

EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO EM CULTIVARES DE ALGODOEIRO
HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L. var. *Latifolium* Hutch).

IVAN FERRAZ

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM
FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO
DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Fortaleza - 1987

Esta Dissertação foi submetida a Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia com área de concentração em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Ivan Ferraz

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 15/12/1987.

Prof. Jonas Paes de Oliveira, Ph.D.
Orientador

Prof. Luiz Carlos Uchoa Saunders, Ph.D.
Conselheiro

Prof. Marcos Vinicius Assunção, Ph.D.
Conselheiro

À minha esposa Gilca;
A Karina minha filha;
Aos meus pais Adauto (*in memoriam*)
e Ildelida;
As minhas irmãs.

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária pela oportunidade de realização deste curso.

Ao CNPq e EMBRAPA pelo auxílio financeiro concedido durante parte do curso.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação, em Fitotecnia, e aos professores deste Departamento pelos valiosos ensinamentos durante o período do curso.

Agradecemos, de modo especial, ao Professor Jonas Paes de Oliveira pelo estímulo e segura orientação que dispensou durante a realização e redação deste trabalho.

Aos Professores Marcos Vinicius Assunção e Luiz Carlos Uchoa pelo espírito de compreensão e as devidas sugestões apresentadas durante a redação deste trabalho.

Agradecemos ao Departamento de Fitotecnia da U.F.C. na pessoa do Professor Raimundo Gladstone Aragão por ter nos cedido a Casa de Vegetação e o Laboratório de Fisiologia de Plantas para as necessárias observações.

Agradecemos ao Laboratório de Solos do Departamento de Ciências do Solo da U.F.C. na pessoa do Professor Helder Gurgel Souza Moreira pelas análises de solos realizadas.

Aos colegas Fernando Monteiro de Paula e Ivan Martins Albuquerque pela ajuda nas análises realizadas no Laboratório do Departamento de Engenharia Agrícola do C.C.A. da U.F.C.

Aos colegas da EPACE Alexandre Raimundo Costa Lima e Roberval Nogueira de Souza pelo esforço empreendido na execução das análises estatísticas.

Aos meus colegas de Curso de Pós-Graduação pelo companheirismo e sincera amizade que mantivemos durante este período de convivência.

Finalmente a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram durante o Curso de Pós-Graduação e durante a execução do presente trabalho de tese.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
TABELAS DO APÊNDICE	xiii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvii
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	4
2.1 - <u>Estresse Hídrico na Planta</u>	4
2.1.1 - Efeitos sobre a altura das plantas	5
2.1.2 - Efeitos sobre a área foliar	6
2.1.3 - Efeitos sobre a produção de matéria seca ...	7
2.1.4 - Efeitos sobre o peso específico das fo lhas	7
2.1.5 - Efeitos sobre a relação raiz/parte aérea e sobre o desenvolvimento radicular	8
2.1.6 - Efeitos sobre a produtividade biológica	9
2.1.7 - Efeitos sobre o teor relativo de água na planta	10
2.1.8 - Efeitos sobre o teor de clorofila	11
2.1.9 - Efeitos sobre o teor de lipídios	12
2.2 - <u>Determinação do Teor de Umidade do Solo</u>	13
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	14
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	23
4.1 - <u>Altura das Plantas</u>	25
4.2 - <u>Área Foliar</u>	27
4.3 - <u>Peso Seco Total da Planta</u>	28

4.4 - <u>Peso Específico das Folhas</u>	31
4.5 - <u>Relação Raiz/Parte Aérea e Peso Seco das Raízes</u>	33
4.6 - <u>Produtividade Biológica</u>	38
4.6.1 - Taxa de crescimento relativo	38
4.6.2 - Taxa de assimilação líquida	41
4.7 - <u>Teor Relativo de Água</u>	44
4.8 - <u>Teor de Clorofila Total</u>	49
4.9 - <u>Teor de Lipídios Totais</u>	55
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	62
6 - <u>LITERATURA CITADA</u>	64
7 - <u>APÊNDICE</u>	72

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página	
1	Valores médios de alguns indicadores de desenvolvimento vegetativo e fisiológicos de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.), observados na primeira coleta de plantas (ausência de estresse)...	24
2	Altura de plantas (cm) de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.	26
3	Área foliar (dm ²) de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.	29
4	Peso seco total das plantas (g) de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.	30
5	Peso específico das folhas (g/dm ²) de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.	32

TABELAS

Página

6	Relação raiz/parte aérea de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.	34
7	Peso seco das raízes (g) de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.	36
8	Taxa de crescimento relativo ($\text{mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação e determinada entre a primeira coleta de plantas (ausência de estresse) e 14 dias após a suspensão da rega.	39
9	Taxa de assimilação líquida ($\text{mg.dm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação e determinada entre a primeira coleta de plantas (ausência de estresse) e 14 dias após a suspensão da rega.	42
10	Teor relativo de água (%) de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em três épocas diferentes, após a suspensão da rega e dois dias após o reinício da rega.	45

TABELAS

Página

- 11 Teor de clorofila total (mg/g.PF) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em três épocas diferentes, após a suspensão da rega e dois dias após o reinício da rega. 50
- 12 Teor de lipídios totais (mg/g.PF) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em três épocas diferentes, após a suspensão da rega e dois dias após o reinício da rega. 57

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
1 Taxa de crescimento relativo das cultivares de algodão herbáceo BR-1, CNPA-3H e CNPA PRECOCE-1 nos tratamentos controle e estressado.	40
2 Taxa de assimilação líquida das cultivares de algodão herbáceo BR-1, CNPA-3H e CNPA PRECOCE-1 nos tratamentos controle e estressado.	43
3 Teor relativo de água da cultivar de algodão herbáceo BR-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.	46
4 Teor relativo de água da cultivar de algodão herbáceo CNPA-3H nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.	47
5 Teor relativo de água da cultivar de algodão herbáceo CNPA PRECOCE-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.	48
6 Teor de clorofila da cultivar de algodão herbáceo BR-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.	51

FIGURAS

Página

7	Teor de clorofila da cultivar de algodão herbáceo CNPA-3H nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.	52
8	Teor de clorofila da cultivar de algodão herbáceo CNPA PRECOCE-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.	53
9	Teor de lipídios totais da cultivar de algodão herbáceo BR-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.	58
10	Teor de lipídios totais da cultivar de algodão herbáceo CNPA-3H nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.	59
11	Teor de lipídios totais da cultivar de algodão herbáceo CNPA PRECOCE-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.	60

TABELAS DO APÊNDICE

TABELAS

Página

1A	Análise de variância de alguns indicadores de desenvolvimento vegetativo e fisiológicos de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.), observados na primeira coleta de plantas (ausência de estresse).	73
2A	Análise de variância de alguns indicadores de desenvolvimento vegetativo de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.	74
3A	Quadrados médios da análise de variância da taxa de crescimento relativo de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação.	75
4A	Quadrados médios da análise de variância da taxa de assimilação líquida de três cultivares de algodão herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) submetidas a dois níveis de irrigação.	76

TABELAS

Página

- 5A Quadrados médios das análises de variân
cias do teor relativo de água, de três cul
tivares de algodão herbáceo (*Gossypium hir*
sutum L.) submetidas a dois níveis de irri
gação e coletadas em três épocas diferen
tes após a suspensão da rega e dois dias
após o reinício da rega. 77
- 6A Quadrados médios das análises de variân
cias de teor de clorofila total, de três
cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium*
hirsutum L.) coletadas em três épocas dife
rentes, após a suspensão da rega e dois
dias após o reinício da rega. 78
- 7A Quadrados médios das análises de variân
cias do teor de lipídios totais, de três
cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium*
hirsutum L.) submetidas a dois níveis de
irrigação e coletadas em três épocas dife
rentes, após a suspensão da rega e dois
dias após o reinício da rega. 79

RESUMO

Foi conduzido no período de 17.10.86 a 12.12.86, em casa-de-vegetação, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, um trabalho com o objetivo de estudar o comportamento de cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *Latifolium* Hutch) quando submetidas a deficiência hídrica em diferentes fases do seu crescimento vegetativo. Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado com arranjo fatorial e 4 repetições. As cultivares estudadas foram: BR-1, CNPA-3H e CNPA PRECOCE-1. Os tratamentos consistiram de: plantas na capacidade de campo durante o período experimental (controle) e plantas submetidas a estresse hídrico a partir da emissão da 5a. folha, contada do ápice para a base. O déficit hídrico reduziu o peso de matéria seca total das plantas e das raízes de todas as cultivares. Ocorreram, ainda, reduções na área foliar e altura das plantas. O peso específico das folhas não sofreu influência do estresse hídrico. No entanto, a relação raiz/parte aérea foi maior no tratamento estressado quando comparado ao controle, sendo que para este parâmetro a cultivar CNPA PRECOCE-1 foi superior às demais.

O teor relativo de água, teor de clorofila total e teor de lipídios totais das três cultivares foram reduzidos drasticamente com a ocorrência do estresse hídrico, mas todas elas apresentaram valores próximos ao tratamento controle, 48 horas após o reinício da rega, indicando assim que apesar do estresse hídrico severo, houve reidratação dos tecidos foliares. O rendimento biológico das cultivares foi afetado pelo estresse hídrico; assim, a taxa de crescimento relativo e taxa de assimilação líquida foram menores no tratamento estressado quando comparado ao controle. Verificou

-se uma ampla variabilidade entre as características das cultivares para resistência à seca, não sendo possível apresentar uma cultivar superior às demais. Contudo, a CNPA PRECOCE-1 mostrou-se mais promissora para as condições de déficit hídrico, tendo apresentado melhor desempenho na maioria dos parâmetros estudados.

ABSTRACT

The present work was conducted in a greenhouse at the Centro de Ciências Agrárias of the Federal University of Ceará from October 1986 to December 1986, with the objective of studying the behaviour of upland cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L. cv. Latifolium Hucth) submitted to water stress in different phases of their vegetative growth. A total randomly design with a factorial arrangement and four replicates was used. The cultivars studied were: BR-1, CNPA-3H and CNPA PRECOCE-1. The treatments consisted of: plants at field capacity during time of the experiment (control) and plants submitted to water stress after the emission of the 5th leaf, counted from the apex to the base. Water stress reduced the total dry matter production of both canopy and roots of all cultivars. Plant height and leaf area were also reduced. The specific leaf weight was not influenced by water stress, although the root/shoot ratio was higher for the stress treatment, compared with the control, specially with the CNPA PRECOCE-1 cultivar.

Relative water content, total chlorophyll content and total lipid content were drastically reduced for the three cultivars with the water stress, but all of them presented values close to the control, 48 hours after the resupply of water, indicating that, although the water stress was severe, there was a rehydration of the leaf tissues. The biological yield of the cultivars was affected by water stress, being the relative growth rate and net assimilation rate lower for the stress treatment compared with the control. It was verified a large variability among the characteristics of the cultivars studied in relation to drought resistance, so it was not possible to determine a cultivar that could be

superior among the others. Nevertheless, the CNPA PRECOCE-1 cultivar appeared to be the best to grow under water stress conditions, presenting a better behaviour for all parameters studied.

1 - INTRODUÇÃO

A cultura do algodão é considerada uma das mais importantes, tendo em vista um completo aproveitamento da planta, em matérias tais como: fibras, linter, casca e amêndoa; além disso, a rama do algodão, rica em proteínas, é largamente utilizada como forragem principalmente nas regiões semi-áridas.

Atualmente o algodão é uma das maiores fontes de divisas para o país, tanto que o Brasil é o maior produtor da América do Sul. No período de 1984 ele se manteve entre os cinco maiores produtores mundiais (INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE, 1984). Dentre as regiões produtoras, o Nordeste destaca-se tanto em área plantada como em valor de produção; dos estados nordestinos o Ceará é o maior produtor contribuindo com 47% do total produzido na região (CRISÓSTOMO & BANDEIRA, 1983). Isto faz com que o algodão seja uma cultura de relevante importância social e econômica, tendo em vista o grande contingente de mão de obra ocupada no campo e nas cidades, além de manter grande parte da população rural ocupada durante todos os meses do ano. É também a cultura que mais gera divisas internas para mobilização de diversos setores da economia do país. Ocupa uma área superior a 3 milhões de hectares e está entre os cinco produtos de maior importância econômica no país (BRAGA SOBRINHO & LUKEFAHR, 1983), contribuindo com 10% aproximadamente, do ICM arrecadado nos principais estados do Nordeste (FREIRE et alii 1982).

Embora seja a principal lavoura da região semi-árida do Nordeste brasileiro a sua produção vem decrescendo nos últimos anos, e um dos principais fatores que tem contribuído com isto é precipitação pluvial que se apresenta

baixa e irregular. Essa alta irregularidade do regime hídrico durante o ciclo biológico da cultura, faz com que a sua produtividade se encontre sujeita a elevada instabilidade.

A pesquisa agrícola tem obtido bons resultados em termos de melhoria de variedades, espaçamentos adequados, épocas de plantio, tratos culturais, fitossanitários, níveis de adubação e irrigação. Contudo, os riscos de perdas devido às estiagens, mesmo na época chuvosa, denominadas veranicos, continuam, e o algodão herbáceo não poderia fugir à regra, tanto que, existem, efetivamente períodos em que a falta de chuvas é bastante prejudicial ao seu crescimento e desenvolvimento; segundo MARANY & LEVI (1973) o algodão é mais sensível ao déficit hídrico nos primeiros estádios do período de crescimento. Quando as plantas são submetidas a déficit hídrico, ocorrem várias modificações em sua anatomia, morfologia, fisiologia e bioquímica (KRAMER, 1969). Com as alterações nas estruturas protoplasmáticas, estas podem se romper e desagregar ocorrendo assim liberação de vários componentes para o exterior do protoplasma. Contudo, essas mudanças não são iguais em todas as plantas; variam entre cultivares e mesmo entre plantas de uma mesma cultivar. Tanto que os estudos mostram ser possível a existência dentro de uma mesma espécie de plantas, de tipos que se adaptam melhor do que outros quando submetidos a condições adversas (SOUZA et alii, 1982). Esses tipos possuem diferentes habilidades de absorção de água e nutrientes, principalmente a primeira que participa ativamente do metabolismo celular das plantas.

Sob condições de deficiência de água do solo ocorre uma elevação na resistência estomatal e cuticular a fim de controlar as perdas de água pelas folhas (SILVA, 1970, citado por SOUZA et alii, 1983); esse controle de perda de água efetuado pelos estômatos e cutícula varia entre espécies como, também, dentro de uma mesma espécie.

Pelo exposto vimos que um dos grandes problemas climatológicos do Nordeste é a irregularidade de provisão natu

ral de água; logo, o conhecimento de cultivares e parâmetros de maior resposta ao déficit hídrico e tolerância à seca são dados fundamentais para o manejo da cultura algodoeira em nossas condições. Portanto, este trabalho tem como objetivo estudar o comportamento de cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *Latifolium* Hutch) quando submetidas a deficiência hídrica em diferentes fases do seu crescimento vegetativo.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Estresse Hídrico na Planta

O estresse hídrico na planta é um dos fatores que mais limitam as suas produções biológica e econômica; ele é motivado tanto pela falta como pelo excesso d'água. Estudos sobre deficiência hídrica mostram que o crescimento e desenvolvimento das culturas são afetados de muitas maneiras e que estes só atingem níveis ótimos quando um bom estatus de água é mantido durante todo o desenvolvimento da planta. Esse estatus de água na planta pode ser mensurado através do teor relativo de água nas folhas (BARRS & WEATHERLEY, 1962) o qual representa a quantidade de água no tecido em relação ao total que ele pode reter quando completamente túrgido.

Segundo HSIAO (1973), baseado no teor relativo de água (T.R.A.), existem três escalas a partir das quais pode-se afirmar que uma planta está sofrendo deficiência hídrica: deficiência reduzida, redução no T.R.A. entre 8 e 10%; deficiência moderada, redução no T.R.A. entre 10% e 20% e deficiência severa, redução no T.R.A. acima de 20%. O termo dessecação é reservado para casos onde mais da metade da água do tecido é removida. de PAULA (1985), citando SWINDALI & BIDINGER (1981), informa que para que um período de seca possa afetar o crescimento das plantas, a carência de chuvas deve levar a um déficit de água tanto no solo como nos seus tecidos. Isto pode ser explicado porque nem sempre há correspondência entre umidade do solo e estatus de água na planta (KRAMER, 1963). Tanto, que estudos de deficiência de água na planta baseado na umidade do solo, nem sempre produ

zem boa correlação com o crescimento e desenvolvimento da planta.

