

EFEITOS DE DEFICITS HÍDRICOS NO CRESCIMENTO,
DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DO
ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L.
r. latifolium Hutch.)

FRANCISCO FERNANDES DA COSTA

EFEITOS DE DEFICITS HÍDRICOS NO CRESCIMENTO,
DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DO
ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L.
r. latifolium Hutch.)

Tese apresentada ao Curso de
Pós-Graduação em Engenharia
Civil da Universidade Federal
da Paraíba, em cumprimento
às exigências para obtenção
do grau de Mestre em Ciências
(M.Sc.).

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

SUB-ÁREA: ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

DIGITALIZAÇÃO:

SISTEMOTECA - UFCG

ORIENTADOR: HANS RAJ GHEYI

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

MARÇO - 1985

C837e Costa, Francisco Fernandes da.
Efeitos de deficits hídricos no crescimento,
desenvolvimento e produção de cultivares do algodoeiro
herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch.) /
Francisco Fernandes da Costa. - Campina Grande, 1985.
92 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade
Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1985.
"Orientação : Prof. Dr. Hans Raj Gheyi".
Referências.

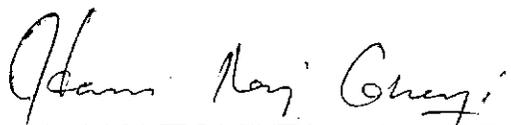
1. Algodoeiro Herbáceo - Irrigação. 2. Algodoeiro
Herbáceo - Cultura. 3. Deficit Hídrico. 4. Dissertação -
Ciências. I. Gheyi, Hans Raj. II. Universidade Federal da
Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 633.511(043)

EFEITOS DE DEFICITS HÍDRICOS NO CRESCIMENTO,
DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DO
ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L.r.
latifolium Hutch),

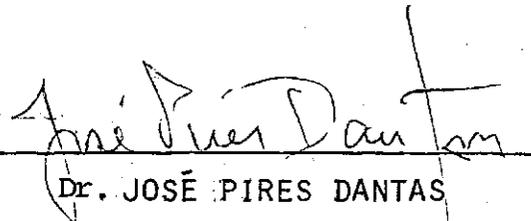
FRANCISCO FERNANDES DA COSTA

TESE APROVADA EM: 07 DE MARÇO DE 1985.



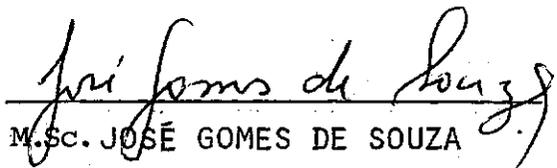
Dr. HANS RAJ GHEYI

Orientador



Dr. JOSÉ PIRES DANTAS

Componente da Banca



M.Sc. JOSÉ GOMES DE SOUZA

Componente da Banca

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

MARÇO - 1985

Em memória de Maria da
Salette Silva, a quem
tornei-me amigo duran-
te o curso e sempre ad-
mirei.

MINHA HOMENAGEM.

À minha esposa

Tereza Neuma Pinheiro Fernan-
des

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora pelo conforto espiritual nas horas de desamparo moral.

Ao Prof. Hans Raj Gheyi pela dedicação, apoio e orientação desde a elaboração do projeto de pesquisa até a revisão final deste trabalho.

Ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPB), na pessoa do Chefe Adjunto Técnico Dr. Miguel Barreiro Neto, pelo apoio e fornecimento dos materiais utilizados.

À Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste SUDENE, especialmente ao Chefe e Assessor Técnico do TSA. Dr. Márcio Roberto Duarte Watts e Dr. José Maria Cavalcante, pela compreensão e incentivo.

Aos pesquisadores do CNPB/EMBRAPA, em especial a José Gomes de Souza pela orientação e sugestão feitas, elevando o valor e qualidade deste trabalho, e ainda, Orozimbo Silveira Carvalho; Maria José da Silva; Joaquim N. da Costa e José Ernesto S. Bezerra pela ajuda em etapas deste empreendimento.

Ao professor do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, Dr. José Pires Dantas, pelas sugestões feitas.

Aos estatísticos do CNPB, Dr. Fernando Bezerra Cavalcanti e Roberto Pequeno de Souza, pelos esclarecimentos e apoio nas realizações das análises estatísticas.

