

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

ESTUDO DE PARÂMETROS MORFO-FISIOLÓGICOS NA  
CULTURA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium  
hirsutum* L) EM CONDIÇÕES DIFERENCIADAS DE  
IRRIGAÇÃO NO VALE DO ASSU-RN

CLEBER BRITO DE SOUZA

CAMPINA GRANDE  
Novembro-1994

**ESTUDO DE PARÂMETROS MORFO-FISIOLÓGICOS NA  
CULTURA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium  
hirsutum*.L) EM CONDIÇÕES DIFERENCIADAS DE  
IRRIGAÇÃO NO VALE DO ASSU-RN**

**CLEBER BRITO DE SOUZA**

**ESTUDO DE PARÂMETROS MORFO-FISIOLÓGICOS DA  
CULTURA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium  
hirsutum* L.) EM CONDIÇÕES DIFERENCIADAS DE  
IRRIGAÇÃO NO VALE DO ASSU-RN**

Dissertação apresentada ao  
Curso de Mestrado em Engenharia  
Agrícola da Universidade  
Federal da Paraíba, em  
cumprimento às exigências para  
obtenção do grau de Mestre em  
Ciências.

**AREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

Dr. TANTRAVAHU VENKATA RAMANA RAO  
Orientador

Dr. BERNARDO BARBOSA DA SILVA  
Co-Orientador

CAMPINA GRANDE  
Novembro-1994



S729e Souza, Cleber Brito de.  
Estudo de parâmetros morfo-fisiológicos na cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) em condições diferenciadas de irrigação no vale do Assu - RN / Cleber Brito de Souza. - Campina Grande, 1994.  
73 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1994.  
"Orientação : Prof. Dr. Tantravahi Venkata Ramana Rao, Prof. Dr. Bernardo Barbosa da Silva".  
Referências.

1. Cultura Irrigada. 2. Algodão Herbáceo (*Gossypium Hirsutum* L.). 3. Irrigação - Cultura de Algodão. 4. Dissertação - Engenharia Agrícola. I. Rao, Tantravahi Venkata Ramana. II. Silva, Bernardo Barbosa da. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). IV. Título CDU 631.587:633.51(043)

**ESTUDO DE PARÂMETROS MORFO-FISIOLÓGICOS NA  
CULTURA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium  
hirsutum* L.) EM CONDIÇÕES DIFERENCIADAS DE  
IRRIGAÇÃO NO VALE DO ASSU-RN**

**CLEBER BRITO DE SOUZA**

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 03/11/1994

Dr. TANTRAVAHÍ V. RAMANA RAO  
Orientador

Dr. BERNARDO BARBOSA DA SILVA  
Co-Orientador

Dr. JOSÉ DANTAS NETO  
Membro da Banca

MSc. JOSÉ ESPÍNOLA SOBRINHO  
Membro da Banca

CAMPINA GRANDE  
NOVEMBRO-1994

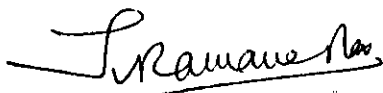
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

CLEBER BRITO DE SOUZA

TITULO: "ESTUDO DE PARAMETROS MORFO-FISIOLOGICOS NA CULTURA DO  
ALGODOEIRO HERBACEO (*Gossypium hirsutum* L.) EM  
CONDIÇÕES DIFERENCIADAS DE IRRIGAÇÃO NO VALE DO  
ASSU-RN"

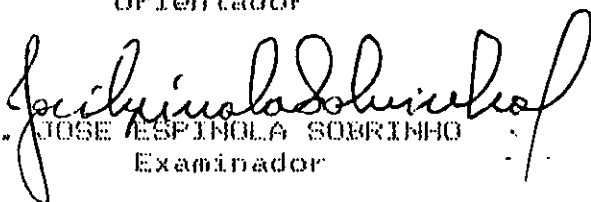
COMISSÃO EXAMINADORA

PARECER



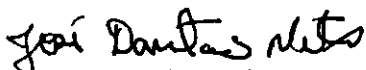
Prof. TANTRAVANI VENKATA RAMANA RAO  
Orientador

Aprovado



Prof. JOSE ESPINOLA SOBRINHO  
Examinador

APROVADO



Prof. JOSE DANTAS NETO  
Examinador

Aprovado

Campina Grande, 3 de novembro de 1994

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Sebastião Euclides de Sousa e Elequicina Brito de Souza, por muito que fizeram para orientar-me no caminho educacional, na formação profissional e para a vida. À minha esposa Luciana F. Ramos Borges e Souza, aos meus filhos Talita Borges Brito e Tálito Borges Brito pela paciência, incentivo e carinho ao longo do Curso de Pós-Graduação. À minha irmã e meus irmãos, Cleenilda Brito de Souza, Cleenildo Brito de Souza, Cleemerson Brito de Souza, Cleevanildo Brito de Souza, Cleeverlando Brito de Souza, Cleeleonardo Brito de Souza, que ajudaram-me nos momentos de indecisão.

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS PAI, fonte de inspiração, iluminação e prazer pelo muito que fui, que sou e serei, do fundo do meu coração, agradeço.

Aos colegas de infância, adolescência e continuação da idade adulta, juntamente com seus pais, que souberam acolher-me e propiciar uma convivência familiar.

Aos colegas do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, pela compreensão e ajuda nos momentos de estudo.

Ao professor Doutor Tantravahi Venkata Ramana Rao pela orientação e colaboração para realização da nossa dissertação.

Ao amigo Bernardo Barbosa da Silva, companheiro...

Aos colegas pesquisadores e funcionários administrativos do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão - CNPA/Campina Grande-Pb e da Estação Experimental da EMPARN/Ipanguassu-RN.

Aos professores e funcionários do Curso de Engenharia Agrícola, bem como da Área de Agrometeorologia do Departamento de Ciências Atmosféricas, pelos incentivos e colaboração nos trabalhos desta dissertação

Ao meu sogro José de Farias Borges, minha sogra Lúcia Ramos e meu cunhado Agácio José Ramos pelo apoio e incentivo nos momentos difíceis.

Aos que, presentes ou ausentes, de forma direta ou indireta ajudaram-nos a trilhar o caminho da educação tão abandonado nos dias atuais, o nosso agradecimento.



## SUMÁRIO

Listade tabelas .....	viii
Lista de figuras .....	x
Resumo .....	xi
Abstract .....	xii
1. Introdução .....	01
2. Revisão bibliográfica .....	03
2.1 - Aspectos gerais da irrigação e a influência do níveis de umidade na cultura do algodoeiro .....	03
2.2 - Aspectos gerais dos parâmetros morfo-fisiológicos na cultura algodoeira .....	08
3. Materiais e métodos .....	16
3.1 - Aspectos gerais da área efeito do estudo .....	16
3.2 - Cultivar .....	18
3.3 - Instalação do experimento .....	19
3.3.1 - Parcelas experimentais .....	19
3.3.2 - Preparo do solo .....	19
3.3.3 - Plantio .....	19
3.3.4 - Tratos culturais e adubação .....	20
3.3.5 - Irrigação .....	21
3.4 - Observações e mensurações .....	23
3.4.1 - Altura de planta .....	23
3.4.2 - Área foliar .....	23
3.4.3 - Fitomassa epígea verde .....	24
3.4.4 - Fitomassa epígea seca .....	24
3.4.5 - Taxa de crescimento absoluto .....	24
3.4.6 - Taxa de crescimento relativo .....	25
3.4.7 - Taxa de assimilação líquida .....	26
3.4.8 - Medições porométricas .....	26

3.4.9 - Produção .....	27
3.5 - Informe sobre a sistemática de análise .....	27
4. Resultados e discussão .....	28
4.1 - Altura de planta .....	28
4.2 - Fitomassa epígea verde .....	32
4.3 - Fitomassa epígea seca .....	35
4.4 - Área foliar .....	39
4.5 - Taxa de crescimento absoluto .....	42
4.6 - Taxa de crescimento relativo .....	45
4.7 - Taxa de assimilação líquida .....	46
4.8 - Medições porométricas .....	47
4.8.1 - Condutância estomática .....	48
4.8.2 - Transpiração da cultura .....	51
4.8.3 - Temperatura da folha .....	55
4.9 - Componentes de produção e rendimento do algodão. ....	58
4.10 - Características agronômicas e tecnológicas da fibra	59
5. Conclusões .....	64
6. Referências bibliográficas .....	65

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 3.1 -	Características físico-hídricas do solo da área experimental em Ipanguaçu-RN .....	17
TABELA 3.2 -	Alguns atributos físico-químicos da água utilizada na irrigação .....	18
TABELA 3.3 -	Lâminas de irrigação aplicadas nos tratamentos estressado e não estressado com as datas correspondentes .....	22
TABELA 4.1 -	Altura do algodoeiro herbáceo correspondente às medições e estimativas nos tratamentos estressado e não estressado .....	30
TABELA 4.2 -	Fitomassa epígea verde do algodoeiro herbáceo correspondente às medições e estimativas nos tratamentos não estressado e estressado .....	34
TABELA 4.3 -	Fitomassa epígea seca do algodoeiro herbáceo correspondente às medições e estimativas nos tratamentos não estressado e estressado .....	37
TABELA 4.4 -	Porcentagem da fitomassa seca em relação à fitomassa fresca para os tratamentos estressado e não estressado .....	37
TABELA 4.5 -	Área foliar do algodoeiro herbáceo (m <sup>2</sup> /planta) para os tratamentos estressado (TE) e não estressado (TNE) .....	41
TABELA 4.6 -	Componentes de produção do algodoeiro herbáceo nos tratamentos (trata.) estressado (TE) e não estressado (TNE) em Ipanguassu-RN .....	59
TABELA 4.7 -	Componentes agrônômicos e tecnológicos da fibra do algodoeiro herbáceo nos tratamentos TNE e TE ...	59

TABELA 4.8 - Comparação do rendimento, peso de 100 sementes, porcentagem de fibra e peso médio de capulho do algodoeiro herbáceo CNPA 6H em diferentes estudos .....	61
TABELA 4.9 - Comparação das características tecnológicas da fibra do algodoeiro herbáceo 6H em diferentes estudos .....	62

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 3.1 - Croqui esquemático da área efeito do experimento.
- FIGURA 4.1 - Comportamento estacional da altura de planta (a) e da fitomassa epígea verde (b) nos tratamentos estressado (+) e não estressado (\*) ..... 31
- FIGURA 4.2 - Área foliar (a) e fitomassa epígea seca do algeiro herbáceo para os tratamentos estressado (+) e não estressado (\*) ..... 38
- FIGURA 4.3 - Taxas de crescimento absoluto (a), relativo (b) e de assimilação líquida (c) nos tratamentos TNE e TE .....44
- FIGURA 4.4 - Variação diurna da condutância estomática (cm/s) em 28/out, 11/nov e 17/dez/92 ..... 50
- FIGURA 4.5 - Variação diurna das taxas de transpiração da cultura ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2.\text{s}$ ) em 28/out, 11/nov e 17/dez ... 54
- FIGURA 4.6 - Variação diurna da temperatura da folha ( $^{\circ}\text{C}$ ) em 28/out, 11/nov e 17/dez/1992 . ..... 57

## RESUMO

O objetivo principal do presente trabalho foi analisar alguns parâmetros morfo-fisiológicos de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* r. *latifolium* Hutch cultivar CNPA 6H), em experimento conduzido no município de Ipanguassu-RN no período agosto a dezembro de 1992. Foram utilizadas duas parcelas experimentais medindo 40m x 30 m, em cada uma das quais um tratamento de irrigação. No tratamento não estressado a cultura não sofreu restrições hídricas durante todo o seu ciclo, enquanto no tratamento estressado a cultura sofreu estresse a partir do trigésimo dia após a germinação. A parcela não estressada recebeu uma lâmina total de 671,7mm e a parcela tida como estressada, recebeu uma lâmina de 437,1mm. Os resultados mostraram que a cultivar CNPA 6H, cultivado sobre regime não estressado, apresentou uma tendência de superioridade em altura de planta, fitomassas epigea verde e seca, e área foliar, em relação ao tratamento que sofreu estresse. As taxas de crescimento absoluto e de assimilação líquida do tratamento não estressado apresentaram-se superior às do tratamento estressado, enquanto que a taxa de crescimento relativo teve uma tendência ligeiramente superior àquela do tratamento estressado. A condutância estomática, a transpiração e a temperatura das folhas, apresentaram padrões virtualmente diferentes entre os tratamentos. A cultivar CNPA 6H no tratamento não estressado apresentou um rendimento de 3.960 Kg/ha e de 2.690 Kg/ha no tratamento estressado. Os exames laboratoriais de fibra evidenciaram muito pouca diferença entre as variáveis estudadas, por tratamento. No geral, a maioria dos parâmetros morfo-fisiológicos analisados no tratamento não estressado, apresentou uma tendência de superioridade aos do tratamento estressado.

## ABSTRACT

The main objective of this research was to analyse some of the morphological and physiological parameters of a cotton crop (*Gossypium hirsutum* L.), cultivar CNPA 6H. The field experiment was conducted during the period August to December 1992 in the village of Ipanguassu-RN. Two experimental plots measuring 40m x 30m were subjected to different irrigation treatments. One plot (non-stressed plot) received a satisfactory amount of water during the crop cycle, whereas the other plot (water stressed plot) was subjected to water stress thirty days after germination. The non-stressed plot received 671.7 mm and the stressed plot received 437.1 mm of irrigated water during the crop cycle. The results show that the height of the plant, fresh and dry biomass and leaf area were higher in the case of the non-stressed cotton crop as compared to that of the stressed one. The absolute growth rate and the net assimilation rate of the non-stressed crop were superior to that of the stressed crop, whereas the relative growth rate was relatively higher in the case of non-stressed cotton crop. The stomatal conductance, transpiration and leaf temperature present significant differences between treatments. The yield of the non-stressed cotton cultivar, CNPA 6H, was 3960kg/ha and that of the stressed was 2690 kg/ha. The laboratory tests of the fibre evidenced no significant differences among the variables studied for the stressed and non-stressed treatments. In general, the non-stressed treatment presented comparatively better results in most of the morphological and physiological parameters analysed.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro nas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro foi sempre o suporte básico dentre as principais culturas de subsistência.

Souza (1986), citando CRISÓSTOMO et al. (1983), notabiliza o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) como de capital importância para a economia desta região, uma vez que compreende 25% na renda agrícola e ocupa aproximadamente 60% da força de trabalho do campo.

Em anos de precipitações normais, esta malvácea responde de forma significativa a todas as formas de incrementos tecnológicos que lhe são atribuídas. Contudo, nos últimos anos, fenômenos meteorológicos de várias dimensões, como secas prolongadas, vêm causando perdas irreparáveis na economia regional como um todo.

A irrigação no Brasil e em especial no Nordeste brasileiro, vem sendo bastante incrementada face a garantia de boas safras, aliada à qualidade da produção. Por outro lado, nestas áreas vem ocorrendo um manejo inadequado da água. A quantificação da água destinada às culturas, em especial ao algodoeiro, deve obedecer a critérios e características de parâmetros de solo, água, planta, atmosfera, estes, são primordiais para o crescimento da irrigação na região.

A microrregião do Vale do Assu, no estado do Rio Grande do Norte-RN, disposta como área em potencial para a exploração da cultura algodoeira. No quinquênio 1988-1993, importantes trabalhos



de pesquisa foram desenvolvidos naquele Vale, com a finalidade de incrementar e melhor orientar o plantio do algodão naquela região (AZEVEDO et al.,1993; RAMANA RAO et al.,1993; SILVA et al.,1991; ESPÍNOLA SOBRINHO et al.,1991; SOUZA et al.,1993).

Analisar parâmetros morfo-fisiológicos e qualidade da produção do algodoeiro herbáceo, cultivar CNPA 6H, sujeito a dois tratamentos de irrigação, vem a ser o objeto do presente trabalho pois, independente das dificuldades inerentes a nossa própria ignorância sobre a complexidade de crescimento das plantas, a análise de crescimento ainda é o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetativo (BENICASA,1988). Assim, dentro do estudo de análise de crescimento, a área foliar, a taxa de assimilação líquida, os crescimentos absoluto e relativo, dentre outros, são parâmetros importantes a serem analisados no presente estudo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cultura do algodão é bastante estudada em todo o mundo. A constante busca da pesquisa visa atender as necessidades do mercado consumidor em diversos segmentos: oleaginosas, alimentícias, tecelagem, medicamentos, dentre outros.

Estudar aspectos relacionados ao crescimento e desenvolvimento do algodoeiro, tem sido a preocupação de diversos autores, como WATSON (1952), BLACKMAN (1968), RICHARDS (1969); KVET et al. (1971), EVANS (1972), HESKETH & JONES (1980), FITTER & HAY (1981), PATIL & DHOTE (1989), dentre outros. Evidentemente, a bibliografia é extensa e, dentro dos conceitos apresentados, serão enfocados: i) aspectos gerais da irrigação e a influência dos níveis de umidade na cultura do algodoeiro; ii) aspectos gerais dos parâmetros morfo-fisiológicos na cultura do algodoeiro.