Assim, considera-se uma planta com déficit hídrico quando o seu estatus de água decresce para níveis onde o crescimento é afetado, provocando alterações em sua anatomia, morfologia, fisiologia e bioquímica (KRAMER, 1969).

Em seguida, serão apresentados alguns efeitos provados pelo estresse hídrico em alguns processos fisiológicos e na produtividade biológica das plantas.

2.1.1 - Efeitos sobre a altura das plantas

Quando as plantas são submetidas à desidratação, o processo fisiológico mais sensível é o alongamento celular (HSIAO & ACEVEDO, 1974). Estes resultados são confirmados por SHIGA (1975) e YOSHIDA (1975) citados por STONE et alii (1984); estes pesquisadores encontraram reduções na altura de plantas de arroz, devido a ocorrência de estresse hídrico, possivelmente, devido à diminuição da turgescência das células a qual provocava uma redução na expansão celular, que por sua vez reduzia o alongamento do colmo. RASSINE & LIN (1981) estudando duas cultivares de soja verificaram que a altura da planta foi reduzida quando a estiagem ocorria no estágio vegetativo e florescimento inicial. (No entanto PORTO et alii (1979); BERGAMASCHI & CAUDURO (1975) trabalhando com cultivares de soja em diferentes níveis de umidade do solo não encontraram respostas significativas com relação a altura de plantas. Por sua vez SILVA et alii (1973) citados por SOUZA (1977) informam que o algodoeiro, quando desidratado por deficiência de água no solo, sofre redução em altura. Outra explicação plausível para a redução da altura de plantas quando desidratada é que o crescimento de uma planta resulta da divisão e alongamento celular, como em plantas com deficiência hídrica a divisão celular conti

nua, embora em ritmo mais reduzido (GARDNER & NIEMAN, 1964) e o alongamento celular é bem mais sensível, em caso de desidratação (HSIAO et alii 1976; HSIAO & ACEVEDO 1974) é de se esperar uma redução na altura de plantas que estejam submetidas a déficit hídrico.)

2.1.2 - Efeitos sobre a área foliar

Trabalhos realizados por WENDT (1981) demonstram que o déficit de água no solo afeta grandemente o desenvolvimento da área foliar, indicando com isto a sua grande sensibilidade ao déficit hídrico. Conforme HSIAO (1973), uma das primeiras alterações sofridas por uma planta estressada é a redução do crescimento foliar. ROSSIELLO et alii (1981), trabalhando com a cultura do milho também, confirmam estes resultados, e relatam sobre a sensibilidade da expansão foliar mesmo sob déficit hídrico relativamente moderado. (Segundo esses autores, o crescimento da célula é mais sensível ao déficit hídrico do que a abertura dos estômatos e assimilação do CO₂, tanto que um estresse pequeno que não reduza a fotossíntese, pode reduzir o desenvolvimento da área foliar.) SHIGA (1975) e YOSHIDA (1975) citados por STONE et alii (1984) constataram que a diminuição da turgescência das células, devido ao estresse hídrico, causa uma redução na expansão celular o que por sua vez reduz a expansão da folha e conseqüentemente a área foliar.

Há bastante evidência da importância da área foliar na produção das culturas; tanto que a produção de cereais de hábito determinado é diretamente proporcional à área foliar na planta. Logo aquelas cultivares que apresentarem maior área foliar sob estresse hídrico, certamente apresentarão maiores produções tendo em vista que a senescência e abscisão das folhas são alguns efeitos causados pelo estresse hídrico (FISCHER & KOHN, 1966).

2.1.3 - Efeitos sobre a produção de matéria seca

A maioria das culturas possuem períodos críticos, durante os quais a deficiência de água causa redução no seu rendimento biológico. Segundo MILLAR (1973), a escassez de água produz maior decréscimo na produção se ocorrer no início do período vegetativo, sendo menor no final deste. Para SAINT-CLAIR (1981), a produção de matéria seca da planta está relacionada com a resistência que esta apresenta com relação ao déficit de água. O autor ainda informa que a relação entre matéria seca da planta e resistência à seca, incluem fenômenos relacionados com fotossíntese, respiração e transpiração. MONTEITH (1969) citado por LOPES *et alii* (1983) informa que os principais fatores responsáveis pela produção de matéria seca da planta são: área foliar, taxa fotossintética, taxa respiratória e radiação solar incidente.

Segundo ILJIN (1957), as plantas hidrófilas e mesófilas ficam sujeitas a uma atividade respiratória superior à normal, em caso de estresse hídrico, apresentando como consequência, menor produção de matéria seca. YAROSH, (1959) explica que o aumento da respiração em plantas estressadas é devido a um aumento da atividade da catalase e conteúdo de ácido ascórbico das folhas. TURK *et alii* (1980) observaram que plantas de caupi, em condições de campo, diminuem o peso seco quando submetidas a déficit hídrico.

2.1.4 - Efeitos sobre o peso específico das folhas

O peso específico das folhas, segundo WENDT (1981), é um parâmetro indicador das variações no processo de translocação de material fotossintetizado das folhas para outras partes da planta. McPHERSON & BOYER (1977) relatam que os

efeitos negativos causados pelo déficit hídrico deve-se ao fato da redução do processo de translocação e principalmente da taxa de fotossíntese. Contudo, TURK & HALL (1980) estudando o efeito do estresse hídrico na cultura do caupi, obtiveram um maior peso específico das folhas nos tratamentos estressados. Por sua vez, BOUTY (1985) não verificou diferença entre tratamentos controle e estressado com relação a este parâmetro. O autor atribui isto à acentuada desidratação dos tecidos ter ocorrido em tempo relativamente curto.

2.1.5 - Efeitos sobre a relação raiz/parte aérea e sobre o desenvolvimento radicular

Vários pesquisadores têm estudado a importância do sistema radicular como mecanismo fisiológico para evitar dessecação da planta. SOUZA et alii (1982) relatam que espécies e variedades com um sistema radicular bem desenvolvido apresentam maior capacidade de adaptação às condições adversas, e cita que resultados de pesquisa mostram que a maior resistência do algodão *Gossypium herbaceum* quando comparado com o *Gossypium indicum* reside no fato do primeiro apresentar maior desenvolvimento vertical do sistema radicular. Os autores informam, ainda, que existe uma maior relação raiz/parte aérea no algodão mocó em comparação com o herbáceo, mais susceptível à seca, indicando com isto que uma das características mais importantes do algodão mocó é a capacidade de desenvolvimento do sistema radicular.

(Trabalhando com duas cultivares de algodão, em casa de vegetação, FERREIRA et alii (1979) obtiveram maior relação raiz/parte aérea nos tratamentos estressados em comparação com os tratamentos irrigados, nas duas cultivares. Segundo ROSSIELLO (1981) isto ocorre, possivelmente, devido a

translocação de recursos energéticos da parte aérea para raiz, aumentando assim o peso seco desta e conseqüentemente a referida relação. TURNER (1979) relata que o aumento do peso seco da raiz constitui importante adaptação morfológica ao estresse de água, uma vez que um sistema radicular bem desenvolvido torna a planta capaz de atingir zonas mais profundas onde existem reservas de água no solo. STONE et alii (1984) verificaram que o rendimento de matéria seca das cultivares de arroz irrigado foram significativamente menores do que a das cultivares de arroz de sequeiro, mostrando com isto que as cultivares irrigadas não necessitam desenvolver raízes para explorar maior volume de solo a procura d'água.

Em alguns casos a imposição do estresse hídrico constitui prática agrícola recomendável por ser benéfica. Assim, CLEMENTS & WATERHOUSE (1954) em experimentos com cana-de-açúcar demonstraram que o estresse hídrico no primeiro ano, aumentava a produção nos anos subsequentes, uma vez que provocava o maior desenvolvimento do sistema radicular. Resultados semelhantes foram obtidos por STONE et alii (1979) quando trabalharam com arroz. Por outro lado DAKER (1973) não recomenda essa prática para o algodão.

No entanto SAINT-CLAIR (1981) afirma que se as reservas de água são escassas e o estresse hídrico é prolongado, um maior desenvolvimento radicular poderá por em perigo a sobrevivência da planta.

2.1.6 - Efeitos sobre a produtividade biológica

Segundo WENDT (1981), a análise de crescimento, tendo por base fórmulas matemáticas, tem se revelado muito útil quando se pretende estudar o comportamento da planta em relação ao meio. Para SAINT-CLAIR (1981) a importância da determinação da taxa de crescimento relativo em período

de seca, está associada à possibilidade de detectar com esse parâmetro uma forma de evitar a seca ("drought escape").

Diversos autores constataram que a produtividade biológica das culturas sofre alterações com a ocorrência do déficit hídrico. FERREIRA et alii (1979) relataram que plantios de algodão submetidos a déficits hídricos exibiram taxas de assimilação líquida e taxas de crescimento relativo inferiores ao algodoeiro irrigado. Para os autores, a redução na taxa de assimilação líquida, possivelmente, está ligada à ocorrência de uma menor eficiência fotossintética nas plantas, uma vez que isso expressa a fotossíntese líquida média de todas as folhas na planta. A influência da seca na taxa de crescimento relativo pode ocorrer devido à redução da área foliar e da taxa de assimilação líquida. ROSSI ELLO et alii (1981) trabalhando com a cultura do milho, verificaram que a taxa de assimilação líquida decresceu linearmente com a redução da hidratação foliar. A taxa de crescimento relativo foi reduzida sob condições de déficit hídrico, refletindo assim os efeitos diretos deste último sobre a área foliar e taxa de assimilação líquida.

Por sua vez BOUTY (1985) estudando o efeito do estresse hídrico em duas cultivares de feijão caupi, Jaguaribe e Pitiúba, menciona que a taxa de assimilação líquida e taxa de crescimento relativo foram menores nos tratamentos estressados quando comparados ao controle, e que de todas as avaliações feitas no referido estudo, estas foram as mais sensíveis ao déficit hídrico.)

2.1.7 - Efeitos sobre o teor relativo de água na planta

Encontra-se na literatura específica várias maneiras de se avaliar o estatus de água na planta. SULLIVAN (1971) informa que alguns autores consideram o teor relati

vo de água mais importante quando se pretende estudar o efeito do estresse hídrico no crescimento e desenvolvimento da planta.

(Segundo RITCHIE (1974), SIVAKUMAR & SHAW (1978) citados por MACHADO et alii (1983) o crescimento da planta é controlado pelo seu déficit interno de água e que alguns dos efeitos do estresse hídrico sobre o crescimento estão relacionados com a redução do conteúdo de água na folha.

Pequenas variações no teor relativo de água são suficientes para provocar reduções na transpiração e na fotossíntese. Esses resultados foram obtidos por TEIXEIRA, (1978) em experimentos com leguminosas forrageiras. Trabalhando com plântulas de seringueira, submetidas a déficit hídrico crescente, ROCHA NETO et alii (1983) constataram através da relação entre a fotossíntese líquida e a taxa transpiratória que em teor relativo de água mais baixo a eficiência no uso de água dos clones IAN 717 foi superior as plântulas oriundas dos clones IAN 873. //

2.1.8 - Efeitos sobre o teor de clorofila

(/ Muitos autores mostram que o teor de clorofila é muito sensível ao estresse hídrico, mesmo quando este é moderado. VIRGIN (1965) observou que pequenas reduções no teor relativo de água das folhas causam grande decréscimo no acúmulo de clorofila; resultados semelhantes foram obtidos por BERGONCI (1981) em experimento com seringueira. ALBERTE et alii (1975) informam que o teor de clorofila é afetado pelo déficit hídrico, mesmo moderado, mais pela inibição da síntese do que pela degradação dos pigmentos existentes.)

Estudando plantas de seringueira em casa de vegetação, CONCEIÇÃO et alii (1985) constataram que o aumento da

intensidade do estresse hídrico produziu decréscimo gradual no teor de clorofila total, sendo esta redução superior a 50% em algumas plantas.

Segundo JENKINS et alii (1981), o baixo teor de água nas folhas induz à senescência, o que possivelmente refletiu em decréscimo no teor de clorofila.

Submetendo duas cultivares de algodão à deficiência hídrica, de PAULA (1985) verificou que em ambas houve decréscimo progressivo na concentração de clorofila das folhas. Contudo, 24 horas após o reinício da rega, as cultivares restabeleceram o teor de clorofila ficando com valores próximos ao tratamento irrigado. Por outro lado, BOUTY (1985) não constatou redução no teor de clorofila nas plantas estressadas quando comparadas com as irrigadas.

2.1.9 - Efeitos sobre o teor de lipídios

A maior parte da área da superfície das membranas são formadas por lipídios. Contudo eles não estão distribuídos igualmente nessas membranas, apresentando diferenças, também, na composição de ácidos graxos; porém, os ácidos graxos encontrados nas folhas são praticamente constantes, mesmo entre plantas (de PAULA, 1985).

Com o déficit hídrico estas membranas sofrem alterações profundas na sua permeabilidade (FERGUSON & SIMON, 1973), permitindo, assim, uma perda de solutos. A alteração na sua permeabilidade está relacionada com a redução de lipídios nessas membranas. Vários pesquisadores têm encontrado redução no teor de lipídios totais em plantas estressadas; dentre eles podemos citar de PAULA (1985) quando trabalhou com duas cultivares de algodão. Com o reinício da rega só houve recuperação para a cultivar mais resistente à seca, no caso a Mocô-9193. FERRARI-ILIOU et alii (1984) verificaram que o nível de lipídios totais foi reduzido em mem

branas das células de folhas de algodão com déficit hídrico; isto possivelmente está relacionado com uma provável alteração na composição dos ácidos graxos desses lipídios. No entanto, BOUTY (1985) não encontrou redução no teor de lipídios, quando trabalhou com duas cultivares de feijão caupi, sob estresse hídrico severo. Possivelmente, segundo o autor, isto ocorreu porque a folha coletada para tal determinação se encontrava em franco processo de crescimento e desenvolvimento e conseqüentemente estava havendo aumento de organelas celulares.

2.2 - Determinação do Teor de Umidade do Solo

O uso de um método prático para determinar a umidade do solo é de relevante importância nas pesquisas agrícolas e nas áreas de irrigação. Segundo DHEIN & CAUDURO (1983) o uso de blocos de gesso para determinações de umidade do solo, através de leitura de sua resistência à passagem de corrente elétrica, é perfeitamente viável para orientar práticas de irrigação, além de ser pouco susceptível às condições de salinidade do solo. É também opinião de TANNER (1949) que os blocos de gesso prestam-se satisfatoriamente para determinar a umidade do solo, embora não apresentem as precisões obtidas em laboratório. Informa ainda o autor que em solos de baixa concentração salina a calibração individual dos blocos praticamente não traz vantagens, devido a existência de outros fatores que não são controláveis, tais como: mudanças no próprio bloco em conseqüência da dissolução da água do solo, histerese dentro do bloco, temperatura do solo e outros fatores que afetam a resistência do bloco à passagem de corrente elétrica. O autor considera ainda os blocos bastante uniformes, podendo dispensar a calibração individual para fins de determinar a umidade do solo, tendo em vista as práticas de irrigação.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, no período de 17.10.86 a 12.12.86. As cultivares utilizadas foram: BR-1, CNPA-3H e CNPA PRECOCE-1, todas oriundas do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - CNPA, localizado em Campina Grande-PB, e provenientes da safra de 1985.

As sementes foram tratadas com ácido sulfúrico concentrado a 95%, durante 5 minutos, quando ocorria um completo deslignamento; PONTE (1960), em seguida foram lavadas com água corrente durante 30 minutos a fim de remover o excesso de ácido. Logo após a remoção do ácido sulfúrico as sementes foram postas à secar à sombra e sob ventilação para em seguida ser realizado o plantio a uma profundidade de 2cm, em vasos de plástico, contendo 10kg de solo. Foram semeadas 6 sementes por vaso, fazendo-se o desbaste aos 20 dias após o plantio, deixando-se duas plantas por vaso. Destas, uma foi destinada à determinação do teor de clorofila e lipídios e a outra foi utilizada para os demais parâmetros estudados.

O solo utilizado neste trabalho foi coletado no "Campus" do Pici, peneirado em peneiras de 5mm de malha e tratado em estufa a uma temperatura de 100°C durante 24 horas. Em seguida foi analisado pelo Laboratório de Solos do Centro de Ciências Agrárias da U.F.C.