Aos laboratoristas do CNPA, especialmente aos Srs. Paulo de Tarso Firmino, Eulino M. dos Santos; Orlando L. dos Santos; Francisco Alves Neto; Ana Maria Henriques; Floris - val dos S. de Lima pelo auxílio prestado na condução do trabalho.

Aos técnicos do CNPA Waltemilton V. Cartaxo e José Janduí Soares pela prestiosa ajuda.

Aos Srs. Paulo Berto da Silva e Francisco Mendes de Santana pelo esforço dedicado aos trabalhos práticos.

Aos funcionários da Biblioteca do CNPA, principalmente Luzimar da S. Santos; Elizabete O. Serrano e Nívea M. S. Gomes pela amizade e colaboração.

A coordenação e professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Irrigação e Drenagem da Universidade Federal da Paraíba, pela valiosa colaboração na minha formação profissional e científica.

Aos professores da Escola Superior de Agricultura de Mossoró-ESAM pela formação acadêmica.

Aos meus pais e irmãos pela compreensão e ajuda.

À Maria Basília Pinheiro; Francisco Genésio de Sá e Esmeraldo Alves Lacerda pelo apoio e incentivo.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação e às pessoas e instituições que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O objetivo principal do presente trabalho foi estudar os efeitos de diferentes deficits hídricos sobre o crescimento, desenvolvimento e produção de cultivares (BR-1; PR-4139; SU 0450-8909 e IAC-19) do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L.r. *latifolium* Hutch). O experimento foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa do Algodão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPQ/EMBRAPA), em Campina Grande - PB, sob condição de cultivo em vaso, adotando delineamento experimental em blocos casualizados, num esquema fatorial 4 x 6, com 3 repetições, onde, cultivares e deficits hídricos foram os fatores considerados. Os tratamentos corresponderam a 10, 15, 20 e 25 dias de deficits, iniciados aos 45 dias pós-plantio (fase de iniciação floral), e dois períodos de deficits consecutivos de 15 dias, aplicados entre 15 e 45 dias pós-plantio (fase de pré-floração) juntos a testemunha (sem deficit), para fins de comparação. Em todos os tratamentos, o teor de umidade do solo foi mantido à capacidade de campo até o início do período de deficit hídrico. Concluído este período, relativo a cada tratamento, a umidade foi elevada ao nível anterior e mantida até o final do ciclo da cultura.

Os resultados obtidos, mostraram que os deficits hídricos afetaram, significativamente, as variáveis relativas

ao crescimento e desenvolvimento dos cultivares estudados , tais como: altura de plantas, área foliar, peso da matéria seca de parte aérea e raiz, além da relação raiz/parte aérea. Dentre os cultivares, SU 0450-8909 foi o que revelou, na maioria dos casos, maior altura; área foliar; sistema radicular e maior relação raiz/parte aérea. O Teor Relativo de Água (TRA) na planta foi afetado, proporcionalmente, pelos níveis de umidade no solo, entretanto, foram pequenas as variações devidas aos cultivares. Os níveis de umidade no solo durante os períodos de deficits, foram equivalentes a tensões superiores a 15 atm. Os deficits hídricos retardaram a floração e abertura de capulhos em torno de 10 a 30 dias, e afetaram, significativamente, a queda de flores/planta, não se verificando diferenças significativas entre cultivares . Para a produção, verificou-se que a testemunha superou a todos os tratamentos de deficits, ao nível de 1% de probabilidade, que por sua vez, não diferiram entre si. Com excessão do cultivar SU 0450-8909, os deficits hídricos aplicados na fase de iniciação floral, mesmos os de menores amplitudes, promoveram drásticas reduções nos rendimentos dos cultivares, principalmente IAC-19. Para o deficit aplicado na fase de pré-floração, foram os cultivares BR-1 e PR-4139 que revelaram o maior e menor decréscimos nos rendimentos. O estudo mostrou ainda que, uma vez assegurada a sobrevivência das plantas, após submetidas à períodos de deficits hídricos, pelo menos 55-60% de seus rendimentos potenciais poderão ser atingidos.

Considerando o crescimento, desenvolvimento e rendimento

mento relativo dos cultivares estudados, sob deficits hídricos, o estudo revelou SU 0450-8909 como o cultivar que apresentou melhores aptidões para tolerar escassez hídrica e, IAC-19, como o mais desfavorável. No entanto, o pequeno volume de solo utilizado, poderia ter mascarado, em parte, os efeitos dos tratamentos, portanto, sugere-se estudos semelhantes em condições de campo.