### 2.1 - Aspectos gerais da irrigação e a influência dos níveis de umidade na cultura do algodoeiro

O algodoeiro é tido por vários pesquisadores como uma planta altamente sensível às variações do conteúdo de água do solo durante alguns estágios do seu crescimento (FISHER & HAGAN, 1965; HEARN, 1975; RAO et al., 1978).

Com relação à aplicação de água, os sistemas de irrigação mais usados nesta cultura são: sulcos, aspersão, escoamento superficial

e bacias em nível (DAKER, 1976). Com relação ao uso de água, o referido autor cita que o algodão é muito tolerante à escassez de água, podendo-se obter altas produções em regiões áridas com apenas quatro ou cinco regas, sendo que dobrando-se este número, o aumento de produção obtido é desprezível. Ainda segundo o autor acima, no oeste dos E.U.A., estima-se de 600 a 750mm a quantidade de água disponível para produção total do ciclo da cultura.

Segundo LONGNECKER et al.(1961), a produção, a precocidade e a porcentagem de fibra foram influenciadas pelo nível de fertilidade do solo e pela quantidade de água aplicada. Irrigações frequentes (a cada 7 dias) diminuíram a produção, retardaram a maturação de maneira apreciável e reduziram a porcentagem de fibra. Com irrigações menos frequentes (a cada 14 dias) o nitrogênio foi utilizado mais eficientemente, proporcionando um maior aumento de produção. A aplicação de fósforo não afetou a produção, a precocidade e a porcentagem de fibra.

CHANG-NAVARRO et al.(1963), apresentaram importante trabalho correlacionando os efeitos de vários níveis de umidade de água no solo. Os maiores níveis de umidade proporcionaram um melhor desenvolvimento e aumento de produção do algodoeiro.

Estudando o efeito do estresse de umidade no comportamento do algodoeiro herbáceo, AMEMIYA et al.(1963) observaram que a diminuição da água no solo no estágio de crescimento do algodoeiro, antecipou a floração, época em que ocorreu o maior uso de água na camada de 0 a 60cm de profundidade. Na frutificação, a extração da água se deu de 90 a 120cm.

HANSON & KNISEL (1964) estudaram a influência do programa de irrigação sobre a altura da planta, a produção, o peso do capulho, a porcentagem de fibra, comprimento, uniformidade, maturidade,

finura e resistência das fibras. Em geral, a irrigação programada tecnicamente contribuiu para aumentar a altura das plantas, a produção, o peso do capulho e o comprimento da fibra, nos solos de textura fina e média; a porcentagem de fibra foi menor em sete das oito testemunhas. A uniformidade foi prejudicada pela irrigação no solo de textura grosseira. O índice de maturidade foi maior nas parcelas testemunhas. Nos solos de textura fina, o índice de finura aumentou à medida que aumentou a quantidade de água aplicada.

JACKSON & TILT (1968), estudando intervalos de irrigação, nível de nitrogênio e variedades, observaram que as maiores produtividades foram obtidas nas irrigações com intervalo de 14 e 21 dias e os menores nos tratamentos mais secos, ou seja, irrigado com intervalo de 28 dias.

MARANI & AMIRAV (1971) verificaram que o estresse de umidade durante a segunda metade do período da floração reduziu o índice de fibra e o comprimento. O estresse teve efeito similar no desenvolvimento das maçãs. Já a resistência da fibra não foi afetada pelo estresse em nenhum dos períodos estudados. Em estudo isolado, MARANI (1973) verificou que o estresse de umidade no final da floração afetou o comprimento da fibra.

EL NADI (1974), estudando o crescimento, desenvolvimento e qualidade do algodão submetido a três níveis de umidade, observou que as irrigações efetuadas de 20 em 20 dias, diminuíram o crescimento da cultura e causaram efeitos prejudiciais nas fibras.

Na estação experimental da UEP de Barreiras-BA, OLIVEIRA (1979), utilizando a cultivar IAC 13-1, desenvolveu trabalhos com diferentes níveis de irrigação e observou que houve uma tendência das plantas crescerem com o incremento dos níveis de umidade no solo.

Com o objetivo de identificar o período em que o algodoeiro mais requer água para o seu uso correto e eficiente da água de irrigação, KAKIDA & MARINATO (1982), pesquisando em Gorotuba - MG a variedade IAC - 17, por dois anos consecutivos, num solo Aluvial Franco Eutrófico, obtiveram os seguintes resultados, de acordo com os tratamentos utilizados: a) tratamento com déficit hídrico entre 0 e 35 dias - 2.964 Kg/ha, 35 e 70 dias - 2.692 Kg/ha, entre 70 e 105 dias - 2.738 Kg/ha, de 105 e 140 dias - 3.054 Kg/ha e, tratamento sem déficit hídrico durante o ciclo, 3.132 Kg/ha.

MARINATO & KAKIDA (1982), estudando o consumo de água em algodão herbáceo, cultivar IAC-17, na estação experimental de Gorotuba-MG, analisando os seguintes níveis de umidade: reposição de água quando o solo continha 75%, 50%, 25%, respectivamente, de água disponível, além da reposição de água no solo quando o mesmo estava próximo ao ponto de murcha, encontrou resultados de produtividade de 5.500 Kg/ha, com lâmina d'água em torno de 600mm, para o tratamento de 50% de água disponível no solo.

Estudando efeitos comparativos de déficits hídricos de 0 a 35 dias, de 35 a 70 dias, de 70 a 105 dias, ao mesmo tempo que se conduzia a cultura sem restrições hídricas, para efeitos comparativos, MARINATO & LIMA (1982) encontraram os seguintes resultados: quando não houve déficit hídrico durante todo o ciclo, o algodoeiro produziu mais (3.132 Kg/ha). Desta feita, os déficits que provocaram uma queda na produção foram, respectivamente, os que ocorreram entre 105 e 140 dias e nos primeiros 35 dias. Finalmente, registraram-se menores produções quando a falta d'água ocorreu entre 35 e 70 dias e entre 70 e 105 dias. A conclusão observada é que o período crítico do algodoeiro se situa na fase de floração até a formação das maçãs, que ocorre no espaço compreendido entre 60 e

100 dias do ciclo.

Trabalhando com dois turnos de rega (7 e 14 dias) e três lâminas totais de água (400, 600 e 800mm), SILVA (1986) constatou que não houve diferenças significativas para o rendimento entre as lâminas estudadas. Os melhores rendimentos foram obtidos com o turno de rega de sete dias. O rendimento médio do ensaio foi de apenas 2.073 Kg/ha.

SOUZA (1986), estudando três cultivares de algodão herbáceo submetidos a cinco épocas de plantio e quatro estresses hídricos, efetuou as seguintes análises: 1) irrigação de 20 em 20 dias, sendo duas irrigações na fase vegetativa, duas nas fases de floração/frutificação e uma na fase de maturação (I1); 2) irrigação aos 20, 40, 60 e 80 dias, com irrigações na fase vegetativa e duas nas fases de floração/frutificação (I2); 3) irrigado aos 60 e 80 dias, duas irrigações nas fases de floração/frutificação (I3); e 4) irrigado uma vez, aos 100 dias, na fase de maturação (I4). Constatou o efeito do estresse e cultivar sobre a produção, peso do capulho e características fenológicas da fibra. A maior produtividade obtida no estresse hídrico (I2) foi de 1.532,9 Kg/ha, todavia, não diferiu de (I1), com 1.480,4 Kg/ha.

SILVA & BEZERRA (1990), em experimento realizado com manejo de irrigação na cultura do algodoeiro anual, no Vale do Assu, não encontraram diferenças significativas para peso de capulho, altura de planta e estande final, com relação aos diferentes níveis de umidade no solo. Para rendimento, o melhor tratamento foi aquele em que se irrigou sempre que 50% da água do solo havia sido consumida pelas plantas (suprimento normal de água), apesar de não ter diferido daqueles tratamentos em que se estressou a cultura nas fases de pré-floração, floração/frutificação e maturação, nem

daqueles em que se irrigou dos 25 aos 85 dias, com turnos de rega de 15 dias, tendo todos eles apresentados rendimentos superiores aos 3.000 Kg/ha. Já para os tratamentos em que só se aplicou água dos 25 aos 55 dias, dos 25 aos 75 dias e quando as plantas apresentavam sintomas de murcha, os rendimentos obtidos foram mais baixos, refletindo queda de produção de cerca de 26,26% e 27%, respectivamente, com relação ao rendimento do melhor tratamento, do qual diferiu.

PINTO et al.(1990), utilizando a cultivar CNPA Precoce I, estudou o efeito do espaçamento e manejo da irrigação no desenvolvimento e produção do algodão, no município de Boqueirão-PB. Concluíram que a produção do algodoeiro dependeu principalmente do manejo da água, elevando a produção em 33,37% daquele tratamento com sulcos irrigados continuamente e, contrários àqueles irrigados em sulcos alternadamente.

## 2.2 - Aspectos gerais dos parâmetros morfo-fisiológicos

Aspectos do crescimento e desenvolvimento têm sido estudados por diversos autores, dentre eles SALTER & GOOD (1967), McARTHUR et al.,1983, BENEDICT (1984) e PERKINS (1984).

Existe uma concepção em aceitar crescimento e desenvolvimento como termos iguais. LEE (1972) afirma que a confusão entre alguns pesquisadores é corriqueira e, na realidade, não distinguem os termos propriamente ditos.

MOTA (1983) esclarece que os termos diferem basicamente: i) crescimento se refere a um aumento em peso ou volume de um certo órgão da planta, ou da planta como um todo, dentro de um intervalo

de tempo de uma certa fase ou de toda a vida da planta; ii) desenvolvimento é o aparecimento de uma fase, ou de uma série de fases durante o ciclo vital da planta. Conclui-se assim, que o crescimento pode ser medido pelo aumento de peso, área foliar etc. Entretanto, o desenvolvimento é usualmente observado pela data de germinação, brotação, floração, frutificação etc. O desenvolvimento de uma planta assume caráter morfológico e fenológico (fenologia é o estudo dos acontecimentos periódicos da vida), enquanto o crescimento é geralmente fisiológico e ecológico, conclui.

Klebs (1918), Kidd & West (1918,1919) e Tincker (1925), citados por MOTA (1983), propuseram a teoria de pré-determinação fisiológica das plantas. Esta teoria afirma que os efeitos do meio ambiente no estágio de sementes, tanto quanto no estágio de plântulas, determina o crescimento e o desenvolvimento dos estágios vegetativo e reprodutivo.

O grau de tensão de água está quase sempre na maior parte das plantas superiores. Os déficits de água afetam direta ou indiretamente quase todos os processos da planta, tais como crescimento, o desenvolvimento e a produtividade. Os déficits de água reduzem a transpiração, a fotossíntese, a absorção de água e de minerais, mas as condições ambientais e os fatores de planta, como o tipo de tecido e o estágio de desenvolvimento interferem sobremaneira, deixando margem a interpretações, as mais diversas possíveis, tornando os estudos bastante complexos (KLAR,1984).

Em estudo de qualquer cultura, um parâmetro morfológico que torna-se indispensável analisar é o que considera a área foliar. Análise desse dado dá, com segurança, informações sobre o crescimento, assimilação, transpiração, dentre outros, quando relacionado à absorção de radiação solar (BLACKMAN,1956; MONTEITH



& SZEICZ, 1962.).

HODGES & KANEMASU (1987) observaram que a fotossíntese, respiração e o acúmulo de matéria seca podem ser expressas em função do índice de área foliar, que é definido como a relação entre a superfície foliar e a superfície projetada da planta sobre o solo. O índice de área foliar é ainda um parâmetro importante para o estudo do comportamento fisiológico das plantas e pode ser usado como indicador da taxa de crescimento e eficiência do uso da água pelas culturas. (AZEVEDO et al, 1993).

A folha do algodoeiro é um importante órgão para estimar as potencialidades de trocas gasosas relacionadas com o meio ambiente. Neste aspecto, o estudo com aparelhos que visam determinar a radiação fotossinteticamente ativa, condutância estomática, transpiração e temperatura da folha, tornam-se imprescindíveis na avaliação de desempenho do crescimento das culturas. Um exemplo de tal ferramenta é o porômetro de sílica. Os diversos parâmetros citados anteriormente, atendem disposições de mecanismos fisiológicos e muitas vezes atuam em conjunto, raramente isolado.

MONTEITH (1972), cita que a produção final de uma cultura está diretamente relacionada com a quantidade de radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA).

A preferência dos pesquisadores no estudo da condutância estomática das culturas é enfocada de preferência as folhas ensolaradas às folhas protegidas ou sombreadas (BIELORAI et al, 1983). A condutância estomática de folhas ensolaradas relaciona-se linearmente com o aumento de densidade do fluxo solar ( $R^2 = 0,97$ ), conforme demonstraram MORESHET & FALKENFLUG (1978) estudando a cultura do algodoeiro sob condições de solo com boas condições de umidade. Contudo, o desenvolvimento do déficit de umidade no solo

por período de vários dias, alterou a resposta estomática à luz. A temperatura influi diretamente na taxa fotossintética, pois esta é responsável direta pelo crescimento dos vegetais. A temperatura só tem influência até um determinado ponto. Obtidas as condições ideais para o incremento das taxas de fotossíntese, estas decrescem gradativamente e às temperaturas elevadas, tornam-se desprezíveis.

Um importante órgão das folhas responsável pelos intercâmbios gasosos é, sem dúvida, o estômato. Tido como órgão regulador, encontra-se na folha, em maior quantidade, na parte abaxial. FAHN(1964), encontrou que a alteração no número de estômatos determina variações na taxa de troca gasosas e fotossíntese

Em seu habitat natural, as plantas são expostas a contínuas mudanças do ambiente. Se a pressão externa de vapor para a folha é mantida constante, o gradiente de pressão de vapor aumentará enquanto a temperatura da folha se eleva e a condutância estomática pode diminuir, ao passo que com o gradiente de pressão de vapor constante, a condutância pode aumentar com o aumento da temperatura. A resposta estomática à temperatura, com gradientes de pressão de vapor constante, dependerá também da extensão desse gradiente de pressão de vapor. Interações entre a temperatura e os efeitos da umidade sobre o estômato, tem explicado esses resultados conflitantes.

KRIEDE-MANN (1971) e MISKIN et al.(1972) afirmaram que um aumento da resistência estomática, induzido por estresse hídrico, fatores ambientais, redução na densidade estomática, ou anti-transpirantes, provocam uma redução maior na transpiração do que na fotossíntese.

LU (1989) considera que a resistência estomática abaxial aumenta com a diminuição do conteúdo hídrico do solo. O aumento da

resistência estomática da superfície abaxial é maior do que aquele sobre a superfície adaxial em condições de estresse

KING (1922) encontrou correlação direta entre o crescimento em altura e o conteúdo de umidade na cultura do algodão, enquanto que WATSON (1947) concluiu que a taxa de assimilação líquida pode ser afetada pelas condições climáticas e aparentemente diminui com o aumento na idade.

Bolls & Holton (1915) e Bolls (1917), citados por WATSON (1952), foram alguns dos primeiros pesquisadores a estudar as características específicas do crescimento do algodão no Egito, berço da cotonicultura mundial.

EATON (1955) concluiu que o crescimento e o desenvolvimento de plântulas de algodão ocorrem dentro do intervalo de 5 a 8 semanas ou espaço de tempo mais longo, principalmente quando algodões adaptados a dias curtos são expostos a condições de dias longos, enquanto que para GRIDI-PAPP (1965) a paralização do crescimento pode ocorrer sob temperaturas inferiores a 20°C ou superiores a 37°C.

Segundo CORNEJO (1966), a altura das plantas e o peso da matéria verde, tornam-se maior com diante de altos níveis de umidade aproveitável no solo.

WENDT (1967), estudando a relação entre largura da folha e área foliar, na cultura do algodão, mamona e sorgo, encontrou altos coeficientes de correlações para estas culturas: 0,99, 0,94 e 0,95, respectivamente.

SALTER & GOOD (1967) citam que a água é essencial em todas as fases de crescimento da cultura do algodão, sobressaindo-se a fase de floração-frutificação, quando haverá demanda maior à cultura. De forma semelhante, GATES (1968) explica que quando as plantas são

submetidas à desidratação, surgem várias modificações morfológicas e os processos fisiológicos podem ser alterados, o que levou KRAMER (1969) a constatar que o material vegetal fresco contém 80-95% de água. Tecido inativo ou morto, como lenho das árvores, contém muito menos água e as sementes podem apresentar alguns poucos por cento.