O resultado da análise encontra-se no QUADRO 1. Por ocasião do plantio e de acordo com a análise química, o solo dos vasos recebeu adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, conforme a fórmula 30-60-40. Os fertilizantes usados foram: uréia, superfosfato triplo e cloreto de potás

QUADRO 1 - Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.

Característica do Solo	Unidade	Valor
Areia grossa	%	40,86
Areia fina	%	36,25
Silte	%	6,78
Argila	%	16,12
Classificação textural	-	Franco arenoso
Densidade do solo	-	1,62
Capacidade de campo	%	9,19
Ponto de murcha	%	4,33
Matéria orgânica	%	1,36
pH	-	6,00
Alumínio trocável	me/100g solo	0
Nitrogênio	%	0,03
Fósforo assimilável	mg/100g solo	0,30
Ca + Mg	me %	2,80
K (trocável)	me/100g solo	0,05
Na (trocável)	me/100g solo	0,22
Condutividade elétrica	mmhos/cm	0,35

sio. Logo após o desbaste procedeu-se à adubação em cobertura, sendo aplicado 1,33g de uréia por planta.

O cálculo de fertilizantes para cada vaso foi obtido pela razão entre o total de adubo que seria aplicado num hectare e o número de plantas por hectare sob um espaçamento de 1,00m x 0,20m (50.000 plantas/ha).

O experimento foi mantido livre de pragas e doenças, tendo sido realizadas duas aplicações de OMETOATO (Folimat-1000) na dosagem de 1 ml do produto para 1 litro d'água destinada ao controle do pulgão.

A princípio todos os tratamentos foram irrigados normalmente; a diferenciação dos mesmos foi iniciada aos 40 dias após o plantio quando as plantas emitiram a 5ª folha, a partir do ápice. Daí foi suspensa a irrigação de um grupo de plantas, tratamento estressado, enquanto que o outro grupo de plantas (controle) permaneceu irrigado de maneira que estivesse sempre na capacidade de campo.

Os tratamentos estudados estão abaixo descritos:

TRATAMENTO 1: Controle (plantas mantidas na capacidade de campo durante o período experimental).

TRATAMENTO 2: Plantas submetidas a estresse hídrico a partir da emissão da 5ª folha, contada do ápice para a base.

Decorridos 14 dias sem receber irrigação (tratamento estressado) todas as plantas foram novamente irrigadas e 48 horas após foram feitas determinações do teor relativo de água, teor de lipídios e teor de clorofila.

A determinação do teor relativo de água, teor de lipídios e clorofila foi feita em plantas submetidas a 7; 10 e 14 dias de estresse hídrico, enquanto que para as demais variáveis as observações foram feitas em plantas com 7 e 14 dias sem rega.

Antes da suspensão da rega foi realizada uma coleta somente no tratamento controle, uma vez que ainda não havia diferenciação entre os tratamentos.

A umidade do solo foi medida pelo processo de BOUYOUCOS, que consiste em observar leitura correspondente à resistência de corrente elétrica em blocos de gesso previamente imersos nos vasos (DAKER, 1973).

As metodologias usadas na determinação das variáveis estão abaixo descritas:

1 - Determinação da altura de plantas:

A medição foi feita com uma régua, entre o nível do solo ao ápice da haste principal.

2 - Determinação da área foliar:

A área foliar foi obtida pela equação:

$$\log y = 0,045 + 1,910 \log x \text{ (WENDT, 1967)}$$

onde:

x = comprimento da lâmina foliar em cm;

y = área foliar cm².

A soma dos valores de y corresponde à área foliar da planta.

3 - Determinação do rendimento de matéria seca:

Realizadas as coletas, as plantas foram levadas para o laboratório em sacos plásticos identificados, para determinação dos pesos secos. O material foi colocado numa estufa a 80°C de temperatura durante 24 horas, tempo suficien

te para atingir peso seco constante. Em seguida realizou-se as pesagens, sendo assim determinado o peso seco das folhas, raízes e caules. O peso seco total da planta foi obtido pela soma desses valores.

4 - Determinação do peso específico das folhas:

Este parâmetro foi calculado pela razão entre o peso seco das folhas e a área foliar de cada planta.

5 - Determinação da relação raiz/parte aérea:

A relação raiz/parte aérea foi determinada pela divisão entre o peso seco da raiz e o peso seco da parte aérea (caule + folhas).

6 - Determinação da produtividade biológica:

A produtividade biológica foi determinada através da taxa de assimilação líquida (T.A.L.) e taxa de crescimento relativo (T.C.R.), segundo (RADFORD, 1967).

Para taxa de assimilação líquida utilizou-se a seguinte fórmula:

$$T.A.L. = \frac{(LA_2 - LA_1) (P_2 - P_1)}{(t_2 - t_1) (A_2 - A_1)}$$

onde:

L = logaritmo neperiano;

A₁ e A₂ = área foliar nos períodos de tempo t₁ e t₂, respectivamente;

P_1 e P_2 = peso seco da planta nos períodos de tempo t_1 e t_2 , respectivamente.

A T.A.L. é expressa em $g.dm^{-2}.dia^{-1}$.

A taxa de crescimento relativo foi obtida pela seguinte fórmula:

$$T.C.R. = \frac{LP_2 - LP_1}{t_2 - t_1}$$

onde:

L = logarítmo neperiano;

P_1 e P_2 = peso seco da planta nos períodos t_1 e t_2 , respectivamente.

A T.C.R. é expressa em grama de matéria seca por grama de matéria seca por dia ($g.g^{-1}.dia^{-1}$).

A T.A.L. e a T.C.R. foram feitas num intervalo de 14 dias. Isto é, no dia da suspensão da rega e no 14º após esta ter sido suspensa.

7 - Determinação do teor relativo de água (T.R.A.) na planta:

O teor relativo de água (T.R.A.) foi determinado pela seguinte metodologia, proposta por WEATHERLEY (1950).

De cada planta retirou-se da 5a. folha, a partir do ápice, uma amostra de 5 discos foliares, com 1cm de diâmetro cada. A retirada desses discos foi feita com um furador de rolhas. Em seguida o peso fresco dos discos foi determinado e logo após eles foram colocados em placas de Petri, com aproximadamente 9cm de diâmetro, contendo 10ml de água destilada. Essas placas contendo os discos foliares foram submetidas a uma temperatura de 25°C e intensidade luminosa de 690 lux, a fim de se obter o peso túrgido. Decorridas 4 horas de absorção de água, enxugou-se os discos foliares,

com papel de filtro, para retirar o excesso de água superficial, pesando-os em seguida, obtendo assim, o peso túrgido. Para obtenção do peso seco, os discos foliares foram colocados em estufa a 80°C durante 48 horas.

De posse dos valores do peso fresco, peso seco e peso túrgido, e usando a equação de BARRS & WEATHERLEY (1962) encontrou-se o valor do T.R.A.

$$\text{T.R.A.} = \frac{\text{PF} - \text{PS}}{\text{PT} - \text{PS}} \times 100$$

onde:

PF = peso fresco dos discos foliares;

PS = peso seco dos discos foliares;

PT = peso túrgido dos discos foliares.

Todas as coletas foram realizadas às 7 horas da manhã, para obter-se uma maior uniformização dos dados.

8 - Determinação do teor de clorofila total:

De cada planta retirou-se uma amostra de 0,25g da 5a. folha a partir do ápice. Triturou-se essa amostra em um almofariz com aproximadamente 0,3g de CaCO₃, areia e 1,8ml de acetona pura. A mistura foi filtrada em funil de BUCHNER e o resíduo lavado com 5ml de acetona/água (80% v/v). O almofariz e o pistilo foram lavados com 2ml da mesma solução de acetona e em seguida ajustado o volume do filtrado para 10ml de acetona a 80% (v/v). Dessa solução retirou-se uma alíquota de 0,1ml do extrato e diluiu em 4,9ml de acetona/água (80% v/v) para determinação da densidade óptica (D.O.) a 645 e 663 nanômetros, lida no aparelho Micronal Espectrofotômetro B-280, Brasil.

Na dosagem da clorofila utilizou-se a metodologia proposta por ARNON (1949). Empregou-se a fórmula de MACKINNEY

(1941) para determinar a concentração de clorofila em extrato à base de acetona.

$$C = 20,2_{D.0_{645}} + 8,02_{D.0_{663}} \text{ mg/l}$$

onde:

C = concentração de clorofila;
 D.0.₆₄₅ e D.0.₆₆₃ = densidade óptica em 645 e 663 nanômetros, respectivamente.

Posteriormente, o resultado acima foi substituído na seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Clorofila total}}{\text{Peso fresco}} (\text{mg/g}) = \frac{\text{Clorofila total (mg/l)} \times 0,5 \text{ l}}{\text{Peso fresco da amostra (0,25g)}}$$

Obteve-se, assim, o teor de clorofila total em mg/g.PF.

9 - Determinação do teor de lipídios totais:

Tendo em vista o peso da amostra (7,5g) para obtenção desta variável, só foi possível trabalhar com duas repetições por cultivares.

De acordo com a metodologia proposta por ALLEN & GOOD (1971) foi feita a extração dos lipídios totais.

De cada planta retirou-se uma amostra de 7,5g da 4a. e 5a. folhas, contadas a partir do ápice. As lâminas foliares foram destacadas das nervuras, picadas em pequenos pedaços e fixadas em 20ml de água destilada fervente, durante dois minutos; em seguida, foram depositadas num almofariz e trituradas com areia esterilizada, para facilitar a trituração. A trituração foi feita em 20ml de metanol/clorofórmio. Em seguida filtrou-se o material obtido em funil de

placa porosa, com papel de filtro por sucção, e o resíduo foi lavado com aproximadamente 30ml de metanol /clorofórmio (2:1 v/v). Novamente lavou-se o resíduo com 10ml de clorofórmio puro. Outra lavagem foi realizada, desta vez com água, onde as folhas foram fixadas, acrescentando-se 10ml de KCl (0,1 M) para facilitar a separação entre o solvente e a parte aquosa. O filtrado foi, então, centrifugado para separar a fase lipídica. Com o uso da pipeta de Pasteur retirou-se a parte inferior ou lipídica. Foram feitas mais duas lavagens da parte superior, com 5ml de clorofórmio cada uma. O solvente foi evaporado e para eliminar a água que porventura estivesse presente, colocou-se o balão de vidro em um dessecador com sílica e KOH durante 12 horas. Pela diferença dos beakers com e sem os lipídios, obteve-se o teor de lipídios totais.

10 - Delineamento estatísticos:

A análise estatística foi efetuada de acordo com GOMES, 1985. Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado com arranjo fatorial; foram estudados 2 níveis de irrigação e 3 variedades com 4 repetições.

Para determinação do teor relativo de água, teor de clorofila e teor de lipídios totais foram realizadas 3 observações nos dias 7, 10 e 14 após a suspensão da rega.

Para determinação dos demais parâmetros foram realizadas duas observações aos dias 7 e 14 após a suspensão da rega.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios da análise de variância de alguns indicadores de desenvolvimento vegetativo e de alguns indicadores fisiológicos das três cultivares de algodão herbáceo, referentes à primeira coleta de plantas (ausência de estresse) encontram-se na TABELA 1A - APÊNDICE.

Pelo exame da Tabela 1A constatam-se efeitos significativos, entre as cultivares, para o peso seco total da planta ao nível de 5% de probabilidade; altura de plantas, relação raiz/parte aérea, área foliar e teor de clorofila ao nível de 1% de probabilidade.

Na TABELA 1 encontram-se os valores médios dos indicadores fisiológicos e de desenvolvimento vegetativo estudado para as três cultivares de algodão herbáceo, durante a primeira coleta de plantas, (ausência de estresse).

Consoante os dados da Tabela 1 as cultivares BR-1, CNPA-3H e CNPA PRECOCE-1 apresentaram comportamentos semelhantes com relação ao peso específico das folhas, teor relativo de água, teor de lipídios totais e peso seco das raízes. Em termos de altura de plantas, área foliar e teor de clorofila as cultivares BR-1 e CNPA-3H foram superiores à cultivar CNPA PRECOCE-1, diferindo estatisticamente desta ao nível de 5% de probabilidade. Para o peso seco total da planta destaca-se o bom desempenho da cultivar BR-1, porém esta não diferiu estatisticamente da cultivar CNPA-3H. A relação raiz/parte aérea foi maior na cultivar CNPA PRECOCE-1, diferindo estatisticamente das demais.

Através da TABELA 2A - APÊNDICE, são mostrados os quadrados médios da análise de variância dos dados de indicadores de crescimento obtidos aos 7 e 14 dias após a suspensão das regas.

TABELA 1 - Valores médios de alguns indicadores de desenvolvimento vegetativo e fisiológicos de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), observados na primeira coleta de plantas (ausência de estresse).

Cultivares	Quadrados Médios								
	Peso Seco Total de Plantas (g)	Altura de Plantas (cm)	Peso Seco das Raízes (g)	Peso Específico das Folhas (g/dm ²)	Relação Raiz/Parte Aérea	Área Foliar (dm ²)	Teor Relativo de Água (%)	Teor de Clorofila (mg/g.PF)	Teor de Lípidios Totais (mg/g.PF)
BR-1	1,967a	22,62a	0,547a	0,240a	0,384a	3,02a	83,45a	2,60a	23a
CNPA-3H	1,533ab	20,87a	0,438a	0,222a	0,398a	2,65a	84,38a	2,71a	26a
CNPA PRECOCE-1	1,425b	16,00b	0,578a	0,261a	0,690b	1,61b	84,46a	1,99b	28a
C.V. %	13,12	6,19	25,77	9,14	20,74	15,11	5,39	6,84	5,51

Valores dentro da coluna, seguidos da mesma letra, não diferem estatisticamente. Teste de Tukey - 5%.

Na segunda coleta, realizada no 7º dia depois da suspensão da rega (Tabela 2A - Apêndice) verificou-se que o peso seco total da planta e a área foliar revelaram efeitos significativos para níveis de irrigação, cultivares e interação níveis de irrigação x cultivares ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. Ainda na segunda coleta, tanto os níveis de irrigação como as cultivares apresentaram significância para altura de plantas ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; o peso específico das folhas e a relação raiz/parte aérea mostraram significância para as cultivares ao nível de 1% de probabilidade; no entanto, o peso seco das raízes não apresentou diferenças estatísticas entre as fontes de variação.

Aos 14 dias, depois de suspensa a irrigação (Tabela 2A - Apêndice), o peso seco total da planta, a altura de plantas e a área foliar evidenciaram significância para níveis de irrigação, cultivares e interação níveis de irrigação x cultivares ao nível de 1% de probabilidade. Na relação raiz/parte aérea observaram-se efeitos significativos ao nível de 1% de probabilidade para níveis de irrigação e cultivares, enquanto que o peso seco das raízes apresentou efeitos significativos para níveis de irrigação, cultivares e interação níveis de irrigação x cultivares ao nível de 5% de probabilidade. Para o peso específico das folhas não foi revelada significância para níveis de irrigação, cultivares e interações.

4.1 - Altura das Plantas

Os dados da altura das plantas referentes às duas épocas de coletas, estão expressos na TABELA 2. Verificou-se para as cultivares coletadas aos 7 dias de estresse hídrico que as plantas estressadas apresentaram menor altura

TABELA 2 - Altura de plantas (cm) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.

Dias Após Suspensão da Rega	Cultivares	Níveis de Irrigação				Média
		Controle	%	Estressado	%	
7	BR-1	26,00a	100	23,50a	90,39	24,75a
	CNPA-3H	27,62a	100	21,37a	77,38	24,50a
	CNPA PRECOCE-1	19,50a	100	16,12a	82,67	17,81b
	Média	24,37A	100	20,33B	83,43	
14	BR-1	30,50a	100	23,17a	78,27	27,18a
	CNPA-3H	34,62a	100	22,50a	65,00	28,56a
	CNPA PRECOCE-1	22,87b	100	20,00a	87,46	21,43b
	Média	29,33A	100	22,12B	75,42	

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

que aquelas do tratamento controle. O comportamento das cultivares dentro dos tratamentos foi semelhante; em condições de estresse hídrico, a maior redução foi apresentada pela cultivar CNPA-3H.

A altura das plantas coletadas após 14 dias de suspensão da rega também apresentaram significativa redução naquelas submetidas a estresse. A análise dos dados revelaram ainda que, considerando-se as médias entre o tratamento controle e o estressado, as cultivares BR-1 e CNPA-3H apresentaram superioridade sobre a CNPA PRECOCE-1.