ABSTRACT

The principal objective of present work was to study effects of different water stress on growth, development and production of four cultivars (BR-1, PR-4139, SU 0459-8909 and IAC-19) of cotton (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch). The experiment was conducted at National Cotton Research Center of Brazilian Enterprise of Agricultural Research in Campina Grande - Paraíba under green house conditions, using a 4x6 random block experimental design with 3 replications in a factorial scheme where the factors considered were cultivars and water stress. The treatments consisted of 10, 15, 20 and 25 days of deficit in initial flowering stage (45 days after planting), two consecutive periods of deficit of 15 days in initial stages of growth (15 to 45 days after planting) alongwith a control (without deficit) for the purpose of comparison. In all the treatments, the soil moisture content was kept at field capacity till the start of deficit period. After the conclusion of respective period of deficit, the moisture content was raised to initial level (field capacity) and maintained at the same level till harvest.

The results obtained showed that water stress significantly affected height of plants, leaf area, dry weight of shoot and root besides the index of root and shoot weight. Among the cultivars, SU 0450-8909 revealed in most of the

cases maximum height, leaf area, root system and relatively higher root-shoot index. The relative water content in plant was affected in proportion to soil moisture content, however variations due to cultivars were found to be very less. The moisture levels during the deficit period attained values corresponding to tensions higher than 15 atm. The water deficits delayed flowering and opening of buds by about 10 to 30 days and affected shedding significantly however among the cultivars no significant differences were verified. Regarding the production, the periods of water deficits among themselves did not show significant differences, but in respect to control, these were found to be significantly inferior at 1% level of probability. With exception of cultivar SU 0450-8909, the water deficits applied in the initial flowering stage, even of few days, provoked drastic reductions in relative yields of cultivars principally of IAC-19. For the water deficit treatment of two consecutive periods in the initial stages of growth, the cultivars BR-1 and PR-4139 revealed maximum and minimum yield reductions. The study showed at least 55-60% of relative yield may be obtained once the survival of plants after the period of deficit is assured.

Considering growth, development and relative yields of the studied cultivars under the water deficit, the present study reveals cultivar SU 0450-8909 to be best suited to tolerate water shortages and IAC-19 to be the least. However, the little volume of soil utilized might have partially affected the effects of treatments, therefore, similar studies under field conditions are recommended.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO | 1 |
| CAPÍTULO II - REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 1 - EFEITOS DO DEFICIT HÍDRICO NO CRESCIMENTO E DE SENVOLVIMENTO DE PLANTAS..... | 4 |
| 1.1 - Altura de Plantas | 5 |
| 1.2 - Área Foliar | 7 |
| 1.3 - Raiz e Parte Aérea | 9 |
| 2 - EFEITOS DO DEFICIT HÍDRICO NA FLORAÇÃO, QUEDA DE FLORES E PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO | 14 |
| 2.1 - Floração | 14 |
| 2.2 - Queda de Flores | 16 |
| 2.3 - Produção | 18 |
| CAPÍTULO III - MATERIAIS E MÉTODOS | 22 |
| 1 - LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO | 22 |
| 2 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL | 22 |
| 3 - METODOLOGIA | 24 |
| 4 - OBSERVAÇÕES EXPERIMENTAIS | 31 |
| 4.1 - Altura de Plantas | 31 |
| 4.2 - Área Foliar | 31 |
| 4.3 - Peso da Matéria Seca da Parte Aérea e Raiz .. | 31 |

| | Página |
|--|--------|
| 4.4 - Teor Relativo de Água (TRA) na Planta e Umidade do Solo | 32 |
| 4.5 - Datas de Floração e Abertura de Capulhos .. | 33 |
| 4.6 - Percentagem de Queda de Flores (S)..... | 33 |
| 4.7 - Produção | 34 |
| 5 - ANÁLISE DO SOLO | 34 |
| 6 - ANÁLISES ESTATÍSTICA | 35 |
| CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÕES | 36 |
| 1 - EFEITOS DOS DEFICITS HÍDRICOS NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (<i>Gossypium hirsutum</i> , L. r. <i>latifolium</i> Hutch) | 36 |
| 1.1 - Altura de Plantas | 36 |
| 1.2 - Área Foliar | 42 |
| 1.3 - Peso da Matéria Seca da Parte Aérea e Raiz.. | 49 |
| 1.4 - Teor Relativo de Água (TRA) na Planta e Umidade do Solo | 54 |
| 2 - EFEITOS DOS DEFICITS HÍDRICOS NA FLORAÇÃO, QUEDA DE FLORES E PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (<i>Gossypium hirsutum</i> , L. r. <i>latifolium</i> Hutch) .. | 58 |
| 2.1 - Floração e Abertura de Capulhos | 58 |
| 2.2 - Queda de Flores | 62 |
| 2.3 - Produção | 65 |
| CAPÍTULO V - CONCLUSÕES | 71 |
| LITERATURA CITADA | 74 |
| APÊNDICE | 82 |

