns casos, a determinação da altura é suficiente, mas, às vezes, maiores informações são necessárias, como por exemplo, o tamanho das folhas (comprimento e largura), área foliar e o peso seco total ou de órgãos individuais, como raízes, caules, folhas e frutos. O fundamento da análise de crescimento é a medida sequencial da acumulação de matéria orgânica e sua determinação é feita considerando-se o peso seco da planta (Benincasa,1988).

A análise fisiológica do crescimento de uma cultura só é possível a partir da determinação da quantidade de matéria seca (Hunt,1982), sendo necessário à obtenção de amostras da planta que devem ser ensaiadas em laboratório para obtenção da matéria seca total, através de secagem a uma temperatura de 65°C, em estufa de circulação forçada durante 10 dias.

O desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar vê-se influenciado principalmente pelos fatores climáticos, o tipo de solo, a forma e intensidade da aplicação da água.

2.3 Fatores Climáticos

A cultura da cana-de-açúcar requer uma temperatura média anual de 20°C e um mínimo de 1200mm de chuvas. Necessita de um período quente e úmido para vegetar e outro frio e seco para amadurecer, isto é, para os colmos ou caules acumularem açúcar (Passos *et al.*1973).

De acordo com a Embrapa (1994), a precipitação média nos tabuleiros costeiros do Nordeste varia de 500 mm nas regiões mais secas, como as do Rio Grande do Norte, até 1500mm no extremo sul da Bahia. A maior concentração de chuvas ocorre em um período de 5 a 6 meses. Por outro lado a temperatura média é em torno de 26°C, variando pouco entre os meses mais frios e mais quentes.

A temperatura ótima para brotação (germinação) das gemas da cana-de-açúcar é de 32 a 38°C. O crescimento ótimo é obtido com temperaturas médias diárias entre 22 e 30°C, sendo vigoroso a uma temperatura de 20°C. Já para o período de maturação, são desejáveis temperaturas relativamente baixas, na faixa de 10 a 20°C, que exercem notória influência na

redução da taxa de crescimento vegetativo e enriquecimento da sacarose na cana (Doorenbos & Kassan, 1979).

A brotação das gemas da cana-de-açúcar é influenciada pela temperatura e umidade do solo, bem como pela profundidade de cobertura dos rebolos. Segundo King *et al.* (1965) e Bull & Glasziou (1975), quando o rebolo começa a se desenvolver ele se comporta como um reservatório de água e nutrientes propiciando a sobrevivência dos brotos nos primeiros dias. Esta fase do desenvolvimento tem uma importância fundamental para o crescimento da cultura, sendo um indicador relevante do sucesso da colheita, devendo-se ter o cuidado de dar ao solo neste período a necessidade hídrica da cultura (Tomer, 1969).

Blackburn (1984) estudando o efeito do clima sobre a cultura de cana-de-açúcar concluiu que o cultivo deve abranger uma estação quente para crescimento, com temperaturas médias diárias ao redor de 30°C, requerendo um fornecimento adequado de água e alta incidência de raios solares. A fase de maturação e colheita deve ocorrer em temperaturas médias diárias mais baixas, ao redor de 10 a 20°C, baixa umidade do solo e com alta incidência de radiação solar. Concluiu também, o autor, que dentre os fatores não controláveis que afetam o crescimento da cultura, a temperatura é o mais importante.

Bacchi & Souza (1978), estudando a influência da temperatura no crescimento da cana-de-açúcar, pesquisando variedades cultivadas no sul/sudeste brasileiro estabeleceram como temperatura crítica os seguintes valores: em culturas irrigadas – 19 a 20°C e para culturas não irrigadas – 18 a 19°C. Barbieri *et al.* (1979) e Demetrio & Scárdua (1979) concluíram que a temperatura abaixo da qual o desenvolvimento pode ser considerado nulo – temperatura de base – é de aproximadamente 20°C. Já Fauconier & Bassereau (1975) definiram que o crescimento torna-se lento a partir de 35°C e praticamente nulo a partir de 38°C.

Estudando os efeitos da variação da umidade do solo e da posição do rebolo na brotação da cana-de-açúcar, Calma (1933), concluiu que para uma umidade de 15% a germinação sofre influência da posição do rebolo. Em umidade de 20% ocorre uma boa brotação que independe da posição do rebolo e para umidade em torno de 25% a cana-de-açúcar alcançou altos níveis de brotação.

Durante a época do ano em que prevalecem as temperaturas altas e a máxima atividade pluvial, a cana-de-açúcar atinge um grande crescimento vegetativo. Ao término das chuvas e quando a temperatura diminui, a cultura adquire níveis máximos para a síntese de sacarose

armazenada no colmo, sendo esta fase chamada de maturidade tecnológica da cana (Taupyer & Rodrigues, 1999).

Segundo Irvine (1980) a cana-de-açúcar é uma gramínea tropical do tipo C4, tendo como característica apresentar alta taxa de fotossíntese, baixa fotorespiração (perda de CO₂ na luz – perda de carbono pelas folhas, simultaneamente com o processo de absorção do gás carbônico pela fotossíntese), anatomia foliar característica e baixo consumo de água por unidade de matéria seca produzida.

Desta forma, podemos afirmar que a cana-de-açúcar tem ponto de saturação luminoso elevado. Alfonsin *et al.* (1987) e Larcher (1995) estudando essa propriedade concluíram que a taxa fotossintética cresce com a intensidade luminosa e que como consequência as taxas de crescimento da cultura se acentuam.

2.4 Tipo de Solo

A cana-de-açúcar é uma cultura relativamente exigente no que se refere ao tipo de solo. Embora se desenvolvam bem em solos arenosos, preferem solos profundos, argilosos, com boa fertilidade e boa capacidade de retenção de água. Apesar disto não se dá bem em terrenos de baixada, com excesso de umidade. Solos nessas condições requerem perfeita drenagem. Os solos encharcados não possuem aeração necessária às plantas, dificultando o desenvolvimento das raízes e a assimilação dos nutrientes. Quando o solo está excessivamente encharcado pode causar a morte da planta (Passos *et al.* 1973).

Conforme estudos desenvolvidos por Kofler & Donzelli (1987) a cultura da cana-de-açúcar desenvolve-se melhor em solos com profundidade acima de 60cm. O pH mais favorável está na faixa de 5,5 a 6,5, abaixo do qual recomenda-se a calagem ou correção calcárea. A cultura pode ser cultivada em solos com pH até 8,5 (Doorembos & Kassan, 1979).

Os tabuleiros do Estado da Paraíba apresentam-se com uma ampla superfície plana ou suavemente ondulada, acompanhando a direção da faixa costeira. Os tabuleiros localizam-se mais freqüentemente em cotas em torno de 50m, variando de 2 a 150m de altitude. Os solos encontrados nessa superfície são: Latossolo vermelho-amarelo distrófico, textura média, fase transição floresta subperenifólia/cerrado, relevo plano e fase cerrado relevo plano; podzólico vermelho-amarelo, com fragipan, fase floresta subperenifólia relevo plano e fase transição floresta subperenifólia/cerrado relevo plano; podzólico vermelho-amarelo, variação acinzentada,

com fragipan, textura indiscriminada, fase cerrado relevo plano; podzólico vermelho-amarelo, latossólico, textura média, fase floresta subperenifólia relevo plano; podzólico vermelho-amarelo com proeminente abrúptico, com fragipan, textura argilosa, fase floresta subcaducifólia relevo plano; podzólico vermelho-amarelo, equivalente eutrófico abrúptico, com fragipam, textura argilosa, fase floresta subcaducifólia relevo suave ondulado; podzólico hidromórfico, fase cerrado relevo plano e areia quartzosa distrófica, fase cerrado relevo plano, segundo Brasil(1972).

O preparo do solo consiste em aração profunda e gradeação. Nos terrenos não ocupados anteriormente com cana-de-açúcar, faz-se uma aração dois a três meses antes do plantio, e em seguida, a calagem quando necessária. Pouco antes do plantio faz-se nova aração, cruzando a primeira e depois duas gradeações cruzadas. Nos terrenos já cultivados com cana-de-açúcar, a primeira aração é feita depois do corte para arrancar e extirpar as soqueiras velhas, e em seguida, procede-se como no caso anterior. Na época do plantio das mudas acrescenta-se ao terreno arado e gradeado uma mistura pronta de adubos e fazem-se sulcos de profundidade de 25 a 30cm espaçados de 1,30 a 1,50m (Passos *et al.* 1973).

2.5 Efeitos do Déficit Hídrico no Desenvolvimento da Cana-de-Açúcar

A idéia da irrigação é suprir de água as plantas, na quantidade necessária e no momento adequado para obter a máxima produção e a melhor qualidade do produto.

A água deve ser aplicada antes que a taxa de extração do solo em relação à taxa de evapotranspiração decresça a ponto de ocorrer um déficit hídrico na planta, reduzindo a produção e afetando a qualidade do produto obtido.

A planta submetida a um déficit hídrico tem seu crescimento alterado em diversos aspectos. As principais alterações experimentadas são a redução do tamanho, da área foliar e da produtividade da cultura (Kramer,1983). Segundo Barlow *et al.*(1980), o crescimento do vegetal depende da divisão e da diferenciação celular, sendo estes dois processos afetados pelo estresse hídrico, apesar dessa influência nem sempre se dar na mesma proporção.

Para Taiz & Zeiger (1991), o déficit hídrico não é limitado apenas às regiões árida e semi-áridas do mundo, pois, mesmo em regiões consideradas climaticamente úmidas, a distribuição irregular das chuvas, em alguns períodos, pode limitar o crescimento. Segundo Kramer (1983), o déficit hídrico em cana de açúcar pode ser causado tanto pela perda excessiva ou pela pequena

absorção de água, ou ainda, pela associação destes dois fatores, sendo que o último tem um papel predominante no crescimento da cultura.

O período crítico da cana-de-açúcar, ou seja, aquele em que há maior exigência de água por parte da planta, corresponde ao período máximo de crescimento vegetativo, que ocorre nos primeiros oito meses de vida.

Taiz & Zeiger (1991), concluíram que 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.

Segundo Paez *et al.* (1995), a água além de ser o principal constituinte do protoplasma, participa ativamente de diversas reações químicas que são responsáveis pela turgescência celular, portanto, a redução na sua absorção traz como resultante a desidratação celular, que compromete os processos fisiológicos e conseqüentemente os componentes do crescimento.

Já Lopes *et al.* (1988), verificou em seus estudos, que o déficit hídrico reduz as trocas gasosas – especialmente de CO₂ – e a sua condução para as folhas. Interrompido o déficit hídrico, as trocas tendem a se estabilizar, mas a velocidade de recuperação é lenta (Nóbrega, 2000). Para Mota (1983), a velocidade da recuperação é lenta quando a planta chega próximo do ponto de murcha e depende de vários fatores.

Bull & Glasziou (1980), descobriram que em algumas variedades de cana-de-açúcar o dossel foliar entra em colapso e se torna senescente logo no início de uma seca, sendo capaz de recuperação quando a seca é interrompida.

Grimes *et al.* (1970) e Vaux Jr. & Pruitt (1983), estudando respostas ao déficit hídrico em diferentes estágios de crescimento, concluíram que o crescimento em um estágio depende, em parte, do crescimento e condições do estresse hídrico ocorridos em um estágio anterior.

De acordo com Levitt (1980), em uma planta com déficit hídrico, os ajustamentos fisiológicos determinam as respostas adaptativas de ordem morfoanatômicas. Plantas que são cultivadas sob condições ótimas são menos resistentes que aquelas cultivadas sob condições de estresse hídrico.

Robertson *et al.* (1999), verificaram que a cana-de-açúcar responde de forma significativa ao estresse hídrico, ocorrendo redução de alguns índices biométricos e quantitativos como o IAF, acúmulo de biomassa e rendimento em sacarose da ordem de 26%.

Segundo Larcher (1995), um período de déficit hídrico, por mais curto que seja, pode dar início a um processo de senescência prematura das folhas – causado pela síntese de ácido abscísico e etileno – como forma de diminuir a evapotranspiração.

Estudando o crescimento e o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, Blackburn & Glasziou (1984), concluíram que o suprimento de água adequado se situa em torno de 1200mm/ano. Segundo Doorenbos & Kassan (1979), a cultura da cana-de-açúcar tem uma necessidade hídrica variando 1.500 a 2.500mm por ciclo vegetativo. Nas áreas canavieiras brasileiras a precipitação total anual é em torno de 1.100 a 1.500mm/ano, segundo Alfonsin *et al.* (1987).

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

Matioli *et al.* (1998), empregando uma função que relaciona produção com consumo de água, na região de Ribeirão Preto-SP, durante o primeiro estágio de desenvolvimento da cultura (estabelecimento mais vegetativo inicial), com lâmina mensal de até 30mm, verificaram que a irrigação complementar proporcionou um aumento de produtividade em até 30,4 t/ha para as socas de início até meados de safra (maio a julho), enquanto que para as socas de fim de safra (setembro a novembro), o aumento de produtividade foi bastante reduzido, em torno de 3,2 a 8,4 t/ha.

Rojas (1998) desenvolveu um modelo agrometeorológico para a estimativa dos efeitos da deficiência hídrica na produtividade agro-industrial da cana-de-açúcar. Através deste modelo pode-se estimar satisfatoriamente a produtividade agro-industrial da cana-de-açúcar, tanto em condições irrigadas como de não irrigadas em função das condições hídricas do solo, podendo ser utilizado dados reais ou médias climáticas, com possibilidade de estimar a produtividade, quatro meses antes da colheita.

2.6 Parâmetros Tecnológicos

O rendimento em açúcar depende da tonelagem de cana, do teor de açúcar e de sua qualidade. A tonelagem de cana-de-açúcar na colheita pode variar entre 50 a 150 t/ha, ou mais, dependendo especialmente da duração do período vegetativo total e do tipo do cultivo (principal ou soca) e para obter rendimentos elevados é essencial uma temporada longa de crescimento (Doorenbos & Kassan, 1979).

A verificação do rendimento é feita através da determinação dos parâmetros tecnológicos, especialmente o BRIX (Teor de Sólidos Solúveis), POL (Teor de Sacarose), PZA (Pureza do Caldo) FIBRA e PCC (percentagem de açúcar bruto), sendo possível a partir do conhecimento destas propriedades estabelecer critérios para comercialização da cana.

A determinação destes parâmetros é realizada a partir do caldo da cana-de-açúcar, que é extraído com prensa hidráulica automática, à pressão de 250 kg/cm^2 , durante o tempo de 1 (um) minuto. Na determinação da POL, o caldo deve ser clarificado com acetato de chumbo, na proporção de 1,5g/100ml. Quando o caldo não é clarificado, deve-se adotar para a Pureza um valor de 65% (CRSTPCTS-PB, 1997).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área Experimental

O trabalho foi desenvolvido na Usina Miriri, localizada na Fazenda Capim II no município de Capim-PB, que desenvolve a cultura de cana-de-açúcar em uma área de 600 hectares. A Fazenda Capim II está geograficamente localizada na latitude 6° 56' e longitude 35° 07', dentro de uma região bastante propícia ao cultivo desta cultura, com uma altitude de 100m e temperatura média de 28°C.

De acordo com a classificação de Koeppen, o clima predominante na região da Fazenda é classificado como As', ou seja, quente e úmido, com chuva de outono-inverno e um período de estiagem de 5 a 6 meses. A época chuvosa tem seu início no mês de fevereiro, em função da duração da estiagem, e se prolonga até julho ou agosto, ocorrendo mais chuvas nos meses de junho e julho. 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).

A precipitação média anual da Zona da Mata paraibana, tomando como referência os municípios de Santa Rita, Mamanguape e Rio Tinto, é em torno de 1.500mm (Hargreaves,1973). Observa-se que este valor representa o mínimo exigido pela cultura. A análise da precipitação anual através dos estudos de Hargreaves (1973), concluiu que a precipitação esperada nesses municípios, ao nível de 75% de probabilidade, é igual ou maior que 1.100mm. Deduz-se então que o valor da precipitação anual esperada representa apenas dois terços do mínimo exigido pela cultura. Considerando que as chuvas se concentram com maior intensidade nos meses de março a agosto e o balanço hídrico para uma chuva mensal esperada ao nível de 75% de probabilidade e, tomando-se ainda como referência a evapotranspiração segundo Hargreaves (1974) e o coeficiente de cultivo igual a 1(um), constata-se que só nos meses de abril, maio, junho e julho, a precipitação provável supera a evapotranspiração.

O estudo do solo da Fazenda verificou a predominância de Latossolo Vermelho Amarelo, fragipan de textura média, associado a um Latossolo vermelho-amarelo e Latossólico de textura média (Argissolo Crômico, Embrapa,1999). A Tabela 1 apresenta as características físico-hídricas do solo da Fazenda.

TABELA 1 – Características físico-hídricas do solo da área experimental, obtidas segundo metodologia da Embrapa (1999).