Considerando o tratamento controle as cultivares BR-1 e CNPA-3H apresentaram maiores alturas, diferindo da CNPA PRECOCE-1. Quando submetidas a déficit hídrico todas as cultivares tiveram o mesmo comportamento, mas sofreram reduções na sua altura, sendo que a menor taxa de redução 12,54%, ficou com a cultivar CNPA PRECOCE-1 indicando que esta cultivar sofreu menos com o déficit hídrico. Possivelmente isto está ligado ao fato da mesma ser uma cultivar de ciclo mais curto do que as demais, necessitando de menos água para o seu crescimento e desenvolvimento. Dentre vários autores que constataram reduções na altura de plantas quando submetidas a déficit hídrico incluem-se SHIGA (1975) e YOSHIDA (1975) citados por STONE *et alii* (1984). Segundo KRAMER (1974) citado por STONE *et alii* (1984), o déficit hídrico reduz o abastecimento de substâncias reguladoras do crescimento que as raízes fornecem ao caule, o que, aliado à síntese reduzida de substâncias durante o estresse hídrico, talvez seja um fator importante na redução do crescimento observado em plantas estressadas.

4.2 - Área Foliar

Com a aplicação do estresse hídrico as áreas foliares sofreram um decréscimo bastante acentuado, logo na primeira época de coletas constatando-se com isto a grande

sensibilidade da área foliar ao déficit hídrico (TABELA 3). Aos 7 dias após a suspensão da rega a BR-1 e a CNPA-3H apresentaram valores superiores ao da cultivar CNPA PRECOCE-1. Em termos de percentuais, entretanto, quando o tratamento estressado foi comparado com o tratamento controle constatou-se que as menores reduções ficaram com as cultivares BR-1 e CNPA PRECOCE-1.

Na coleta efetivada aos 14 dias a cultivar BR-1 apresentou maior valor de área foliar com relação à CNPA PRECOCE-1, no tratamento estressado. As médias entre o controle e as plantas submetidas ao estresse destacaram a maior área foliar para a cultivar CNPA-3H, mesmo verificando-se, em termos percentuais, que ela sofreu o maior percentual de redução de área foliar. A redução de área foliar por causa de déficit de água é fato notoriamente observado. Por exemplo, HSIAO et alii (1976) constataram que, em plantas estressadas, uma das primeiras alterações que ocorria era a diminuição do crescimento foliar. ROSSIELLO et alii (1981), trabalhando com a cultura do milho, constataram sensibilidade da expansão foliar a um déficit hídrico relativamente moderado. SILVA et alii (1973) citados por SOUZA (1977) verificaram que plantas de algodão submetidas a deficiência hídrica diminuem a área foliar. KOEPPE et alii (1973) informam que com ocorrência da desidratação foliar, há dentro de certos limites, um aumento na taxa respiratória das plantas. Segundo SHIGA (1975) e YOSHIDA (1975) citados por STONE et alii (1984), a diminuição da turgescência das células, devido ao déficit hídrico, causa uma redução na expansão celular, o que por sua vez reduz a expansão da folha e conseqüentemente a área foliar.

4.3 - Peso Seco Total da Planta

Na TABELA 4 estão contidos os dados médios do peso

TABELA 3 - Área foliar (dm^2) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.

Dias após Suspensão da Rega	Cultivares	Níveis de Irrigação				Média
		Controle	%	Estressado	%	
7	BR-1	3,1855b	100	3,0400a	95,44	3,1128a
	CNPA-3H	4,1952a	100	2,6763a	63,80	3,4357a
	CNPA PRECOCE-1	2,0218c	100	1,6700b	82,60	1,8459b
	Média	3,1341A	100	2,4621B	78,55	
14	BR-1	3,8946b	100	3,0537a	78,41	3,4741b
	CNPA-3H	5,8734a	100	2,6844ab	45,71	4,2789a
	CNPA PRECOCE-1	3,2955b	100	1,9272b	58,48	2,6113c
	Média	4,3545A	100	2,5551B	58,67	

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.
- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 4 - Peso seco total das plantas (g) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.

Dias após Suspensão da Rega	Cultivares	Níveis de Irrigação				Média
		Controle	%	Estressado	%	
7	BR-1	2,3288a	100	2,1840a	93,79	2,2564a
	CNPA-3H	2,4638a	100	1,6712b	67,84	2,0675ab
	CNPA PRECOCE-1	2,0593a	100	1,6258b	78,95	1,8425b
	Média	2,2839A	100	1,8270B	79,99	
14	BR-1	3,3750b	100	2,5050a	74,23	2,9400b
	CNPA-3H	4,5067a	100	2,2870a	50,75	3,3969a
	CNPA PRECOCE-1	3,1000b	100	2,4910a	80,36	2,7955b
	Média	3,6606A	100	2,4277B	66,31	

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.
- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

seco total das cultivares no tratamento controle e no es tressado. Constatou-se que o peso seco total das plantas não estressadas foi superior estatisticamente aqueles das plantas submetidas a estresse hídrico. Essas reduções tende ram a maior acentuamento com relação às plantas submetidas a um maior período de falta de umidade.

Considerando-se o menor período de estresse hídrico, a cultivar BR-1 mostrou valor estatisticamente significa nte sobre as demais, além de apresentar menor redução no peso seco da planta (6,21%), em comparação com o tratamento controle.

As cultivares submetidas a 14 dias de estresse hídrico, comportaram-se de maneira idêntica, apresentando, no entanto, percentuais de redução bastante acentuados quando comparadas com o tratamento irrigado; esses percentuais fora m 25,77%; 49,25% e 19,63% para as cultivares BR-1; CNPA-3H e CNPA PRECOCE-1 respectivamente. Resultados análogo s foram obtidos por TURK et alii (1980) que verificaram, em condições de campo, que plantas de caupi reduziram o peso seco sob condições de déficit hídrico. Segundo, ILJIN (1957) isto ocorreu porque as plantas estressadas apresentava m atividades respiratória superior à normal, ocorrendo assim prejuízos a produção de matéria seca.

4.4 - Peso específico das Folhas

Os valores médios do peso específico das folhas das plantas colhidas aos 7 e 14 dias após a suspensão da rega são mostrados na TABELA 5. Com referência à primeira data de coleta, observou-se que a cultivar CNPA PRECOCE-1 apresentou, na média do tratamento controle e do estressado, fol has com maior peso específico com relação à cultivar CNPA-3H, mas, não diferiu da cultivar BR-1. As cultivares se comportaram de maneira semelhante dentro do tratamento

TABELA 5 - Peso específico das folhas (g/dm^2) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.

Dias após Suspensão da Rega	Cultivares	Níveis de Irrigação				Média
		Controle	%	Estressado	%	
7	BR-1	0,2792a	100	0,2713a	97,18	0,2752ab
	CNPA-3H	0,2297a	100	0,2375a	103,39	0,2336b
	CNPA PRECOCE-1	0,3188a	100	0,2782a	87,27	0,2985a
	Média	0,2759A	100	0,2623A	98,70	
14	BR-1	0,2967a	100	0,2729a	91,98	0,2847a
	CNPA-3H	0,2860a	100	0,2847a	99,55	0,2854a
	CNPA PRECOCE-1	0,2900a	100	0,3207a	110,58	0,3054a
	Média	0,2909A	100	0,2928A	100,65	

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.
- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

estressado, ocorrendo um pequeno decréscimo percentual para as cultivares BR-1 e CNPA PRECOCE-1.

Aos 14 dias após suspensão da rega as cultivares se apresentaram de maneira semelhante dentro dos respectivos tratamentos; contudo o estresse hídrico causou um acentuado acréscimo de 10,58% no peso específico das folhas da cultivar CNPA PRECOCE-1.

Nenhum dos dois períodos de estresse resultou em alteração no peso específico das folhas das cultivares, oferecendo um certo indício de que a translocação de material fotossintetizado das folhas para outras partes da planta foi menor nos tratamentos estressados, uma vez que as áreas foliares das cultivares foram consideravelmente reduzidas pela imposição de estresses hídricos (Tabela 3). Atente-se para o fato de que, se essa inferência realmente encontrar justificativa, a cultivar CNPA PRECOCE-1, mais particularmente apresentaria vantagem em termos de translocação, uma vez que sofreu a maior redução de área nos estresses impostos, além de haver tendido a apresentar um pequeno aumento no peso específico das folhas.

4.5 - Relação Raiz/Parte Aérea e Peso Seco das Raízes

Na TABELA 6, temos os resultados médios da relação raiz/parte aérea a duas épocas de coletas. Observa-se aí que, dentre as plantas coletadas aos 7 dias após a suspensão da rega, a cultivar CNPA PRECOCE-1 apresentou maior relação raiz/parte aérea na média do tratamento controle e do estressado. O tratamento estressado não diferiu do tratamento controle, mostrando assim que esta relação não é tão sensível ao déficit hídrico como os outros parâmetros. Quando submetidas a déficit hídrico as cultivares não diferiram entre si; entretanto em termos de percentagem as cultivares

TABELA 6 - Relação raiz/parte aérea de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.

Dias após Suspensão da Rega	Cultivares	Níveis de Irrigação				Média
		Controle	%	Estressado	%	
7	BR-1	0,3920a	100	0,3768a	96,13	0,3843b
	CNPA-3H	0,4055a	100	0,4665a	115,00	0,4360b
	CNPA PRECOCE-1	0,5875a	100	0,7235a	123,14	0,6555a
	Média	0,4617A	100	0,5223A	113,12	
14	BR-1	0,3185a	100	0,4307a	135,22	0,3746b
	CNPA-3H	0,3308a	100	0,4798a	145,04	0,4052b
	CNPA PRECOCE-1	0,4663a	100	0,7105a	152,36	0,5883a
	Média	0,3718B	100	0,5403A		

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.
- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

CNPA-3H e CNPA PRECOCE-1 aumentaram a relação raiz/parte aérea quando comparadas com o tratamento controle, sendo este aumento de 15% e 23,14%, respectivamente.

Observa-se ainda, que as plantas coletadas após 14 dias da suspensão da rega, quando o estresse já se encontrava bastante acentuado, que o tratamento estressado diferiu do tratamento controle. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por FERREIRA et alii (1979) que trabalhando com duas cultivares de algodão, em casa de vegetação, constataram que a relação raiz/parte aérea foi menor nos tratamentos irrigados comparados com os estressados. A cultivar CNPA PRECOCE-1 mostrou novamente maior relação raiz/parte aérea, na média do tratamento controle com o estressado. Embora não tenha havido diferenças estatísticas para cultivares dentro do tratamento estressado, pode-se notar que os percentuais de aumento, para esta relação, quando comparado com o controle, foi bastante alto. A cultivar CNPA PRECOCE-1 apresentou maior percentual de incremento, 52,36%, seguida da CNPA-3H e BR-1 com 45,04% e 35,22%, respectivamente, indicando, assim, maior capacidade da cultivar CNPA PRECOCE-1 de adaptar-se morfológicamente ao estresse hídrico; chamamos a atenção de que embora não haja diferido das demais cultivares em termos de peso seco total (Tabela 4) a CNPA PRECOCE-1 pode haver translocado mais fotossintatos para a expansão radicular, quando sofreu o estresse hídrico, conforme discutido no item anterior. SOUZA et alii (1982) afirmaram que a susceptibilidade da parte aérea ao déficit hídrico está ligada ao fato de que, em plantas estressadas, grande parte dos fotossintatos são translocados para a raiz. SANDHU & LAUDE (1958) assinalaram que a resistência ao calor e à seca de 5 cultivares de trigo estava associada a altos valores da relação raiz/parte aérea.

A TABELA 7 mostra os valores médios do peso seco das raízes das plantas colhidas aos 7 e 14 dias após o estresse hídrico. Com relação a primeira época de coletas,

TABELA 7 - Peso seco das raízes (g) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.

Dias após a Suspensão da Rega	Cultivares	Níveis de Irrigação				Média
		Controle	%	Estressado	%	
7	BR-1	0,6490a	100	0,6010a	92,61	0,6250a
	CNPA-3H	0,7080a	100	0,5348a	75,54	0,6214a
	CNPA PRECOCE-1	0,7450a	100	0,6690a	89,80	0,7070a
	Média	0,7007A	100	0,6016A	85,56	
14	BR-1	0,8135b	100	0,7601b	93,55	0,7872b
	CNPA-3H	1,1217a	100	0,7338b	65,42	0,9277ab
	CNPA PRECOCE-1	0,9870ab	100	1,0388a	105,19	1,0126a
	Média	0,9741A	100	0,8443B	86,68	

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.
- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

não houve diferença significativa entre os tratamentos con trole e estressado. Em termos percentuais, contudo, o tratame nto estressado mostrou uma redução de 14,14% em relação ao controle. Sob condições de déficit hídrico as cultivares tiveram o mesmo comportamento. Em termos percentuais, no en tanto, as reduções em comparação com o tratamento controle foram diferentes para cada cultivar.

Nas plantas coletadas aos 14 dias de estresse hídrico, o peso seco das raízes foi maior no tratamento contro le. Resultados discordantes foram apresentados por vários autores (STONE et alii, 1979; STONE et alii 1984 e TURNER 1979) quando verificaram aumento no rendimento de matéria seca das raízes com a ocorrência do estresse hídrico. No en tanto, estão coerentes com os obtidos por HOSTALÁCIO & VÁLIO (1984) que estudaram o desenvolvimento do feijoeiro cv. Goiano Precoce em diferentes regimes de irrigação e constataram que quando a água não é limitada o desenvolvime nto da raiz é bem maior. O estudo das interações cultivar x nível de irrigação indicou que, com a ocorrência do es tresse hídrico, a cultivar CNPA PRECOCE-1 apresentou maior peso seco das raízes diferindo estatisticamente das demais. Isto possivelmente está relacionado ao fato da menor altura (Tabela 2) e menor área foliar (Tabela 3) apresentada por esta cultivar, aliado ao provável incremento em transloca ção de fotossintatos. Com base nesse maior desenvolvimento radicular a cultivar CNPA PRECOCE-1 apresenta uma boa carac terística de resistência a seca uma vez que terá condições de explorar água nas camadas mais profundas do solo.

Sob condições de irrigação a cultivar CNPA-3H aprese ntou maior peso seco que a cultivar BR-1.

4.6 - Produtividade Biológica

4.6.1 - Taxa de crescimento relativo

Os quadrados médios da análise de variância dos dados relativos à taxa de crescimento relativo no período situado entre a suspensão da rega e 14 dias depois mostrou diferença estatística para níveis de irrigação e cultivares ao nível de 1% de probabilidade. Através desta análise verificou-se diferença significativa para interação níveis de irrigação x cultivares ao nível de 5% de probabilidade (TABELA 3A - APÊNDICE).

Os resultados médios da taxa de crescimento relativo, das três cultivares submetidas a dois níveis de irrigação são apresentados na TABELA 8.

Pelo exame da Tabela 8 e FIGURA 1, pode-se constatar que o tratamento controle apresentou maior taxa de crescimento relativo. Na média dos tratamentos controle e estressado, as cultivares CNPA-3H e CNPA PRECOCE-1 apresentaram maiores taxas de crescimento relativo que a cultivar BR-1. Dentro do tratamento estressado as três cultivares foram iguais estatisticamente. Porém as taxas de redução com relação ao tratamento controle foram diferentes para cada cultivar, sendo que a menor taxa ficou com a CNPA PRECOCE-1 com 28,18% seguida BR-1, com 40,77%.

A análise de crescimento, medido através da taxa de crescimento relativo indica que mesmo em condições de deficiência hídrica a cultivar CNPA PRECOCE-1 teve o seu desenvolvimento menos afetado, quando comparado com as outras cultivares, possivelmente devido a um bom desenvolvimento do sistema radicular. A cultivar CNPA-3H sofreu uma redução de 64,05% na taxa de crescimento relativo quando submetido a déficit hídrico, mostrando com isto o seu bom desenvolvi

TABELA 8 - Taxa de crescimento relativo ($\text{mg.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e determinada entre a primeira coleta de plantas (ausência de estresse) e 14 dias após a suspensão da rega.