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

As secas resultam da falta ou insuficiência de chuvas numa região por um tempo prolongado; ou, quando não há disponibilidade d'água à evapotranspiração das plantas. Em todo mundo, este fenômeno acontece com frequência nas regiões áridas, que de acordo com a classificação de MEIGS (1953), representam 33% das áreas continentais da terra, excluindo os desertos gelados. No Brasil, a região semi-árida é oficialmente delimitada pelo chamado "Polígono das Secas". Fica quase que totalmente na Região Nordeste, abrangendo nove estados da federação: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais. As secas aí se verificam sempre que a frente inter-tropical (FIT) não se desloca até suas latitudes, no período de janeiro a junho (NIMER, 1982). Essa área corresponde cerca de 12,7% da superfície do Brasil, vivendo nela aproximadamente, 32 milhões de habitantes (SUDENE, 1983).

O algodão é uma das culturas de maior significado sócio-econômico para a Região Nordeste do Brasil, chegando, segundo a FUNDAÇÃO IBGE (1982), a participar com 23,3% do total da produção de algodão do país. É ainda uma cultura de grande tradição para o agricultor nordestino que difícil

mente se libertará dela, pois, outra cultura não oferecerá maior suporte de subsistência do que o algodão (DAMASCENO, 1978).

Sabe-se que, o clima é um fator crucial na baixa rentabilidade das culturas no Nordeste. As melhores e piores colheitas vão depender da quantidade de chuvas, bem como da distribuição nas fases de maior necessidade hídrica das plantas. Por isso, há uma grande necessidade de tornar a produção agrícola nesta região menos dependente dos fatores climáticos. Assim, precisa-se obter a máxima eficiência de uso dos recursos, principalmente hídricos, e a introdução das variedades mais adaptadas e resistentes à seca. O algodão mocô (*Gossypium hirsutum* raça *marie galante*) é um caso característico de adaptabilidade à região, mas até agora, não se tem procurado tirar proveito de sua já comprovada resistência à seca (EMBRAPA, 1976).

As pesquisas realizadas, segundo SOUZA *et alii* (1982), mostraram que todo o mecanismo fisiológico do algodoeiro arbóreo sofre alterações em condições de seca, podendo variar entre as plantas ou mesmo dentro do ciclo de uma planta. Entretanto é uma planta de boa resistência às condições ambientais, porém está mais adaptada à sobrevivência do que para a produção.

Os estudos dos efeitos de deficits hídricos, quando aplicados em alguns períodos do ciclo fenológico, sobre o rendimento relativo do algodão, mostraram que o período mais crítico à falta d'água está compreendido entre o início e o término da floração, provocando aproximadamente 40% de redu

ção na produção (MILLAR, 1978).

Por outro lado, em ensaios de competição com quatro cultivares do algodoeiro herbáceo, realizados no sertão da Paraíba, para avaliação quanto a resistência à seca, utilizando a percentagem de plantas mortas como o parâmetro de comparação, revelaram que o tipo rasga-letra e o cultivar SU 0450-8909 como os genótipos mais resistentes (EMBRAPA, 1980).

Portanto, diante dos grandes transtornos causados à cotonicultura nordestina, principalmente, pela desuniformidade na distribuição das chuvas e considerando a relevância da cultura para a Região Nordeste, este trabalho tem os seguintes objetivos:

- a) Estudar o comportamento de quatro cultivares do algodoeiro herbáceo, BR-1; PR-4139; SU 0450-8909 e IAC-19, quanto às suas tolerâncias ao deficit hídrico, durante seus ciclos fenológicos, e
- b) Definir para cada cultivar estudado a amplitude de deficit hídrico que não chegue a comprometer a produção.

CAPITULO II

REVISAO DE LITERATURA

1 - EFEITOS DO DEFICIT HÍDRICO NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS

De acordo com KRAMER (1969), os deficits hídricos do meio reduz o crescimento de plantas ao modificar os processos fisiológicos e bioquímicos. Mesmo, moderados deficits nos tecidos, ainda quando a umidade do solo encontra-se muito antes de atingir a percentagem de murcha permanente, têm evidenciado tais efeitos (KOZLOWSKI, 1972).