Propriedades	Profundidade (cm)				
	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
1. Granulom.					
Areia	54,14	60,15	47,09	30,06	31,56
Silte	6,01	4,01	7,02	20,04	15,15
Argila	39,85	35,84	45,89	49,90	53,29
	Argilo	Argilo	Argilo		
Textura	Arenoso	Arenoso	Arenoso	Argila	Argila
2. Densidade					
(g/cm ³)	1,65	1,63	1,65	1,72	1,66
3. Densidade					
Real(g/cm ³)	2,64	2,78	2,74	2,70	2,77
4. Porosidade					
(%)	37,5	41,36	39,78	36,29	40,07
5. Umidade					
Natural(%)	1,11	1,11	1,37	1,37	1,52
6. Umidade%					
0,33atm	10,59	11,19	17,74	17,09	20,36
15,00atm	7,83	8,48	13,03	12,80	15,22
7. Água					
Disponível	2,76	2,71	4,71	4,29	5,14

Fonte : Farias,2001

3.2 Tratamentos

Os tratamentos constituíram-se de duas Variedades de cultivares (SP 791011 e SP 716949), três lâminas de irrigação, cinco épocas de amostragem, com quatro repetições. O arranjo experimental foi realizado através de uma análise fatorial do tipo 2x3x5 (2 variedades, 3 lâminas e 5 épocas de amostragem), com 30 diferentes combinações. Na análise dos dados, usou-se o software Assistat, versão 6.2 Beta-2000, do prof. Francisco de Assis Silva, da UFCG. Os três níveis de irrigação aplicados foram respectivamente de 13,8mm; 27,5mm e 41,3mm assim denominados:

W_1 – lâmina 1 (13,8mm de irrigação)

W_2 - lâmina 2 (27,5mm de irrigação) – usada na Fazenda

W_3 - lâmina 3 (41,3mm de irrigação)

As cinco épocas de amostragem foram 218, 246, 288, 320 e 390 dias após o plantio, que foi feito em setembro de 2000, com linhas no sentido sudeste, onde foram semeados rebolos de aproximadamente 45cm com 6 (seis) gemas cada. Os rebolos foram dispostos em linhas, com as pontas cruzadas no fundo do sulco, a uma profundidade de 30cm com espaçamento entre fileiras de 1,20m. A cana de açúcar foi irrigada com turno de rega de 12 dias, através de um sistema de pivô central, alimentado por uma extensão de 9km de canal, abastecidos por um manancial com uma capacidade de 5.000.000 de metros cúbicos de água. O experimento foi instalado na base 5(cinco) do pivô 2(dois), conforme Figuras 2 e 3.

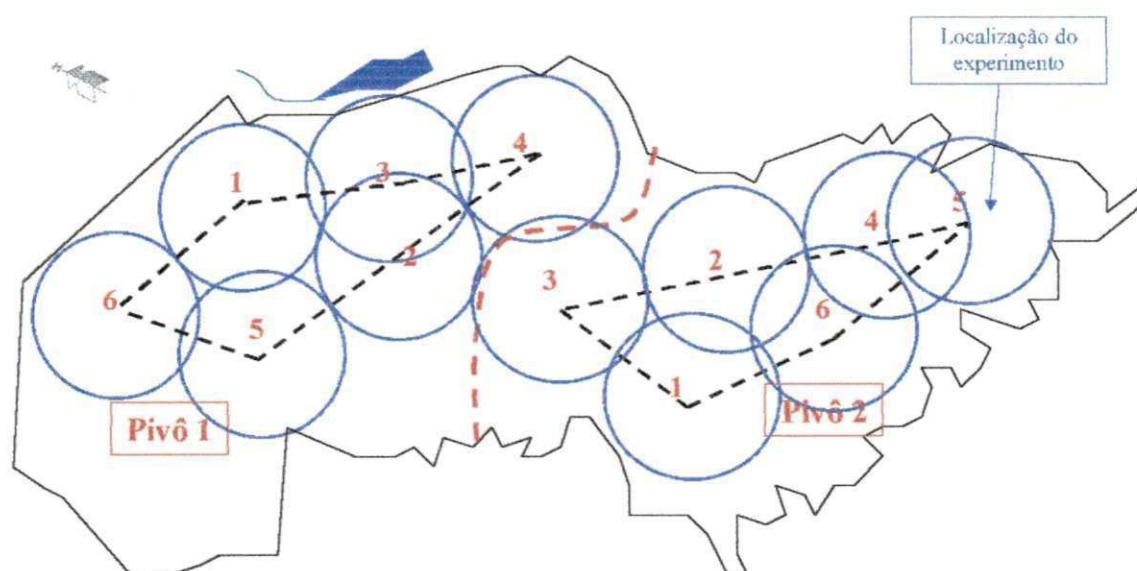


Figura 2: Localização do Experimento. Área irrigada da Fazenda Capim, Município de Capim, PB, localização das bases dos pivôs. Área total da fazenda 780,7 ha.

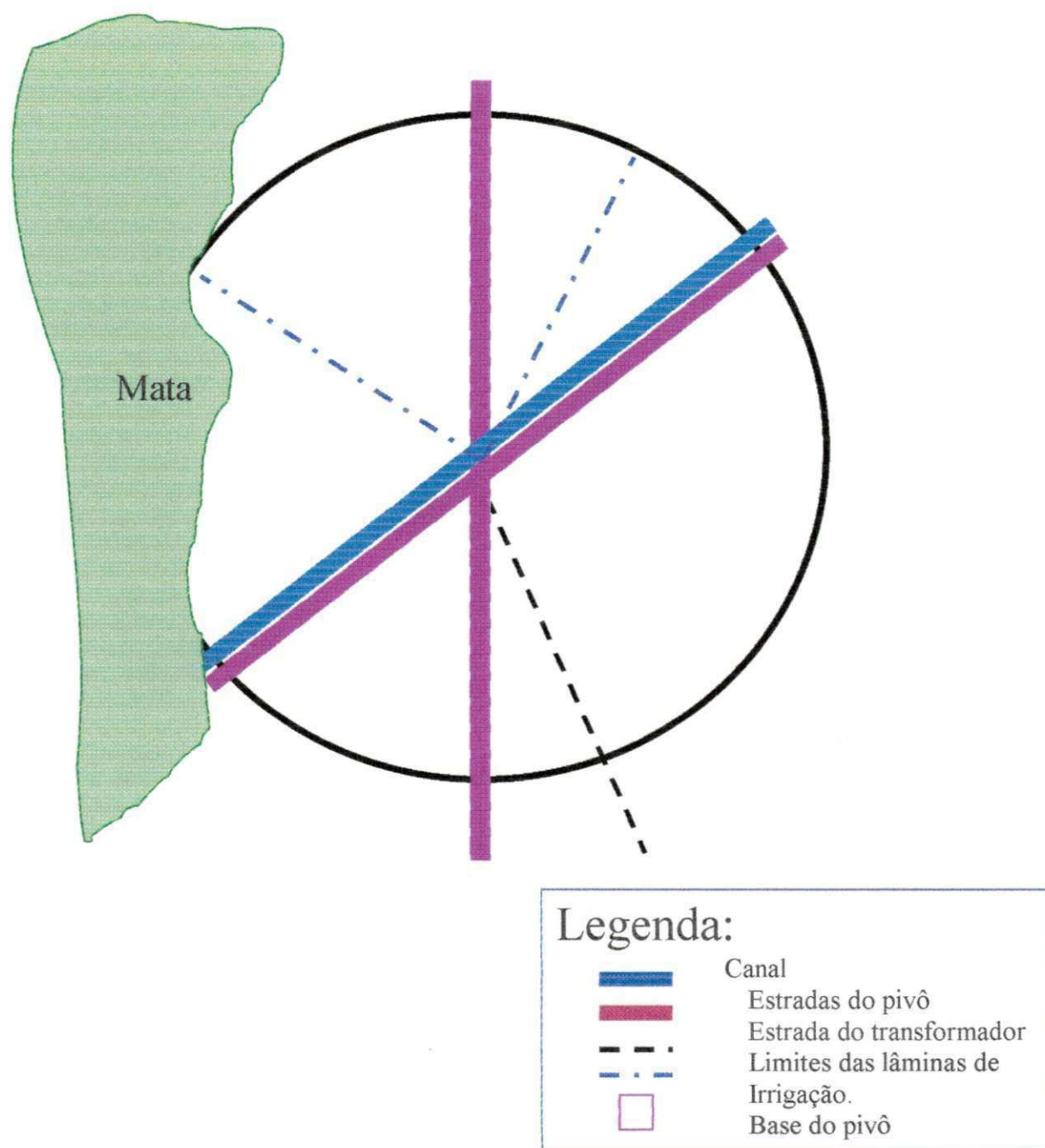


Figura 3 – Instalação do Experimento

3.3 Coleta da Amostra

A amostra do tipo destrutiva foi obtida da seguinte forma:

a) Escolheu-se aleatoriamente uma fileira de planta dentro da parcela irrigada pela lâmina W_i ;

b) Na fileira escolhida mediu-se 5m de extensão e determinou-se a quantidade de perfilhos;

c) No ponto central da fileira (2,5m), colheu-se uma amostra do perfilhamento com no mínimo 8(oito) plantas, sendo o corte feito ao nível do solo;

d) Mediante sorteio, escolheu-se 4 (quatro) plantas, que foram estudadas no laboratório da UFCG, onde se determinou o comprimento, o número de Internódios, o diâmetro do colmo, o comprimento da folha, o número de folhas, a área foliar, a matéria verde e seca dos colmos, das folhas e bainhas e ainda, a matéria seca total da planta.

e) As 4 (quatro) plantas restantes foram encaminhadas ao laboratório da Usina Miriri, para a determinação dos seguintes parâmetros tecnológicos: BRIX (Teor de Sólidos Solúveis), POL (Teor de Sacarose), PZA (Pureza do caldo), FIBRA e PCC (percentagem de cana bruta).

3.4 Ensaio de Laboratório

3.4.1 Área Foliar

Para a determinação da área foliar foi usado o método das áreas conhecidas de lâminas, utilizando furadores cilíndricos para obter amostras de áreas conhecidas (área da superfície do cilindro). Extraíam-se então discos de folhas em maior número possível e de várias partes da folha, sendo acondicionados em sacos de papel e levados à estufa de aeração forçada e seca até peso constante. O resíduo das folhas usadas para obtenção das amostras e aquelas que não foram usadas são também acondicionadas em sacos e secas em estufa (Benincasa,1988).

Para analisar o desenvolvimento e o crescimento, tendo como referência a área foliar, procedeu-se o relacionamento entre as áreas de círculos perfurados e o respectivo peso da massa seca, com o peso da matéria seca do restante da folha, determinando-se desta forma a área foliar de cada folha fotossinteticamente ativa. A coleta das amostras representativas foi feita utilizando-se cilindros perfurados com diâmetro de 20mm.

A estimativa da área das folhas é feita a partir das relações entre a matéria seca dos discos (Msd), a área total dos discos – soma das áreas de todos os discos (ad) e a matéria total seca das folhas amostradas – MSF (folhas usadas, folhas não usadas e dos discos).

$$\begin{array}{l} \text{Msd} \text{ ----- } \text{ad} \\ \text{MSF} \text{ ----- } \text{AF} \end{array}$$

$$AF = MSF * \frac{ad}{Msd} \quad [\text{eq. 1}]$$

A área foliar total de uma amostragem com muitas plantas pode ser determinada a partir de medidas de uma amostra. Determina-se a área foliar destas folhas (Afm) que serão levadas à secagem até peso constante (Msfm). As demais folhas serão também secas até peso constante (Msf). A área foliar total (AF) será estimada a partir da relação:

$$\begin{array}{l} \text{Afm} \text{ ----- } \text{ad} \\ \text{AF} \text{ ----- } \text{MSF} \end{array}$$

$$AF = Afm * \frac{MSF}{Msfm} \quad [\text{eq. 2}]$$

3.4.2 Matéria Seca Total

Com o intuito de verificar a produção das gemas e o rendimento da cultura ao final do ciclo, realizou-se a contagem de perfilhos por touceira em cada visita, aferindo-se dados físicos da cultura, como: altura ou comprimento do colmo, número de folhas por planta (folhas fotossinteticamente ativas), número de internódios por colmo, diâmetro do colmo, matéria verde e seca do colmo.

A matéria seca das plantas foi determinada secando as amostras em estufa forçada a 65°C durante 10 dias. O peso da matéria seca total foi obtido pela soma dos pesos das folhas, dos colmos e das bainhas.

3.5 Parâmetros Tecnológicos

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

3.5.1 Teor de Sólidos Solúveis ou BRIX (%)

O BRIX foi determinado 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 fundamenta-se 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:

$$I_r = \frac{\text{sen}(i)}{\text{sen}(r)} \quad [\text{eq. 3}]$$

Onde:

I_r é o Brix ou teor de sólidos solúveis

$\text{Sen}(i)$ é o seno do ângulo de incidência

$\text{Sen}(r)$ é o seno do ângulo de refração

3.5.2 Teor de Sacarose ou POL (%)

O teor de sacarose foi determinado utilizando-se um aparelho denominado sacarímetro automático do tipo ACATEC[®], modelo DAS 2500. O funcionamento dos sacarímetros é baseado em princípios físicos, tomando como base as propriedades da luz e sua natureza ondulatória, determinando 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.

$$C = \frac{100 * \alpha}{l * \alpha^T * \gamma} \quad [\text{eq. 4}]$$

Onde:

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 ajustar à temperatura do ambiente, utilizando-se a seguinte equação para a correção:

$$L_{corr} = L * [1 + 0,000255(T - 20)] \quad [\text{eq. 5}]$$

Onde:

L é a leitura no sacarímetro

T é a temperatura ambiente

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

3.5.3 Pureza do Caldo (PZA)

É determinado empiricamente, sendo calculado a partir da percentagem de sólidos solúveis totais no caldo extraído, após a determinação do POL e do BRIX. De acordo com Berding *et al.* (1991); Caldas (1998) e CRSPCTS/PB (1997), a Pureza é determinada pela expressão:

$$PZA = \frac{POL_{\%caldo}}{BRIX_{\%caldo}} \quad [\text{eq. 6}]$$

3.5.4 Fibra Industrial da Cana (%)

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

$$\%FI_{cana} = \frac{(100 * PS) * (PU * b)}{5 * (100 - b)} \quad [\text{eq. 7}]$$

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

3.5.5 PCC (Percentagem de Açúcar Bruto)

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

$$PCC = L_{corr} * (1 - 0,01 * FI) * c \quad [\text{eq. 8}]$$

Onde:

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

FI é a fibra industrial em % da cana

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

3.6 Índices Fisiológicos

3.6.1 Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

A Taxa de Crescimento Absoluto define a variação, ou o incremento entre duas amostragens, representando a quantidade de matéria seca acumulada em peso na unidade de tempo, em uma determinada área ($\text{g.cm}^{-2}.\text{dia}$). Na verdade a TCA indica a velocidade de crescimento, dando idéia da velocidade média de crescimento ao longo da observação. A equação que determina a taxa de crescimento absoluto foi citada por Watson (1947); Radford (1967); Hunt (1982); Benincasa (1988); Larcher (1995) com a seguinte forma:

$$TCA = \frac{\delta P}{\delta t} \Rightarrow TCA = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \quad [\text{eq. 9}]$$

Onde:

P_1 e P_2 representam o peso da matéria seca de duas amostragens sucessivas em t_1 e t_2 , respectivamente, medida em g/dia; g/semana ou g/mês.

3.6.2 Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

Todo o crescimento resultará da produção de material que seja capaz de atender o metabolismo do material já existente e ainda propiciar a capacidade de armazenar e/ou construir novo material estrutural. Então qualquer acréscimo de peso, altura ou área foliar ao longo de um determinado período, estará relacionado diretamente ao tamanho alcançado ao longo do período anterior. Assim a Taxa de Crescimento Relativo de uma planta é função do tamanho inicial, isto é, o aumento em gramas, no caso de matéria seca, está relacionado ao peso da matéria seca no instante em que começa o período de observação (Benincasa, 1988).

A TCR, portanto expressa a matéria seca acumulada por unidade de peso em um intervalo de tempo, em relação à matéria existente anteriormente. A TCR é expressa em $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$. A TCR é calculada pela equação abaixo, citada por Watson (1947); Radford (1967); Hunt (1982); Benincasa (1988); Larcher (1995) e Medeiros *et al.* (1990).

$$TCR = \frac{1}{P} * \frac{\delta P}{\delta t} \quad [\text{eq. 10}]$$

A fórmula clássica da TCR é:

$$TCR = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} \quad [\text{eq. 11}]$$

Onde:

P_1 e P_2 são duas amostragens em t_1 e t_2 respectivamente.

3.6.3 Índice de Área Foliar

O Índice de Área Foliar expressa a área foliar útil, sendo definido como a relação entre a área foliar total e área do solo sombreada pelas folhas, segundo Watson (1947). A equação que determina o Índice de Área Foliar criada por Watson é dada por:

$$IAF = \frac{AF}{AT}, \quad \text{m}^2.\text{m}^{-2}; \text{cm}^2.\text{cm}^{-2}; \text{dm}^2.\text{dm}^{-2} \text{ [eq. 12]}$$

Onde:

AF é a área foliar da cultura

AT é a área do terreno sombreada pela cultura.

3.6.4 Razão de Área Foliar

A Razão de Área Foliar é a área foliar útil para que se processe a fotossíntese e o crescimento da cultura, sendo uma componente morfofisiológica, pois é a razão entre a área foliar (área responsável pela interceptação de energia luminosa e dióxido de carbono) e a matéria seca total (resultado da fotossíntese), segundo Benincasa (1988). Na verdade, afirma ainda a autora, a RAF é a área foliar em dm^2 , que está sendo usada pela planta para produzir 1g de matéria seca.

A Razão de Área Foliar é constituída de dois elementos: a área foliar específica (AFE) e a razão de peso de folha (RPF), de acordo com Benincasa (1988). A área foliar específica relaciona a superfície da folha como peso da matéria seca da própria folha; enquanto que a razão de peso da folha representa a relação entre o peso de matéria seca das folhas e o peso da matéria seca acumulada em toda a planta. Benincasa (1988), representou matematicamente a razão de área foliar da seguinte maneira:

$$RAF = AFE * RPF \quad [\text{eq. 13}]$$

Onde:

AFE é a área foliar específica

RPF é a razão de peso de folha

Segundo a autora, a Razão de Área Foliar pode também ser expressa pela relação entre a área foliar e o peso da matéria seca total da cultura em um dado instante, pela equação:

$$RAF = \frac{AF}{MSt} \quad \text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1} \quad [\text{eq. 14}]$$

Onde:

AF é a área foliar

MSt é a matéria seca total

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Colmos

4.1.1 Número de Plantas (Perfilhamento)

A formação de perfilhos ocorreu com mais frequência na Variedade SP 791011, independente da lâmina e, a mortandade foi mais evidente na Variedade SP 716949 (em torno de 20%). A Variedade SP 791011 desenvolveu mais perfilhos quando submetida ao tratamento com a lâmina W₂ e a Variedade SP 716949 sob a aplicação da lâmina W₃ (Figura 4).