HSIAO (1973) considera que muitos processos fisiológicos das plantas são afetados pelo déficit de água. Como o crescimento das plantas é controlado pela divisão celular, seguido de sua expansão, uma quantidade de água insuficiente, mantendo células das zonas de crescimento em condição de flacidez, reduz o coeficiente de divisão celular e mais ainda a expansão de todas as células, impedindo assim, o crescimento vegetativo das plantas.

Quando a planta é seca a 70°C (durante 24-48 horas), o peso depois da secagem é de 10 a 20% do inicial. Os resultados da análise química do material vegetal são geralmente expressos com base na matéria seca, pois esta é menos variável que a matéria fresca, a qual varia com a hora do dia, com a quantidade de água disponível no solo, com temperatura, velocidade do vento e outros fatores (EPSTEIN, 1975).

Segundo PASSOS (1977) o ciclo vegetativo da maioria das cultivares paulistas de algodão é de 120 dias, a contar da emergência até a abertura dos primeiros frutos. A temperatura e a umidade sendo ideais, a germinação se processa entre 4 e 10 dias; o florescimento entre 40 e 60 dias e os primeiros capulhos, 60 dias após a antese, podendo prolongar-se até 200 dias.

Felippe (1967), Cordeiro Neto & Dietrich (1977); Viana (1979) e Paulino (1980), citados por FERRI (1986), correlacionaram parâmetros de crescimento e de desenvolvimento da cultura do feijoeiro. Foram apresentados graficamente diversos parâmetros,

tais como: altura de planta, área foliar, peso fresco, peso seco, dentre outros.

OMETTO (1981) cita que a medida que a cultura vai crescendo, vai aumentando a superfície foliar e o número de folhas utilizadas na fotossíntese, aumentando com isso a absorção de  $CO_2$ , estimulando cada vez mais a evapotranspiração, resultando em acréscimo de matéria seca, que intrinsecamente vem sintetizar todas as relações planta-meio.

VARELLA & VALLEJO (1981) aplicaram redutores de crescimento na cultura do algodão e concluíram que, dependendo da dosagem aplicada, poderá haver redução do crescimento sem alteração ou comprometimento da produção e qualidade tecnológica de fibras.

Aspectos semelhantes aos parâmetros de crescimento mostrados por FERRI (1986), foram demonstrados por FELIPPE et al. (1983) quando analisaram medidas de crescimento de diversas culturas e por BERGAMASCHI et al. (1988), quando estudaram a cultura do feijoeiro.

RODRIGUES et al. (1985), estudando a cultura do arroz, encontraram resultados que mostraram que o índice de área foliar, a altura de planta, o peso seco, a taxa de crescimento relativo e a taxa de assimilação líquida, apresentaram uma estreita relação com os níveis de irrigação administrados.

BENINCASA (1988) conclui que a análise de crescimento se baseia fundamentalmente no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética, e o restante da absorção de nutrientes e minerais do solo.

Dentre os diversos trabalhos que se propõem a analisar parâmetros de crescimento e de desenvolvimento da cultura do algodão, destaca-se o de BELTRÃO et al. (1988). Naquela oportunidade

efetuou-se uma análise de crescimento do algodoeiro herbáceo de curta duração, cultivar CNPA Precoce I, sob condições de período curto de chuvas. Concluiu que entre os diferentes espaçamentos e níveis populacionais testados (50.000 plantas/ha, 83.353 plantas/ha e 100.000 plantas/ha) não houve alteração no rendimento da cultura, que apresentou média de 1.377Kg/ha. Porém, nos níveis populacionais mais elevados, houve redução na altura e diâmetro caulinar. Observou-se que para o nível populacional de 100.000 plantas/ha, existiu uma maior competição intraespecífica, o que acarretou numa redução significativa da biomassa total e área foliar por folha.

William et al.(1965), citado por LEAL et al.(1991), consideram que a complexidade de crescimento de culturas agrícolas pode ser simplificada usando-se índices que expressam o crescimento de uma cultura, como índice de área foliar, taxas de assimilação líquida e de crescimento relativo

ALMEIDA et al.(1992), verificando os efeitos da anoxia no crescimento, desenvolvimento e produção do algodoeiro herbáceo, sob condições de casa de vegetação, concluíram que independente da cultivar utilizada, o encharcamento do solo por um período de 120 horas, na fase de botão floral, reduziu a área foliar em 30%, e a fitomassa epígea em 36%, com relação às testemunhas, além de reduzir a produção de algodão em caroço e em pluma, em 38 e 41%, respectivamente. Quando o estresse anoxítico ocorreu na fase de floração, não houve redução na área foliar; houve aumento de 22% na altura das plantas e de 28% na fitomassa total das plantas. Neste caso, não houve redução na produção de algodão em caroço nem em pluma.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 - Aspectos gerais da área efeito de estudo

O presente trabalho foi conduzido na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN), localizada no município de Ipanguassu-RN (5° 30' de latitude Sul; 36° 55' de longitude Oeste; 68m de altitude). O clima da região é do tipo estepe, o que corresponde a classificação de Koppen como do tipo BSw<sup>h</sup>'. As temperaturas médias diárias do ar chegam a ser superiores a 24°C durante quase todos os dias do ano. Os meses de dezembro e janeiro chegam a ser os mais quentes com média de 31°C.

Segundo o mapa exploratório *Reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Norte* (SUDENE, 1968), os solos da área experimental são poucos desenvolvidos (não hidromórficos) classificados como Ae4; isto é, associações de solos Aluviais Eutróficos - textura indiscriminada fase campos de várzeas, relêvo floresta ciliar de carnaúba relêvo plano e solos Halomórficos indiscriminados - textura indiscriminada fase floresta ciliar de carnaúba relêvo plano. As características físico-hídricas do solo e químicas da água são englobados nas Tabelas 3.1 e 3.2. Como pode ser observado, o solo da área estudada apresenta boa capacidade de retenção de umidade.

Tabela 3.1 - Características físico-hídricas do solo da área experimental em Ipanguassu-RN

Características Físico-hídricas		Profundidade (cm)		
		00 a 20	20 a 40	40 a 60
Granulometria (%)	Areia	15,89	14,40	11,36
	Silte	62,83	57,89	58,51
	Argila	21,28	27,71	30,13
Classificação Textural		Franco Siltoso	Franco Argilo Siltoso	Franco Argilo Siltoso
Densidade Aparente (g/cm <sup>3</sup> )		01,29	01,31	01,31
Densidade real (g/cm <sup>3</sup> )		02,69	02,57	02,57
Porosidade (%)		52,04	49,03	49,22
Umidade volumétrica (%)	Natural	04,71	05,26	06,38
	0,10 atm	40,35	39,73	40,18
	0,33 atm	33,87	33,05	34,02
	0,50 atm	32,63	30,89	31,43
	1,00 atm	28,06	27,27	26,92
	3,00 atm	21,96	21,46	20,97
	5,00 atm	18,36	19,65	19,23
	7,50 atm	17,00	17,32	17,41
	10,0 atm	16,96	17,31	17,09
	15,0 atm	17,53	16,89	17,49
Água disponível (mm)		163,4	161,9	165,3
umidade vol. saturada		0,4034	0,3743	0,3757
umidade vol. residual		0,1161	0,1343	0,1518
a		0,0270	0,0216	0,0191
n		1,5164	1,6012	1,8080
r <sup>2</sup>		0,9931	0,9847	0,9873



Tabela 3.2 - Alguns atributos físico-químicos da água utilizada na irrigação

Ions (mmol/dm <sup>3</sup> )				Físico-química			
Ca <sup>2+</sup>	1,9	Cl <sup>-</sup>	4,6	pH	7,1	PSP	88,5
Mg <sup>2+</sup>	1,5	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,8	RAS	3,5		
K <sup>+</sup>	0,08			CE	800 (μ S/cm)		
Na <sup>+</sup>	4,61			SD	512 (mg/dm <sup>3</sup> )		

Boletim de Expedição 201/92 assinado por Maurício de Oliveira

### 3.2 - Cultivar

A cultivar de algodão utilizada foi a CNPA-6H originada do cruzamento entre as cultivares BJA 592 e IAC 17, realizado em 1979 (CARVALHO et al., 1988). Nos anos subsequentes, através da seleção genealógica, obteve-se a linhagem CNPA 81-200, que foi avaliada durante 3 anos (1985, 1986, 1987) em 22 localidades produtoras de algodão do Nordeste. Por apresentar uma produtividade superior a 6% às cultivares em distribuição e maior tolerância à ramulose decidiu-se pelo seu lançamento como CNPA-6H (Ouro Branco). As plantas desta cultivar possuem haste central um pouco arroxeadada, folhas lobadas, pilosas e apresentam a inserção do primeiro ramo frutífero no quinto nó. O início da floração ocorre aproximadamente aos sessenta dias após a semeadura. A flor possui pétala creme, sendo esta também a cor predominante do grão de pólen (88%), existindo ainda cerca de 12% de plantas com pólen amarelado. As maçãs são grandes e ovais, com cinco lojas por fruto, sendo que os primeiros capulhos aparecem em média aos cento e dezoito dias após a semeadura. Tem peso médio de capulho de 5,8g e a porcentagem de fibra é da ordem de 39,6%.

### 3.3 - Instalação do experimento

#### 3.3.1 - Parcelas experimentais

Foram preparadas duas parcelas medindo 40m x 30m cada uma, perfazendo uma área de 1200m<sup>2</sup>, denominada de parcela padrão. Nestas parcelas, dispensou-se dois tratamentos de irrigação. Na parcela não estressado, a cultura foi mantida em boas condições de suprimento de água. Na parcela estressada, a cultura foi submetida a condições de estresse hídrico. No interior das parcelas, selecionou-se uma área de 10m x 10m (parcela estande) para acompanhamento dos parâmetros morfo-fisiológicos da cultura, bem como para a quantificação da produção. Na Figura 3.1, observa-se o croqui da área efeito do experimento.

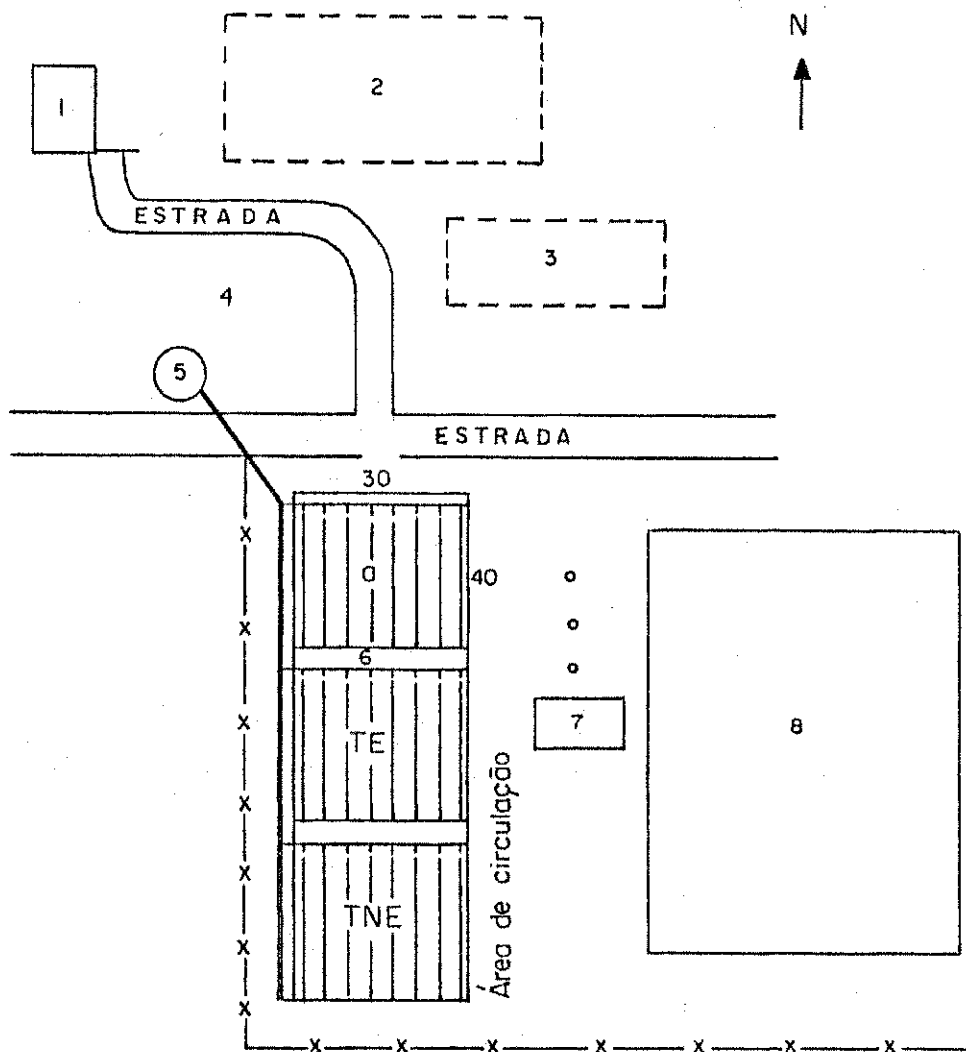
#### 3.3.2 - Preparo do solo

A área efeito do experimento foi preparada via moto-mecanizada, incluindo-se as operações de subsolagem e aração com grade de disco de arasto, efetivados a uma profundidade de 60cm, para a subsolagem e de 20cm, para a aração. Dentro do contexto, efetuou-se abertura de sulcos com espaçamento de 1m.

#### 3.3.3 - Plantio

O plantio realizou-se de forma manual, enterrando-se as sementes a aproximadamente 3 a 4cm de profundidade, colocando-se de

FIG. 3.1 - Croqui da área experimental.



LEGENDA:

- 1 - Escritório EMPARN.
- 2 - Área de pomar.
- 3 - Área de pomar.
- 4 - Área de pomar.
- 5 - Poço amazonas - abastecimento do experimento.
- 6 - algodão (sem efeito para o experimento).
- TE - Parcela estressada (efeito do experimento).
- TNE - Parcela não estressada (efeito do experimento).
- 7 - Escritório de atividades de campo - efeito do experimento.
- 8 - Áreas experimentais do EMBRAPA.

6 a 8 sementes para viabilizar melhor germinação. A densidade populacional foi de 100.000 plantas/ha, semeadas em fileiras duplas com distância entre simples de 0,35m e entre duplas de 0,65m. O plantio foi realizado no dia 28 de agosto de 1992.

### 3.3.4 - Tratos culturais e adubação

Após a primeira irrigação, fez-se uma aplicação do herbicida Diuron (2,5 l/ha) + Pendimethalin (1.5 l/ha) no fundo dos sulcos de irrigação a fim de mantê-los isento de ervas indesejáveis.

Quinze dias após o plantio, realizou-se a primeira adubação. A análise de solo recomendou uma aplicação de 120 Kg/ha de nitrogênio, 50 Kg/ha de fósforo e 30 Kg/ha de potássio. Nesta primeira adubação, utilizou-se 1/3 da dosagem de nitrogênio e a dosagem integral de fósforo. Trinta dias após plantio, realizou-se a segunda adubação com mais 1/3 da dosagem de nitrogênio e a dosagem total de potássio. A terceira e última adubação realizou-se aos quarenta e dois dias após o plantio com a última fração da dosagem nitrogenada.

A fim de deixar as parcelas com o nível populacional inicialmente planejado (100.000 plantas/ha) efetuou-se o desbaste ao vigésimo dia, deixando-se duas plantas por cova.

De forma geral, ao longo do experimento, a cultura permaneceu livre de ervas indesejáveis, face ao constante monitoramento que se dispensou no trato de capina manual.

Com relação ao controle de pragas e doenças, apenas manifestaram-se presentes as pragas do bicudo (*Anthonomus grandis*, B.) e do pulgão (*Aphis gossypii*, G), que foram combatidas

com produtos específicos à base de Cypermethrin (3,8 g.i.a/ha), Endosulfan (523g.i.a/ha) e Demeton-s-metil (50g.i.a/ha).

### 3.3.5 - Irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi o de sulcos de infiltração e a água foi conduzida até as parcelas experimentais através de tubos janelados, com espaçamentos de janelas de 1,0m. O controle de água nas parcelas foi feito via hidrômetro. A Tabela 3.3 evidencia a quantificação da água à cultura.

Como observa-se, aplicou-se uma lâmina de 24,0mm por ocasião da semeadura. Do dia 02.09 ao dia 12.09, foram aplicados lâminas de irrigação de 18,0mm em ambos os tratamentos. Entre os dias 12.09 e 16.10, embora parecendo diferenciações de lâminas entre as parcelas, o mesmo ocorreu em função do espectro de absorção dos sulcos e possíveis transbordamentos face à constituição física do terreno efeito da parcela estressada. As diferenciações nas irrigações propriamente dita só ocorreram à partir do dia 21.10.92 (correspondente ao 53º dia após a semeadura, ou seja, DAS=53).