Cultivares	Níveis de Irrigação				Média
	Controle	%	Estressado	%	
BR-1	38,50b	100	22,80a	59,23	30,60b
CNPA-3H	76,50a	100	27,50a	35,95	52,00a
CNPA PRECOCE-1	55,00ab	100	39,50a	71,82	47,30a
Média	56,70A	100	29,90B	52,74	

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.
- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

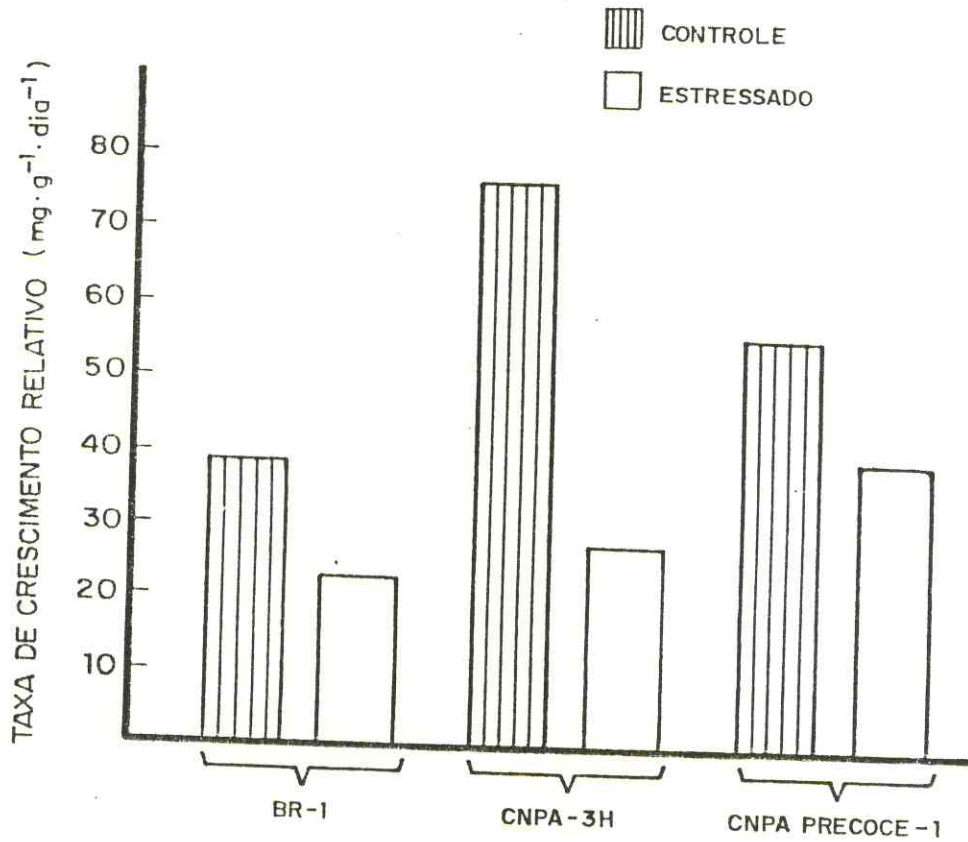


FIGURA 1 - Taxa de crescimento relativo das cultivares de algodão herbáceo BR-1, CNPA-3H e CNPA PRECOCE-1 nos tratamentos controle e estressado.

mento quando irrigada e sua grande susceptibilidade ao estresse hídrico. Resultados semelhantes foram obtidos por BOUTY (1985) estudando o estresse hídrico na produtividade biológica em duas cultivares de feijão caupi, quando constatou que as menores taxas de crescimento relativo foram observadas nas plantas estressadas. ROSSIELLO et alii (1981), também, verificaram que a taxa de crescimento relativo diminui sob condições de dessecação progressiva do solo.

4.6.2 - Taxa de assimilação líquida

Os quadrados médios da análise de variância da taxa de assimilação líquida no período compreendido entre a suspensão da rega e 14 dias após isso, encontram-se na TABELA 4A - APÊNDICE. Observa-se significância ao nível de 1% de probabilidade para níveis de irrigação.

A TABELA 9 mostra os valores médios da taxa de assimilação líquida ($\text{mg.dm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) no período considerado.

Baseado no exame da Tabela 9 e FIGURA 2 pode-se afirmar que o tratamento controle apresentou maior taxa de assimilação líquida em comparação ao estressado. No tratamento estressado as cultivares se comportaram de maneira idêntica, mas o estresse hídrico reduziu a taxa de assimilação líquida para todas as cultivares quando em comparação com o tratamento controle. Em termos percentuais, as maiores reduções foram observadas nas cultivares CNPA-3H e BR-1, com 61,89% e 40,67%, respectivamente, indicando assim que a cultivar CNPA PRECOCE-1, apesar de apresentar menor área foliar, quando estressada, mostrou um sistema assimilador e/ou translocador mais eficiente que as demais. Estes resultados estão coerentes com os obtidos por ROSSIELLO et alii (1981) quando verificaram, em plantas de milho, que

TABELA 9 - Taxa de assimilação líquida ($\text{mg.dm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e determinada entre a primeira coleta de plantas (ausência de estresse) e 14 dias após a suspensão da rega.

Cultivares	Níveis de Irrigação				Média
	Controle	%	Estressado	%	
BR-1	29,50a	100	17,50a	59,33	23,50b
CNPA-3H	51,70a	100	19,70a	38,11	35,70ab
CNPA PRECOCE-1	51,70a	100	44,20a	85,50	48,00a
Média	44,22A	100	27,20B	61,35	

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.
- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

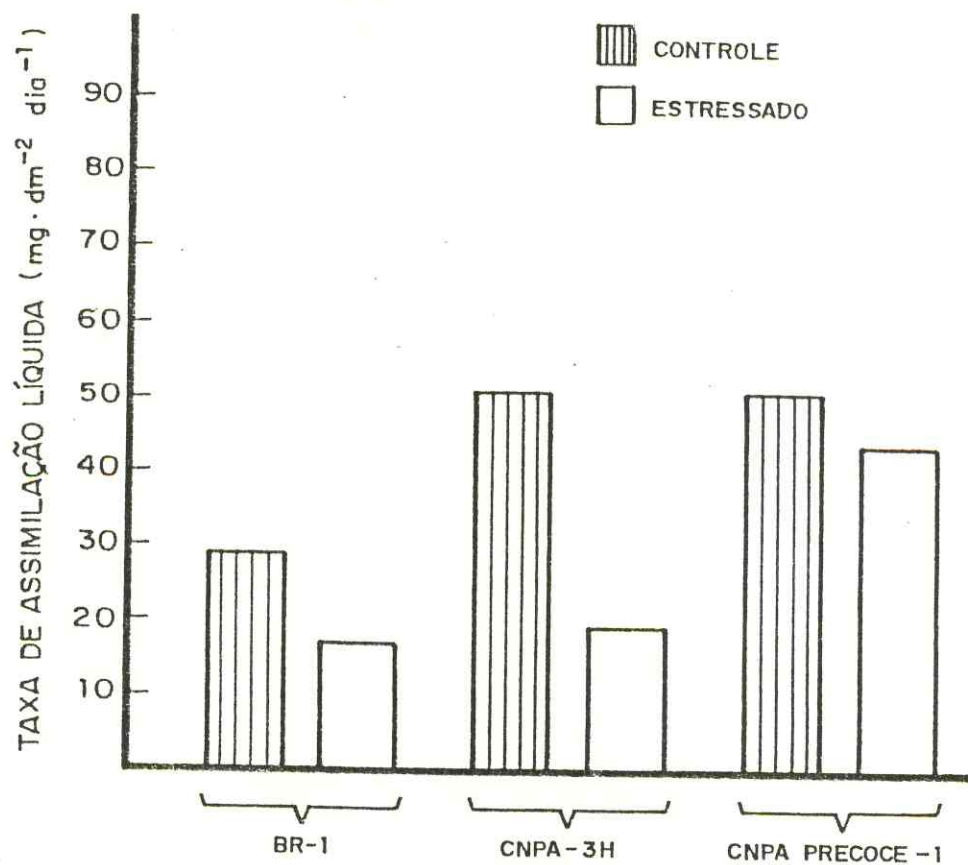


FIGURA 2 - Taxa de assimilação líquida das cultivares de algodão herbáceo BR-1, CNPA-3H e CNPA PRECOCE-1 nos tratamentos controle e estressado.

a taxa de assimilação líquida foi reduzida linearmente com a diminuição da hidratação foliar. CONCEIÇÃO et alii (1986) constataram reduções na taxa de assimilação líquida, em to dos os clones de seringueira estudados, quando estes foram submetidos a déficit hídrico. SOUZA (1977) encontrou redu ções na taxa de assimilação líquida em cultivares de algo doeiro submetidas a desidratação.

4.7 - Teor Relativo de Água (T.R.A.)

A análise de variância dos valores relativos às qua tro épocas de coletas é apresentada na TABELA 5A - APÊNDICE. Observou-se aos 7, 10 e 14 dias de déficit hídrico, efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, para os ní veis de irrigação, o mesmo ocorrendo 48 horas após o reini cio da irrigação.

Na TABELA 10, aparecem os dados do teor relativo de água das cultivares nas suas respectivas épocas de coletas. De acordo com essa Tabela e pelas FIGURAS 3, 4 e 5, pode-se notar que o T.R.A. decresceu nas cultivares à medida que o déficit hídrico foi se acentuando, chegando a valores próxi mos à dessecação no 14º dia da suspensão da rega. Estes resultados estão condizentes com aqueles observados por BOU TY (1985), quanto trabalhou com duas cultivares do feijão caupi e constatou reduções gradativas no teor relativo de água das plantas submetidas a déficit hídrico.

Os dados da Tabela 10, revelam ainda que aos 7 dias após a suspensão da rega, o teor relativo de água já era bastante reduzido no tratamento estressado quando comparado com o tratamento controle, havendo assim diferenças estatís tica entre estes tratamentos em todas as épocas de cole tas. Estes resultados estão coerentes com os obtidos por TEIXEIRA (1978), estudando o déficit hídrico em leguminosas forrageiras; o autor concluiu que houve queda no teor rela

TABELA 10 - Teor relativo de água (%) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em três épocas diferentes, após a suspensão da rega e dois dias após o reinício da rega.

Dias após Suspensão da Rega	Cultivares	Níveis de Irrigação				Média
		Controle	%	Estressado	%	
7	BR-1	80,29a	100	64,83a	80,75	72,56a
	CNPA-3H	82,80a	100	66,01a	79,73	74,40a
	CNPA PRECOCE-1	81,65a	100	67,65a	82,86	74,65a
	Média	81,58A	100	66,16B	81,10	
10	BR-1	83,69a	100	52,21a	62,39	67,95a
	CNPA-3H	81,11a	100	58,65a	72,31	69,88a
	CNPA PRECOCE-1	84,98a	100	56,00a	61,90	70,49a
	Média	83,23A	100	55,62B	66,81	
14	BR-1	80,92a	100	45,24a	55,91	63,08a
	CNPA-3H	82,14a	100	45,99a	55,99	64,06a
	CNPA PRECOCE-1	82,18a	100	46,88a	57,05	64,53a
	Média	81,74A	100	46,04B	56,33	
16*	BR-1	78,22a	100	61,93a	79,18	70,07a
	CNPA-3H	80,48a	100	69,68a	86,59	75,08a
	CNPA PRECOCE-1	82,28a	100	68,78a	83,60	75,53a
	Média	80,32A	100	66,79B	83,16	

- * Coleta efetuada dois dias após o reinício da rega.
- Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.
 - Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

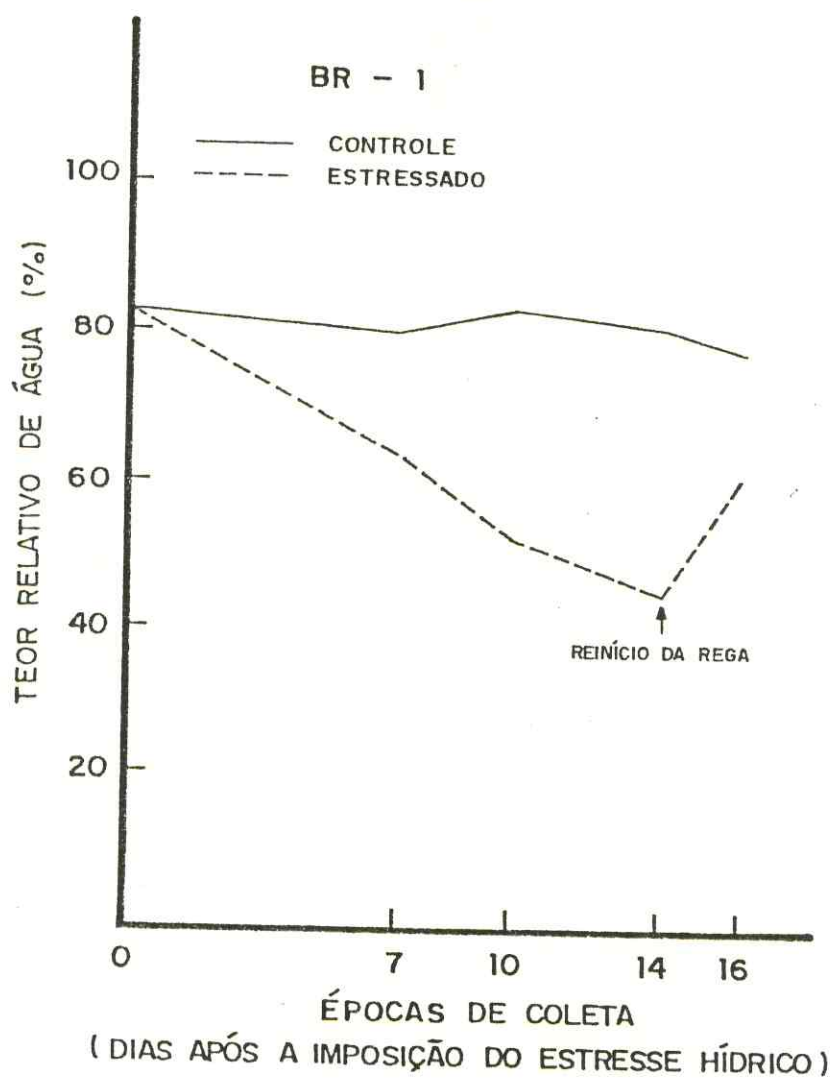


FIGURA 3 - Teor relativo de água da cultivar de algodão her_ báceo BR-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.

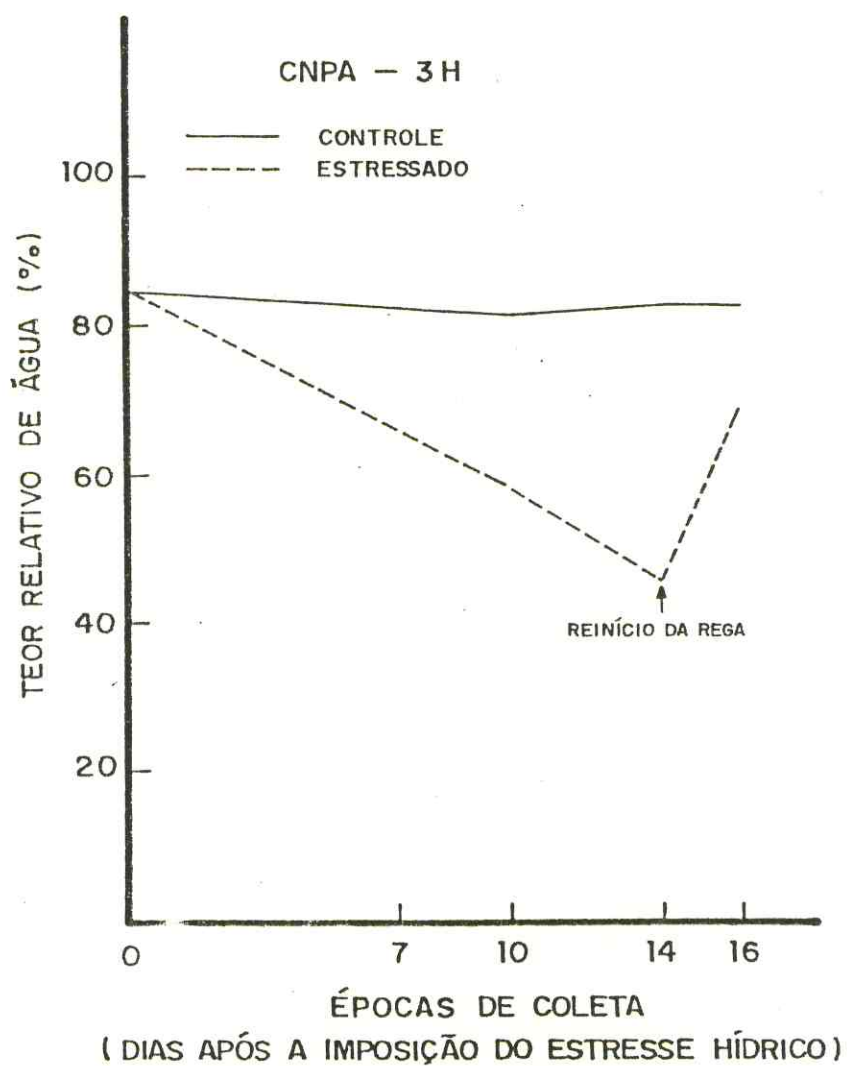


FIGURA 4 - Teor relativo de água da cultivar de algodão her_ báceo CNPA-3H nos tratamentos controle e estres_ sado e dois dias após o reinício da rega.