Em todas as lâminas aplicadas constatou-se que ocorreu uma redução da densidade populacional para ambas as Variedades ao longo do período estudado. Este fenômeno pode ser explicado a partir das experiências de Thompson & Du Toit (1965), Gosnell (1968) e Machado (1981), que concluíram em suas pesquisas que o crescimento do perfilhamento ocorre nos primeiros dias após o plantio, sendo crescente e diminui a partir dos 60 dias após o plantio, chegando a se estabilizar em torno dos 100 dias após o plantio. O crescimento da densidade populacional provocando maior cobertura vegetal e maior sombreamento, constitui-se um fator que provoca a mortandade de perfilhos e o não surgimento de novos. Também o fato da nossa pesquisa ter-se iniciado a partir dos 218 dias após o plantio pode justificar esta redução.

Na aplicação da lâmina W₁, observou-se para ambas as variedades, que a densidade populacional ainda apresentou crescimento aos 246 dias após o plantio, contrariando os pesquisadores supramencionados. Este fato pode ser explicado em virtude do déficit hídrico que a planta experimentou no início do seu desenvolvimento.

A produtividade determinada foi de 83.330 colmos/ha. Azevedo (2002), em seu trabalho “Funções de Resposta da Cana-de-Açúcar a Níveis de Irrigação e Nitrogênio” desenvolvido nesta Fazenda, encontrou uma produtividade de 81.835 colmos/ha.

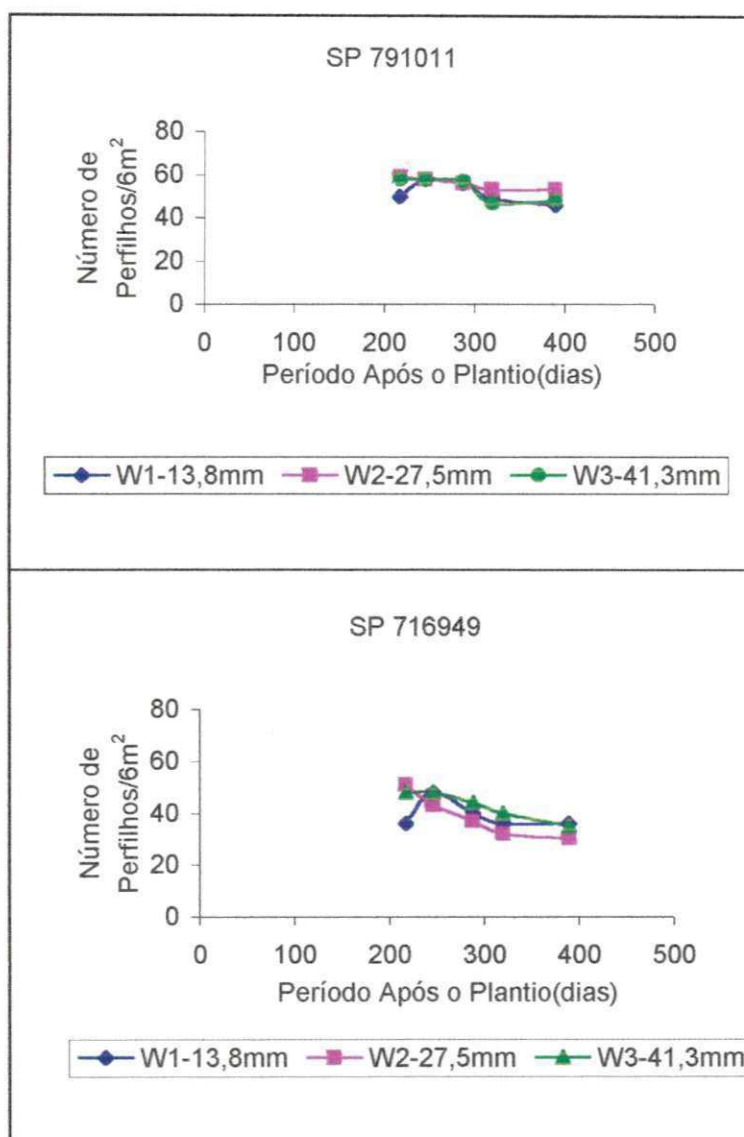


Figura 4 – Perfilamento nas duas Variedades

4.1.2 Comprimento da Planta

Durante o período do cultivo e no intervalo da pesquisa foi medido o comprimento das plantas, aplicando-se aos dados, tratamento estatístico, utilizando o Assistat, apresentado nas Tabelas 2 e 3, com o objetivo de verificar o comportamento do crescimento.

A partir dos dados obtidos na Tabela 2, constatou-se que a variedade da cultura, a lâmina aplicada e o período após o plantio, exerceram influência significativa em nível de 1% de

probabilidade, no comportamento do crescimento da planta. Verifica-se também que houve interação significativa entre a lâmina aplicada e o período após o plantio.

Analisando a Tabela 3, verificou-se que o comprimento médio da planta variou significativamente com a variedade da cultura, auferindo um valor de 207,5cm para a Variedade SP 791011 e 240,7cm para a Variedade SP 716949. A lâmina W_3 conferiu a maior taxa de comprimento médio para a cultura com 243,1cm, não havendo diferença significativa entre o comprimento proporcionado pelas lâminas W_1 e W_2 . O período após o plantio influenciou o comprimento da planta, mas, a partir dos 288 dias após o plantio as alterações não foram significativas.

Os resultados obtidos encontram-se dentro de um comportamento esperado, sendo inclusive coerente com a bibliografia estudada. Azevedo (2002) em trabalho desenvolvido nesta Fazenda, sobre produtividade da cana-de-açúcar encontrou um comprimento médio de 219cm, bem próximo aos 224,11cm determinado nesta pesquisa.

TABELA 2 - Análise de variância do comprimento da cultura.

Fonte de Variação.	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F
Variedade (F1)	1	33133,43	33133,43	61,10 **
Lâmina (F2)	2	22194,50	11097,250	20,47 **
Dias após o plantio (F3)	4	126271,16	31567,79	58,22 **
Int. F1xF2	2	393,77	196,88	0,36 ns
Int. F1xF3	4	1808,57	452,14	0,83 ns
Int. F2xF3	8	25609,84	3201,23	5,90 **
Int. F1xF2xF3	8	10729,40	1341,18	2,47 *
Resíduo	90	48801,83	542,24	
Total	119	268942,50		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

MG = 224,11 cm

CV = 10,39%

TABELA 3 - Comparação entre as médias do comprimento da cultura: a) em função das Variedades. b) em função das Lâminas. c) em função do Período Após o Plantio.

a)	
Variedades	Comprimento(cm)
SP 791011	207,50b
SP 716949	240,73a
b)	
Lâminas	Comprimento(cm)
W ₁	211,95b
W ₂	217,30b
W ₃	243,10a
c)	
Período Após o Plantio (dias)	Comprimento(cm)
218	172,75c
246	199,63b
288	241,50a
320	251,00a
390	255,71a

Obs. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si

A Figura 5 apresenta a variação do comprimento da planta ao longo do período estudado.

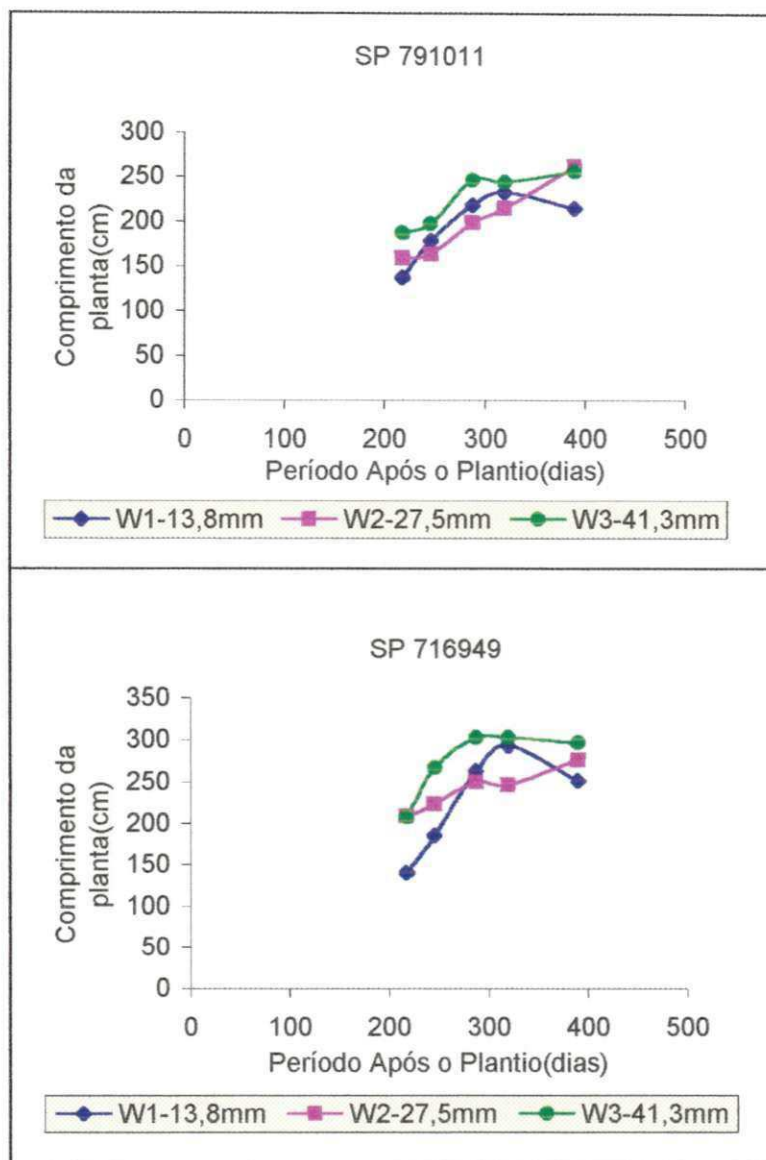


Figura 5 – Comprimento da planta nas duas Variedades

Analisando esta Figura, observa-se que as variedades apresentaram um comportamento conforme preceituado por Ferri (1985), com crescimento lento, depois intenso e finalmente estabilizado, chegando a decrescer como ocorreu no tratamento W_1 aos 390 dias após o plantio. Observa-se também que a lâmina W_3 propiciou a Variedade SP 716949 o comprimento máximo, cerca de 296cm e a lâmina W_1 a menor taxa de crescimento, no valor de 250cm. No caso da Variedade SP 791011, a lâmina W_3 proporcionou a cultura uma taxa de crescimento máximo de

256cm, a lâmina W₂ 262cm e a lâmina W₁ 214cm com a menor taxa de crescimento. A Variedade SP 716949 apresentou maior crescimento que a Variedade SP 791011.

4.1.3 Número de Internódios

A variação do número de internódios ao longo do período após o plantio foi crescente e significativo, sendo que a análise estatística aplicada aos dados, utilizando o Assistat, produziu os resultados demonstrados nas Tabelas 4 e 5.

TABELA 4 – Análise de variância do comportamento do número de Internódios.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio.	F
Variedade (F1)	1	140,83	140,83	30,84 **
Lâmina (F2)	2	31,52	15,76	3,45 *
Dias após o plantio (F3)	4	2955,88	738,97	161,82 **
Int. F1xF2	2	4,82	2,41	0,53 ns
Int. F1xF3	4	114,33	28,58	6,27 **
Int. F2xF3	8	41,23	5,15	1,13 ns
Int. F1xF2xF3	8	46,27	5,78	1,27 ns
Resíduo	90	411,00	4,57	
Total	119	3745,87		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

MG=18,53Int/planta

CV = 11,53%

TABELA 5 - Comparação entre as médias do comprimento da cultura: a)em função das Variedades.b)função das Lâminas. c)em função do Período Após o Plantio.

a)

Variedades	Número de Internódios/planta
SP 791011	17,45b
SP 716949	19,62a

b)

Lâminas	Número de Internódios por planta
W ₁	18,38ab
W ₂	19,23a
W ₃	18,00b

c)

Período Após o Plantio (dias)	Número de Internódios por planta
218	13,42d
246	16,25c
288	15,25c
320	20,42b
390	27,33a

Obs. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Analisando os dados da Tabela 4, observa-se que a Variedade e o período após o plantio exerceram influência significativa em nível de 1% de probabilidade, enquanto que a lâmina aplicada exerceu influência significativa em nível de 5% de probabilidade. Ocorreu também interação significativa entre a variedade e o período após o plantio.

Na Tabela 5 verifica-se que a Variedade SP 716949 alcançou na média o maior número de internódios, correspondente a 19,62 internódios por planta. A lâmina W₃ proporcionou a cultura um maior número de internódios, atingindo um valor médio de 19,23 int/planta.

O número médio de internódios da cultura foi de 18,53 por planta. Em suas pesquisas nesta Fazenda, Azevedo (2002), encontrou um valor correspondente a 23,2 internódios por planta.

A Figura 6 mostra a variação do número de internódios ao longo do período pesquisado.

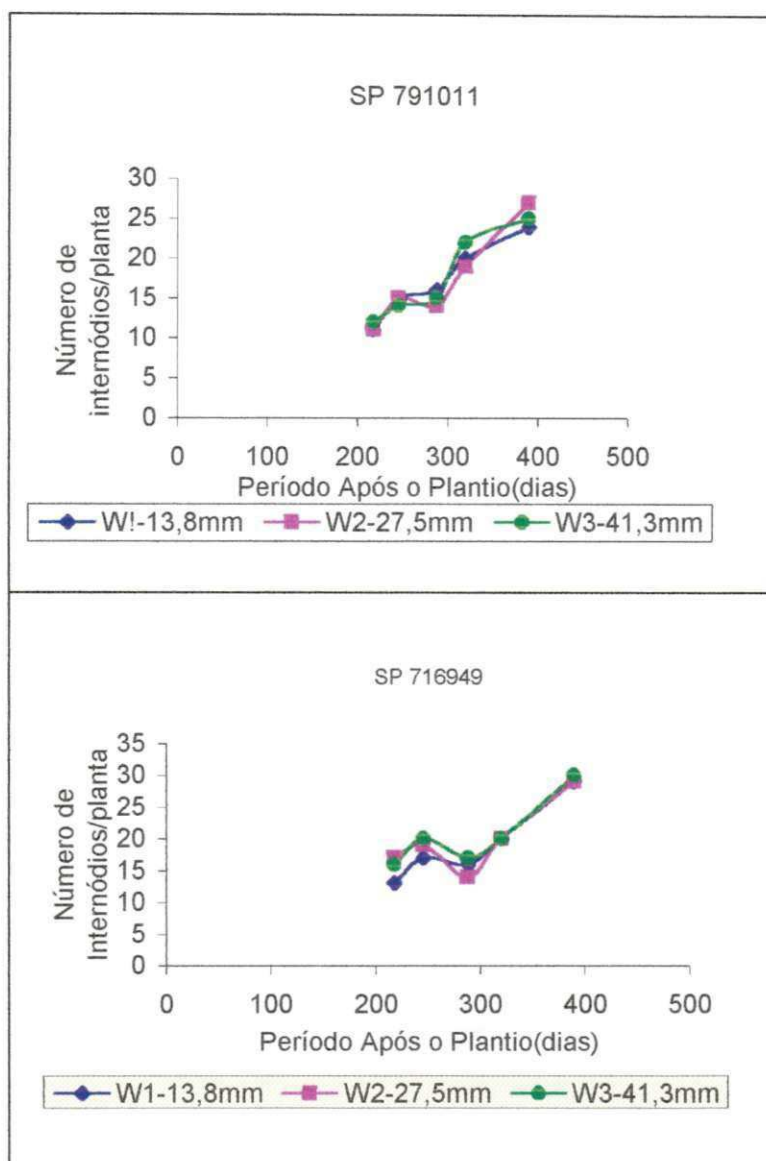


Figura 6 – Número de Internódios nas duas Variedades

Pela análise da Figura pode-se verificar que a Variedade SP 716949 experimentou um maior desenvolvimento de internódios chegando a um valor máximo de 30 internódios por planta aos 390 dias após o plantio. Observa-se também que para ambas as variedades ocorreu uma redução de internódios aos 288 dias após o plantio. Este resultado pode ser explicado pelo fato do nosso trabalho ter sido desenvolvido a partir de amostras representativas do tipo destrutiva, o que ocasionou uma variabilidade acentuada nas amostras colhidas.

Na Variedade SP 791011, a lâmina W₂ deu a planta um maior rendimento em crescimento do número de internódios (27), já para a Variedade SP 716949 a lâmina W₃ apresentou melhor rendimento.

4.1.4 Matéria Verde dos Colmos

O estudo estatístico aplicando-se o Assistat, apresentou os resultados demonstrados nas Tabelas 6 e 7.

TABELA 6– Análise de Variância do comportamento da matéria verde dos colmos.

Fonte de Variação.	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F
Variedade (F1)	1	736177,63	736177,63	8,78 **
Lâmina (F2)	2	1668849,63	834424,81	9,95 **
Dias Após o				
Plantio (F3)	4	4589602,50	1147400,63	13,68 **
Int. F1xF2	2	12916,75	6458,38	0,08 ns
Int. F1xF3	4	295566,53	73891,63	0,88 ns
Int. F2xF3	8	437979,88	54747,48	0,65 ns
Int. F1xF2xF3	8	738058,25	92257,28	1,10 ns
Resíduo	90	7550072,50	83889,70	
Total	119	16029224,00		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

MG=945,08g

CV = 30,64%

TABELA 7 – Comparação entre as médias da matéria verde do colmo: a) em função das Variedades. b) em função das Lâminas. c) em função do Período após o Plantio.

a)	
Variedades	Matéria Verde do colmo(g)
SP 791011	866,75b
SP 716949	1023,40a

b)	
Lâminas	Matéria Verde do colmo(g)
W ₁	842,53b
W ₂	882,45b
W ₃	1110,25a

c)	
Período Após o Plantio (dias)	Matéria Verde do colmo (g)
218	714,71b
246	720,21b
288	986,71a
320	1138,96a
390	1164,80a

Obs. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Avaliando os dados das Tabelas, constatou-se que o comportamento da matéria verde do colmo variou significativamente com a Variedade, a lâmina e o período após o plantio em nível de 1% de probabilidade.