Na parcela estressada, a quantidade total de água aplicada foi de 457,1mm, enquanto que na parcela não estressada 671,7mm. As lâminas aplicadas tiveram por base estimativas da evapotranspiração segundo método do tanque Classe A, com coeficiente de cultivo (Kc) sugerido por AZEVEDO et al.(1991).

Tabela 3.3 - Lâminas de irrigação aplicadas nos tratamentos estressado e não estressado com as datas correspondentes

Data (dia, mês, ano)	Dias após o Plantio	Lâminas aplicadas (mm)	
		Estressada	Não estressada
29.08.92	00	24,0	24,0
02.09.92	04	18,0	18,0
04.09.92	06	18,0	18,0
08.09.92	10	18,0	18,0
12.09.92	14	18,0	18,0
15.09.92	17	18,1	18,1
20.09.92	22	23,2	23,6
25.09.92	27	19,3	19,3
30.09.92	32	23,7	19,4
05.10.92	37	31,0	31,0
09.10.92	41	27,1	18,4
13.10.92	45	27,0	20,7
16.10.92	48	15,4	15,9
21.10.92	53		24,4
26.10.92	58	36,3	23,9
30.10.92	62		40,0
04.11.92	67	40,0	37,8
09.11.92	72		40,0
13.11.92	76	40,0	40,0
17.11.92	80		40,3
20.11.92	83		34,9
23.11.92	86	40,0	40,0
27.11.92	90		35,0
01.12.92	94		33,0
04.12.92	97		20,0
	lâmina total	437,1	671,7
	no. irrigações	18,0	25,0

### 3.4 - Observações e mensurações

Visando avaliar os efeitos dos níveis de irrigação nos parâmetros morfo-fisiológicos, bem como aspectos da produção, tanto em quantidade como em características tecnológicas da fibra, foram estudados diferentes parâmetros que são a seguir apresentados.

#### 3.4.1 - Altura de planta

Foram selecionadas 20 plantas por tratamento em cada parcela-estande, escolhidas de forma aleatória e realizadas medições semanalmente. O acompanhamento deu-se através de régua graduada em cm, onde considerou-se a altura de planta como sendo a distância entre o colo da mesma e a extremidade superior da sua haste principal. A altura média dessas 20 plantas foi utilizada na escolha das plantas para fins de obtenção da fitomassa e área foliar retiradas fora da parcela estande e analisadas pelo método destrutivo de plantas.

#### 3.4.2 - Área foliar

Semanalmente foram retiradas três plantas por parcela e submetidas todas as folhas de cada planta a um medidor de área (integrador de área foliar LI-3000, da LICOR). Em seguida, obtinha-se a média aritmética da área foliar das três plantas em cada tratamento. A escolha das três plantas tinha por base a altura média de planta do estande de cada tratamento, e elas eram usados

nas determinações das fitomassas epígeas verde e seca.

#### 3.4.3 - Fitomassa epígea verde

Utilizando-se o procedimento de coleta mencionado anteriormente, submetia-se cada uma das três plantas (por tratamento) a pesagem em balança eletrônica de precisão. Em seguida era obtida a fitomassa epígea verde média das três plantas, por tratamento.

#### 3.4.4 - Fitomassa epígea seca

Realizadas as medições de fitomassa verde e área foliar, toda parte aérea era acondicionada em saco de papel e levada a uma estufa a mais ou menos 70°C, onde permaneciam por 48 horas. Em seguida, determinava-se o peso da fitomassa epígea seca média, para cada um dos tratamentos, em operação que era realizada semanalmente.

Com base nos dados de área foliar, altura de planta, fitomassas epígeas verde e seca, foram observados outros parâmetros de crescimento, que são descritos em seguida.

#### 3.4.5 - Taxa de crescimento absoluto

A taxa de crescimento absoluto (TCA) (BENINCASA, 1988) representa a variação ou incremento da matéria vegetal entre duas



amostragens realizadas em um dado intervalo de tempo (dia, semana etc) e pode ser obtida em qualquer fase de desenvolvimento da cultura. Pode-se determinar a taxa de crescimento absoluto, segundo a expressão:

$$TCA = \frac{(W2 - W1)}{(T2 - T1)} \quad (3.1)$$

onde W e T correspondem ao peso seco (g/planta) e ao número de dias (ou semanas) após a sementeira, respectivamente.

#### 3.4.6 - Taxa de crescimento relativo

A taxa de crescimento relativo (TCR) é uma medida de eficiência da produção de nova matéria seca, baseada na matéria já existente. Assim, a TCR foi calculada para as mais diversas fases de desenvolvimento da cultura e é obtida segundo BENINCASA(1988), pela fórmula:

$$TCR = \frac{\ln(W2) - \ln(W1)}{T2 - T1} \quad (3.2)$$

onde Ln é o logaritmo neperiano.

### 3.4.7 - Taxa de assimilação líquida

A acumulação de matéria seca por unidade de área foliar durante a estação de cultivo TAL, é definida como taxa de assimilação líquida e não deve ser confundida como taxa de troca de carbono. A determinação de TAL é feita de acordo com a equação

$$TAL = \frac{(W2 - W1) (Ln A2 - Ln A1)}{(A2 - A1) (T2 - T1)} \quad (3.3)$$

onde as variáveis envolvidas já foram definidas anteriormente.

### 3.4.8 - Medições porométricas

Ciclos diurnos de parâmetros fisiológicos, obtidos em 28/out, 11/nov e 17/dez, nas parcelas não estressada e estressada, respectivamente, serviram para avaliar o comportamento da condutância estomática, transpiração e temperatura da folha. Estes parâmetros foram medidos com um porômetro de equilíbrio dinâmico (LI-1.600 da LICOR) utilizado na parte abaxial da folha. As medições resultantes foram obtidas da média aritmética de duas folhas por planta, do terço médio destas, e de forma que estivessem bem ensolaradas.

### 3.4.8 - Produção

A colheita do algodão foi realizada manualmente e para efeito de estudo, foram consideradas colhidas as parcelas estandes, isto é, áreas de 100m<sup>2</sup>. Em cada estande foram selecionados 50 capulhos, obtidos do terço médio de cada planta, que foram acondicionadas em sacos de papel e, posteriormente, enviadas ao Laboratório de Tecnologia de Fibras do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão da EMBRAPA, em Campina Grande-PB. A porcentagem da fibra foi determinada pela relação entre o peso da pluma, após o beneficiamento do produto, e o peso da amostra. As principais características tecnológicas da fibra: comprimento, finura, maturidade e resistência, foram determinadas de acordo com as normas internacionais utilizadas para análise de fibra do algodão (PERKINS JUNIOR, 1984).

### 3.5. Informe sobre a sistemática de análises

Como as parcelas são de tamanho consideráveis (1.200m<sup>2</sup> cada) e em número de duas apenas, não foi possível realizar análises estatísticas convencionais, como nos experimentos agrônômicos tradicionais; onde estão inclusas a sistemática de avaliação de repetições, blocos etc. Por sua vez, as áreas das parcelas stands são bastante expressivas, o que dá margem de confiabilidade e diminui efeitos das variações inclusa no estudo.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

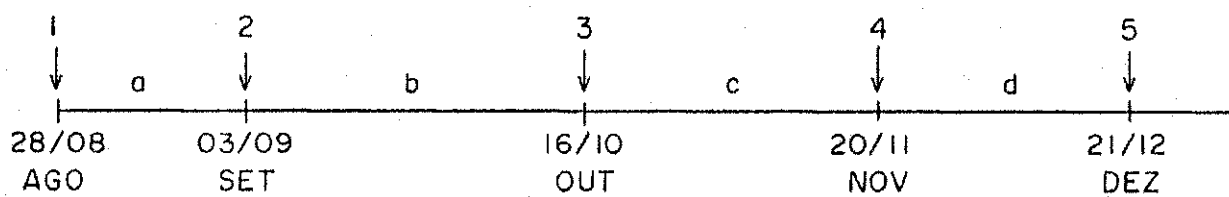
Visando proporcionar uma visão mais ampla das diferentes fases do crescimento e do desenvolvimento da cultura do algodoeiro, foi elaborada a Figura 4.1, onde aparecem as diferentes fases fenológicas da cultura. Ao analisar-se as variáveis morfo-fisiológicas e os parâmetros que delas decorrem, pode-se recorrer à referida figura a fim de se empreender comparações e associações com a fenologia do algodoeiro.

### **4.1 - Altura de plantas**

Na Tabela 4.1 estão representadas as medições da altura de planta (cm) associadas aos tratamentos não estressado (TNE) e estressado (TE). Pode-se observar que a contabilização dos dados ocorreu a partir do trigésimo dia após a sementeira (DAS=30). Como já fora mencionado, as medições representam a média aritmética de 20 plantas localizadas no estande de cada parcela.

No tratamento não estressado a altura máxima medida foi de 93cm, embora a média das 20 plantas tenha se situado em torno de 76cm, o que ocorreu a partir do completo crescimento da cultura, ocorrido aos 86 dias após o plantio (DAS=86). No tratamento estressado houve uma pequena, porém virtual, diferença em suas alturas médias e aquelas verificadas no tratamento não estressado, como pode ser observado na Figura 4.1a, onde foram plotadas as

#### 4- RESULTADOS E DISCUSSÕES



- 1 - Plantio
- 2 - Germinação
- 3 - Ap. 1ª flor
- 4 - Ap. 1ª capulho
- 5 - Início 1ª colheita

#### FASES:

- a - 05 dias
- b - 43 dias
- c - 34 dias
- d - 31 dias
- $\pm$  115 dias

FIG. 4.1 - Fases de crescimento e desenvolvimento do algodão herbáceo.

alturas medidas e estimadas, para cada um dos tratamentos de irrigação. No tratamento TE, a altura média situou-se em torno dos 70cm e ocorreu no DAS=72. As diferenças observadas entre os tratamentos, podem ser atribuídas principalmente ao fator água e eventualmente devido às diferenças entre a concentração de sais e adubos no interior das parcelas. OLIVEIRA (1988) também constatou diferenças significativas na altura do algodoeiro herbáceo, entre tratamentos de irrigação, em pesquisa conduzida no Estado da Bahia.

Os dados de altura de planta foram submetidos a análise de regressão linear em ambos os tratamentos. Para o tratamento não estressado a expressão obtida foi igual a:

$$H(*) = -22,31 + 1,44 \text{ DAS} \quad (4.1)$$

que apresentou coeficiente de determinação ( $r^2$ ) igual a 0,9701;  $H(*)$  representa a estimativa da altura da planta e DAS corresponde ao número de dias após a semeadura. Para o tratamento estressado, foi obtida a seguinte equação de regressão:

$$H(+) = -29,41 + 1,47 \text{ DAS} \quad (4.2)$$

que apresentou coeficiente de determinação igual a 0,9702. O asterisco e o sinal de adição, estão sendo usados para representar os tratamentos TNE e TE, respectivamente. No presente estudo, todas as regressões foram obtidas segundo o *software curvefit*.

Deve-se observar que a utilização das equações acima somente se aplica até o dia que a cultura alcançar a sua altura média máxima, o que pode ser verificado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Altura do algodoeiro herbáceo correspondente às medições e estimativas nos tratamentos não estressado e estressado

Dias Após a Semeadura	Altura de Planta (cm)			
	Não estressado		Estressado	
	Medida	Estimada	Medida	Estimada
30	21,1	19,8	16,6	15,1
37	27,1	30,4	21,6	24,6
44	39,6	41,5	32,0	35,2
51	55,0	52,1	47,0	45,6
58	65,1	61,3	60,0	55,0
65	72,1	68,9	68,6	62,8
72	76,4	76,0	71,6	71,6
79	75,9	76,0	70,2	71,6
86	76,5	76,0	71,4	71,6
93	75,3	76,0	70,7	71,6
100	75,6	76,0	69,3	71,6
107	74,6	76,0	70,3	71,6
114	75,4	76,0	70,2	71,6

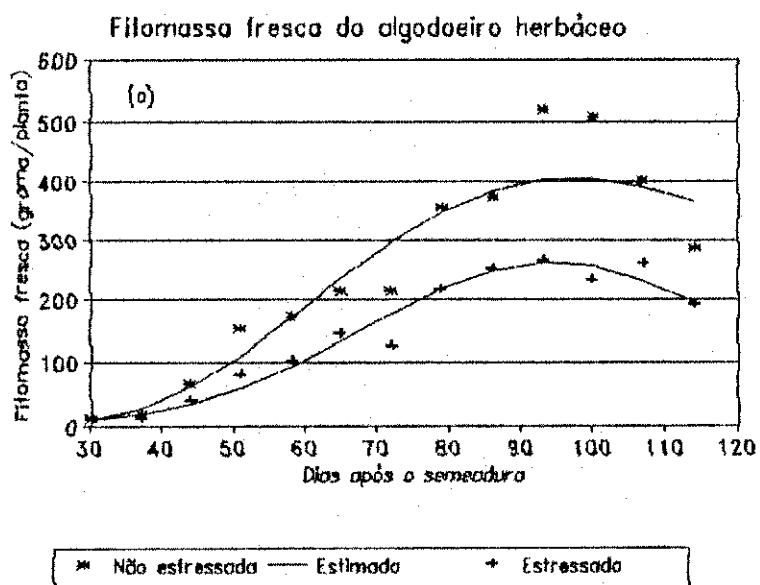
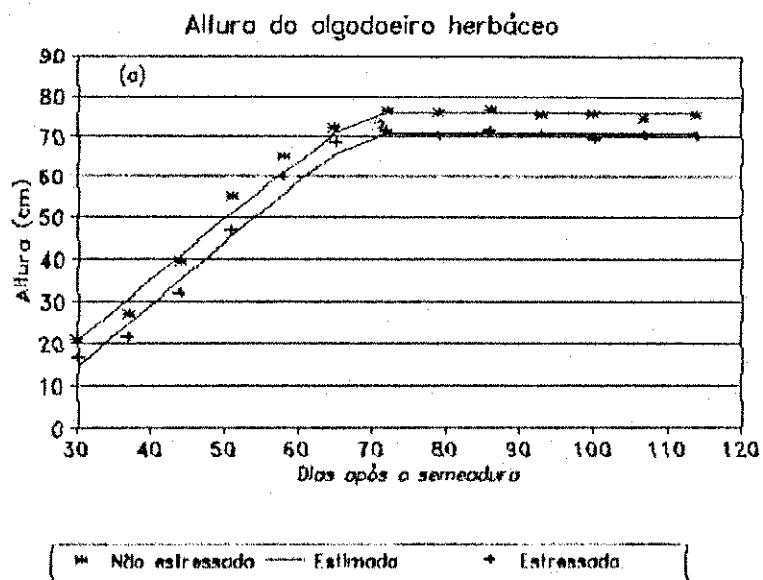


Figura 4.1 - Comportamento estacional da altura de planta (a) e da fitomassa epígea verde (b) nos tratamentos estressado (+) e não estressado (\*).



## 4.2 - Fitomassa epígea verde

A análise do crescimento da cultura com base na fitomassa epígea verde, visa a determinação da evolução da cultura em termos da sua massa verde, em um determinado momento e durante o ciclo vegetativo da mesma.

Os dados correspondentes às medidas da fitomassa epígea verde (FEV), resultaram nas médias que estão relacionadas na Tabela 4.2, enquanto que o seu comportamento estacional está representado na Figura 4.1b. As médias da fitomassa epígea verde medida em ambos os tratamentos, foram submetidos à análise de regressão matemática, cujas equações apresentam-se da seguinte forma. Para o tratamento não estressado, obteve-se a expressão:

$$FEV(*) = 0,4490 \cdot 10^{-9} \cdot 0,9237^{DAS} \cdot DAS^{7,702} \quad (4.3)$$

que apresentou coeficiente de determinação igual a 0,9579; enquanto que para o tratamento estressado, a expressão obtida foi:

$$FEV(+) = 0,2616 \cdot 10^3 \cdot EXP\left[-\frac{(DAS-94,5)^2}{1292,0}\right] \quad (4.4)$$

que resultou em  $r^2 = 0,9546$ . Na equação acima, DAS refere-se ao número de dias após a semeadura e EXP a base do logaritmo neperiano.

Observa-se na Tabela 4.2, que no DAS=93 a cultura apresentou cerca de 520 g/planta no tratamento não estressado, enquanto que aproximadamente 270 g/planta no outro tratamento. Visualizando a Figura 4.1b, observa-se que os valores compreendidos entre o DAS=93

e o DAS=100, apresentaram uma maior dispersão em relação à curva de regressão para o tratamento não estressado, sendo observado uma maior concordância entre as observações e a curva de regressão do tratamento estressado. As dispersões observadas podem resultar da sistemática adotada para a escolha do material (três plantas por tratamento, fora do estande). Como é sabido, existe uma distribuição de frequência associada à matéria verde, como também para a matéria seca e área foliar, de plantas de uma mesma cultivar. Por sua vez, a dispersão em torno da fitomassa verde de uma dada cultivar, é o resultado de diferentes fatores, destacando-se a desuniformidade da umidade do solo na área plantada, heterogeneidade do solo, presença de manchas com elevado teor de sal etc. Procurou-se minimizar a variabilidade natural da variável fitomassa fresca, ao se coletar plantas com alturas iguais à média das 20 plantas monitoradas no estande de cada tratamento. No entanto, este critério não contempla as variações que existem entre o número de folhas, fitomassas fresca e seca, e área foliar, entre plantas com uma mesma altura. Assim sendo, as variações observadas em um mesmo tratamento, podem ser atribuídas à variabilidade da própria variável em discussão e ao critério utilizado, seja com relação ao número de plantas por tratamento, seja em relação a escolha usada (média de altura como referência).