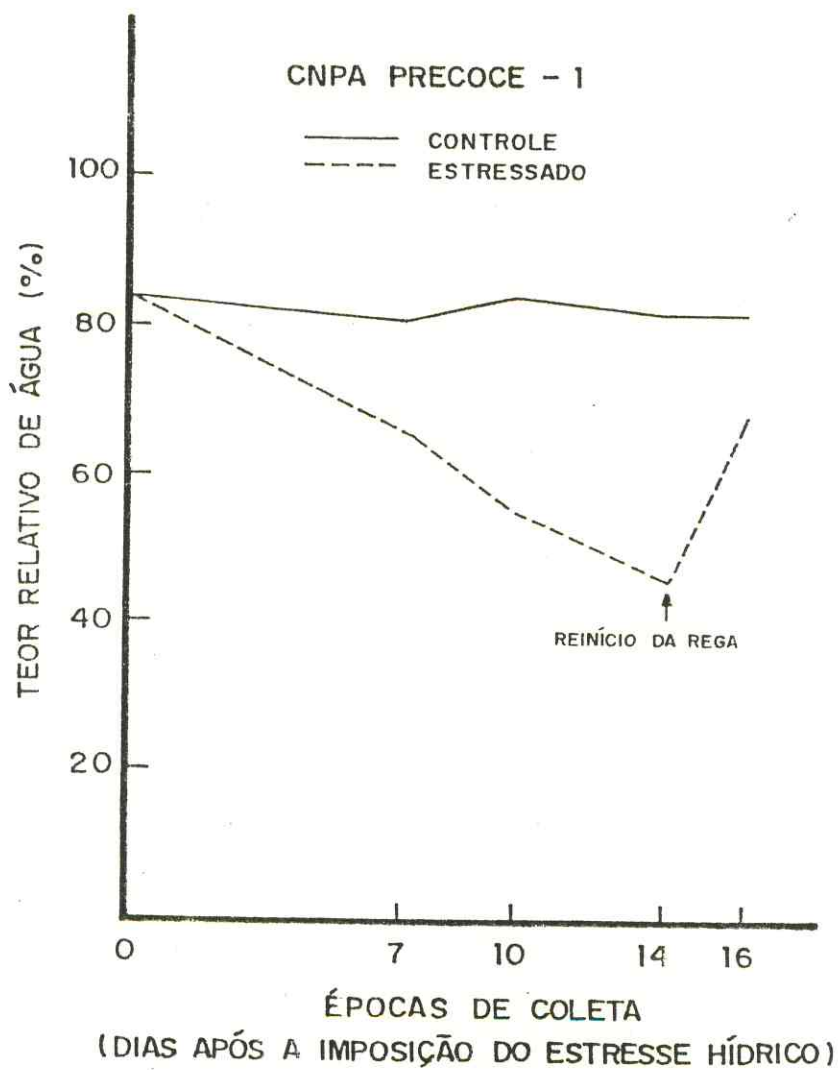


FIGURA 5 - Teor relativo de água da cultivar de algodão her**u** báceo CNPA PRECOCE-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.

tivo de água nos tratamentos estressados e como consequência ocorreu redução na taxa fotossintética e transpiratória das plantas.

Constatou-se, ainda, que no 16º dia da época de coletas, ou seja, 48 horas após o reinício da rega, as três cultivares apresentaram acréscimo no teor relativo de água, indicando com isto, que foram capazes de reverter o processo de dessecação em que se encontravam, reidratando o protoplasma, e retomar o crescimento normal. Segundo KRAMER (1963), este parâmetro é afetado diretamente pelo estatus de água na planta e só indiretamente pelo estatus de água no solo. A ausência de diferença na capacidade de reidratação do protoplasma das três cultivares, possivelmente deve-se ao fato delas apresentarem comportamento semelhantes entre os genótipos para absorção e/ou retenção de água (SOUZA, 1977).

4.8 - Teor de Clorofila Total

Os resultados das análises estatísticas correspondentes, aos teores de clorofila estão na TABELA 6A - APÊNDICE. Verifica-se que em todas as datas de coletas houve efeitos significativos para níveis de irrigação e cultivares ao nível de 1% de probabilidade. Aos 10 e 14 dias após suspensão das regas, as interações níveis de irrigação x cultivares mostraram significância ao nível de 1% de probabilidade.

Nas diferentes datas de coletas, os teores de clorofila foram sempre maiores nos tratamentos controle quando comparado com o tratamento estressado, (Tabela 11 e FIGURAS 6, 7 e 8). Com relação às cultivares, verificou-se na média dos tratamentos controle e estressado, que a BR-1 e CNPA-3H apresentaram os mesmos teores de clorofila, sendo significativamente superiores à CNPA PRECOCE-1.

TABELA 11 - Teor de clorofila total (mg/g.PF) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em três épocas diferentes, após a suspensão da rega e dois dias após o reinício da rega.

Dias após Suspensão da Rega	Cultivares	Níveis de Irrigação				Média
		Controle	%	Estressado	%	
7	BR-1	2,44a	100	2,18a	89,35	2,31a
	CNPA-3H	2,52a	100	1,82a	70,82	2,17a
	CNPA PRECOCE-1	1,74a	100	1,45a	83,34	1,60b
	Média	2,23A	100	1,81B	81,16	
10	BR-1	2,28a	100	1,81a	79,39	2,05a
	CNPA-3H	2,41a	100	1,57b	65,19	1,99a
	CNPA PRECOCE-1	1,69b	100	0,74c	43,79	1,21b
	Média	2,12A	100	1,37B	64,62	
14	BR-1	2,12a	100	1,31a	61,79	1,71a
	CNPA-3H	2,22a	100	1,03b	46,40	1,62a
	CNPA PRECOCE-1	1,56b	100	0,43c	27,57	1,00b
	Média	1,97A	100	0,92B	46,70	
16*	BR-1	2,13a	100	1,67a	78,41	1,90a
	CNPA-3H	2,25a	100	1,70a	75,56	1,97a
	CNPA PRECOCE-1	1,58a	100	1,01a	63,93	1,29a
	Média	1,99A	100	1,46B	73,36	

* Coleta efetuada dois dias após o reinício da rega.

- Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.
- Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

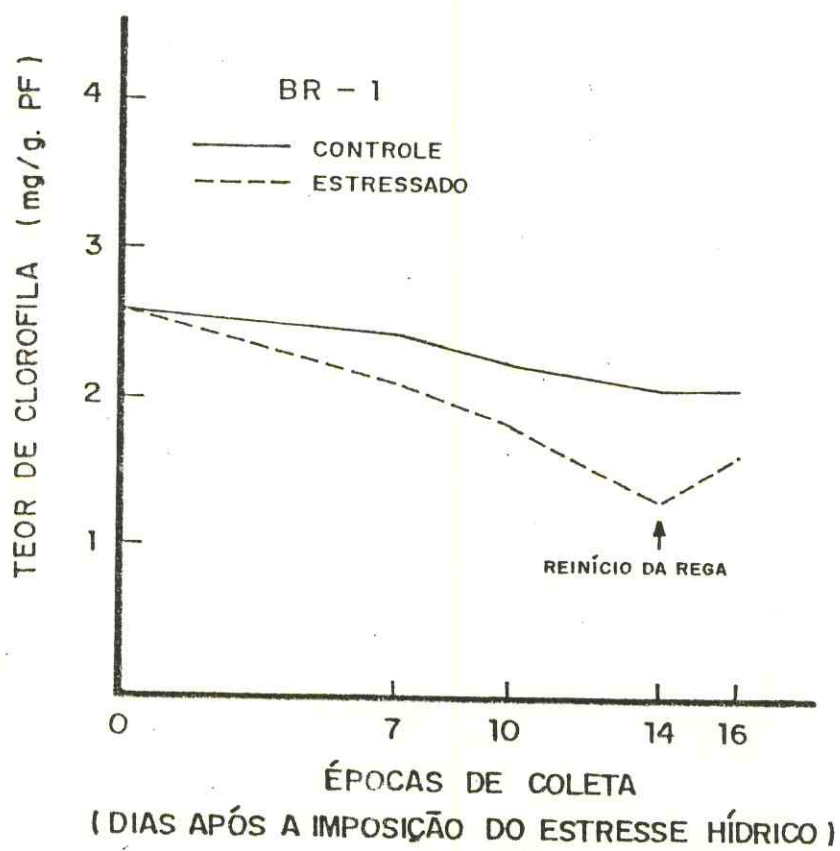


FIGURA 6 - Teor de clorofila da cultivar de algodão herbáceo BR-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.

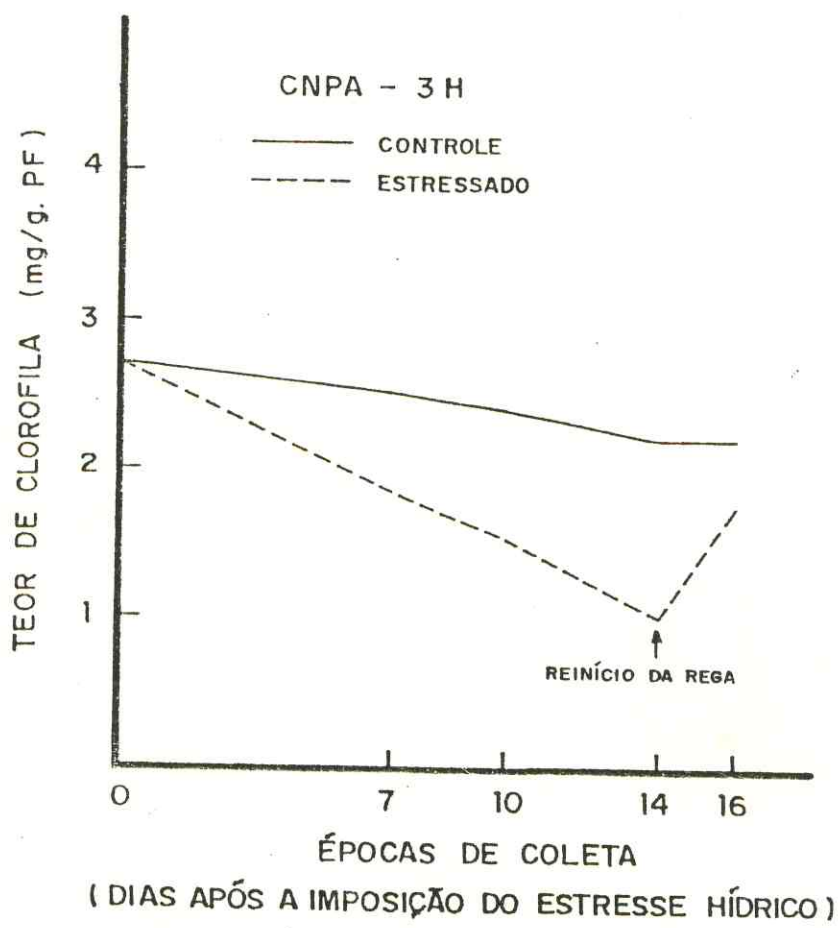


FIGURA 7 - Teor de clorofila da cultivar de algodão herbáceo CNPA-3H nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.

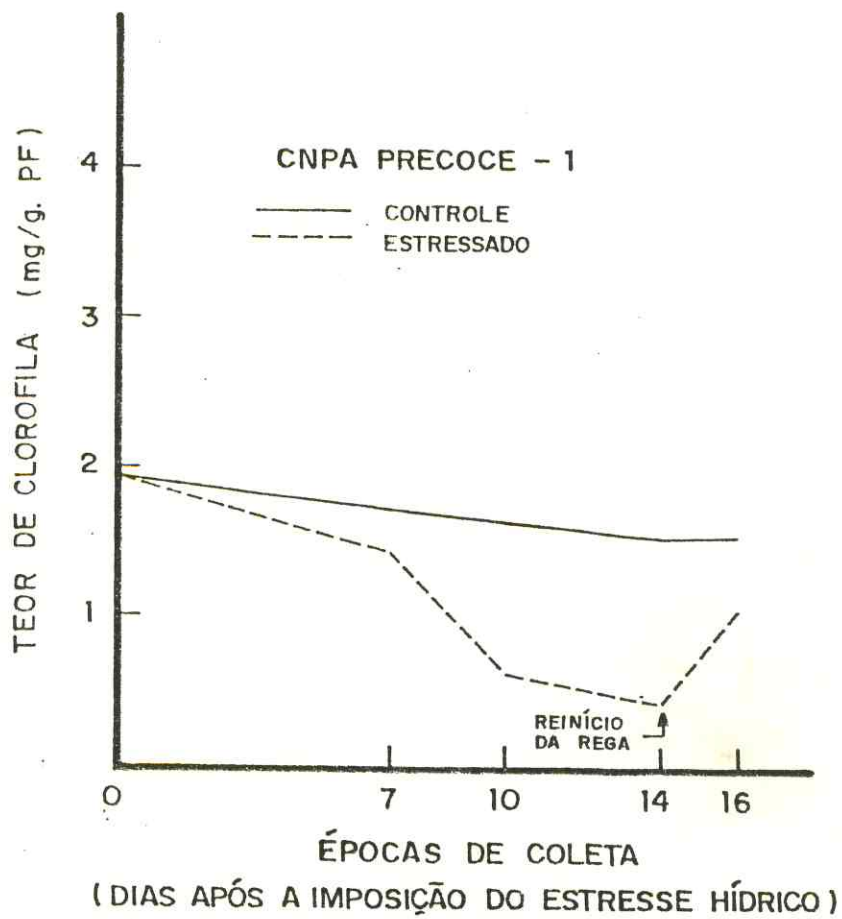


FIGURA 8 - Teor de clorofila da cultivar de algodão herbáceo CNPA PRECOCE-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.

As amostras coletadas no 7º dia após a suspensão da rega apresentaram os mesmos teores de clorofila tanto no tratamento controle como no estressado; contudo, dentro do tratamento estressado as reduções do teor de clorofila foram diferentes, em termos percentuais, quando comparados com o tratamento controle. O estresse hídrico provocou um decréscimo no teor de clorofila, de 10,65% para a cultivar BR-1, vindo em seguida a CNPA PRECOCE-1 com 16,66%; a maior redução ficou com a cultivar CNPA-3H (29,38%) quando comparada com o tratamento controle.

O estudo da interação níveis de irrigação x cultivares mostrou que no tratamento controle as cultivares BR-1 e CNPA-3H apresentaram maior teor de clorofila, aos 10 dias após imposição de estresse diferindo da cultivar CNPA PRECOCE-1. O déficit hídrico reduziu estes teores de clorofila em todas as cultivares, sendo verificado uma menor redução para a cultivar BR-1 (21,61%), seguida da cultivar CNPA-3H (34,81%) quando comparados com o tratamento controle.

Com relação às plantas coletadas aos 14 dias após a imposição do estresse hídrico a interação níveis de irrigação x cultivares mostrou, no tratamento controle, que as cultivares BR-1 e CNPA-3H apresentaram novamente, maiores teores de clorofila diferindo estatisticamente da CNPA PRECOCE-1. No tratamento estressado, quando o déficit hídrico já estava bastante severo a redução no teor de clorofila foi bastante drástica, sendo de 38,20%; 53,60% e 72,43% para as cultivares BR-1, CNPA-3H e CNPA PRECOCE-1, respectivamente, em comparação com o tratamento controle. Observou-se, então, que a acentuação do estresse hídrico, reduziu sempre mais o teor de clorofila da cultivar CNPA PRECOCE-1. Isso vem reforçar nossa discussão anterior de que a aparente maior resistência dessa cultivar à seca pode residir na maior eficiência de seu sistema translocador de fotossintatos no direcionamento do sistema radicular.