A Variedade SP 716949 apresentou na média maior rendimento em matéria verde, atingindo um valor de 1.023,4g , superior ao obtido na Variedade SP 791011 (866,75g).

A lâmina W₃ proporcionou em média, um maior rendimento em matéria verde para a cultura, equivalente a 1.110,25g , não ocorrendo diferença significativa entre o rendimento proporcionado pelas lâminas W₁ e W₂.

O período após o plantio proporcionou a cultura um ganho crescente de matéria verde até os 320 dias após o plantio, quando começou a apresentar queda na produção de matéria orgânica, conforme explica Ferri (1985).

O peso médio da matéria verde do colmo foi de 0,945kg , levando a uma produção média de 78,75 t/ha. Em sua pesquisa nesta Fazenda, Azevedo (2002) encontrou uma produtividade de matéria verde do colmo correspondente a 77,44 t/ha para um peso médio de 0,917kg/planta.

Ao longo do período estudado os colmos experimentaram um aumento da matéria verde, apresentando variações bastante significativas, conforme demonstrado na Figura 7.

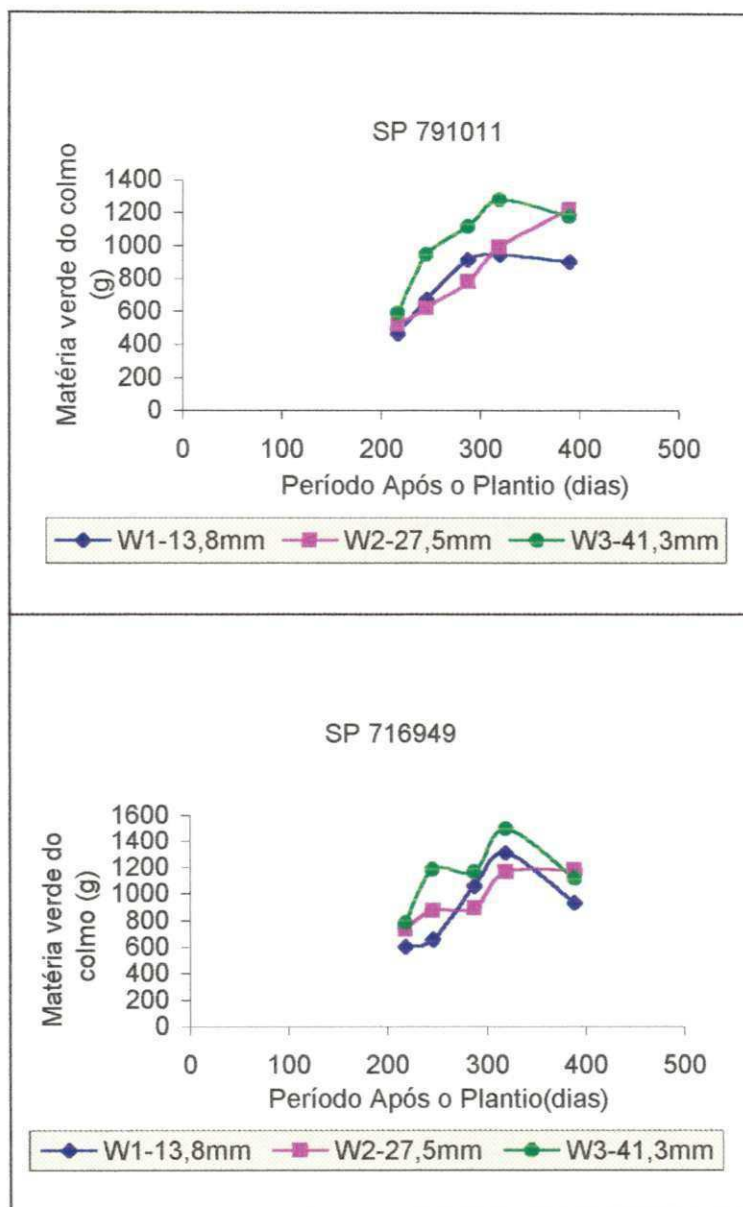


Figura 7 – Matéria Verde dos Colmos nas duas Variedades

Da análise da Figura, verifica-se que o aumento da matéria verde do colmo foi mais significativo no tratamento com a lâmina W₃, apresentando um rendimento máximo de 1.495g.

Observa-se também que a Variedade SP 716949 foi a que adquiriu ao longo do período estudado maior massa de matéria verde.

4.1.5 Matéria Seca dos Colmos

Como era de se esperar a matéria seca do colmo acompanhou o mesmo comportamento da matéria verde. O tratamento estatístico dos dados, aplicando o Assistat, está apresentado nas Tabelas 8 e 9.

Analisando a Tabela 8 constatamos que a variedade influenciou significativamente o rendimento da matéria seca do colmo ao nível de 1% de probabilidade, enquanto, que a lâmina aplicada e o período após o plantio influenciaram significativamente ao nível de 5% de probabilidade.

Pela análise da Tabela 9, pode-se constatar que a matéria seca do colmo foi maior para a Variedade SP 716949, que apresentou um rendimento médio de 276,88g. A lâmina W₃ foi a que proporcionou a cultura, em média, o maior rendimento em matéria seca do colmo, correspondente a 307,98g. Comparando as lâminas W₁ e W₂ percebemos que elas não apresentaram diferença significativa na produção de matéria seca do colmo.

A partir dos 320 dias após o plantio o crescimento da matéria seca do colmo não foi mais significativo, apesar de continuar crescendo, explicado por Ferri (1985) quando afirma que a partir de um certo estágio de crescimento a cultura começa a apresentar decréscimo na produção de matéria seca.

O peso médio da matéria seca do colmo foi de 0,275 kg/planta. Farias (2001) em seu trabalho “Desenvolvimento Morfofisiológico da Cana-de-Açúcar em Regime Irrigado e de Sequeiro na Zona da Mata Paraibana”, desenvolvido nesta mesma Fazenda, encontrou para a matéria seca um valor correspondente a 0,280 kg/planta.

A Figura 8 ilustra a variação da matéria seca dos colmos e pela análise observa-se que o tratamento com a lâmina W₃, em relação às demais lâminas, confere a cultura um maior rendimento em matéria seca para todas as Variedades e a lâmina W₁ o menor rendimento. A Variedade SP 716949 foi a que apresentou maior rendimento em matéria seca, equivalente a 516g.

TABELA 8 – Análise de Variância do comportamento da matéria seca dos colmos.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F
Variedade (F1)	1	45889,07	45889,07	5,55 *
Lâmina (F2)	2	156197,59	78098,80	9,45 **
Dias Após o				
Plantio (F3)	4	1245600,63	311400,16	37,66 **
Int. F1xF2	2	2290,94	1145,47	0,14 ns
Int. F1xF3	4	32081,64	8020,41	0,97 ns
Int. F2xF3	8	85164,78	10645,60	1,29 ns
Int. F1xF2xF3	8	27,65	3456,21	0,42 ns
Resíduo	90	744100,63	8267,79	
Total	119	2338975,00		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

MG = 257,32g

CV = 35,34%

TABELA 9 – Comparação entre as médias do peso da matéria seca dos colmos: a) em função das Variedades. b) em função das Lâminas c) em função do Período após o Plantio.

a)

Variedades	Matéria Seca do Colmo(g)
SP 791011	237,76b
SP 716949	276,88a

b)

Lâminas	Matéria Seca do Colmo(g)
W ₁	226,75b
W ₂	237,23c
W ₃	307,98b

c)

Período Após o Plantio (dias)	Matéria Seca do colmo(g)
218	141,81c
246	169,24bc
288	218,79b
320	377,04a
390	379,72a

Obs. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

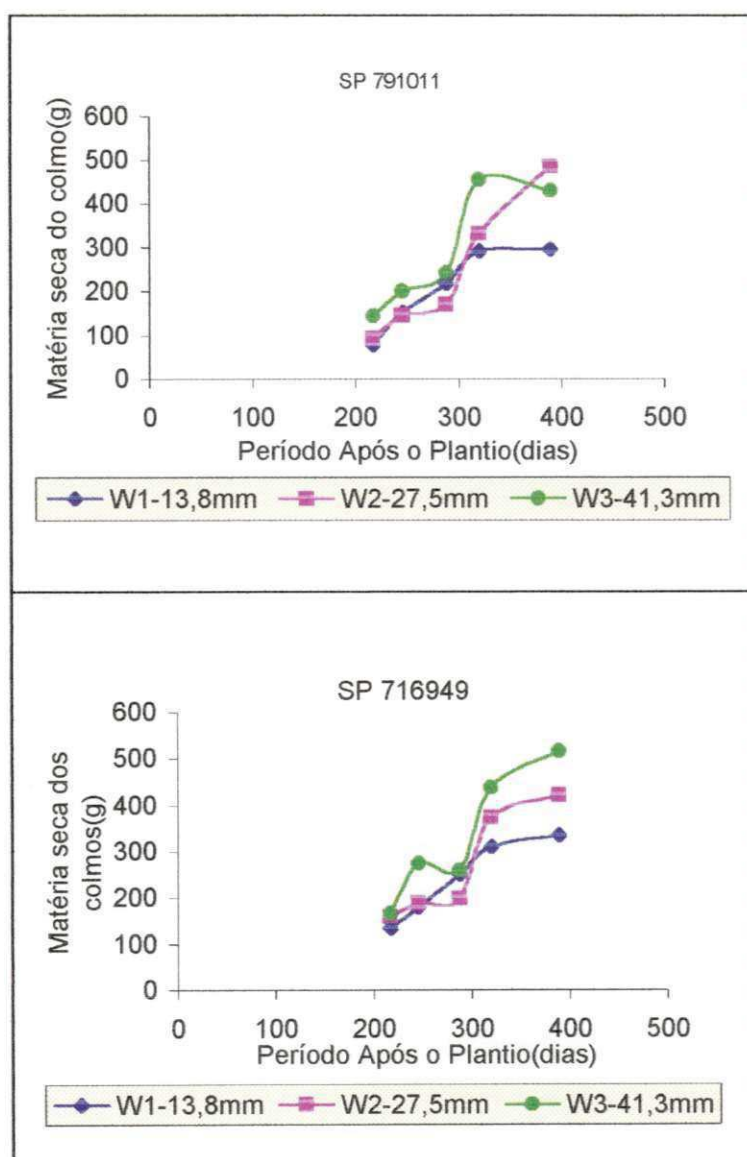


Figura 8 – Matéria Seca dos Colmos nas duas Variedades

4.1.6 Diâmetro dos Colmos

O diâmetro dos Colmos apresentou ao longo do período pesquisado uma variação pouco significativa. A análise estatística apresentou os resultados demonstrados nas Tabelas 10 e 11.

TABELA 10– Análise de Variância do comportamento do diâmetro dos colmos.

Fonte de Variação.	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F
Variedades (F1)	1	24,02	24,02	2,97 ns
Lâmina (F2)	2	37,33	18,66	2,31 ns
Período Após o Plantio (F3)	4	93,72	23,43	2,90 *
Int. F1xF2	2	31,57	15,78	1,95 ns
Int. F1xF3	4	82,50	20,62	2,55 *
Int. F2xF3	8	71,80	8,98	1,11 ns
Int. F1xF2xF3	8	58,63	7,33	0,97 ns
Resíduo	90	727,14	8,08	
Total	119	1126,71		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

MG = 23,49mm

CV = 12,10%

TABELA 11 – Comparação entre as médias do diâmetro do colmo: a) em função das Variedades. b) em função das Lâminas. c) em função do Período após o Plantio.

a)

Variedades	Diâmetro do Colmo(mm)
SP 791011	23,04
SP 716949	23,94

b)

Lâminas	Diâmetro do Colmo(mm)
W1	22,92
W2	23,31
W3	24,25

c)

Período Após o Plantio (Dias)	Diâmetro do Colmo (mm)
218	24,64a
246	24,28ab
288	22,29b
320	22,78ab
390	23,49ab

Obs. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Analisando os dados da Tabela 10, observa-se que a Variedade e a lâmina aplicada não influenciaram o aumento do diâmetro do colmo e que o período após o plantio exerceu influência significativa ao nível de 5% de probabilidade. Observa-se também que houve interação significativa entre a variedade e o período após o plantio.

Avaliando a Tabela 11 verifica-se que a Variedade SP 716949 apresentou na média o maior diâmetro (23,94mm) se comparado com a Variedade SP 791011. A lâmina W₃ proporcionou a cultura o maior diâmetro, correspondente a 24,25mm, apesar da diferença para as lâminas W₁ e W₂ não ser muito significativa. Observa-se também que a partir dos 320 dias após o plantio o crescimento do diâmetro do colmo não é mais significativo.

O diâmetro médio do colmo para a cultura foi da ordem de 23,49 mm. Azevedo (2002) em pesquisa nesta Fazenda encontrou para os colmos um diâmetro médio equivalente a 23,45mm.

4.2 Folhas

4.2.1 Comprimento das Folhas

Na análise da variância do comprimento das folhas fotossinteticamente ativas, observou-se que a partir dos 320 dias após o plantio, ocorreu um processo de redução em ambas as variedades. A explicação para este fato deve-se ao aumento da densidade populacional da cultura, ocasionando grande cobertura vegetal, que dificulta a interação da folha com a luminosidade prejudicando a fotossíntese, além da variabilidade da amostragem, já que a amostra foi do tipo destrutiva e tomada a cada visita em pontos distintos.

Analisando os dados estatisticamente, aplicando o Assistat, encontrou-se os resultados apresentados nas Tabelas 12 e 13.

TABELA 12 – Análise de Variância do Comportamento do Comprimento das folhas.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F
Variedades (F1)	1	129,37	129,37	0,95 ns
Lâminas (F2)	2	2325,30	1162,65	8,55 **
Período Após o Plantio (F3)	4	3311,17	827,79	6,09 **
Int. F1xF2	2	39,43	19,72	0,15 ns
Int. F1xF3	4	2141,13	535,28	3,94 *
Int. F2xF3	8	2579,03	322,38	2,37 *
Int. F1xF2xF3	8	1232,92	154,11	1,13 ns
Resíduo	90	12237,40	135,97	
Total	119	23995,75		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

MG=138,65cm

CV = 8,41%

TABELA 13 - Comparação entre as médias do comprimento da folha: a) em função das Variedades. b) em função das Lâminas. c) em função do Período após o Plantio.

a)	
Variedades	Comprimento da Folha(cm)
A	139,69a
B	137,61a

b)	
Lâminas	Comprimento da Folha(cm)
W ₁	142,52a
W ₂	132,50b
W ₃	140,94a

c)	
Período Após o Plantio (dias)	Comprimento (cm)
218	129,51b
246	140,47a
288	142,04a
320	144,61a
390	136,62ab

Obs. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Analisando as Tabelas observa-se que a lâmina aplicada e o período após o plantio, exerceram influência significativa ao nível de 1% de probabilidade, sobre o comprimento da folha. Observou-se também que houve interação significativa entre os fatores variedade da cultura e o período após o plantio, assim como da lâmina aplicada e o período após o plantio.

A Variedade SP 791011 desenvolveu em média, folhas com maior comprimento, equivalente a 139,69cm em comparação com a Variedade SP 716949 (137,61). A lâmina W₃ conferiu na média um maior comprimento de folha, cerca de 140,94cm.

A Figura 9 apresenta a variação do comprimento da folha ao longo da pesquisa.

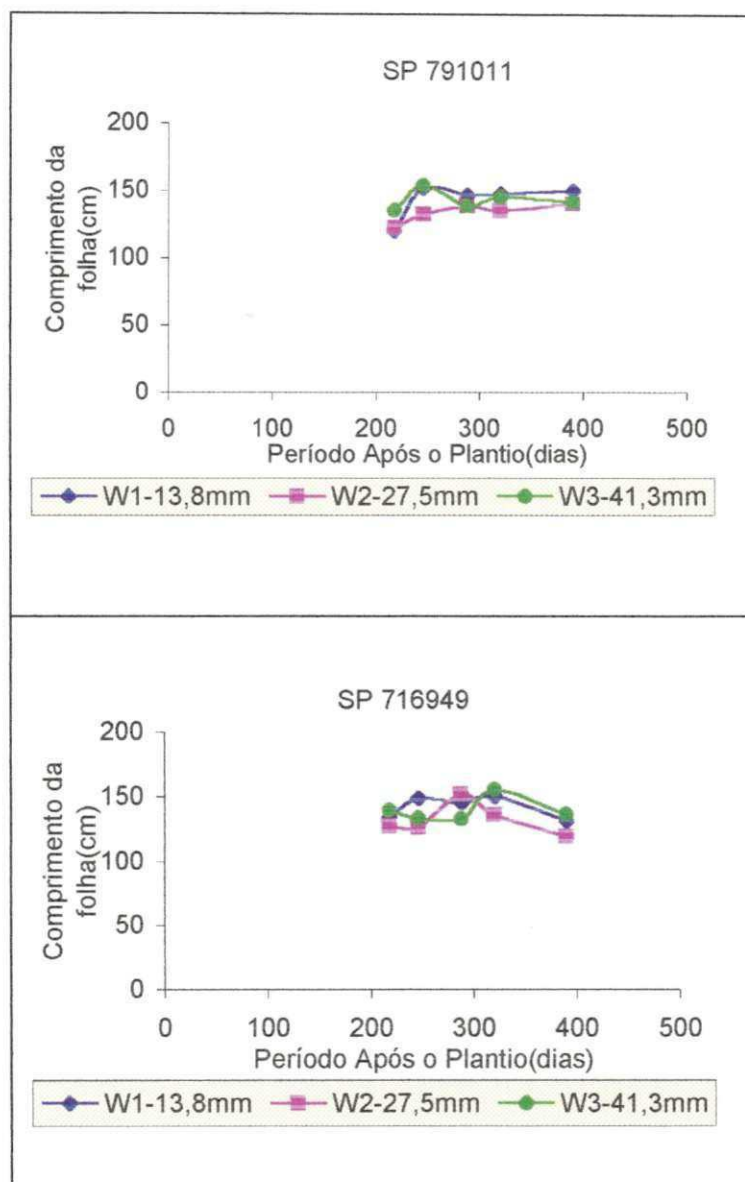


Figura 9 – Comprimento das Folhas nas duas Variedades

Da análise da Figura, observou-se que a lâmina W_3 proporcionou a cultura em todas as variedades maior comprimento de folha. Constata-se também que o comprimento da folha apresentou alternâncias ao longo do período, o que pode ser justificado pela forma como foi tomada a amostragem, pois se considerou apenas as folhas verdes (fotossinteticamente ativas) e a amostra representativa foi do tipo destrutiva, o que provocou uma grande variabilidade nos resultados, que está espelhando o comportamento de plantas submetidas a situações específicas.