Tabela 4.2 - Fitomassa epígea verde do algodoeiro herbáceo correspondente às medições e estimativas, para os tratamentos não estressado e estressado

Dias Após a Semeadura	Fitomassa epígea verde (g/planta)			
	Não estressado		Estressado	
	Medida	Estimada	Medida	Estimada
30	12,00	9,85	12,00	10,18
37	18,74	28,42	12,05	19,83
44	65,96	61,94	40,61	35,77
51	153,68	110,79	82,12	59,77
58	171,85	171,18	102,50	92,51
65	215,31	236,21	143,09	132,66
72	215,05	297,94	125,33	176,23
79	356,73	349,30	217,00	216,88
86	374,26	385,39	252,23	247,27
93	519,15	403,99	267,33	261,16
100	507,17	405,36	232,91	255,54
107	401,81	391,63	260,11	231,64
114	285,58	366,08	191,73	194,51

#### 4.3 - Fitomassa epígea seca

Os dados de fitomassa epígea seca (FES) estão presentes na Tabela 4.3 e a sua variação estacional está representada na Figura 4.2b, onde constam as curvas obtidas através de regressões matemáticas para ambos os tratamentos de irrigação estudados.

A variável ora discutida, é utilizada preferencialmente ao peso de material verde, porque o teor de água deste é bastante variável a partir da colheita da planta desde o local da amostragem até o local da pesagem, incluindo-se o tempo gasto para executar-se a mesma. Os dados obtidos apresentam uma variabilidade semelhante àquela mostrada pela fitomassa epígea verde, sendo máxima também aos 93 e 100 dias após a semeadura, para o tratamento não estressado, que na ocasião apresentaram valores da ordem de 120g.

A regressão matemática obtida na caracterização da variação estacional da fitomassa FES para o tratamento TNE, foi a seguinte:

$$FES(*) = 0,1291 \cdot 10^{-9} \cdot 0,9346^{2AS} \cdot DAS^{7,426} \quad (4.5)$$

que apresentou coeficiente de determinação de 0,9651. Para o outro tratamento, foi obtida a regressão:

$$FES(+) = 81,02 \cdot EXP\left[-\frac{(DAS - 104,3)^2}{1418,0}\right] \quad (4.6)$$

onde o coeficiente de determinação correspondente foi de 0,9645.

Para o tratamento estressado, tanto a análise da tabela quanto a da figura, permitem notar que os valores apresentam uma sequência de comportamento uniforme, sem maiores dispersões, mostrando assim

o aumento gradativo e as concentrações de assimilados coerentes em todo ciclo analisado. Outra informação obtida na análise da fitomassa epígea seca, é concernente ao peso final, ou acúmulo total de assimilados das plantas em estudo. No tratamento não estressado, o peso final da fitomassa alcançou os valores de 106,41 g, formando assim, uma geração média semanal de 8,7 g. Para o tratamento estressado, como era de se esperar, o acúmulo final de matéria seca alcançou 79,68 g/semana, dando média semanal de 6,44 g. As análises são bastante distintas e dependem da ótica da observação. Assim, ao se analisar a porcentagem ou relação do material fitomassa epígea seca à fitomassa epígea verde, encontram-se os valores constantes na Tabela 4,4.

Observa-se que tanto para a fitomassa epígea seca não estressada como para a fitomassa epígea seca estressada, até os 65 dias de crescimento e desenvolvimento da cultura, os tratamentos alcançaram valores abaixo de 20% em relação a fitomassa epígea verde não estressada e estressada. Depois dos 65 dias, alcançaram valores maiores. Quando comparam-se os dois tratamentos, ou seja, a porcentagem da fitomassa seca em relação a fitomassa verde não estressada e estressada, suas médias são respectivamente 21,6% para a fitomassa epígea seca irrigada em relação a fitomassa epígea verde não estressada e 24,26% para a fitomassa epígea seca estressada em relação a fitomassa epígea verde não estressada.

Ao se comparar as afirmações de EPSTEIN (1975) de que o peso depois da secagem é de 10% a 20% do peso inicial (fitomassa verde), nota-se no presente estudo que houve uma variação de 1,16% para a fitomassa epígea seca não estressada e de 4,16% para a fitomassa epígea seca estressada, em relação a média dos tratamentos não estressado e estressado, respectivamente.

Tabela 4.3 - Fitomassa epígea seca do algodoeiro herbáceo correspondente às medições e estimativas, nos tratamentos não estressado e estressado

Dias Após a Semeadura	Fitomassa epíges seca (g/planta)			
	Não estressado		Estressado	
	Medida	Estimada	Medida	Estimada
30	2,07	1,59	2,07	1,65
37	2,64	4,70	1,78	3,32
44	11,69	10,61	7,35	6,23
51	26,76	19,78	14,56	10,92
58	35,80	32,03	21,45	17,86
65	44,66	46,51	27,10	27,25
72	47,04	61,93	31,85	38,80
79	76,21	76,84	52,27	51,57
86	86,98	89,92	57,45	63,96
93	122,96	100,16	74,87	74,03
100	119,75	106,95	79,23	79,96
107	97,06	110,11	81,13	80,61
114	106,41	109,81	79,68	75,84

Tabela 4.4 - Porcentagem da fitomassa seca em relação à fitomassa fresca para os tratamentos não estressado (TNE) e estressado (TE).

DAS	Porcentagem da FES(%)		DAS	Porcentagem da FES(%)	
	TNE	TE		TNE	TE
30	16.0	17.2	79	21.3	24.0
37	14.0	14.8	86	23.0	22.7
44	17.7	18.0	93	23.7	28.0
51	17.4	17.7	100	23.6	34.0
58	20.8	20.9	107	24.1	31.0
65	20.7	18.9	114	37.3	41.5
72	21.8	25.4	média	21.6	24.2

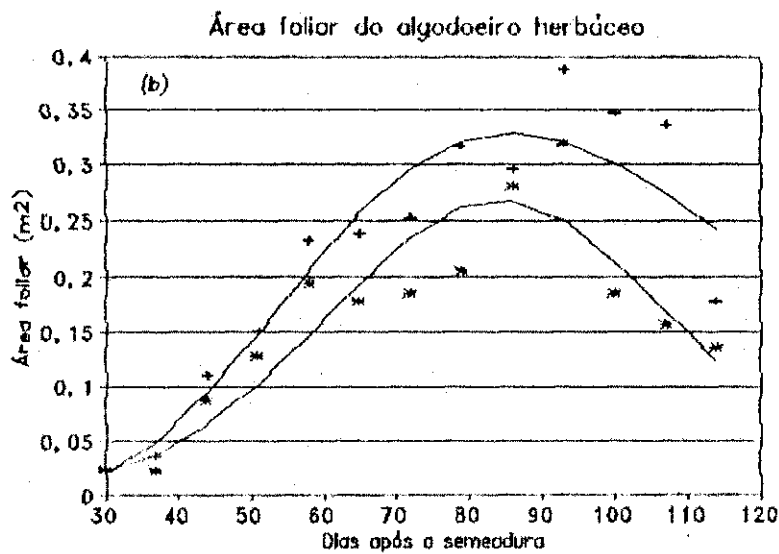
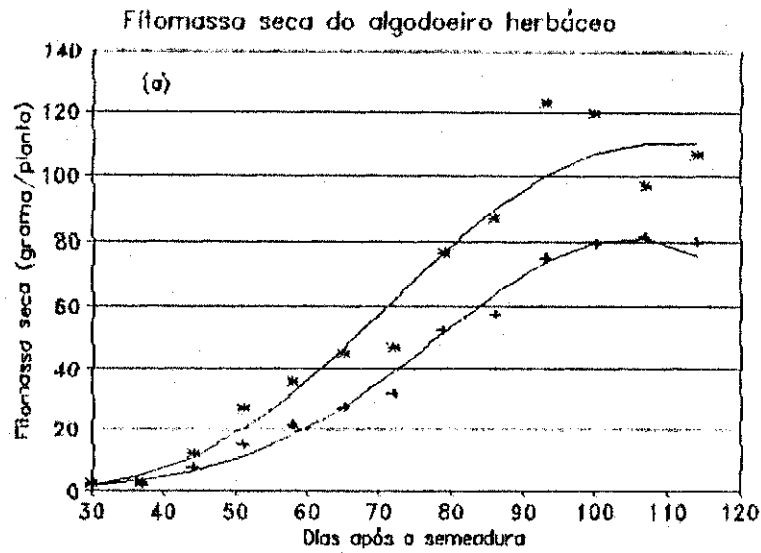


Figura 4.2 - Fitomassa epígea seca (a) e área foliar (b) e do algodoeiro herbáceo para os tratamentos estressado (+) e não estressado (\*).

#### 4.4 - Área foliar

A área foliar do algodoeiro nos tratamentos não estressado e estressado, obtido dos 30 aos 114 dias pós-germinação, encontra-se inserida na Tabela 4.5 e pode ser visualizada na Figura 4.2b, onde são apresentadas as variações estacionais da área foliar medida e estimada por regressão matemática, para os tratamentos não estressado e estressado.

As expressões de regressão matemática que representam cada uma das curvas ajustadas aos tratamentos TNE e TE, resultaram nas equações abaixo. Para o tratamento TNE, obteve-se:

$$AF(*) = 0,1223 \cdot 10^{-9} \cdot 0,92222^{DAS} \cdot DAS^{6,9560} \quad (4.7)$$

com coeficiente de determinação de 0,9483. Para o tratamento TE, encontrou-se:

$$AF(+) = 0,2677 \cdot \text{EXP}\left[\frac{(DAS - 84,20)^2}{-1.136,23}\right] \quad (4.8)$$

que apresentou coeficiente de determinação igual a 0,8934.

A área foliar permite avaliar-se as condições de rendimento de uma cultura nos aspectos de aproveitamento de radiação fotossinteticamente ativa, o relacionamento da cultura com a energia do meio, a intensidade de aproveitamento do gás carbônico do meio ambiente, dentre outros. Nesta condição a área foliar está relacionada diretamente com o índice de área foliar, que numericamente são diferentes; porém, refletem a mesma eficiência no aproveitamento da luz, ou dos nutrientes do solo.



Nas condições do tratamento não estressado, observa-se na Tabela 4.5 e Figura 4.2b, que a cultura atingiu uma maior área foliar aos 93 dias, ou 14 semanas. Observa-se, também, que a partir desta data, a área diminuiu gradativamente. No tratamento estressado a evolução dos valores medidos é semelhante à do tratamento não estressado. Os valores máximos foram iguais a 0,39 m<sup>2</sup>/planta e 0,32 m<sup>2</sup>/planta, para os tratamentos TNE e TE, respectivamente. Ao se considerar as curvas de ajustamento, percebe-se que o máximo associado ao tratamento TE, ocorreu antes que aquele do outro tratamento, o que pode ser atribuído ao estresse hídrico. Como é sabido, a indução do estresse pode antecipar o ciclo de uma cultura, o que ficou evidenciado na pesquisa. Dos dados observados, tanto na parcela não estressada como na parcela estressada, fica evidenciada a influência do fator água, não apenas na área foliar da cultura, mas nas outras variáveis já apresentadas.

Tabela 4.5 - Área foliar do algodoeiro herbáceo (m<sup>2</sup>/planta) para os tratamentos estressado (TE) e não estressado (TNE).

DAS	Área foliar do algodoeiro herbáceo	
	Tratamento TNE	Tratamento TE
30	0.02	0.02
37	0.03	0.02
44	0.10	0.08
51	0.15	0.13
58	0.23	0.20
65	0.24	0.18
72	0.25	0.19
79	0.31	0.21
86	0.29	0.28
93	0.39	0.32
100	0.34	0.19
107	0.33	0.16
114	0.17	0.14

#### 4.5 - Taxa de crescimento absoluto

Na Figura 4.3a estão representadas as curvas ajustadas aos dados da taxa de crescimento absoluto (TCA) para os tratamentos TNE e TE, além das poligonais referentes aos dados obtidos segundo a Equação 3.1. Esta medida indica a velocidade de crescimento e, em sentido mais restrito, pode dar idéia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação.

De acordo com a poligonal relativa ao tratamento TNE, pode-se notar que os maiores valores da TCA ocorreram no DAS=72 e DAS=86, ocorrendo o mesmo para o tratamento TE. Só que neste último, os valores são virtualmente menores. Por outro lado, ao se analisar as curvas ajustadas (obtidas através de valores da fitomassa seca e área foliar, estimados) pode-se concluir que o TNE também apresenta taxas superiores àquelas do tratamento TE.

Ao analisar-se o tratamento não estressado, bem como o TE, observa-se que não existe uma regularidade da taxa de crescimento absoluto, quando analisados os acréscimos de matéria assimilada (g/dia), ao longo do ciclo da cultura. Observa-se, entretanto, que a velocidade de crescimento é bastante atenuada na senescência. Como resultado dos cálculos, segundo a fórmula de Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), tem-se no DAS=72 um ganho de 4,0 g/dia chegando a 5,2 g/dia no DAS=86.

No tratamento estressado, vê-se que o incremento de velocidade de crescimento é muito pronunciado no DAS=72, com cerca de 3,0 g/dia e com aproximadamente 5,9 g/dia no DAS=86. Comparando a velocidade de crescimento dos dois tratamentos, observa-se que no tratamento não estressado a TCA, ou velocidade de crescimento, em g/dia, teve sempre uma tendência de superioridade ao tratamento estressado, e que esta tendência está associada ao fator água.

A Taxa de Crescimento Absoluto não constitui uma boa avaliação do crescimento, pois a alternância no ganho e diminuição de peso da matéria seca, nas diversas fases da cultura, inibe uma melhor avaliação dos resultados como uma apresentação única e/ou isolada. Outros parâmetros terão que ser necessariamente analisados para que conclusões consistentes possam ser extraídas.

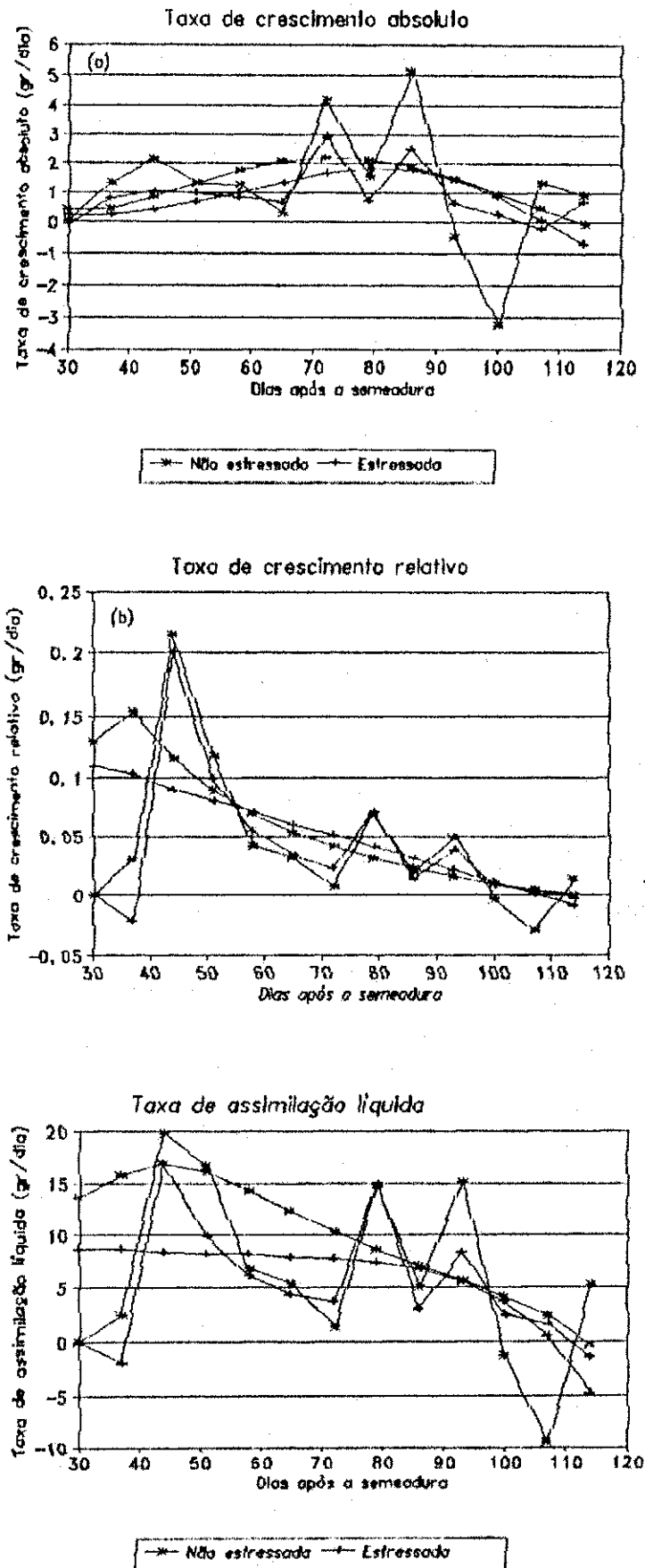


Figura 4.3 - Taxas de crescimento absoluto (a), relativo (b) e de assimilação líquida (c), nos tratamentos TNE e TE.