Reduções no teor de clorofila total como efeito de estresse hídrico, foram obtidos por BERGONI (1981), traba

lhando com seringueira, o qual observou que os teores de clorofila decresceram mesmo em função de déficit hídrico moderado. Segundo VIRGIN (1965) e ALBERTE et alii (1975), déficits hídricos não muito acentuados reduzem o teor de clorofila, mais pela inibição da síntese de "novo" do que pela degradação dos pigmentos existentes. As cultivares diferiram estatisticamente entre si, sendo que a BR-1 apresentou superioridade sobre as demais.

No 16º dia, após a imposição do estresse hídrico, quando as plantas já haviam sido reirrigadas dois dias antes, houve uma recuperação nos teores de clorofila; mas que não chegou a igualar-se àqueles do tratamento controle, talvez pelo diminuto intervalo de tempo de reidratação. A cultivar CNPA PRECOCE-1, na média dos tratamentos controle e estressado mostrou recuperação, porém, igualando-se às demais cultivares.

de PAULA (1985), verificou decréscimo no teor de clorofila das folhas, em duas cultivares de algodão, constatando, porém, que esses valores foram restabelecidos ficando próximos ao tratamento controle, 24 horas após o reinício da irrigação.

4.9 - Teor de Lipídios Totais

Os quadrados médios das análises de variâncias nas quatro épocas de coletas para o teor de lipídios encontram-se na TABELA 7A - APÊNDICE.

A análise de variância do teor de lipídios totais em plantas coletadas aos 7 dias após a imposição de estresse, acusou diferença estatística para níveis de irrigação ao nível de 5% de probabilidade. Naquelas coletados aos 10 e 14 dias após a suspensão da rega, a significância para níveis de irrigação foi ao nível de 1% de probabilidade.

Aos 16 dias após imposição do estresse, isto é, 48 horas após o reinício da rega, constatou-se efeito significativo só para cultivares ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios, das duas repetições, para o teor de lipídios totais nas respectivas épocas de coletas estão expressos na TABELA 12.

Examinando a Tabela 12 e FIGURAS 9, 10 e 11, nota-se que no 7º, 10º e 14º dia após imposição do estresse, o tratamento controle resultou em teores de lipídios totais superiores ao tratamento estressado, indicando assim a grande influência do déficit hídrico sobre o teor de lipídios. Porém, nas plantas coletadas no 16º dia, isto é, 48 horas após o reinício da rega, o tratamento estressado recuperou o teor de lipídios totais, chegando a apresentar valores iguais ao tratamento controle. de PAULA (1985) constatou de crêscimos no teor de lipídios totais em duas cultivares de algodão submetidas a déficit hídrico; no entanto 24 horas após o reinício da irrigação, só foi capaz de recuperar estes teores a cultivar mais resistente à seca ou seja, a cultivar de algodão arbóreo. FERRARI-ILIOU et alii (1984), também constataram reduções nos níveis de lipídios totais das membranas das folhas de algodão em condições de déficit hídrico. Possivelmente, isto estaria ligado a uma provável alteração na composição dos ácidos graxos, comprometendo, assim, a estrutura das membranas dos lipídios alterando a compartimentalização física das células.

Os teores de lipídios das cultivares submetidas a déficit hídrico não diferiram entre si. Contudo, em termos percentuais, a cultivar BR-1 apresentou menor redução em relação ao tratamento estressado.

A cultivar CNPA-3H tendeu, sob ótimas condições de umidade, a apresentar o maior teor de lipídios totais, vindo em seguida a cultivar CNPA PRECOCE-1.

Com relação às cultivares, na média dos tratamentos controle e estressado a CNPA-3H apresentou maior recupera

TABELA 12 - Teor de lipídios totais (mg/g.PF) de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletados em três épocas diferentes, após a suspensão da rega e dois dias após o reinício da rega.

Dias após Suspensão da Rega	Cultivares	Níveis de Irrigação				Média
		Controle	%	Estressado	%	
7	BR-1	22,00a	100	20,00a	90,91	21,00a
	CNPA-3H	24,00a	100	20,00a	83,34	22,00a
	CNPA PRECOCE-1	27,00a	100	18,00a	66,67	22,50a
	Média	24,33A	100	19,33B	79,45	
10	BR-1	21,00a	100	19,00a	90,48	20,00a
	CNPA-3H	25,00a	100	16,00a	64,00	20,50a
	CNPA PRECOCE-1	23,00a	100	15,00a	65,22	19,00a
	Média	23,00A	100	16,66B	72,44	
14	BR-1	19,00a	100	17,00a	89,48	18,00a
	CNPA-3H	23,00a	100	14,00a	60,87	18,50a
	CNPA PRECOCE-1	20,00a	100	11,00a	55,00	15,50a
	Média	20,66A	100	14,00B	67,77	
16*	BR-1	16,00a	100	19,00a	118,75	17,50b
	CNPA-3H	21,00a	100	22,00a	104,76	21,50a
	CNPA PRECOCE-1	17,00a	100	17,00a	100	17,00b
	Média	18,00A	100	19,33A		

- * Coleta efetuada dois dias após o reinício da rega.
- Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.
 - Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada linha para cada época de coleta, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

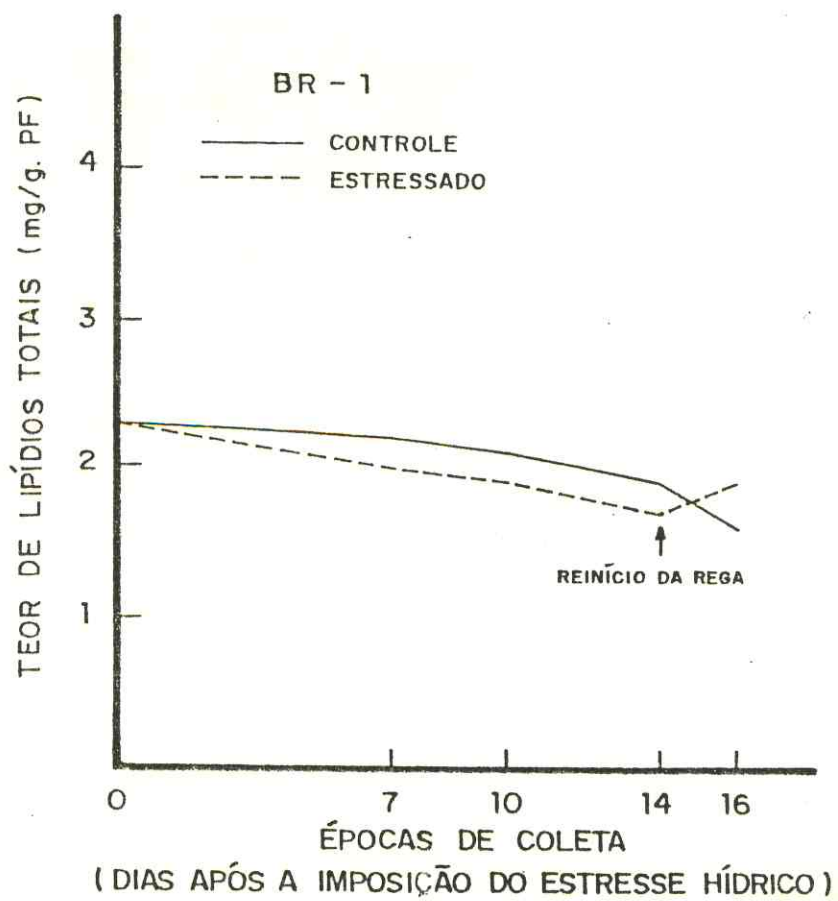


FIGURA 9 - Teor de lipídios totais da cultivar de algodão herbáceo BR-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.

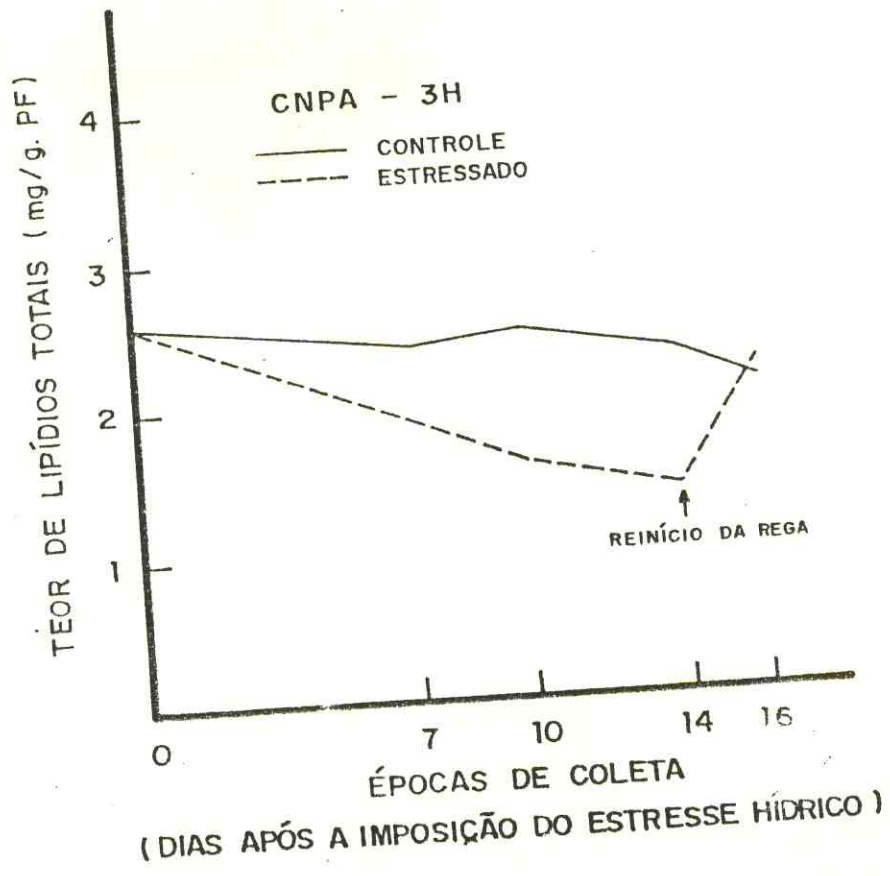


FIGURA 10 - Teor de lipídios totais da cultivar de algodão herbáceo CNPA-3H nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.

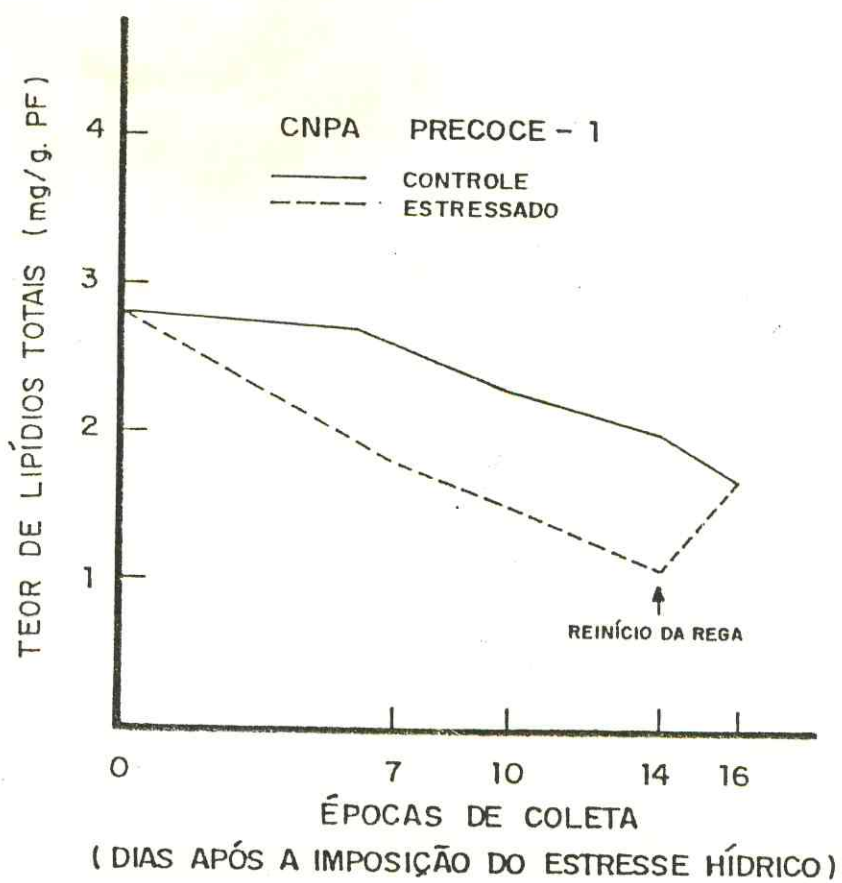


FIGURA 11 - Teor de lipídios totais da cultivar de algodão herbáceo CNPA PRECOCE-1 nos tratamentos controle e estressado e dois dias após o reinício da rega.

ção no teor de lipídios, 48 horas após a suspensão do es
tresse, um fato provavelmente relacionado com a própria ten
dência que apresentou em exibir o maior teor de lipídios
sob boas condições de umidade.

5 - CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos e nas condições que foi executado o trabalho, pode-se chegar às seguintes conclusões:

- (a) A altura de plantas foi reduzida com a ocorrência do estresse hídrico, apresentando a cultivar CNPA-3H a maior redução aos 7 e 14 dias de estresse. A cultivar CNPA PRECOCE-1 apresentou menor porte na média dos dois tratamentos, nos dois períodos de estresse.
- (b) Todas as cultivares estudadas mostraram sensíveis reduções da área foliar quando submetidas a estresse hídrico, sendo que a cultivar CNPA PRECOCE-1 apresentou menor área foliar quando estressada e nas médias dos tratamentos controle e estressado.
- (c) O déficit hídrico afetou, igualmente o rendimento de matéria seca total das plantas.
- (d) O peso específico das folhas não sofreu influência do estresse hídrico, embora a cultivar CNPA PRECOCE-1, tenha apresentado forte tendência para uma maior média, com relação a esse parâmetro, principalmente nas plantas submetidas ao maior estresse.

- (e) A relação raiz/parte aérea foi superior no tratamento estressado. Dentre as cultivares esta relação foi maior na CNPA PRECOCE-1.
- (f) O peso seco da raiz sofreu redução com a ocorrência do estresse hídrico. A cultivar CNPA PRECOCE-1 mostrou maior desenvolvimento do sistema radicular quando estressada.
- (g) O déficit hídrico afetou, também, o rendimento biológico das cultivares. O tratamento controle apresentou maior taxa de crescimento relativo e maior taxa de assimilção líquida, mas as cultivares se comportaram de maneira análoga nos tratamentos estressados.
- (h) O teor relativo de água, o teor de clorofila e o teor de lipídios totais das cultivares foram reduzidos drásticamente com a ocorrência do estresse hídrico. Contudo, 48 horas após o reinício da rega, as cultivares mostraram elevado poder de recuperação para esses indicadores fisiológicos.
- (i) A cultivar BR-1 apresentou maior teor de clorofila total sob condições de severo estresse hídrico.
- (j) A cultivar CNPA PRECOCE-1 mostrou-se mais promissora para as condições de déficit hídrico, tendo apresentado um bom desempenho para a maioria dos parâmetros estudados e das inferências levantadas para as condições deste trabalho.

6 - LITERATURA CITADA

- ALBERTE, R.S.; FISCUS, E.L. & NAYLOR, A.W. The effects of water stress on the development of the photosynthetic apparatus in greening leaves. *Plant. Physiol.* 55: 317-321, 1975.
- ALLEN, C.F. & GOOD, P. Acyl lipids in photosynthetic systems. *Methods in Enzymology.* 23: 523-547, 1971.
- ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant. Physiol.* 24: 1-15, 1949.
- BARRS, H.D. & WEATHERLEY, P.E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. *Aust. J. Biol. Sci.*, 15: 413-428, 1962.
- BERGAMASCHI, H. & CAUDURO, F.A. Efeito de níveis de umidade do solo sobre o rendimento de duas cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em três épocas de semeadura. *Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre*, 11(2): 195-206, 1975.
- BERGONCI, J.I. Estudos fisiológicos relacionados com o balanço de CO₂ durante a ontogenia foliar em *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Viçosa, U.F.V., 1981. 53p. (Tese de Mestrado).
- BOUTY, F. de A.C. Relações hídricas e produtividade biológica em cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sob condições de estresse hídrico. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1985, 71p. (Tese de Mestrado).