A Variedade SP 716949 apresentou o maior comprimento de folha, correspondente a 155cm.

4.2.2 Número de folhas

Para a análise do comportamento do número de folhas, considerou-se na amostragem e no exame em laboratório apenas as folhas fotossintéticas ativas por plantas.

Considerando que a colheita de amostras de plantas para análise foi iniciada 218 dias após o plantio e que as amostras foram colhidas de forma aleatória, pode-se observar pequena variação no aparecimento de novas folhas, verificando-se, no entanto, já a partir dos 288 DAP, queda no número de folhas, para a Variedade SP 791011, independente do tratamento utilizado, e aos 320 dias após o plantio para a SP 716949. Esta queda deve-se a senescência das folhas, devido à falta de luminosidade provocada pelo aumento da cobertura vegetal. As Tabelas 14 e 15 são resultantes do estudo estatístico dos dados.

TABELA 14 - Análise de Variância do comportamento do número de folhas.

Fator de Variação.	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F
Variedades (F1)	1	4,03	4,03	2,05 ns
Lâmina (F2)	2	11,85	5,92	3,00 ns
Período Após o Plantio (F3)	4	31,13	7,78	3,95 **
Int. F1xF2	2	3,72	1,86	0,94 ns
Int. F1xF3	4	24,80	6,20	3,14 *
Int. F2xF3	8	10,32	1,29	0,65 ns
Int. F1xF2xF3	8	3,50	0,43	0,22 *
Resíduo	90	177,50	1,97	
Total	119	266,80		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

MG=7,90/planta

CV = 17,78%

TABELA 15 – Comparação entre as médias do número de folhas: a) em função das Variedades. b) em função das Lâminas. c) em função do Período após o Plantio.

a)	
Variedades	Número de Folhas por planta
SP 791011	7,72a
SP 716949	8,10a

b)	
Lâminas	Número de Folhas por planta
W ₁	7,80a
W ₂	7,58a
W ₃	8,33a

c)	
Período Após o Plantio (Dias)	Número de Folhas por planta
218	7,58ab
246	7,83ab
288	8,33a
320	8,58a
390	7,17b

Obs. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Na análise dos dados das Tabelas, verificou-se que o número de folhas foi influenciado pelo período após o plantio e que ocorreu interação significativa entre a variedade e a lâmina aplicada. A Variedade SP716949 apresentou na média um maior número de folhas. A lâmina W₃ proporcionou a cultura um maior número de folhas para a Variedade SP716949, enquanto que a lâmina W₁ deu a Variedade SP791011 uma maior quantidade de folhas.

A Figura 10 ilustra a variação de folhas para as duas variedades em função do período após o plantio.

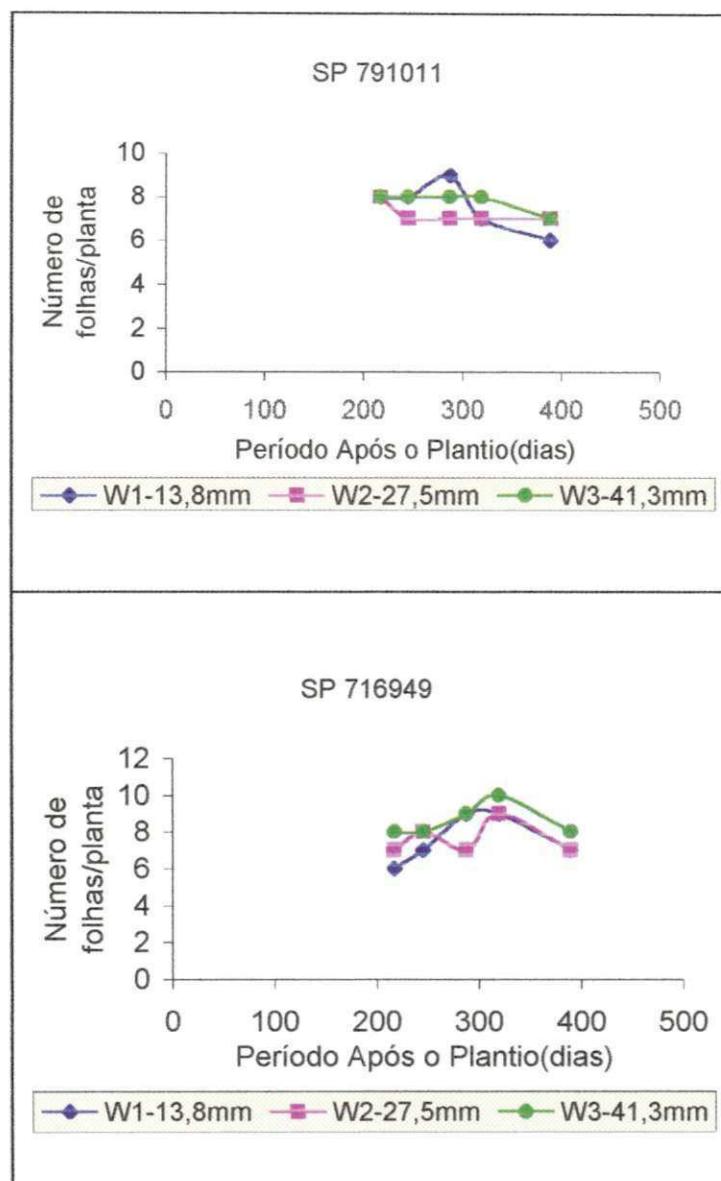


Figura 10 – Número de Folhas nas duas Variedades

Analisando a Figura observa-se que o número de folhas foi mais acentuado na Variedade SP 716949. A lâmina W_3 proporcionou a Variedade SP 716949 o maior número de folhas enquanto que na variedade SP 791011 a lâmina W_1 foi responsável pelo maior número de folhas. Observa-se também que aos 320 dias após o plantio o número de folhas diminuiu explicado na literatura (Benincasa, 1988), sendo atribuído ao aumento de cobertura vegetal que provoca o auto-sombreamento e a algumas folhas secam e morrem. Outra observação possível é que a cultura apresentou ao longo do período aumento do número de folhas, alternando com redução em alguns estádios. Este fato é justificado pela variabilidade da amostra coletada, haja vista

tratar-se de amostra do tipo destrutiva e as plantas foram colhidas aleatoriamente dentro da parcela a cada visita.

4.2.3 Área Foliar

O comportamento do crescimento da área foliar apresentou um nível significativo, atingindo um valor máximo aos 288 dias após o plantio, decrescente e se estabilizando aos 320 dias após o plantio..

Na análise utilizou-se o procedimento de relacionar áreas de círculos perfurados e o respectivo peso da massa seca com o peso da matéria seca do restante da folha.

As Tabelas 16 e 17 apresenta os resultados do estudo estatístico da área foliar da cultura.

TABELA 16 – Análise de Variância de comportamento da área foliar da cultura.

Fator de Variação	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F
Variedades (F1)	1	26,70	26,70	0,30 ns
Lâmina (F2)	2	1496,22	748,11	8,34 **
Período Após O				
pLantio (F3)	4	1338,20	334,55	3,73 **
Int. F1xF2	2	281,92	140,96	1,57 ns
Int. F1xF3	4	154,33	38,58	0,43 ns
Int. F2xF3	8	477,42	59,68	0,67 ns
Int. F1xF2xF3	8	347,78	43,47	0,48 ns
Resíduo	90	8075,33	89,73	
Total	119	12197,91		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

MG = 24,19dm²

CV = 39,17%

TABELA 17 – Comparação entre as médias da área foliar:a)em função das Variedades. b)em função das Lâminas. c)em função do Período após o Plantio.

a)	
Variedades	Área Foliar(dm ²)
A	24,66a
B	23,71b
b)	
Lâminas	Área Foliar(dm ²)
W ₁	28,02a
W ₂	19,50b
W ₃	25,04a
c)	
Período Após o Plantio (Dias)	Área Foliar (dm ²)
218	25,33a
246	26,59a
288	27,56a
320	25,72b
390	25,72b

Obs. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Da análise das Tabelas pode-se constatar que a área foliar foi influenciada de forma significativa pela lâmina aplicada e o período após o plantio. A Variedade SP 791011 apresentou maior área foliar que a Variedade SP 716949. A lâmina W₁ conferiu a cultura um maior ganho de área foliar. Observa-se também que a área foliar teve um comportamento crescente até os 288 dias após o plantio, decrescendo a partir deste estágio.

A Figura 11 demonstra a variação da área foliar em função da variedade.

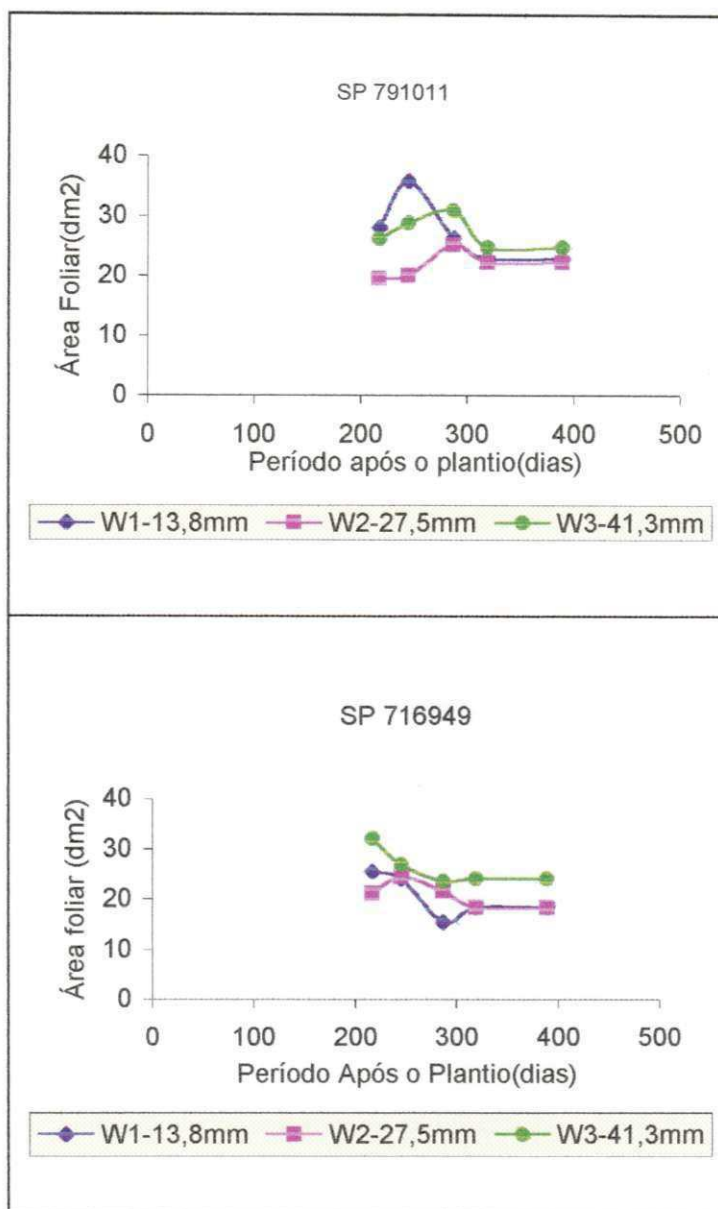


Figura 11 – Área Foliar nas duas Variedades

Analisando a Figura, observou-se que a Variedade SP 791011 obteve maior área foliar sendo seu valor máximo de $35,00 \text{ dm}^2$ (lâmina W_1) aos 246 dias após o plantio. Na Variedade SP 716949 o valor máximo foi obtido aos 218 dias, correspondente a $32,00 \text{ dm}^2$ (lâmina W_3). Verifica-se também que a área foliar para a Variedade SP 716949 usando a lâmina W_3 decresce em todo o período estudado, explicado por Leme *et al.* (1984) e Maclean *et al.* (1968), que concluíram que a área foliar de uma cultura de cana-de-açúcar pode apresentar um pronunciado decréscimo. Este fenômeno foi também observado para as demais lâminas a partir dos 288 dias após o plantio para a Variedade SP 791011 e 246 dias após o plantio para a Variedade SP 716949.

4.2.4 Índice de Área Foliar

O Índice de Área Foliar é determinado a partir da relação entre a Área Foliar Total e a área do solo disponível. Em nosso caso, a área do solo disponível corresponde ao produto do espaçamento entre as plantas ao longo das fileiras e o espaçamento entre as fileiras.

Geralmente o IAF ótimo ocorre nas primeiras fases do crescimento quando o auto-sombreamento é mínimo, pois à medida que a área foliar cresce, até atingir um valor a partir do qual o auto-sombreamento é prejudicial, aumentando número de folhas ou a superfície foliar, que são mantidas sob iluminação precária, diminui bastante a sua eficiência fotossintética.

A Figura 12 nos dá idéia da variação do Índice de Área Foliar nas variedades SP 791011 e SP 716949 respectivamente:

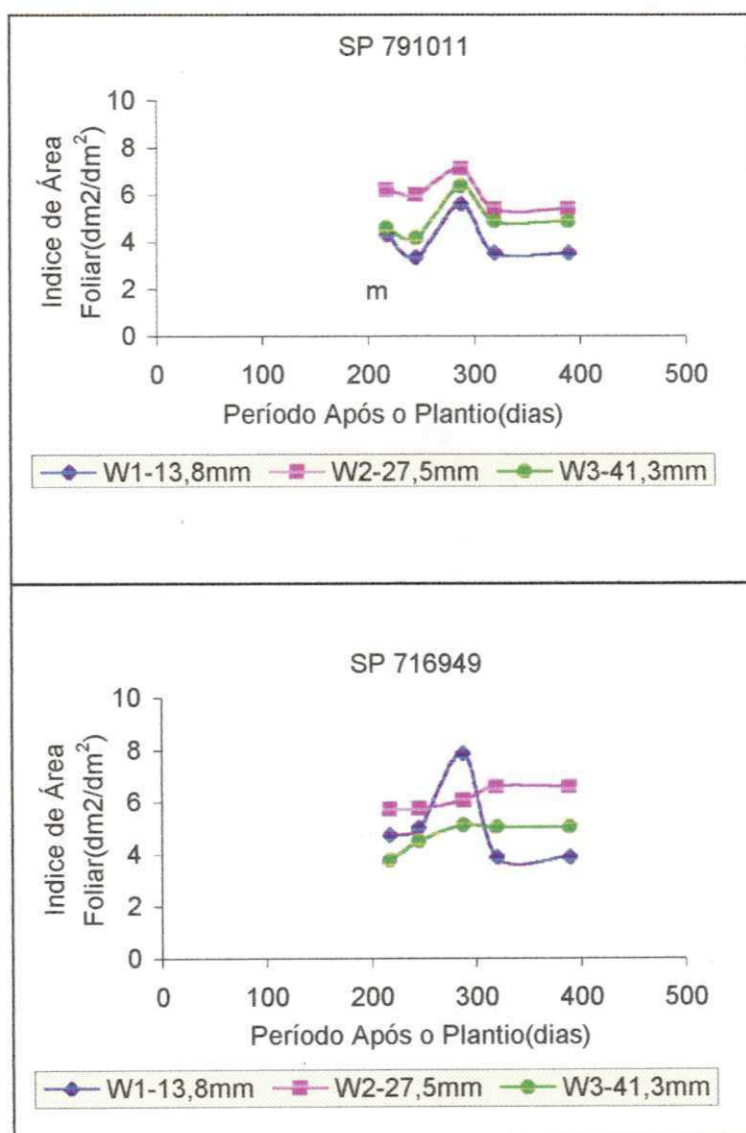


Figura 12 – Índice de Área Foliar nas duas Variedades

Procedendo a uma análise da Figura observa-se que a Variedade SP 716949 apresentou maior Índice de Área Foliar. Verifica-se também que o Índice de Área Foliar máximo para a Variedade SP 791011 foi obtido aos 288 dias após o plantio, aplicando-se a lâmina W_2 , atingindo o valor de $7,08 \text{ dm}^2/\text{dm}^2$. Já para a Variedade SP 716949 foi obtido aos 288 dias após o plantio, aplicando-se a lâmina W_1 , atingindo o valor de $7,86 \text{ dm}^2/\text{dm}^2$. Constatou-se também que a variabilidade da amostra induziu a quedas no Índice de Área Foliar a partir dos 288 dias após o plantio na Variedade SP 791011 em todos os tratamentos e para a lâmina W_1 na Variedade SP716949. Farias (2001) em pesquisa encontrou um índice de área foliar de $6,48 \text{ dm}^2/\text{dm}^2$.

4.2.5 Razão da Área Foliar

A Razão de Área Foliar (RAF) é a área foliar em dm^2 , que está sendo usada pela planta para produzir 1g de matéria seca. O comportamento da RAF em nosso estudo está representado na Figura 13 para as Variedades SP 791011 e SP 716949.

Da Figura podemos deduzir em ambas as variedades, que a RAF começa a cair, à medida que a planta cresce, explicado pelo fato de que com o crescimento, aumenta a interferência de folhas superiores sobre as folhas inferiores e a tendência é a área foliar útil diminuir a partir de certa fase. O aumento da cobertura vegetal provocando o auto-sombreamento nas folhas decorrente da redução da luminosidade pode trazer prejuízos à cultura, haja vista, que ela precisará de maior área foliar para produzir 1g de matéria seca.

Analisando a variação da Razão de Área Foliar a partir da Figura, observa-se que as Variedades SP 791011 e SP 716949, precisaram de menor área foliar para produzir 1g de matéria seca, quando submetida a lâmina W_2 . Aplicando a lâmina W_1 , a planta precisará de maior área foliar para produzir 1g de matéria seca em ambas as Variedades.