#### 4.6 - Taxa de crescimento relativo

A taxa de crescimento relativo (g/dia) está representada na Figura 4.3b, que apresenta a evolução desta taxa ao longo da estação de cultivo. Na ordenação dos dados vê-se que os valores inerentes aos tratamentos não estressado e estressado, variam ao longo do ciclo. Entre o DAS=37 e o DAS=44, é que ocorreram os maiores incrementos no ganho de crescimento, isto quando comparado com a matéria seca. Utilizando-se de cálculos anteriores derivados da Equação 3.2, observa-se que no tratamento não estressado a média nas primeiras semanas das medições foi de 0,03 g/dia e no estressado um pouco menor. Ao longo de todo ciclo da cultura, a taxa de crescimento relativo apresentou uma média de 0,06 g/dia em ambos os tratamentos. Ainda assim, pode-se notar que no tratamento TNE há sempre uma tendência de valores superiores àqueles do tratamento TE.

Na Figura 4.3b, foram plotadas também as curvas obtidas a partir de valores da fitomassa seca estimados por regressão matemática, e observa-se que as curvas são muito regulares e com supremacia dos valores do tratamento TNE sobre o TE. A fase de maior crescimento situou-se entre o DAS=30 e o DAS=41, para ambos os tratamentos. Assim, comparando-se as médias dos dois tratamentos encontrou-se que na sexta e sétima semana, a taxa de crescimento relativo apresentou uma tendência maior do que comparando-se as médias de todo ciclo da cultura.

Considerando que a Taxa de Crescimento Relativo pode ser obtido pelo produto da área foliar pela taxa de assimilação líquida, do tipo  $TCR = AF \times TAL$ , forma uma interessante formulação para análise de crescimento. De outra forma, em ambos os tratamentos, é notório que nesta relação, quando aumentada a Área Foliar e a TAL,

a TCR teve uma tendência de crescimento. Isto parece estar bem relacionado em termos de tendência, pois, para determinadas fases da cultura a Área Foliar aumentando num determinado momento, a área a ser utilizada ou captada pela fotossíntese também aumenta. Contudo em outro estágio, mesmo aumentando a Área Foliar a assimilação fotossintética tende a diminuir face a disposição das folhas, inibindo assim um maior ganho fotossintético.

#### 4.7 - Taxa de assimilação líquida

De acordo com a fórmula utilizada para obter-se os valores da taxa de assimilação líquida (TAL) (Equação 3.3), foram gerados os dados e curvas que se encontram na Figura 4.3c, que são apresentados semanalmente para os tratamentos não estressado e estressado. As poligonais representam as medições, enquanto que as curvas resultaram de estimativas obtidas segundo regressões matemáticas.

Observa-se uma grande variabilidade associada às medições em ambos os tratamentos; porém, no tratamento TNE os valores obtidos são geralmente superiores aos do tratamento TE, e em algumas situações muito diferentes. A TAL situou-se em torno de 10 g/dia no TE e na faixa de 13 g/dia no TNE, isto quando analisado a partir das curvas ajustadas. Fica evidente que há um crescimento muito acentuado nas primeiras semanas após o início das observações. O aspecto geral das curvas e poligonais não diferem de forma significativa.

Com relação ao índice de maior aproveitamento fotossintético os tratamentos não estressados e estressado apresentaram os

melhores índices de aproveitamento na sexta, sétima, décima primeira e décima terceira semana. Apenas na sexta semana é que o ganho fotossintético sobre a perda respiratória foi maior, diminuindo nas demais.

Quando comparam-se os tratamentos, verifica-se que no não estressado a TAL apresentou uma tendência de superioridade ao longo de praticamente todo o ciclo. Sugere-se ainda que a superioridade em fotossíntese líquida é, por assim dizer, de tendência maior do que a observada para a TCR, o que pode sugerir também que a TAL sofreu um efeito da área foliar.

#### 4.8 - Medições Porométricas

Visando obter conhecimentos sobre o comportamento fisiológico da cultura, foram realizadas medições em ciclos diurnos nos dias 28/out (DAS=60), 11/nov (DAS=74) e 17/dez (DAS=110), dos parâmetros: condutância estomática, transpiração e temperatura da folha. Em 28/out, os tratamentos estressado e não estressado, tinham sido irrigados dois dias antes da obtenção do ciclo. Em 11/nov, apenas o tratamento não estressado tinha sido irrigado dois dias antes do ciclo, enquanto o tratamento estressado já estava com um estresse hídrico de sete dias. No ciclo estacional do dia 17/dez, as medições foram realizadas no tratamento não estressado (embora as irrigações tenham sido suspensas em 04/dez em ambas parcelas) e objetivaram observar a fase de senescência.



#### 4.8.1 - Condutância estomática

Os dados de condutância estomática (Ce) em 28/out estão representados na Figura 4.4a, para os tratamentos estressado e não estressado. Os horários de observações situaram-se entre 7h às 17h (horário local). No tratamento estressado, a condutância estomática assume um maior valor por volta das 9h, com variações de acréscimo e decréscimo ao longo dos demais horários do referido ciclo. No tratamento não estressado, a cultura apresenta maior condutância também às 9h. Observa-se uma acentuada diminuição da Ce a partir das 15h.

De uma maneira geral os valores do tratamento TNE foram mais elevados que os do TE, embora a cultura houvesse sido irrigada a apenas dois dias em ambos os tratamentos. Pode-se explicar as diferenças observadas, como resultado do estresse hídrico que a cultura foi submetida antes de ser irrigada no dia 26/out.

Como era de se esperar, a condutância em culturas que estão sendo mais frequentemente irrigadas, tendem a uma condutividade maior, enquanto nas culturas com estresse hídrico observa-se o contrário, em função de um possível fechamento dos estômatos, que provocam outras consequências como a elevação da temperatura das folhas e uma diminuição da transpiração. É o que se pode constatar no dia 11/nov, onde ocorre uma situação típica de grande abastecimento hídrico (tratamento TNE) e uma outra de grande estresse hídrico. As diferenças são muito marcantes e mostram o quanto o estresse hídrico pode afetar variáveis fisiológicas e, como consequência, morfológicas das culturas. Segundo a Figura 4.4b o tratamento não estressado apresenta uma condutância compatível com uma cultura bem abastecida d'água, pois o funcionamento

fisiológico (abertura estomática) estão bem relacionados com outros parâmetros fisiológicos. Uma maior condutância apresenta-se no horário de 09h do ciclo. No tratamento estressado fica bem caracterizado o fechamento estomático da cultura nos diversos horários. Dois aspectos podem ser considerados: 1) O período de estresse que já vinha sendo aplicado à cultura, associado à última irrigação; 2) Fisiologicamente é parte do mecanismo que se utiliza a planta, fechando seus estômatos, evitando assim, uma maior condutividade, o que acarretaria em um acréscimo de transpiração e perda de água acentuada.

O ciclo diurno da condutância estomática em 17/dez está representado na Figura 4.4c e, como observa-se na tabela das irrigações, estas já haviam sido suspensas. Por outro lado, a cultura se encontrava em adiantado estágio da senescência, onde completara praticamente todo o ciclo morfo-fisiológico. Neste sentido, os valores apresentados são condizentes com o esperado pois, a cultura tendo completado seu ciclo e estando disprovida de água, naturalmente reduz a sua condutância estomática.

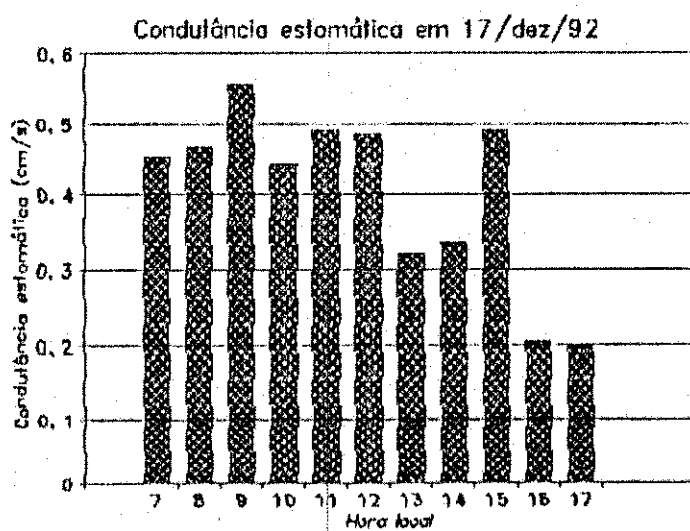
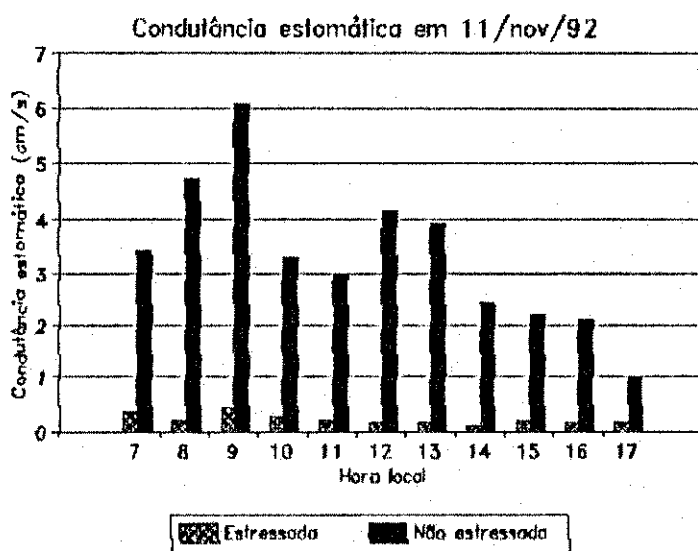
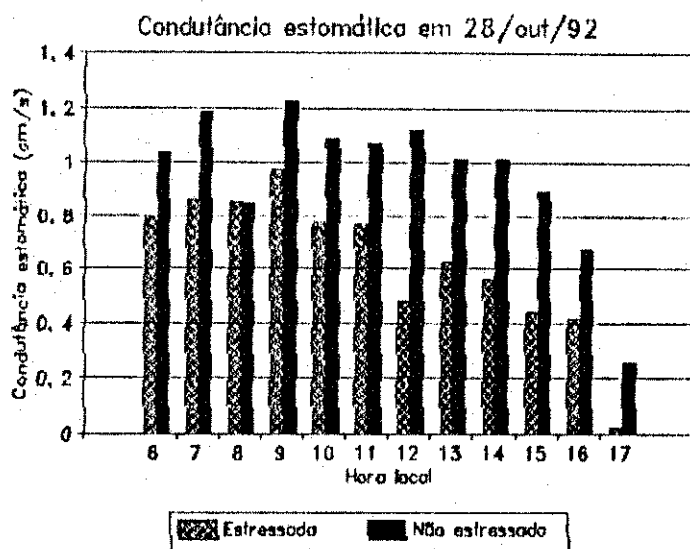


Figura 4.4 - Variação diurna da condutância estomática (cm/s) em 28/out, 11/nov e 17/dez/1992.

#### 4.8.2 - Transpiração da cultura

A transpiração difere da evaporação da água livre e, fisicamente, pode ser descrita em termos de uma resistência à difusão e ao fluxo turbulento do vapor para o meio exterior. Quando os estômatos estão abertos a transpiração é determinada, primariamente, pela energia disponível. Com o aumento do déficit de água e o fechamento parcial dos estômatos, a transpiração é reduzida. Dependendo dos horários, ecossistemas presentes e sua interrelações com a temperatura, luminosidade etc, existe uma variação constante da transpiração.

Ao analisar-se o ciclo diurno de 28/out na Figura 4.5a, observa-se que no tratamento não estressado, a cultura apresentou maior transpiração que o tratamento estressado. Isto pode ser atribuído ao fato de que no solo, o tratamento não estressado poderia estar com lâmina de reserva de água superior ao tratamento estressado, e por ter a cultura atravessado um primeiro estresse hídrico forte.

Tanto na parcela não estressada quanto na estressada, os maiores valores foram contabilizadas no horário de 12h, quando a temperatura da folha estava bastante alta. Neste aspecto, como forma de minimizar tais temperaturas, a planta lança este mecanismo de defesa com a finalidade de tornar úmida as paredes celulares, facilitando assim a continuidade da absorção de gás carbônico pela folha.

Em 11/nov o ciclo diurno da transpiração está representado na Figura 4.5b, e caracteriza bem o que uma cultura estressada com déficit de água e uma não estressada, utilizam-se dos mecanismos fisiológicos visando melhor uso da água. Na parcela não estressada a cultura continua transpirando normalmente, pois havia sido

irrigada a dois dias atrás e, desta feita, interpreta-se que o potencial hídrico do solo dispunha de reservas suficientes, fazendo com que a cultura continuasse transpirando normalmente. De forma contrária, interpretando-se que o potencial hídrico do solo tivesse baixo, face ao grande intervalo de irrigação (7 dias), a parcela estressada apresenta transpiração muito reduzida. Sabe-se que culturas com déficits de água, tendem a diminuir a condutância, consequentemente sua resistência estomática aumenta (resistência é o inverso da condutância estomática) fazendo com que grande parte dos estômatos das folhas se fechem como parte de um mecanismo fisiológico na necessidade de evitar maiores perdas das reservas de água dos tecidos da planta como um todo .

Na parcela não estressada, o maior valor da transpiração ocorreu às 12h, e o menor às 17h. Já na parcela estressada o máximo também ocorreu às 9h, enquanto que o mínimo foi registrado às 14h. Este horário de menor transpiração pode ser resultado de efeito conjunto da deficiência hídrica e de elevada quantidade de radiação fotossinteticamente ativa. A cultura com déficit hídrico, já que fora irrigada a sete dias e apresenta pouca reserva de água em seus tecidos, naturalmente passa a transpirar muito pouco, o que provoca aumento da temperatura das folhas.

O ciclo diurno da transpiração em 17/dez está representado na Figura 4.5c e corresponde a uma situação da fase final do ciclo da cultura. Observa-se que os valores da transpiração do ciclo em estudo, são semelhantes àqueles do ciclo diurno de 28/out e 11/nov, para o tratamento estressado, caracterizando assim que culturas com déficits de água, em qualquer fase do seu ciclo morfo-fisiológico, tendem a transpirar pouco.

A última irrigação nesta parcela (não estressada) fora

realizada no dia 4/dez, perfazendo um total de 13 dias de déficit hídrico. Na Figura 4.5c vê-se que os maiores valores da transpiração foram obtidos nos horários de 12h e 15h, enquanto o menor valor foi obtido às 17h. Cita-se também que neste ciclo, a cultura já completara todo seu mecanismo funcional de crescimento e desenvolvimento.