- BRAGA SOBRINHO, R. & LUKEFAHR, M.J. Bicudo (*Anthonomus grandis* BOHEMAN): Nova ameaça à cotonicultura brasileira. *Biologia e controle*. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA. 1983. 16p. (Documentos, 22).
- CLEMENTS, H.F. & WATERHOUSE, A.D. Irrigation control on a hawaiian sugar plantation. *Agron. Journal*, 46: 97-98, 1954.
- CONCEIÇÃO, H.E.Q. de.; OLIVA, M.A. & LOPES, N.F. Resistência à seca em seringueira. II. Crescimento e partição de assimilados em clones submetidos a déficit hídrico. *Pesq. Agropec. Bras.* Brasília, 21 (2): 141-153, 1986.
- CRISÓSTOMO, J.R. & BANDEIRA, C.T. Proposições sobre a melhoria da cultura algodoeira no Ceará. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 1983. 16p. (Documento, 26).
- DAKER, A. Algodão. In: *Água na agricultura*. 4a. ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 3ª. v., 1973. p. 319-333.
- de PAULA, F.M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) quando submetidas ao estresse hídrico. Fortaleza, U.F.C. 62p. 1985 (Tese de Mestrado).
- DHEIN, R.A. & CAUDURO, F.A. Calibração de blocos de gesso e avaliação da possibilidade de uso do método da resistência elétrica no controle da umidade do solo nas práticas de irrigação. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, 19 (2): 3-13, 1983.
- FERGUSON, C.H.R. & SIMON, E.W. Membrane lipids in senescing green tissues. *J. Exp. Bot.* 24 (79): 307-316, 1973.
- FERRARI-ILIOU, R.; PHAM THI, A.T. & VIEIRA DA SILVA, J. Effect of water stress on the lipid and fatty acid composition of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) chloroplasts. *Physiol. Plant.* 62: 219-224, 1984.

- FERREIRA, L.G.R.; SOUZA, J.G. de; & PRISCO, J.T. Effects of water deficit on proline accumulation and growth of two cotton genotypes of different drought resistances. *Z. Pflanzenphysiol. Biol. S.* 189-199, 1979.
- FISCHER, R.A. & KOHN, G.D. The relationship of grain yield to vegetative growth and post-flowering leaf area in the wheat crop under conditions of limited soil moisture. *Aust. J. Agric. Res.*, 17: 281-295, 1966.
- FREIRE, E.C.; MOREIRA, J. de A.N.; MEDEIROS, L.C. & VIEIRA, R. de M. Produção de sementes de algodão no Nordeste do Brasil - Diagnóstico e proposições. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 1982. 12p. (Documentos, 14).
- GARDNER, W.R. & NIEMAN, R.H. Lower limit of water availability to plants. *Science. N.Y.* 143, 1460-1462. 1964.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 11a. ed. Piracicaba. ESALQ. Nobel. 466p. 1985.
- HOSTALÁCIO, S. & VÁLIO, I.F.M. Desenvolvimento de plantas de feijão cv. Goiano Precoce, em diferentes regimes de irrigação. *Pesq. Agropc. Bras.*, Brasília. 19(2): 211-218, 1984.
- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. *Annual. Rev. Plant Physiology.* 24: 519-570, 1973.
- HSIAO, T.C. & ACEVEDO, E. Plant responses to water deficits, water use efficiency, and drought resistance. *Agricultural meteorology. Amsterdam.* 14(1/2): 59-84, 1974.
- HSIAO, T.C.; ACEVEDO, E.; FERERES, E. & HENDERSON, D.W. Stress metabolism: Water stress, growth and osmotic adjustment. *Philos. Transc. R. Soc. London. B.* 273: 479-500, 1976.

- ILJIN, W.S. Drought resistance in plants and physiological processes. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 8: 257-274. 1957.
- INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE, metric units.
Cotton: World statistic. Washington, 38(2/3): 4. oct. 1984.
- JENKINS, G.I.; BAKER, N.R. & WOOLHOUSE, H.W. Changes in chlorophyll content and organization during senescence of the primary leaves of *Phaseolus vulgaris* L. in relation to photosynthetic electron transport. *J. Exp. Bot.*, 32: 1009-1020, 1981.
- KOEPPE, D.E.; MILLER, R.J. & BELL, D.T. Drought-affected mitochondrial processes as related to tissue and whole plant responses. *Agron. J.*; 65: 566-569, 1973.
- KRAMER, P.J. Water stress and plant growth. *Agronomy J.* 55 (1): 31-35, 1963.
- _____. Plant and soil water relationships: a modern synthesis. New York, McGraw-Hill, 1969.
- LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; MELGES, E.; FURTADO, M.H. & FREITAS, J.G. de. Crescimento, morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a três níveis de densidade do fluxo radiante. *Revista Ceres*, 30 (172): 451-462, 1983.
- MACHADO, R.C.R.; SOUZA, H.M.F.; MORENO, M.A. & ALVIM, P. de T. Variáveis relacionadas com a tolerância de gramíneas forrageiras ao déficit hídrico. *Pesq. Agropec. Bras.*; Brasília, 18(6): 603-608. 1983.
- MARANY, A. & LEVI, B. Effect of soil moisture during every stage of development on growth and yields of cotton plants. *Agron. J.* 65: 637-661, 1973.
- MACKINNEY, G. Absorption of light by chlorophyll solutions. *J. Biol. Chem.* 140: 315-322, 1941.

- McPHERSON, H.G. & BOYER, J.S. Regulation of grain yield by photosynthesis in maize subjected to a water deficiency. *Agron. J.*, 69: 714-718, 1977.
- MILLAR, A.A. Efecto del deficit de agua en diversos periodos del ciclo de crecimiento sobre los rendimientos de algunos cultivos. Petrolina, MINTER. IICA, 1973.
- PONTE, J.J. da. Influência do ácido sulfúrico concentrado (densidade 1,84) sobre a germinação das sementes de algodão Mocô (*Gossypium hirsutum* Marie Galante Hutch). *Bol. Soc. Cear. Agron.* 1: 67-72, 1960.
- PORTO, M.C.M.; SANTOS FILHO, J.M. dos.; BARNI, N.A.; MINOR, H.C. & BERGAMASCHI, H. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à irrigação e níveis de fertilizantes do solo. I: Rendimento de grãos e características agrônomicas. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, 15(2): 251-280, 1979.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae-their use and abuse. *Crop. Sci.* 7: 171-175, 1967.
- RASSINI, J.B. & LIN, S.S. Efeito de estiagens durante o desenvolvimento da planta. Sobre o rendimento de sementes, componentes do rendimento e características agrômicas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agronomia Sulriograndense*. Porto Alegre, 17(1): 69-77, 1981.
- ROCHA NETO, O.G. da; CANO, M.A.O. & TIEBAUT, J.T.L. Eficiência no uso da água em plântulas de seringueira submetidas a déficit hídrico. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 18(4) 363-369, 1983.
- ROSSIELLO, R.O.P.; FERNANDES, M.S. & FLORES, J.P.O. Efeitos da deficiência hídrica sobre o crescimento e a acumulação de carboidratos solúveis no milho. *Pesq. Agrop. Bras.* Brasília, 16 (4): 561-566, 1981.

- SAINT-CLAIR, P.M. Guia para estudiar la resistencia de las plantas a la sequia: guia para su estudio. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronômico Tropical de Investigacion y Ensenanza. 1981. (Série Técnica, Informe Técnico, 8).
- SANDHU, A.S. & LAUDE, H.H. Tests of drouth and heat hardiness of winter wheat. Agron. Journal. 50: 78-81, 1958.
- SOUZA, J.G. de. Influência do déficit hídrico na concentração de prolina livre e no crescimento do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1977. 68p. il. (Tese de Mestrado).
- SOUZA, J.G. de; BARREIRO NETO, M.; SILVA, J.B.V. da. & GILES, J.A. Estudos de parâmetros fisiológicos para a resistência do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) à seca. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 1982, 20p. (Documentos 16).
- _____.; BARROS, A.C.Q.T. & SILVA, J.B.V. da. Reservas de hidratos de carbono e resistência do algodoeiro à seca. Pesq. Agropec. Bras. Brasília, 18(3): 269-273, 1983.
- STONE, L.F. Deficiência hídrica, vermiculita e cultivares. II. Efeito na utilização do nitrogênio pelo arroz. Pesq. Agropec. Bras. Brasília, 19 (11): 1403-1416, 1984.
- _____.; da SILVA, P.M.; de OLIVEIRA, A.B. & de AQUINO, A.R.L. Efeitos da supressão de água em diferentes fase do crescimento na produção de arroz irrigado. Pesq. Agropec. Bras. Brasília, 14 (2): 105-109, 1979.
- _____.; LIBARDI, P.L. & REICHARDT, K. Deficiência hídrica, vermiculita e cultivares. I. Efeito na produtividade do arroz. Pesq. Agropec. Bras. Brasília, 19 (6): 695-707, 1984.
- SULLIVAN, C.Y. Techniques for measuring plant drought stress. In: Drought injury and resistance in crops. CSSA Special Publication nº 2. Crop Science Society of America, 1971.

- TANNER, C.B. Gypsum moisture-block calibration based on electrical conductivity in distilled water. Soil Science Society of America Proceedings. Madison, 13 (1): 62-65. Jan. 1949.
- TEIXEIRA, J.B. Efeito do déficit hídrico sobre a fotossíntese, a respiração, a transpiração e a eficiência no uso de água, em seis espécies de leguminosas forrageiras. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1978. 45p. (Tese de Mestrado).
- TURNER, N.C. Drought resistance and adaptations to water deficits in crop plants. "Stress physiology in crop plants". (Eds. H.W. Messel and R.C. Staples). Willey (Interscience). New York, 1979.
- TURK, K.J. & HALL, A.E. Drought adaptation of cowpea. III. Influence of drought on plant growth and relations with seed yield. Agron. J. 72: 428-433. 1980.
- TURK, K.J. & HALL, A.E. & ASBELL, C.W. Drought adaptation of cowpea. I: Influence of drought on seed yield. Agron. J. 72: 413-420, 1980.
- VIRGIN, H.I. Chlorophyll formation and water deficit. Physiol. Plant., 18: 994-1000, 1965.
- WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relations of the cotton plants. I. The field measurement of water deficits in leaves. New Phytologist 49: 81-97. 1950.
- WENDT, C.W. Use of a relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castors (*Ricinus communis* L.), and sorghum (*Sorghum vulgare* L.). Agron. Journal, 59: 484-486, 1967.
- WENDT, W. Efeito da cobertura morta e distribuição de plantas sobre alguns parâmetros de crescimento e desenvolvimento do sorgo. Pesq. Agropec. Bras. Brasília, 16 (4): 517-525, 1981.

YAROSH, N.P. Effect of water supply on biochemical changes in cotton leaves and seeds. Fiziologiya Rasteni. (A translation of plant physiology) 6: (2) 211-214. 1959.

dat/DERMIVAN.

7 - APÊNDICE

TABELA 1A - Análise de variância de alguns indicadores de desenvolvimento vegetativo e fisiológicos de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), observados na primeira coleta de plantas (ausência de estresse).

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios								
		Peso Seco Total da Planta	Altura de Plantas	Peso Seco das Raízes	Peso Específico das Folhas	Relação Raiz/Parte Aérea	Área Foliar	Teor Relativo de Água	Teor de Clorofila	Teores de Lipídios Totais
Repetição	3	0,0143	3,6111	0,0039	0,0004	0,0067	1,3677	11,9540	0,0150	54,0000
Cultivares	2	0,3289*	47,1458**	0,0217 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	0,1191**	213,0998**	1,2674 ^{ns}	0,5949**	12,6667 ^{ns}
Resíduo	6	0,0464	1,5069	0,0180	0,0005	0,0104	13,5290	20,5615	0,0278	2,0000
TOTAL	11									

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns - não significativo.

TABELA 2A - Análise de variância de alguns indicadores de desenvolvimento vegetativo de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em duas épocas diferentes, após a suspensão da rega.

Dias após a Suspensão da Rega	Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios					
			Peso Seco Total de Planta	Altura de Plantas	Peso Específico das Folhas	Relação Raiz/Parte Aérea	Área Foliar	Peso Seco das Raízes
7	Repetição	3	0,0543	4,8715	0,0010	0,0310	9,4000	0,0206
	Níveis de Irrigação	1	1,2526**	98,0104*	0,0011 ^{ns}	0,0220 ^{ns}	270,9773**	0,0589 ^{ns}
	Cultivares	2	0,3435**	123,8854**	0,0086**	0,1658**	564,9433**	0,0188 ^{ns}
	Nív. de Irrig. x Cult.	2	0,2106*	7,6979 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,0114 ^{ns}	109,6859*	0,0086 ^{ns}
	Resíduo	15	0,0499	12,3299	0,0011	0,0184	20,6971	0,0197
Total		23						
14	Repetição	3	0,1039	10,4549	0,0016	0,0162	29,0036	0,0572
	Níveis de Irrigação	1	9,1205**	311,7604**	0,000021 ^{ns}	0,1704**	1942,7403**	0,1010*
	Cultivares	2	0,7884**	114,2917**	0,0022 ^{ns}	0,1069**	556,3692**	0,1037*
	Nív. de Irrig. x Cult.	2	1,4948**	43,2917**	0,0030 ^{ns}	0,0093 ^{ns}	303,5750**	0,1054*
	Resíduo	15	0,0947	5,9799	0,0104	0,0038	19,6651	0,0211
Total		23						

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.
 ** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.
 ns - não significativo.

TABELA 3A - Quadrados médios da análise de variância da taxa de crescimento relativo de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.
Repetição	3	0,000022
Níveis de irrigação	1	0,0043**
Cultivares	2	0,0010**
Níveis de irrig. x Cultivares	2	0,0007*
Resíduo	15	0,0001
Total	23	

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 4A - Quadrados médios da análise de variância da taxa de assimilação líquida de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.
Repetição	3	0,000028
Níveis de irrigação	1	0,0018**
Cultivares	2	0,0012**
Nív. de Irrig. x Cultivares	2	0,0003 ^{ns}
Resíduo	15	0,0001
Total	23	

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns - não significativo.

TABELA 5A - Quadrados médios das análises de variâncias do teor relativo de água de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em três épocas diferentes após a suspensão da rega e dois dias após o reinício da rega.

Fonte de Variação	G.L.	Dias após Suspensão da Rega			
		7	10	14	16+
Repetição	3	6,0367	17,0128	24,0028	29,4998
Níveis de irrigação	1	1426,0418**	4585,4761**	7649,4397**	1098,6359**
Cultivares	2	10,4400 ^{ns}	14,0350 ^{ns}	4,4126 ^{ns}	73,3067 ^{ns}
Nív. de irrig. x cult.	2	3,8737 ^{ns}	43,3736 ^{ns}	0,3563 ^{ns}	15,0990 ^{ns}
Resíduo	15	9,1569	52,5326	11,5394	23,1384
Total	23				

+ - coleta efetuada dois dias após o reinício da rega.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns - não significativo.

TABELA 6A - Quadrados médios das análises de variâncias do teor de lipídios totais, de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em três épocas diferentes, após a suspensão da rega e dois dias após o reinício da rega.

Fontes de Variação	G.L.	Dias após Suspensão da Rega			
		7	10	14	16 [†]
Repetição	3	0,0709	0,0229	0,0280	0,0324
Níveis de irrigação	1	1,0542**	3,3750**	6,5731**	1,6801**
Cultivares	2	1,1401**	1,7293**	1,2204**	1,1146**
Nív. de Irrig. x Cult.	2	1,1233 ^{ns}	0,1237**	0,0811**	0,0066 ^{ns}
Resíduo	15	0,0648	0,0171	0,0121	0,0144
Total	23				

† - coleta efetuada dois dias após o reinício da rega.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns - não significativo.

TABELA 7A - Quadrados médios das análises de variâncias do teor de lipídios totais, de três cultivares de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidas a dois níveis de irrigação e coletadas em três épocas diferentes, após a suspensão da rega e dois dias após o reinício da rega.

Fonte de Variação	G.L.	Dias após Suspensão da Rega			
		7	10	14	16 ⁺
Repetição	1	56,3333	0,3333	1,3333	1,3333
Níveis de irrigação	1	75,0000*	120,3333**	133,3333**	5,3333 ^{ns}
Cultivares	2	2,3333 ^{ns}	2,3333 ^{ns}	10,3333 ^{ns}	24,3333*
Nív. de irrig. x cult.	2	13,0000 ^{ns}	14,3333 ^{ns}	16,3333 ^{ns}	2,3333 ^{ns}
Resíduo	5	6,7333	6,7333	2,9333	2,9333
Total	11				

+ - coleta efetuada dois dias após o reinício da rega.

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade.

ns - não significativo.