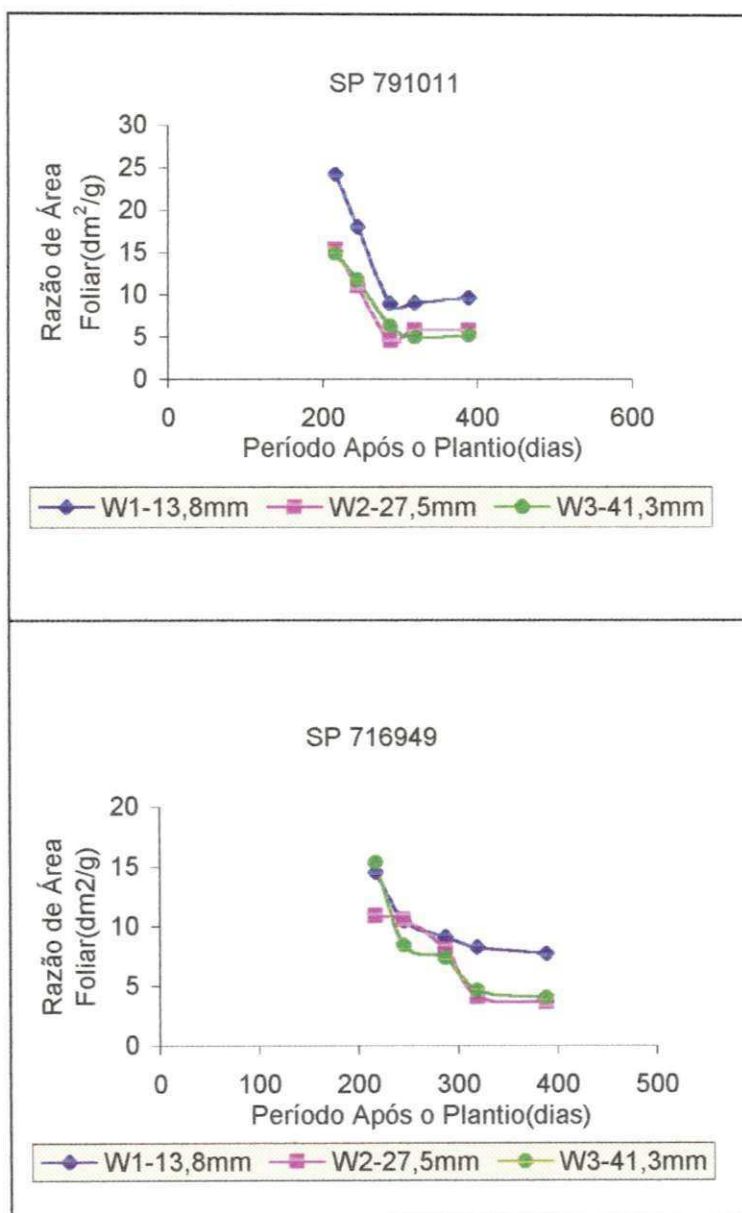


Figura 13 – Razão de Área Foliar nas duas Variedades.

4.3 – Matéria seca total

A matéria seca total da cultura foi obtida através do somatório da massa seca dos colmos, das folhas e bainhas das plantas. Ao longo do período estudado observou-se que a cultura foi acumulando matéria seca ocorrendo diferença significativa entre as Variedades.

O estudo estatístico do crescimento da matéria seca, feito através do Assistat é o apresentado através das Tabelas 18 e 19.

TABELA 18 – Análise de Variância do comportamento da matéria seca total da cultura.

Fator de Variação	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F
Fator 1 (F1)	1	68528,40	68528,40	7,85 **
Lâmina (F2)	2	171114,41	85557,20	9,84 **
Período Após o				
Plantio (F3)	4	1571468,00	392867,00	45,17 **
Int. F1xF2	2	2820,80	1410,40	0,16 ns
Int. F1xF3	4	27477,60	6869,40	0,79 ns
Int. F2xF3	8	104669,59	13083,70	1,50 ns
Int. F1xF2xF3	8	34688,20	4336,02	0,50 ns
Resíduo	90	782762,00	8697,36	
Total	119	2763259,00		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

MG = 312,94g

CV = 29,80%

TABELA 19 – Comparação entre as médias de matéria seca total da cultura: a) em função das Variedades. b) em função das Lâminas. c) em função do Período após o Plantio.

a)

Variedades	Matéria seca total (g)
SP 791011	289,09b
SP 716949	336,79a

b)	
Lâminas	Matéria seca total (g)
W ₁	280,74b
W ₂	292,15b
W ₃	365,94a

c)	
Período Após o Plantio (Dias)	Matéria seca total (g)
218	182,61c
246	213,50c
288	271,21b
320	450,23a
390	447,16a

Obs. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Na análise destes dados podemos observar que a Variedade, a lâmina aplicada e o período após o plantio, exerceram influência significativa ao nível de 1% de probabilidade, sobre a matéria seca total da cultura. Verifica-se também que em média a Variedade SP 716949 apresentou maior ganho de matéria seca, equivalente a 336,79g representando em torno de 20% a mais que o rendimento da Variedade SP 791011. A lâmina W₃ proporcionou a cultura um maior rendimento médio, em matéria seca, em ambas as variedades, o que atesta a influência significativa das lâminas.

A Figura 14 indica o comportamento da variação da matéria seca da cultura.

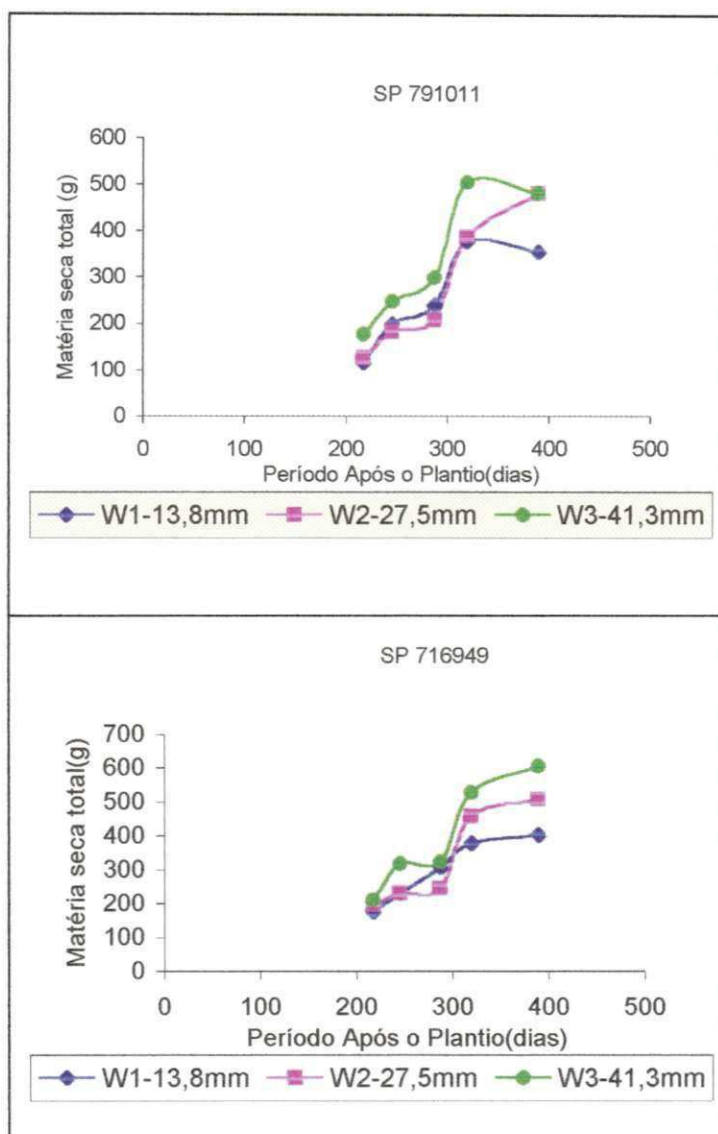


Figura 14 – Matéria Seca Total nas duas Variedades

Analisando a Figura, observa-se que a matéria seca total teve um comportamento crescente ao longo de todo o período para a Variedade SP 716949, enquanto que na Variedade SP 791011 ocorreu uma queda a partir dos 320 dias após o plantio, explicada pela variabilidade da amostra. Verifica-se também que a lâmina W₃ proporcionou às Variedades maior ganho de matéria seca e que a Variedade SP 716949 foi a que obteve maior rendimento em matéria seca, equivalente a 600g.

4.4 Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

A Taxa de Crescimento Absoluto indica a variação do crescimento entre duas amostragens, indicando a velocidade média de crescimento da planta ao longo do período estudado. A Figura 15 ilustra a variação da TCA para as variedades estudadas.

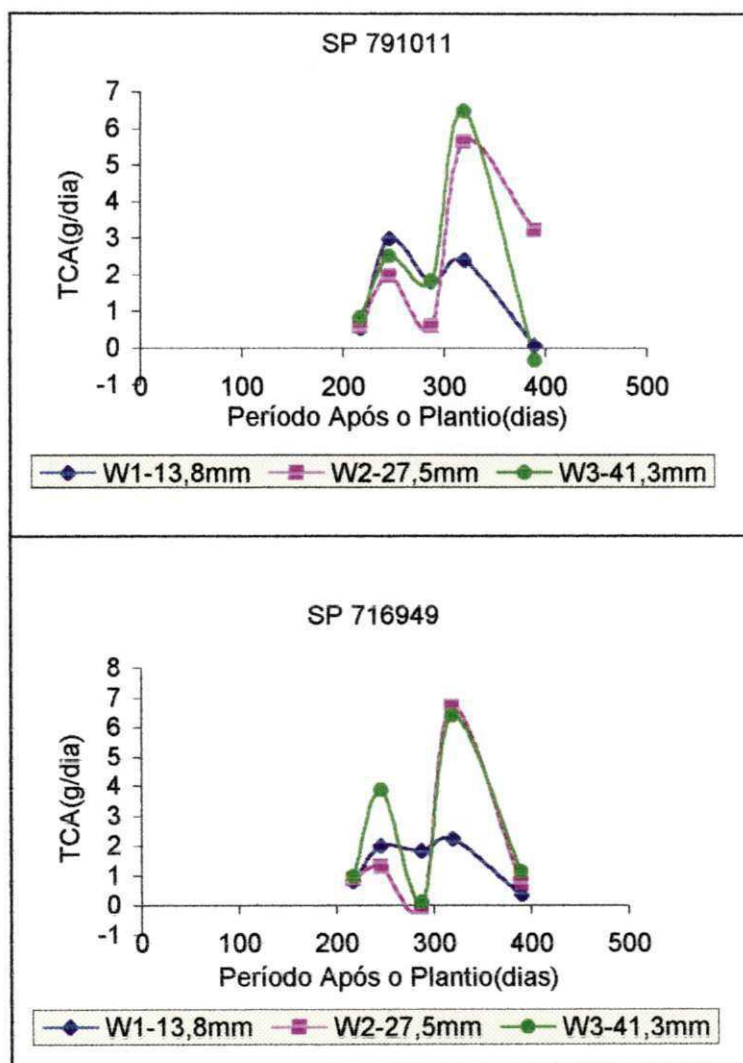


Figura 15 – Taxa de Crescimento Absoluto nas duas Variedades

Pela análise da Figura, verifica-se que a Taxa de Crescimento Absoluto teve um comportamento variável com a lâmina e o período após o plantio, experimentando variabilidade ao longo do período estudado, para as duas variedades. Estas variações podem ser atribuídas, segundo Benincasa (1988), a efeitos climáticos e ao autosombreamento, dificultando a interação da planta com a radiação solar, prejudicando a fotossíntese e provocando variações na velocidade de crescimento. Nas duas variedades a TCA teve um valor máximo aos 320 dias após o plantio,

quando apresentou um pico de 5,7 g/dia para a lâmina W₂ e 6,5 g/dia para a lâmina W₃, na Variedade SP 791011. A Variedade SP 716949 apresentou a maior Taxa de Crescimento Absoluto, proporcionada pela lâmina W₂ com um TCA máximo de 6,7 g/dia. Observa-se também que próximo à época da colheita a TCA tende a ser nula, o que indica que a cana-de-açúcar atingiu a maturação. Para ambas as variedades o tratamento com a lâmina W₁, apresentou uma Taxa de Crescimento Absoluto com pouca variação.

4.5 Taxa de Crescimento Relativo

A Taxa de Crescimento Relativo indica o aumento em gramas da matéria seca da planta, relacionada a existente no instante em que se inicia o período de observação.

A Figura 16 ilustra a variação da TCR para as respectivas variedades.

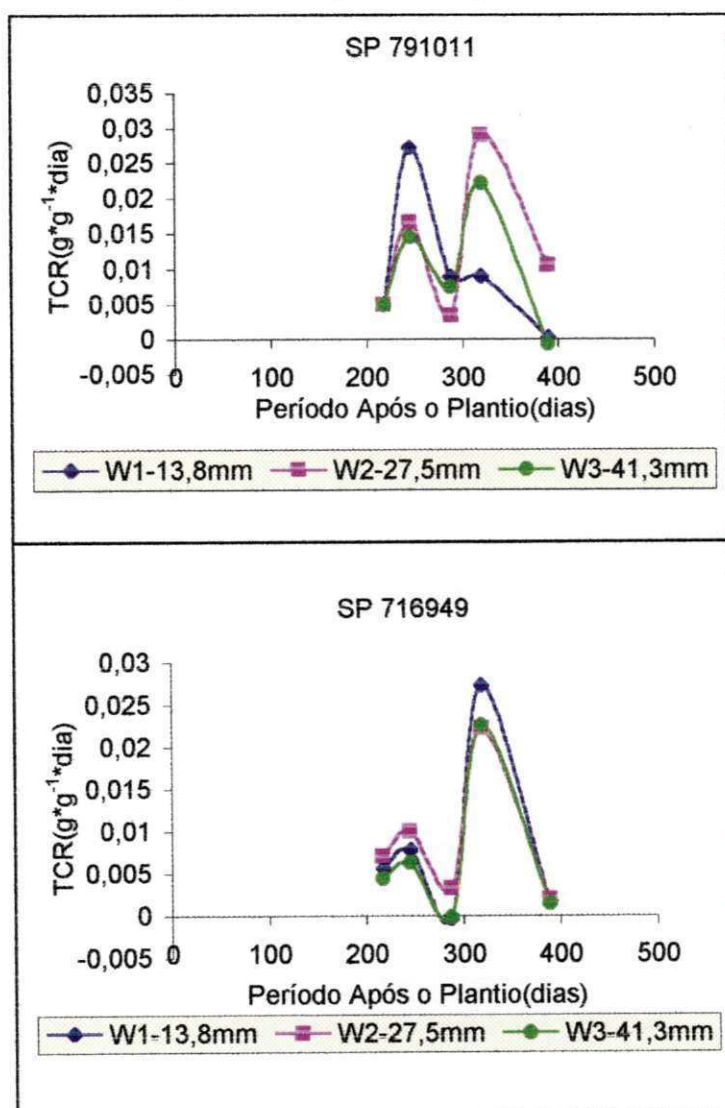


Figura 16 – Taxa de Crescimento Relativo nas duas Variedades

Analisando a Figura, observa-se que também ocorreram oscilações dos valores da Taxa de Crescimento Relativo em função da variedade, da lâmina e do período após o plantio, motivadas sobretudo pelo aproveitamento da radiação solar e por variações climáticas no período estudado.

A Taxa de Crescimento Relativo teve um comportamento análogo para ambas as variedades, espelhando um crescimento que dependeu fundamentalmente da quantidade de material existente aos 218 dias após o plantio e da eficiência da planta para produzir novos produtos fotossintéticos. Observou-se que para as duas variedades da cultura, a TCR máxima ocorreu aos 320 dias após o plantio e que a lâmina W_2 proporcionou a maior TCR, no valor de $0,029 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{semana}$. A Variedade SP 791011 apresentou maior velocidade de crescimento que a Variedade SP 716949.

4.6 Parâmetros Tecnológicos da Cana

4.6.1 BRIX (%)

O comportamento do Brix, está representado na Figura 17, para as duas variedades. Como pode-se observar o percentual de sólidos solúveis (Brix) apresentou uma tendência de crescimento ao longo do período, obtendo-se um maior rendimento em ambas as variedades para o tratamento feito com a lâmina W_2 , sendo de 22% para a Variedade SP 791011 e 20% para a Variedade SP 716949. Verifica-se também que a partir dos 288 dias após o plantio, o valor do Brix começa a diminuir, motivado pelo efeito de variações climáticas (chuvas em grande intensidade), que alteraram o processo de fotossíntese da cultura e também pela variabilidade das amostras coletadas, observando-se a recuperação aos 320 dias após o plantio. Farias (2001), em seu trabalho nesta Fazenda encontrou para o Brix da cana irrigada o valor de 20%, ou seja, 200g/kg.