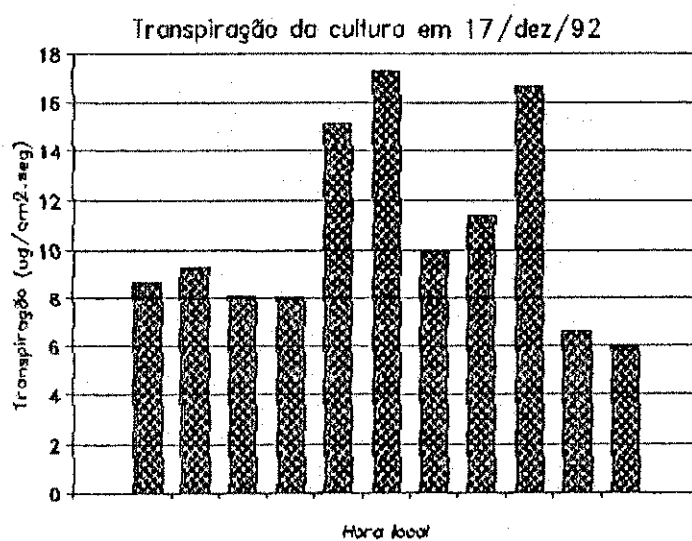
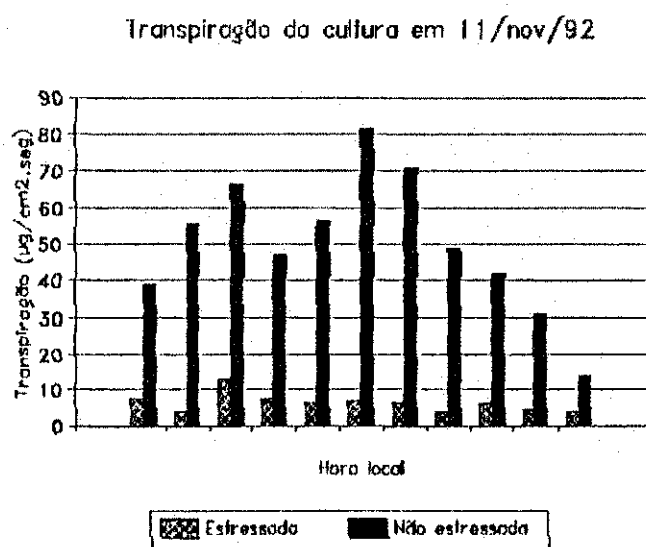
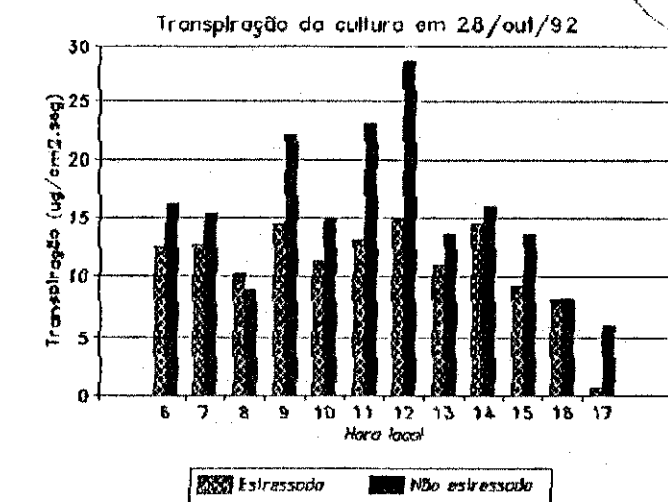


Figura 4.5 - Variação diurna da taxa de transpiração da cultura ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{s}$ ) em 28/out, 11/nov e 17/dez/1992

Sabe-se que um aumento ou uma diminuição na temperatura de um corpo está associada a trocas de energia que se processam entre este e o seu meio ambiente. Fisiologicamente, no caso de vegetais de maneira geral, o aumento ou diminuição na temperatura da folha se dá em função de parâmetros atmosféricos, do solo e da própria folha. Nos aspectos de solo, parâmetros de compactação, adubações irregulares, salinidade presente etc, podem influenciar na temperatura das culturas. Tratando-se de água, os efeitos são mais agravantes pois, para um maior e melhor desenvolvimento das atividades morfo-fisiológicas, a água é essencial para o bom desenvolvimento das culturas.

Quando uma cultura sofre restrições hídricas, como consequência, há diminuição de sua transpiração e parte da energia solar que incidia sobre as suas folhas, e que era usada como calor latente na mudança de fase da água dos tecidos vegetais, agora passa a ser absorvida diretamente pelas folhas. O resultado, é o aumento de sua temperatura. Por esta razão, a temperatura das folhas tem sido usada como indicadora do estresse hídrico em culturas.

Foram realizadas medições diurnas da temperatura de folhas do algodoeiro nos tratamentos não estressado e estressado, que são ilustradas na Figura 4.6, para três situações distintas.

No dia 28/out, Figura 4.6a, a cultura havia sido irrigada a apenas dois dias. Porém, percebe-se muito claramente que no tratamento TE, nos momentos de maior demanda atmosférica (entre 10h e 14h), as folhas se encontram mais aquecidas que as do tratamento TNE. Ocorre que antes de ser irrigada em 26/out, a cultura foi submetida a um forte estresse hídrico (tratamento TE), como pode ser observado na tabela das irrigações. Fica evidenciado, pois, que



mesmo após o reestabelecimento da umidade do solo, a cultura não reestabeleceu os padrões de temperatura (e, também, de transpiração e condutância) observados no tratamento TNE.

Em 11/nov a cultura se encontrava sob forte estresse hídrico em TE e transpirando potencialmente, em TNE, como se observa no campo das temperaturas ilustrado na Figura 4.6b. São registradas diferenças de até 5°C entre os tratamentos, o que evidencia o comprometimento de funções importantes da planta no tratamento estressado, como transpiração e, naturalmente, a atividade fotossintética.

No final do ciclo de desenvolvimento da cultura, foi obtido um último ciclo diurno, desta feita em 17/dez, que compreende a senescência. Como pode-se observar na Figura 4.6c, os valores das temperaturas são muito elevados e situam-se em torno dos 36°C, próximo ao meio-dia local. Nessa ocasião, a irrigação havia sido suspensa há bastante tempo e, por esta razão e da fase em que se encontrava a cultura, era de se esperar que as temperaturas estivessem elevadas. Estes resultados foram corroborados por SILVA (1994), quando analisava efeitos do estresse hídrico no algodoeiro segundo a termometria infravermelha. No entanto, é oportuno destacar que no ciclo diurno obtido pelo referido autor, os valores da temperatura foram substancialmente maiores àqueles registrados pelo porômetro, o que pode ser explicado pela influência exercida pela temperatura do solo nas medições com o infravermelho.

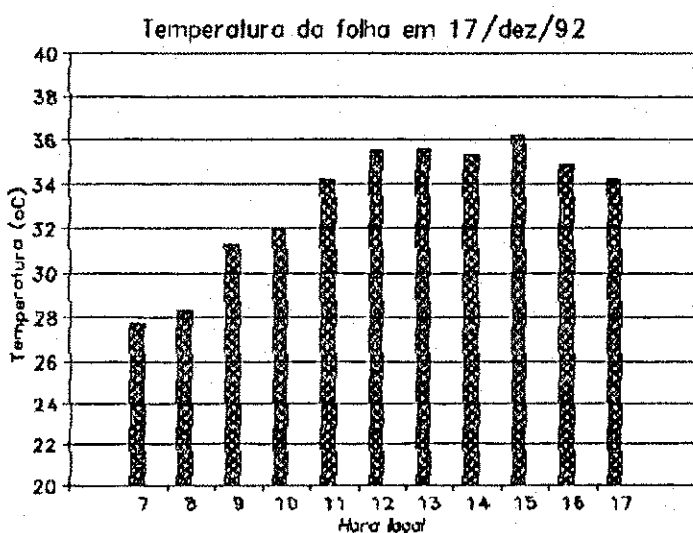
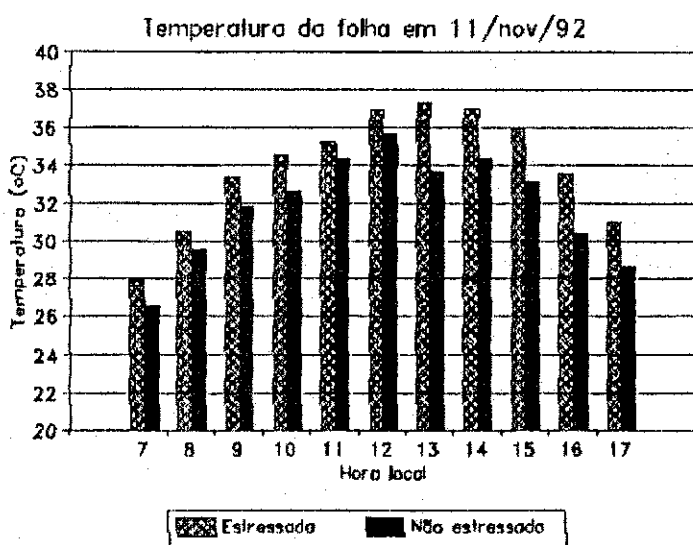
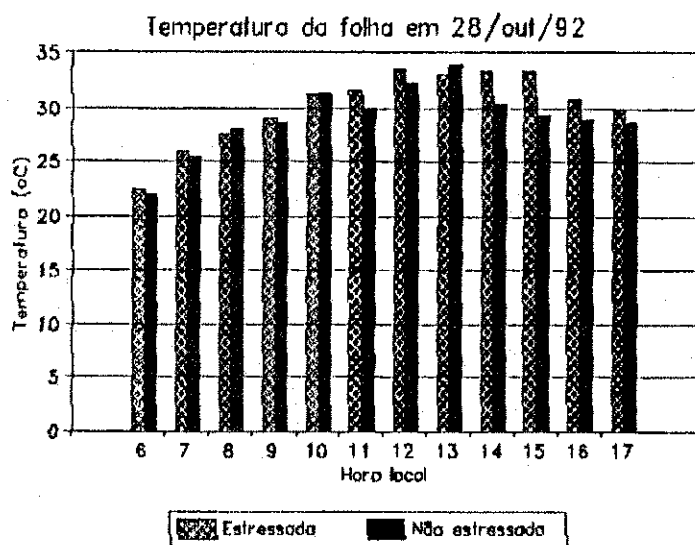


Figura 4.7 - Variação diurna da temperatura da folha (°C) em 28/out, 11/nov e 17/dez de 1994.

#### 4.9 - Componentes de produção e rendimento do algodão

Considerando-se a importância das características tecnológicas da fibra, bem como de outros componentes comerciais da produção, foram obtidos 50 capulhos no stand de cada um dos tratamentos estudados, que resultou nos dados constantes nas tabelas abaixo.

Os dados relativos ao peso do caroço mais pluma no tratamento não estressado demonstrou uma tendência de aumento de peso de 35,3 g, comparado ao tratamento estressado. Da mesma forma, o tratamento não estressado manteve uma tendência de superioridade em peso de pluma, peso de semente, porcentagem de fibra e peso médio de capulho, quando comparado ao tratamento estressado. No parâmetro porcentagem de semente, o tratamento estressado apresentou uma tendência ligeiramente superior ao tratamento não estressado.

De certa forma, a cultivar CNPA 6H, apresenta peso médio de capulho no intervalo de 5,5 a 6,5g. Estes dados são confirmados por BARRETO(1992) ao trabalhar com esta cultivar em condições de irrigação no município de Ipanguassu.

No que diz respeito ao rendimento da cultura, o tratamento não estressado apresentou uma produtividade 3.960 Kg/ha, enquanto no tratamento estressado observou-se um rendimento de 2.690 Kg/ha.

Como era de se esperar, o tratamento não estressado, como um todo, apresentou uma tendência de superioridade ao tratamento estressado; o que conclui-se que as ótimas condições de disponibilidade de água oferecida à cultura durante todas as fases de crescimento e desenvolvimento são primordiais para a obtenção de melhores rendimentos.

Tabela 4.6 - Componentes de produção do algodoeiro herbáceo nos tratamentos (trata.) estressado (TE) e não estressado (TNE) em Ipanguassu-RN.

Trata.	Peso (g)			Porcentagem de		Peso 1 capulho (g)
	caroço	pluma	100 sem	fibra	semente	
TNE	326.8	136.8	10.8	41.9	58.1	6.5
TE	291.5	118.8	10.7	40.8	59.2	5.8

#### 4.10 - Características agrônômicas e tecnológicas da fibra

Na Tabela 4.7 estão representados os resultados da análise de comprimento, finura, maturidade e resistência, oriundo dos tratamentos não estressado e estressado, determinado pelo Laboratório de Fibras do Centro Nacional de Pesquisas de Algodão-CNPA da EMBRAPA.

Também de forma comparativa, analisa-se o tratamento não estressado ao estressado, no que tange às características acima apresentadas e faz-se um paralelo às exigências dos padrões comerciais internacionalmente aceitos.

Tabela 4.7 - Componentes agrônômicos e tecnológicos da fibra do algodoeiro herbáceo nos tratamentos TNE e TE.

Trat	Comprimento			Finura		Maturidade		Res.
	SL50	SL2.5	%UNIF	MIC µg/in	Fin mtex	Mat Lord	Pm ASTM%	Press lb/mg
TNE	15.4	29.2	52.7	4.1	194	0.77	68.5	8.0
TE	16.8	29.9	56.2	4.3	193	0.84	7.3	7.6

Com relação ao crescimento fibrográfico a SL 2,5 mm, obteve-se para o tratamento não estressado 29,2 mm, enquanto que 29,9 mm no tratamento estressado. Em uma classificação comercial, a fibra com o valor de 29,2 mm e 29,9 mm são tidas como fibra de comprimento médio. Observa-se que a variação em ambos os tratamentos foi de tendência pequena e, na parcela estressada, o déficit da cultura não alterou relativamente o comprimento da fibra. No que refere-se ao parâmetro finura, a classificação micronaire (MiC)  $\mu\text{g/pol}$  em que estão submetidos os valores dos dois tratamentos, são tidos como finura média; isto é, valores compreendidos entre 4,1  $\mu\text{g/pol}$  a 4,5  $\mu\text{g/pol}$ . No tratamento não estressado tem-se 4,1  $\mu\text{g/pol}$  e no tratamento estressado 4,3  $\mu\text{g/pol}$ . Desta forma, não houve variação substancial no que tange ao parâmetro finura, quando comparam-se os dois tratamentos dentro dos parâmetros comerciais. Uma outra característica da cultivar CNPA 6H, é a classificação da uniformidade da fibra. Como observa-se no quadro acima, os valores obtidos no tratamento não estressado foi de 52,7 % e no estressado de 56,2 %. Dentro da análise comercial, uniformidades acima de 47% são tidas como muito uniforme. Desta feita, as fibras dos dois tratamentos analisados, são tidas como muito uniformes (52,7 % a 56,2%). Uma variação no intervalo compreendido entre 62% a 76% é classificado em termos de maturidade - ASTN, como média. Ao comparam-se os dois tratamentos, vê-se que ambos valores mostram ocorrência de tendência nesta faixa de intervalo, pois 68,5, representa a maturidade da fibra no tratamento irrigado e 75,3 o tratamento estressado. Deduz-se, assim, que os déficits de água ocorridos, não alteraram a maturidade da fibra no que compete ao intervalo acima relacionado.

De grande importância à indústria têxtil, são as análises

obtidas a qualquer cultivar de algodão no que diz respeito a resistência das fibras. Medido em *Índice Presley* (lb/mg), este parâmetro apresentou 8,0 lb/mg para o tratamento não estressado e 7,6 lb/mg ao tratamento estressado. Estes valores estão compreendidos numa faixa de classificação entre 7,5 a 8,15 lb/mg; assim tidas, como resistência média.

Nas Tabelas 4.10 e 4.11, faz-se uma comparação entre a cultivar CNPA 6H, obtida em ensaios regionais conduzido pelo CNPA em diversos municípios nordestinos e os dados obtidos em Ipanguassu em experimento da EMBRAPA e um outro em estudo agrometeorológico motivo desta pesquisa.

Tabela 4.10 - Comparação do rendimento, peso de 100 sementes, porcentagem de fibra e peso médio de capulho do algodoeiro herbáceo CNPA 6H em diferentes estudos.

Ensaio	Rendimento (Kg/ha)	Peso de 100 sementes (g)	Porcentagem de fibras	Peso médio do capulho (g)
Ensaio regional EMBRAPA 1985-1987 sequeiro	1.295,0	12,7	39,6	5,8
Ipanguassu 1992 irrigado	4.438	11,98	39,1	5,9
Ipanguassu 1992 presente estudo	3.960(*) 2.690(+)	10,8(*) 10,7(+)	41,9(*) 40,8(+)	6,5(*) 5,8(+)

(\*) Tratamento não estressado

(+) Tratamento estressado

Tabela 4.11 - Comparação das características tecnológicas da fibra do algodoeiro em diferentes estudos

Ensaio	Comprimento	Uniformidade	Finura	Resistência
Ensaio regional EMBRAPA 1985-1987 sequeiro	29,5	53,5	4,6	7,4
Ipanguassu 1992 irrigado	28,8	54,4	4,7	7,2
Ipanguassu 1992 irrigado presente estudo	29,2(*)	52,7(*)	4,1(*)	8,0(*)
	29,9(+)	56,2(+)	4,3(+)	7,6(+)

(\*) Tratamento não estressado

(+) Tratamento estressado

Uma vez que todos os demais parâmetros de produção mantiveram-se em condições ótimas de cultivo e, fazendo-se alterar a variável água, as tabelas acima demonstram como esta variável água influi no rendimento da cultura do algodoeiro. Em termos comparativos e em condições de sequeiro, o rendimento médio apresentado pela cultivar CNPA 6H foi de 1.295 Kg/ha contra 3.960 Kg/ha ao tratamento não estressado e 2.690 Kg/ha no tratamento estressado, obtido nesta pesquisa. Quando compara-se o tratamento não estressado obtido neste trabalho aos dados obtidos pela EMBRAPA (1992), não apresentam-se grandes variações. Contudo, ao comparar-se os mesmos dados citados anteriormente, vê-se que já existe uma grande perda de rendimento, quando comparado ao tratamento estressado e ainda de tendência muito maior aos dados obtidos em condições de sequeiro. Nos demais parâmetros analisados nas tabelas acima, em termos de classificação comercial, tanto os resultados obtidos a nível de

sequeiro como de irrigação, apresentam uma certa uniformidade, apesar de pequenas variações. Em termos de intervalo de abrangência, todos estão compelidos a permanecerem nas faixas de intervalo, naquilo que compete ao estudo comparativo.