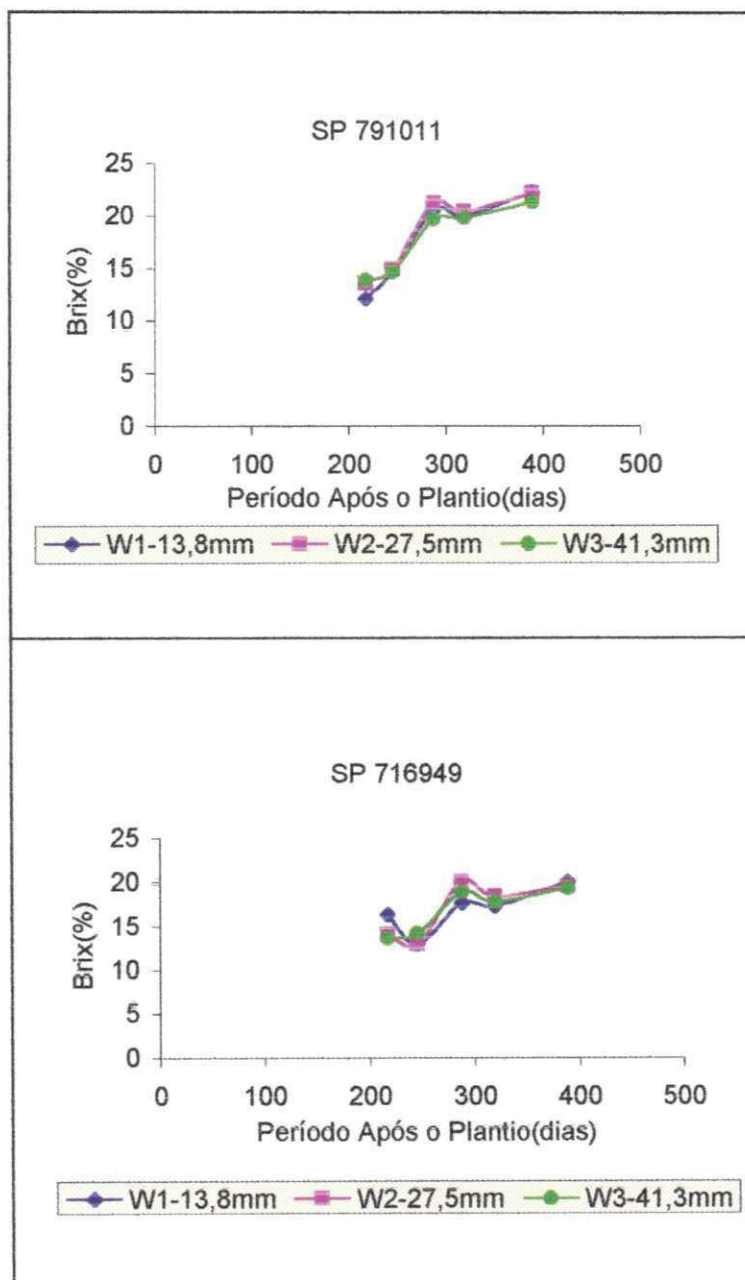


Figura 17 – Brix nas duas Variedades

A Figura 18 apresenta os dados dos parâmetros tecnológicos da Usina Miriri nas duas últimas décadas, onde se observa que o valor médio do Brix é da ordem de 18,42%, abaixo da produtividade obtida nesta pesquisa.

MIRIRI

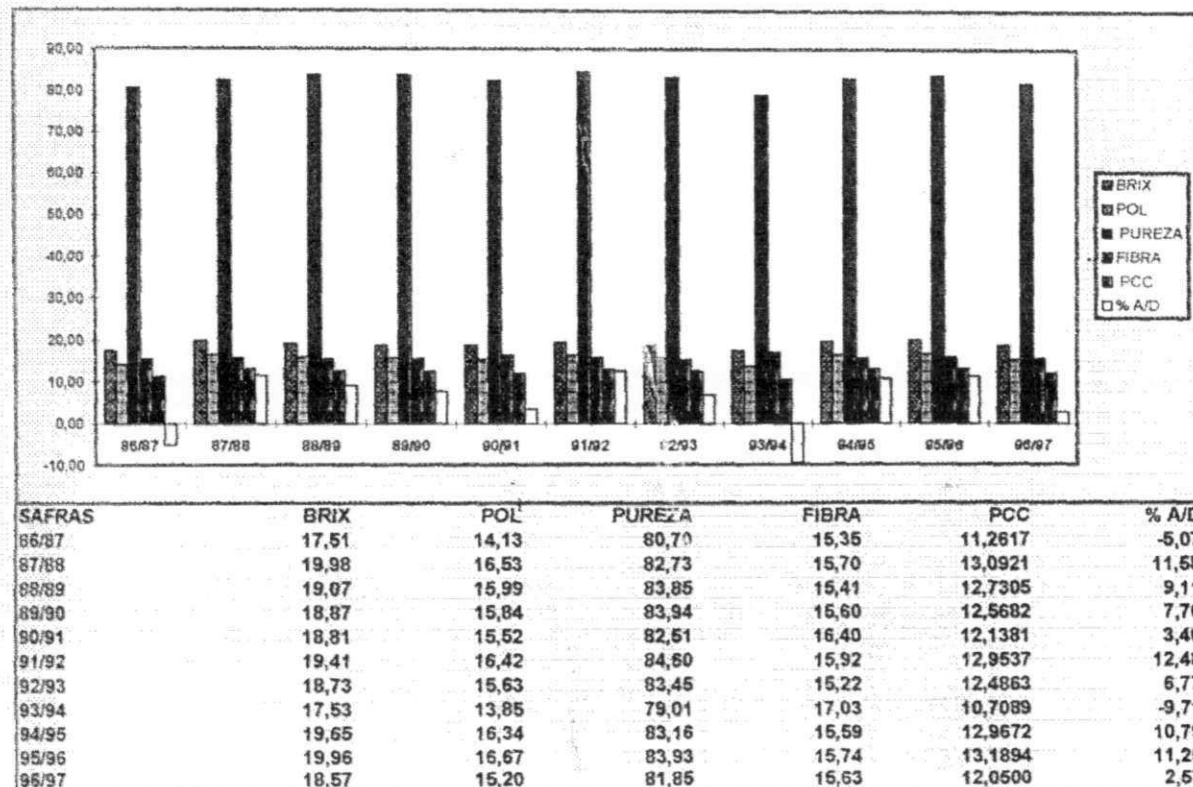


Figura 18 – Produtividade da Usina Miriri. Fonte:CRSPCTS/PB/1997.

4.6.2 POL

O comportamento do POL (teor de sacarose) está representado na Figura 19, observando-se também que há uma tendência de crescimento ao longo do período, para depois ocorrer uma redução a partir dos 288 dias após o plantio. Pela Figura se extrai que o maior rendimento em açúcar ocorre aos 288 dias após o plantio, para o tratamento com a lâmina W_2 , sendo de 20% para a Variedade SP 716949 e 19% para a Variedade SP 791011. Farias (2001), em sua pesquisa na mesma Fazenda encontrou para o POL um valor de 17% (170g/kg). Na Figura 18, analisando o POL para a Usina Miriri nas últimas décadas, verifica-se que o valor médio do POL dá em torno de 15,65%, de onde se constata que ocorreu um incremento de produtividade com o tratamento aplicado nesta pesquisa.

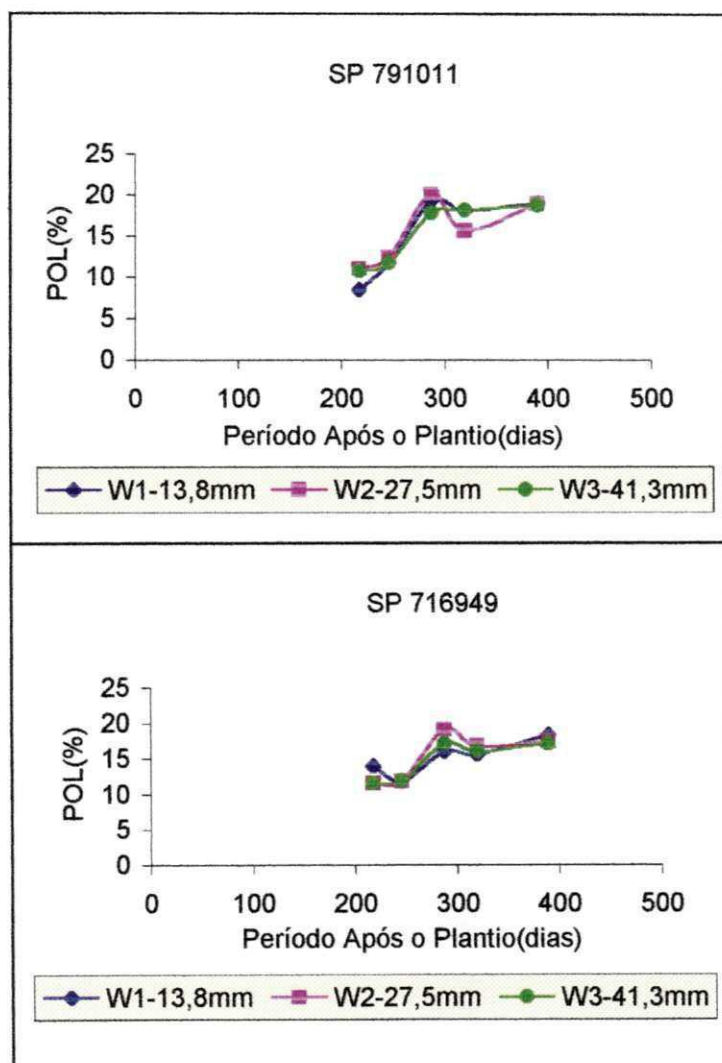


Figura 19 – POL nas duas Variedades

4.6.3 PZA

A Figura 20 expressa o comportamento da PZA (Pureza do Caldo) em ambas as Variedades, observando-se que há um aumento ao longo do período, atingindo um valor máximo de 95% para a Variedade SP 791011 e 96% para a Variedade SP 716949. Verifica-se que a cultura quando submetida ao tratamento com a lâmina W_2 apresenta maior rendimento independentemente da variedade, e que este valor máximo ocorre aos 218 dias após o plantio, quando a partir daí a cultura experimenta redução da PZA, embora que dentro dos padrões de produtividade da Usina. Ressalte-se que esta redução ocorre em função da variabilidade da amostra coletada e que ela retrata a área estudada ($6m^2$). Pela Figura 18, observa-se que o valor médio da PZA nas últimas décadas para a Usina Miriri foi de 82,70%, inferior ao determinado nesta pesquisa.

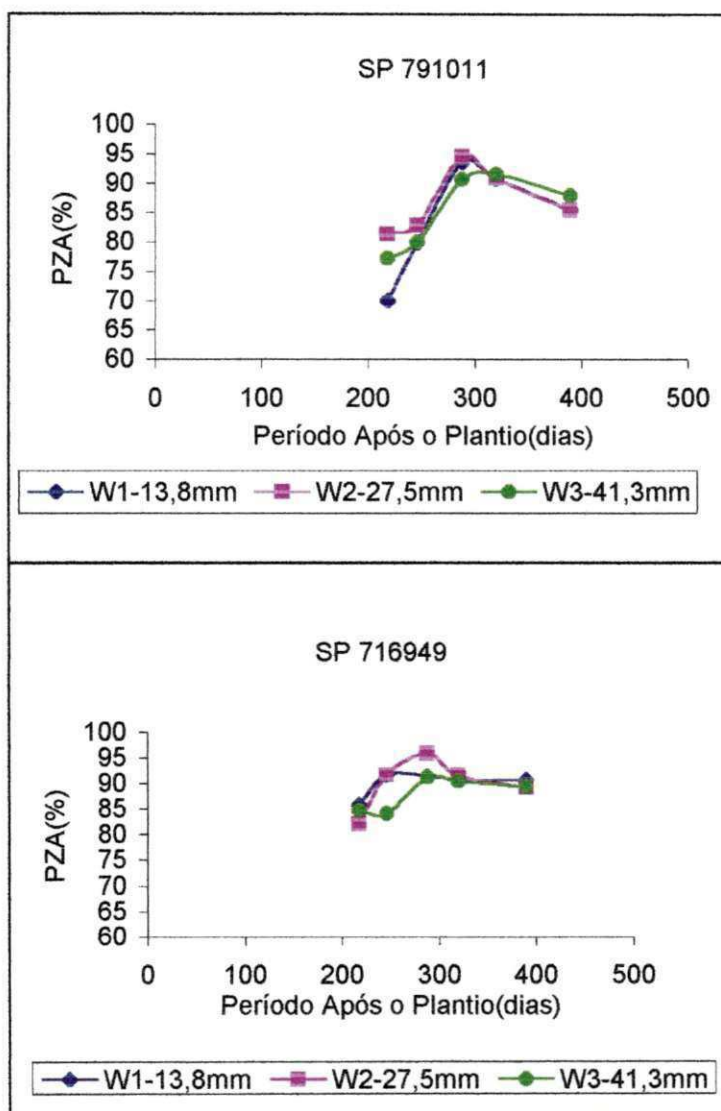


Figura 20 – PZA nas duas Variedades

4.6.4 FIBRA

A Figura 21 atesta o comportamento da variação da Fibra industrial para as Variedades SP 791011 e SP 716949, verificando-se que o tratamento com a lâmina W₃ proporcionou a cultura uma maior quantidade de Fibra para ambas as variedades, apresentando inclusive um rendimento máximo de 17% para a Variedade SP 716949. Observa-se também que a partir dos 288 dias após o plantio a cultura experimenta uma redução na quantidade de Fibra, como ocorreu com o Brix, o Pol e a Pza, por razões já comentadas. Farias (2001) em trabalho desenvolvido nesta Fazenda encontrou para a Fibra industrial um valor de 16%.

Analisando a Figura 18, verifica-se que o valor da Fibra na Usina Miriri nas últimas décadas foi em torno de 15,78%, constatando-se então um aumento de rendimento com a aplicação da lâmina W₃ em nossa pesquisa.

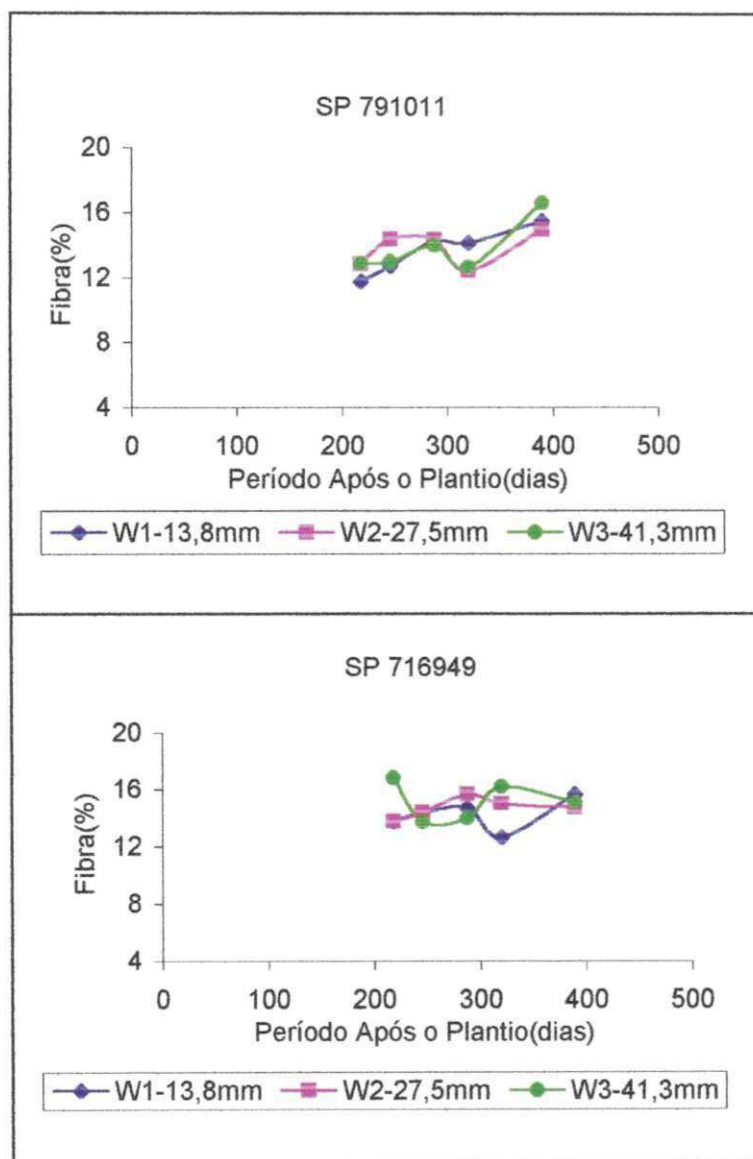


Figura 21 – Fibra nas duas Variedades

4.6.5 – PCC

A Figura 22 representa o comportamento da variação do PCC (percentagem de açúcar bruto) ao longo do período pesquisado, observando-se que a cultura comportou-se melhor quando submetida a lâmina W₂, em ambas as variedades, registrando um valor máximo equivalente a

15% aos 288 dias após o plantio na Variedade SP 716949 e 16% na Variedade SP 791011, passando a sofrer redução e depois recuperando o rendimento, por razões já relatadas neste trabalho.

Analisando a Figura 18 verifica-se que o PCC médio na Usina Miriri nas últimas décadas foi de 12,38% (123,80g/kg), o que indica que em nossa pesquisa ocorreu um aumento de produtividade a partir das lâminas aplicadas.

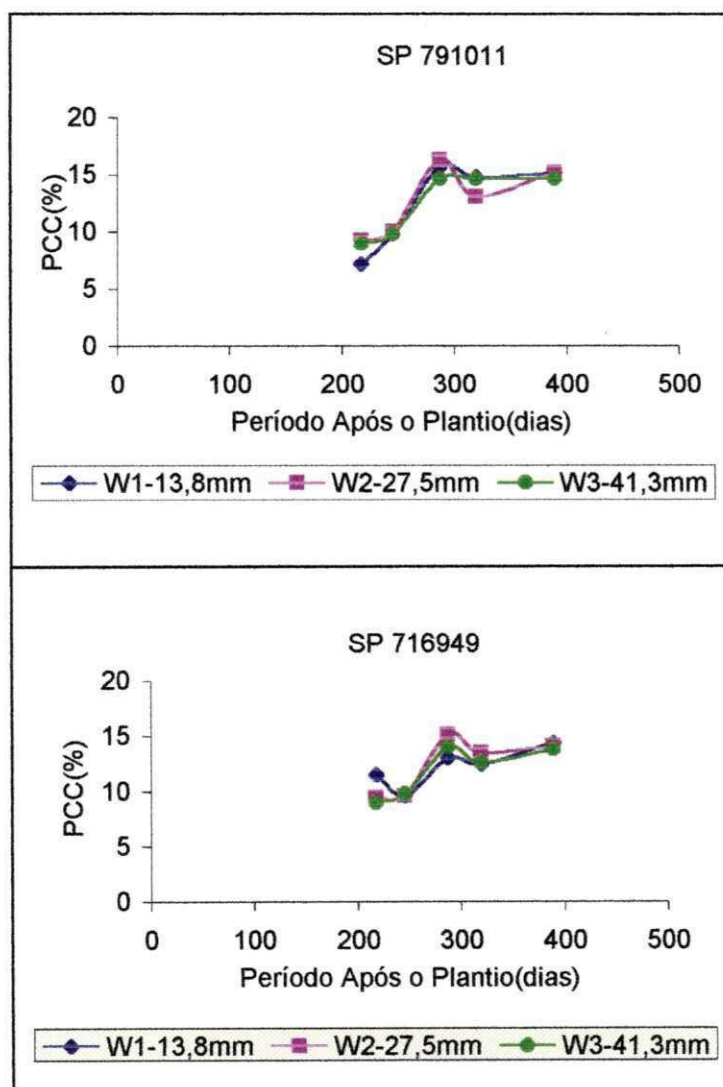


Figura 22 – PCC nas duas Variedades

Na Tabela 20 apresentamos os dados gerais sobre a cultura, obtidos na pesquisa, para todas as propriedades estudadas.

Tabela 20 – Dados Gerais sobre a produtividade da cultura.

PARAMETROS (VALORES MÉDIOS)	VARIEDADES					
	SP 791011			SP 716949		
	W ₁ =13,8mm	W ₂ =27,5mm	W ₃ =41,3mm	W ₁ =13,8mm	W ₂ =27,5mm	W ₃ =41,3mm
1. Colmos						
1.1 - Nº por hectare	86.667	93.333	90.000	65.333	68.667	71.667
1.2 - Comprimento (cm)	198	199	226	226	240,5	263
1.3 - Internódios/planta	17	17	18	19	20	20
1.4 - Diâmetro do Colmo(mm)	23	22	24	23	24	25
1.5 - Massa verde (t/ha)	67,4	76,6	92,6	59	65,9	86
1.5 - Massa seca (t/ha)	18	21,7	26	15,7	18,3	23,7
2. Folhas						
2.1 - Comprimento (cm)	143	134	143	142	132	139
2.2 - Largura (cm)	4,1	3,4	3,6	4,2	4,1	4,7
2.3 - Nº de folhas/planta	8	7	8	8	8	9
2.4 - Área foliar (dm ²)	28	20	25	22	20	31
3. Matéria Seca Total(t/ha)	22	25	31	19	22	28
4. Índices fisiológicos						
4.1 - TCA (g/dia)	1,54	2,4	2,25	1,43	1,9	2,48
4.2 - TCR (g/dia)	0,01	0,1285	0,009	0,009	0,008	0,007
4.3 - IAF (dm ² /dm ²)	3,38	6,01	4,97	5,1	6,14	4,68
4.4 - RAF (dm ² /g)	13,2	9,2	8,6	9,1	7,4	8,1
5. Índices Tecnológicos						
5.1 - BRUX (%)	18	19	18	17	17	15
5.2 - POL (%)	15	16	15	15	15	15
5.3 - PZA (%)	84	87	85	90	90	88
5.4 - FIBRA (%)	14	14	14	14	15	15
5.6 - PCC (%)	13	13	13	12	12	12

5. CONCLUSÕES

- A Variedade SP 791011 apresentou maior rendimento no desenvolvimento de perfilhos, quando submetida à lâmina W₂ (27,5mm);
- A Variedade SP 716949 teve um melhor comportamento no desenvolvimento de novas plantas quando submetida à lâmina W₃ (41,3mm);
- A Variedade SP 791011 apresentou um melhor rendimento que a SP 716949 no desenvolvimento de novos perfilhos;
- A lâmina W₃ (41,3mm) proporcionou um maior crescimento para as duas Variedades de planta;
- A Variedade SP 716949 teve um maior crescimento que a Variedade SP 791011, independente da lâmina aplicada;
- A Variedade SP 716949 desenvolveu mais internódios;
- A lâmina W₃ (41,3mm) proporcionou a cultura maior número de internódios;
- A Variedade SP 716949 apresentou maior diâmetro de colmo;
- A lâmina W₃ (41,3mm) proporcionou a cultura maior diâmetro de colmo;
- A cultura quando submetida ao tratamento com a lâmina W₃ (41,3mm), apresentou melhor rendimento no crescimento do número de folhas, independente da Variedade;
- A Variedade SP 716949 apresentou maior número de folhas;

- A cultura apresentou maior densidade foliar quando submetida à lâmina W_3 (41,3mm), independente da Variedade;
- A Variedade SP 791011 apresentou maior área foliar;
- O Índice de Área Foliar apresentou variação mais acentuada quando a cultura foi submetida ao tratamento com a lâmina W_2 (27,5mm), nas duas Variedades;
- A Variedade SP 716949 apresentou maior Índice de Área Foliar;
- A cultura quando submetida ao tratamento com a lâmina W_3 (41,3mm), apresentou uma maior Taxa de Crescimento Absoluto, independente da Variedade;
- A Variedade SP 716949 apresentou maior Taxa de Crescimento Absoluto;
- A cultura, independente da Variedade, experimentou uma maior Taxa de Crescimento Relativo aos 320 DAP, ocorrendo melhor desempenho quando da aplicação de tratamento com a lâmina W_2 (27,5mm);
- A Variedade SP 791011 apresentou maior Taxa de Crescimento Relativo;
- A cultura quando submetida ao tratamento com a lâmina W_3 (41,3mm), independente da Variedade, apresentou maior rendimento de matéria verde e matéria seca do colmo;
- A Variedade SP 716949 apresentou maior rendimento de matéria verde do colmo;
- A Variedade SP 716949 apresentou maior rendimento em matéria seca;
- Utilizando a lâmina W_2 , a cultura em todas as Variedades estudadas necessitará de menor área foliar para produzir matéria seca.
- A cultura, independente da Variedade, quando submetida ao tratamento com a lâmina W_2 (27,5mm), obteve melhor rendimento em Brix, Pol, Pza e PCC.

A lâmina W₃ proporcionou a cultura em todas as Variedades estudadas maior rendimento em Fibra.

6. SUGESTÕES

Pelo estudo se deduz que aplicando a lâmina W_3 para as duas Variedades da cultura teremos a garantia de um produto com maior rendimento em planta e bons níveis de produtividade.

Resta verificar de forma estratégica o custo adicional de água e determinar se economicamente esta lâmina deve ser aplicada.

Caso contrário recomenda-se o uso da lâmina W_2 , haja vista que a lâmina W_1 provoca alterações substanciais no processo de crescimento da cultura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSI, R.R.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V.; *Condições Climáticas para a Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. Campinas, Fundação Cargill 1987, v.1, p.42-55.
- AYERS, R. S. – *A Qualidade da Água na Agricultura*, tradução GHEYI, H.R. ; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V,UFPB,1999.
- AZEVEDO,H.M. *Funções de Resposta da Cana-de-Açúcar(Saccharum Officinarum L. Variedade SP 791011) a Níveis de Irrigação e Nitrogênio*.Tese de Doutorado.UFPB.Campina Grande.Paraíba.123pg.2002.
- BACCHI, O.O.S. & SOUZA, J.A.G.C. *Minimum threshold temperature for sugarcane growth*. In: International Society Of Sugar Cane Technologists. Proceedings, São Paulo, Impress, 1978. V.2, p. 1733-41.
- BARBIERI, V; BACCHI, O.O.S., VILLA NOVA, N.A. - *Análise do fator temperatura média do ar no desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar (Saccharum spp)*. In: I Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Mossoró, 1979.
- BARLOW,E.W.R.;MUNNS,R.E.;BRADY,L.J. *Drought responses of apical meristems*. In:TURNER,N.C. & KRAMER,p.J.(EDS). *Adaptation of plants to water and high temperature stress*.New York, Wiley,1980,p.191-205.
- BENINCASA,M.M.P. – *Análise de Crescimento de Plantas*. UEP,FUNEP,Jaboticabal,São Paulo,1998.
- BERDING,N.; BROTHETON,G.A.; LE BROCQ,D.G.; SKINNER,J.C.- *Near infrared Reflectance Spectroscopy for Analysis of Sugarcane from clonal avaluetion trials:I Fibrated Cane*. Crop Science.V.31. nº4, p.1017-1023.1991.
- BLACKBURN, T.A. & GLASZIOU, K.T. - *Sugarcane*. Longman, New York. 1984, p.414.
- BULL, T. A. & GLASZIOUY, K.T. *Sugarcane*. In: EVANS, L.T. (ed) *Crop Physiology: Some Case Histories*.Cambridge, University Press,1975, cap.3,p51-72.

CALDAS, C. *Manual de Análises Seleccionadas para Indústrias Sucroalcooleiras*. Sindicato da Indústria do Alcool do Estado de Alagoas, Maceió, 1988. 424pg.

CALMA, V.C. *Studies on germination degree of tillering and vigour of top and cut-beck seed pieces of POOJ-78 sugarcane (Saccharum Officinarum)*. Philippine Agriculturist Laguna. V.21, p.585-612, 1933.

CHANG, J. - *Climate And Agriculture - in ecological survey*. Chicago, Aldine, 1968, p.304.

CRSPCTS/PB, Instituto do Açúcar e do Alcool. *Manual Técnico de Operações*. Ato nº 40/87 de 22 de setembro de 1987. Brasília.

CONVÊNIO MA/CONTAP/USAID/BRASIL. *I Levantamento Exploratório do solo do estado da Paraíba e II Interpretação para uso agrícola do Estado da Paraíba*. Boletim Técnico nº15. Série Pedologia nº 8. Rio de Janeiro, 1972, 670p.

DEMETRIO, V.A. & SCARDUA, R. - *Efeitos da água do solo e temperatura ambiente no rendimento agrícola da cana-de-açúcar (Saccharum spp)*. In: Congresso Nacional STAB, 1, Anais, Maceió, 1979, V.1, p.257-64.

DOROEMBOS, J. & KASSAN - *Efeitos da Água no Rendimento das Culturas*, tradução GHEYI, H.R. ; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. - UFPb 1999.

DOOREMBOS, J. & KASSAN, A.H. *YIELD - response to water*. Rome, FAO, 1979, p.193 (Irrigation and Drainage Paper 33).

EMBRAPA, *Centro Nacional de Pesquisa dos Tabuleiros (Aracajú, Sergipe) - Plano Diretor do Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros (CPATC)*. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. 37pg.

EMBRAPA, *Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação do Solo*. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412pp.

NOVA ENCICLOPÉDIA BARSA, Barsa Consultoria Editorial Ltda. ed. 2001. Vol. 3 p.371. São Paulo.

FARIAS, C. H.A. - *Desenvolvimento morfofisiológico da Cana-de-Açúcar em regime irrigado e sequeiro na Zona da Mata Paraibana* - Dissertação de Mestrado - UFPB - 2001 - Campina Grande - Paraíba.

FAUCONIER, R & BASSEREAUX, D. *La cana de azúcar*. Barcelona, Blume, 1975, 433p.

FERRI, M. G.. - *Fisiologia Vegetal*, Editora Pedagógica e Universitária - 2ª Edição, 1985 - São Paulo.

- GOSNELL, J.M. *Some Effects of Increasing Age on Sugarcane Growth*. *Pro.Intern.Soc.Sugarcane Technology*, V.12, p. 550-690, Costa Rica.
- GRIMES, D.W.; MILLER, R.J.; DICKENS, L. *Water stress during flowering of cotton*. *California Agriculture*, 24:4-6, 1970.
- HARGREAVES, G.H. *Potential Evapotranspiration probabilities Northeast Brasil*. Utah State University, Contract AID/CSD 2167. Department of Agricultural and Irrigation Engineering, 423p. 1973.
- HATE, M. G. & ORCUTT, D. M. -*The physiology of plant under stress*. P.250, 1987.
- HESKETH, J. & BAKER, D. *Light and Carbon Assimilation by Plants Communities*. *Crop Science*, 7:285-93, 1967.
- HUMBERT, R.P. - *The growing of sugar cane*. Amsterdam, Elsevier, p.779, 1968.
- HUNT, R. *Plant growth curves: The Funcional approach to plant growth analysis*. 1ª ed. 247pg. 1982.
- IBGE, Censo Agropecuário 1995-1996, disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.Br>. Maio 2002.
- IBGE, Produção Agrícola Municipal 1990-2000, disponível em <http://sidra.ibge.gov.Br>. Maio 2002.
- IRVINE, J.E. *Relations of photosynthetic rates and leaf canopy characters to sugarcane yield*. *Crop Science*, p. 671-676, 1975.
- KEATING, B.A.; ROBERTSON, R.C.; MUCHOW, R.C. & HUTH, N.I. *I Modeling Sugarcane Production Systems. I Development and Performance of the sugarcane module*. *Field Crop Research*, V.61, p.253-271, 1999.
- KING, N. J.; MONTGOMERY, R.M.; HUGHES, C.G. -*Manual of cane growing*. Sidney, Elsevier, 1965, p.375.
- KOFFLER, N. F. & DONZELI, P. L. - *Avaliação dos solos brasileiros para a cultura da cana-de-açúcar*. In: Paranhos, S. B. *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*, V.1, Fundação Cargil, p.431, 1987.
- 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*. 3ª Edição, Sringer-Verlag. P.495, 1995.

- LEME, E. J. A.; MANIERO, M. A. & GUIDOLIN, J. C. - *Estimativa da área foliar da cana-de-açúcar e sua relação com a produtividade*. Cadernos Planalsucar, Piracicaba, nº-2, p. 3-9, mar. 1984.
- LEVITT, J. *Response of plant to environmental stress. II water radiation salt annul other stresses*. New York Academic Press. 1980. 680pg.
- LOPES, B. F.; SETER, T. L.; MCDAVID, C. R. *Photosintesis and water vapor exchange of pingeopea leaves in response to water deficit and recover*. Crop Science-Madison. V.28. pg.141-145, 1988.
- MACHADO, E. C. - *Um modelo matemático-fisiológico para o acúmulo de matéria-seca na cultura da cana-de-açúcar (Saccharum spp)*. Campinas, 1981, p.115 (Dissertação de Mestrado – Instituto de Biologia – Universidade Estadual de Campinas).
- 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, p.431.
- MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I; ARRUDA, H. V. & CIONE, J. *Índices biométricos de suas variedades de cana-de-açúcar*. Agropecuária Brasileira, 17 (9): 1323-9, set. 1982.
- MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; CAMARGO, M. B. P.; GAHL, J. I. *Relações radiométricas de uma cultura de cana-de-açúcar*. Bragantia, Campinas, 44 (1): 229-38, 1985.
- MACLEAN, F. G.; MCDAVID, C. E.; SINGH, Y. *Preliminary results of net assimilation rate studies in sugarcane*. Proceedings International Society of sugarcane Technologists, 13:849-58, 1968.
- MATHIOLI, C. S. - *Irrigação Suplementar da Cana de Açúcar, Modelo de Análise de decisão para a região Norte do Estado de São Paulo*. Revista Brasileira de Agro-Metereologia. Santa Maria. RS. 1999.
- MAULE, R. F.; MAZZA, J. A; MARTA JÚNIOR, G. B. - *Produtividade Agrícola de Cultivares de Cana-de-Açúcar em diferentes solos e épocas de colheita*, Sci. Agric., Vol 58, ESALQ, Piracicaba, São Paulo, 2001.
- MEDEIROS, J. G.; Pereira, W; Miranda, J. E. C. *Análise de Crescimento em duas Cultivares de Batata Doce (Ipomaea batatas, (L) Lam)*. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, V.2. nº2, p.23-29, 1990.
- MOTA, F. S. - *Meteorologia Agrícola*. 7ª ed., São Paulo: Nobel, 1983.

- NÓBREGA, J. Q.; *Variações morfofisiológicas no rendimento do feijoeiro submetido a diferentes lâminas de irrigação. Tese de Doutorado. UFPB/CCT. 100pg. 2000.*
- PASSOS, S. M. G.; FILHO, V. C.; SOUZA, A. J.; ALMEIDA, T. C. *Principais Culturas. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. V. I. 633p. 1984. São Paulo.*
- RADFORD, P. F. Groth *Analysis Formulae: Their Use and Abuse. Crop Science n°7, p.171-175, 1967.*
- ROBERTSON, M. J.; INMAM-BAMBER, N. G., MUCHOW, R. C. & WOOD, A. W. *Physiology and productivity of sugarcane with early and mid-season water deficit. Field Crop Research. Elsevier. V.64, p.211-227, 1999.*
- SAN JOSÉ, J. J. & MEDINA, E. - *Análisis de la productividad de caña de azúcar. I. crecimiento, desarrollo de la superficie foliar y contenido de clorofila de caña de azúcar 'PR 980'. Turrialba, 20 (2): 143-8, 1970.*
- SOUZA, E. F.; BERNARDO, S.; CARVALHO, J. A. - *Função de Produção da Cana-de-Açúcar em relação a água para três variedades, em Campos de Goytacases, SBEA, 1979, São Paulo.*
- SZMRECSANYI, TAMÁS - *O Planejamento da Agroindústria Canavieira do Brasil - UEC. São Paulo, 1979*
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Plant Physiology. Redwood City, Benjamin/Cummings. 1991, p.565.*
- TAUPIER, L. O. G. & RODRIGUES, G. G. *A cana-de-açúcar. In: I CIDCA, 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.*
- TERUEL, D. A. - *Modelagem do Índice de Área Foliar da Cana-de-Açúcar em diferentes Regimes Hídricos. ESALQ, Piracicaba, São Paulo, 1999.*
- THOMPSON, L. M. & DUTOIT, J. L. - *The effects of row spacing on sugarcane in Natal. Proc. Intern. Society Sugarcane Technology. V.12, p.103-1012, 1965.*
- THOMPSON, G. D. - *Water use by sugarcane. South African Sugar Journal. V.60, n.12, p.627-635, 1976.*
- VAN DILLEWINJ, C - *Botánica De La Cana De Azúcar. Instituto del Libro, 1950*
- 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.*
- WATTSON, D. J. *The Physiological basis of variation in yield. Advance in Agronomy. V.4, p.101-145, 1952.*

WATTSON, 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. 1 n° 41. 1947.

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

UNIVERSITY OF
SINGAPORE

LIBRARY