## 5. CONCLUSÕES

O estudo objetivou oferecer uma contribuição ao conhecimento dos efeitos produzidos pelo estresse hídrico no algodoeiro herbáceo, e as suas principais conclusões, são as que seguem.

a. Não houve diferenças apreciáveis entre as componentes tecnológicas da fibra, entre os tratamentos analisados;

b. O rendimento obtido no tratamento TNE (3.960 kg/ha) foi 32% superior àquele verificado no tratamento estressado (2.690 Kg/ha) e as diferenças encontradas podem ser atribuídas ao fator água;

c. Das variáveis fisiológicas estudadas a condutância estomática e a transpiração, apresentaram maiores valores no tratamento não estressado, enquanto que a temperatura das folhas foi maior no tratamento estressado;

d. A indução do estresse hídrico apresenta acentuado comprometimento de variáveis fisiológicas, que em via de consequência, comprometem variáveis morfológicas e os parâmetros de crescimento estudados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O.A. de; BELTRAO, N.E. de M.; GUERRA, H.O.C. Crescimento, desenvolvimento e produção do algodoeiro herbáceo em condições de anoxia do meio edáfico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 27, 9, 1992.

AMEMIYA, M.; NAMKEN, L.N.; GERARD, C.J. - Soil Water depletion by irrigated cotton as influenced by water regime and stage of plant development. *Agronomy Journal*, 59(1):373-378, 1963.

AZEVEDO, P.V., RAMANA RAO, T.V., AMORIM NETO, M.S. BEZERRA, J.R.C. & ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Estimativa do consumo hídrico de um cultivo de algodão herbáceo irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7, Viçosa-MG, 21 a 25 de julho de 1991. *Resumos...*, 229-231, 1991.

AZEVEDO, P.V.; SILVA, B.B.; RAMANA RAO, T.V.; FROTA, R.N.B. e SOBRINHO, J.E. Modelos de estimativa da área foliar do algodoeiro herbáceo. IN: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. 8, Porto Alegre, 27 a 30 de Julho de 1993. *Resumos...* Santa Maria - Rio Grande do Sul p.197, 1993.

BARRETO, A.N. Relatório preliminar sobre o desempenho do algodão herbáceo, cultivar CNPA 6H em condições de irrigação no município de Ipanguassu-RN (contatos pessoais com autor.), 1993.

BELTRAO, N.E. de M.; VIEIRA, D.J.; NOBREGA, L.B. da; AZEVEDO, D.M.P.; SOUZA, R.P. & SILVA, S.F. - Análise de crescimento do algodoeiro herbáceo de curta duração, cultivar CNPA Precoce 1. IN: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa

- do Algodão. Campina Grande, PB. Relatório Técnico Anual - 1985-86. Campina Grande, PB. 1988.
- BIELORAI, H.; MANTEL, A. & MORESCHET, S. Water relation of cotton. p.49-87. In: T.T. Kozlowski (ed). Water deficits and plant growth, Vol. VII. Academic Press. New York, 49-87, 1983.
- BLACKMAN, G. Influence of light and temperature on leaf growth. In: F.L. Milthorp (ed). The growth of leaves Butterworths, London, 151-167, 1956.
- CHANG-NAVARRO, L.L.; MONTALVO, S.R. & VELAZCO, L.J. Efectos de vários niveles de humedad aprovechable del suelo sobre el algodónero. La Molina Estación Experimental Agrícola de la Molina. 45p, 1963.
- BENEDICT, C.R. Physiology. IN : KOHEL, R.J.; LEWIS, C.F. Cotton, Madison : American Society of Agronomy, 151-200, 1984.
- BENINCASA, M.M.P. Análise de crescimento de plantas, Jaboticabal, FUNEP, 42p, 1988.
- BERGAMASCHI, H., VIEIRA, H. J., OMETTO, J.C., ANGELOCCI, L.R. & LIBARDI, P. L. Deficiência hídrica em feijoeiro. I. Análise de crescimento. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 23(7): 733-743, 1988.
- BLACKMAN, G.E. 1968. The Application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. pp. 243-159 IN. F. E. Eckardt (ed) Functioning of tenestrial ecosystems at the primary production level. Proceedings of Copenhagen Symp. UNESCO - PARIS.
- CARVALHO, L.P., COSTA, J.N., SANTOS, E.O., SANTANA, J.C.F. & LIMA, E.F. CNPA 6H, nova cultivar de algodão herbáceo para o Nordeste. In: REUNIÃO ANUAL DO ALGODÃO, 5, 1988. Campina Grande. Resumos... Campina Grande, EMBNRAPA-CNPA, p39, 1988.
- CORNEJO, A. A Relaciones Suelo-Agua-Planta en el cultivo del algodón - Anales Científicos, 4(1/2) : 58-71, 1966.

- DAKER, A. A água na agricultura; manual de hidráulica agrícola, 2 vol. Captação, elevação e melhoramento da água. 5 ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 379p.1976.
- EATON, F.M. Physiology of the cotton plant. *Annals Review Plants Physiology*, 6:299-328, 1955.
- EPSTEIN, E.; Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. Tradução e notas de E. Malavolta. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos; São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 344p.1975.
- EVANS, G. C. The quantitative analysis of plant growth. Univ. of Calif. Press, Berkeley, 1972.
- EL NADI, A.H. Growth, Yield and Quality of Cotton under Three Water Regimes in the Sudan. *Expe. Agric.* 10:313-318, 1974.
- FAHN, A.. Some anatomical adaptations of desert plant Phytomorphology. 93-102, 1964.
- FELIPPE, G.M.; VÁLIO, I.F.M.; PEREIRA, M.F.A.; SHARIF, R.R.; VIEIRA, S.R.; *Fisiologia do Desenvolvimento Vegetal* - Rio de Janeiro. 66p, 1983.
- FERRI, M.G. *Fisiologia Vegetal*. 2.ed. São Paulo: EPU, Volume 2. 401p, 1986.
- FISHER, R.A. & HAGAN, R.M. Plant water relations. Irrigation management and crop yield. *Exp. Agric.* 1:101-117, 1965.
- FITTER, A. H. and R. K. M Hay . *Environmental physiology of plants*. pp 7-13, 50-55. Academic Press New York. 1981.
- GATES, C.T. Water deficits and growth of herbaceous plants. In: KOZLOWSKI, T.T. (ed) *Water Deficits and Plant Growth*, Vol. 2, New York, Academic Press, 135-190, 1968.
- GRIDI-PAPP, I.L. III - Botânica e Genética. In: *Cultura e Adubação*

do Algodoeiro. São Paulo. Instituto Brasileiro de Potassa.1965.

HANSON, E. G. & KNISEL, W. G. Influence of irrigation practices on cotton production and fiber properties. New Mexico, Agric. Exp. Station. 34p (Bull. 483),1964.

HEARN,A.B. Response of cotton to water and nitrogen in tropical environment. I. Frequency of watering and method of application of nitrogen. Journal of Agricultural Science, 84:407-417, 1975.

HESKETH, J. D. and J. W. JONES . Integrating traditional growth analysis techniques with recent modeling of carbon and nitrogen metabolism. pp. 51-92. IN. J. D. Hesketh and J. W. Jones (eds.) Predicting photosynthesis for ecosystem models, Vol I. CRC Press, Boca Raton, 1980.

HSIAO,T.C. Plant responses to water stress. Ann.Rev. Plant Physiol. 24:519-70, 1973.

HODGES, T.& KANEMASU,E.T. Modeling daily dry matter production of winter wheat. Agronomy Journal,69: 674-678,1987.

JACKSON,L.E.B. & TILT,P.A. Effects of irrigation intensity and nitrogen level on the performance of eight varieties of upland cotton (*Gossypium hirsutum*,L.). Agronomy Journal,60:13-17, 1968.

KAKIDA, J. & MARINATO, R. Irrigação do algodoeiro. Informe Agropecuário, 8(92): 75-81,1982.

KING, E.J. Water stress behavior of Pima cotton in Arizona,U.S. Dept. Agr. Bull(1018):1-24,1922. X

KLAR,A.E. A água no sistema solo-planta, atmosfera. Livraria Nobel S.A. São Paulo, 408p, 1984.

KRAMER,P.J. Plant and Soil Water Relationships. A. Modern Synthesis. McGraw-Hill, Book Company, Inc., New York,1969.

- KVET, J.; ONDOCK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. IN: SESTAK, Z.; CATSKY, J., JARVIS, P.G., eds. Plant photosynthetic production; manual of methods. Haia, W. Junk N.U. 343-391, 1971.
- KRIEDE-MANN, P.E. Photosynthesis and transpiration as function of gaseous diffusive resistance in orange leaves. *Physiol. Plant*, 24, 1971.
- LEAL, B.G.; COSTA, J.M.N.da.; SANS, L.M. & GALVAO, J.D.; Análise do crescimento e do desenvolvimento do cultivar de milho BR 201 em três densidades de plantio. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7, VIÇOSA-MG, 1991., Resumos... Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 82-83, 1991.
- LEE, A.E. Crescimento e desenvolvimento das plantas. 2. ed. São Paulo, EDART, 1972.
- LONGNECKER, D. E.; E.L. THAXTON e P. J LIERLY. Yield, earliness and lint percent of irrigated Upland Cotton as affected by nitrogen, phosphate and amount of water applied. Pecos-Texas Agric. Exp. Sta. Progr. Rep. 2176, 8 pag. in cotton et fibres tropicales. *Bulletin Bibliographique*. 17(3), 85-86, 1961.
- LU, Z.M. Ratio of stomatal resistance on two sides of wheat leaves as effected by soil water content. *Agricultural and Forest Meteorology*, 49:1-7, 1989.
- MARANI, A. Effects of soil moisture stress on two varieties of upland cotton in Israel. IV. Effects of periods of stress occurrence, correlations and regressions. *Expl. Agric. London*, 9(2) : 121-8, 1973.
- MARANI, A. & AMIRAV, A. Effects of soil moisture stress on two varieties of upland cotton in Israel. I - The coastal plain region. *Expl. Agric.*, London, 7: 213-24, 1971.
- MARINATO, R. e KAKIDA, J. Determinação de consumo de água em algodão herbáceo. Reunião Nacional do Algodão, 2; Salvador, Ba, 1982,

Resumo dos trabalhos, Campina Grande - EMBRAPA - CNPA - 1982.

MARINATO, R. & LIMA, C.A. de S. Irrigação do algodoeiro. IN: Informe Agropecuário. Belo Horizonte - MG. 8(92) : 75 - 81 - agosto. 1982.

MOTA, F.S. Meteorologia Agrícola. Livraria Nobel S.A, Sao Paulo, 376p, 1983.

McARTHUR, J.A.; HESKETH, J.D.; BAKER, D.N. Algodon. IN: EVANS, L.T. Fisiologia de los cultivos. Buenos Aires : Hemisferio Sur. 321-351, 1983.

MONTEITH, J.L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 9:747-766, 1972.

MORESHET, S. and FALKENFLUG, V. A Krypton diffusion porometer for direct field measurement of stomatal resistance *J. Exp. Bot.*, 219:267-275, 1978.

MISKIN, K.E.; RASMUSSEN, D.C. and Moss, D.N. Inheritance and Physiological effects of stomatal frequency in barley. *Crop. Sci.*, 12:78-783, 1972.

MONTEITH, J.L. and SZEICZ, G. Radiative temperature in the heat balance of natural surface. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 88:496-507, 1962.

OMETTO, J. C. Bioclimatologia vegetal. Sao Paulo: ed. Agronômica Ceres, 440p, 1981.

OLIVEIRA, F. A. Efeitos dos diferentes níveis de umidade do solo no ciclo e produtividade no algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum*.L.) Salvador - EPABA, 1979 (EPABA, Comunicado Técnico, 7).

PASSOS, S.M.G. Algodão. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 424p, 1977.

PATIL, B.N. & DHOPTÉ, A.M. Basic equations for growth studies. IN : DHOPTÉ, A.M.; LIVERA, M.M. Useful techniques for plant scientists.

India : Forum for Plant Physiologists, 213-228, 1989.

PERKINS JR., H.H.; ETHRIDGE, D.E.; BRAGG, C.K. Fiber. IN : KOHEL, R.J.; LEWIS, C.F. Cotton. Madison : American Society of Agronomy, 437-509, 1984.

PINTO, M.Z.B.; GUERRA, H.O.C.; BEZERRA, J.E.S. Efeito do espaçamento e manejo da irrigação no desenvolvimento e produção do algodão herbáceo ( *Gossypium hirsutum*-L. ) no município de Boqueirão. Reunião Nacional do Algodão, 6, Campina Grande, PB, 1990. Resumo dos trabalhos. Campina Grande, EMBRAPA, CNPA, p208, 1990.

RAMANA RAO, T. V.; SILVA, B.B.; AZEVEDO, P.V.; MEDEIROS, A.M.T.; SOUZA, C.B.; ACCIOLY, C.V. e SOBRINHO, J.E.; Comportamento diurno da temperatura do dossel e resistência estomática do algodão herbáceo irrigado. 27 a 30 de Julho de 1993. Santa Maria - Rio Grande do Sul, p.52, 1993.

RAO, G.R.; SHINDE, J.S.; KADAM, D.M. & VARADE, S.B. Phenoclimatological study of rainfed cotton crop. International Journal of Ecology and Environment Science, 4:7-13, 1978.

RICHARDS, F. J. The quantitative analysis of growth. IN: F.C. Steward (ed) Plant physiology, a treatise, vol.Va. Academic Press, New York. 3-37, 1969.

RODRIGUES. A.R.F.; STEINMETZ, S.; BRUNINI, O. Parâmetros de crescimento de duas cultivares de arroz (*Oryza sativa*, L.) sob diferentes regimes de água no solo. IN: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Londrina - PR - 1985.

SALTER, R. Y. & GOOD, J. E. Crop response to water at different stages of growth. England. CAB. 1967. 246p.

SILVA, B.B.; RAMANA RAO, T.V.; AZEVEDO, P.V.; LEITAO; M. de M.V.B.R.; AMORIM, M.da S; SOBRINHO, J.E.; SOUZA, C.B. Análise preliminar de componentes do balanço de radiação sobre o algodão herbáceo irrigado em Ipanguassu - RN; IN: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 7. 21 a 25 de Julho de 1991. Viçosa - Minas



Gerais,p149, 1991.

SILVA,M.J d. Efeito da lâmina d'água e do turno de rega na cultura do algodoeiro herbáceo - Reunião Nacional do Algodão, 4, Belém, PA. 1986. Resumos dos trabalhos. Campina Grande, EMBRAPA - CNPA/SAGRI. PA, 1986-124p.

SILVA,M.J.dos & BEZERRA,J.R.C. Manejo de irrigação na cultura do algodoeiro no vale do Assu-RN. Reunião Nacional do Algodão, 6, Campina Grande, PB, 1990. Resumo dos Trabalhos. Campina Grande - EMBRAPA, CNPA. 1990.

SOBRINHO, J.E.; NETO, J.M.M.; Necessidades hídricas para o algodoeiro na região oeste do Rio Grande do Norte. IN: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia,7, 21 a 25 de Julho de 1991, Viçosa - Minas Gerais, p200,1991.

SOUZA, C.B.; SILVA, B.B.; RAMANA RAO, T.V.; AZEVEDO, P.V. e SOBRINHO, J.E. Análise de parâmetros agronômicos do algodão herbáceo submetido a diferentes tratamentos de irrigação. IN: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia.8, 27 a 30 de Julho de 1993, Santa Maria - Rio Grande do Sul, p199,1991.

SOUZA,F.A. Efeito do estresse hídrico e da época de plantio na produtividade de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) sob regime de irrigação no vale do Curu. Fortaleza; UFCE, 1986, 90p.(Tese de Mestrado).

SUDENE, Mapa Exploratorio do Estado do Rio Grande do Norte - RN, 1968.

VARELA,G.R.; VALLEJO,R.R. Reduzca o excessivo crescimento del algodonero. COAGRO, V.33, p.17-21, 1981.

WATSON,D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variaton in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and years. Ann.Bot. 11 : 41-76, 1947

WATSON, D.J. The Physiological Basis of Variation in Yield. *Advances in Agronomy*, 4:101-145, 1952.

WENDT, C.W. Use of a relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum*, L.). *Agronomy Journal*, 59(5):484-490, 1967.