Quando as plantas são submetidas ao deficit d'água prolongado, há, em geral, redução no tamanho das plantas (Gates, 1964; Slatyer, 1969; citados por SOUZA, 1977). Isto se deve ao fato de que o deficit hídrico nas plantas, indicam situações em que as células e tecidos não estão plenamente túrgidos. Em consequência, ocorre o fechamento dos estômatos causando redução na fotossíntese (Wedleigh & Hauch, 1948, citado por KOZLOWSKI, 1972; Boyer, 1976; citado por SCALOPPI, 1976), devido o suprimento de CO₂ ser interrompido (RAVEN *et alii*, 1976), o que resulta numa reduzida síntese de carboidratos (HSIAO, 1973), e outras substâncias, essenciais à síntese de novos protoplasmas e paredes celulares (KRAMER, 1969).

Como o crescimento das plantas é controlado pela divisão celular seguido de sua expansão, uma quantidade de água insuficiente, mantendo as células das zonas de crescimento em condições de flacidez, reduz o coeficiente de divisão celular e mais ainda a expansão de todas as células, o que, segundo HSIAO (1973), detem o crescimento vegetativo das plantas. De acordo com KRAMER (1969), um pequeno crescimento significa uma redução da superfície fotossintetizadora, a qual reduz mais ainda a quantidade relativa de carboidratos disponíveis para o crescimento, em comparação com plantas que não sofrem deficit hídrico.

Entretanto, nem toda parada no crescimento vegetativo das plantas está associada a fatores ambientais, influenciando sobre esse, pois, em geral, o vegetal mantém seu tamanho praticamente invariável para entrar na fase de maturidade, mesmo sob condições ideais para seu crescimento. Este fato é explicado por KOZLOWSKI (1972), ao afirmar que no crescimento de flores e frutos são envolvidas rápida acumulação de matéria seca e água, exigindo portanto, um grande consumo de carboidratos, que geralmente resulta em reduzido crescimento vegetativo neste período.

1.1 - Altura de Plantas

As variedades do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), sob condições normais, apresentam uma altura média de 60-120 cm, podendo chegar a 150 cm (OCHSE *et alii*, 1976).

A escassez d'água afeta o crescimento do algodoeiro havendo, no entanto, estádios de seu ciclo fenológico, onde

os efeitos são mais críticos. Assim, muitos autores como KRANTZ & CAREKER (1955); KOZLOWSKI (1972) e SILVA (1972), encontraram ser a fase compreendida entre o início da floração ao ponto de máximo florescimento o período mais desfavorável a esta cultura quanto a falta d'água.

De acordo com BROWN & WARE (1961), a quantidade de água disponível é um fator importante no crescimento do algodoeiro. Um amplo suprimento de umidade pode dar como resultado um crescimento vegetativo rápido, principalmente, em solos férteis. Por outro lado, a insuficiência de água deturba o crescimento. Se o período de escassez d'água não se prolongar demasiadamente, a irrigação reabilitará as plantas e renovará o crescimento. Dunlap (1945), citado por BROWN & WARE (1961), usando recipientes de 3-4 galões (13,5-18 litros) cheios de terra, obteve reduções de até 15% na altura, quando as plantas - de 60 dias - eram mantidas em uma condição de murcha durante quatro dias consecutivos.

BECKETT & DUNSHEE (1932), estudando o efeito da irrigação sobre o algodão Acala na Califórnia, verificaram que as maiores plantas foram encontradas quando as plantas eram irrigadas normalmente. A mesma conclusão chegou SHIMSHI & MARANI (1971) estudando os efeitos de deficit de umidade nos vários estádios de desenvolvimento dos cultivares "Acala 4-42" e "Deltapine Smoothleaf", durante dois anos de observação. O maior efeito foi identificado quando o deficit coincidia com o período do início da floração até o ponto de máxima floração.

LIMA (1981), estudando o efeito da umidade do solo no

cultivar SU 0450-8909, verificou que as alturas de plantas aumentaram quando o conteúdo de água do solo ($\theta = v/v$) foi incrementado de 40 a 60%. Nível de água superior a estes (80%) não proporcionou maior aumento.

1.2 - Área Foliar

As folhas são órgãos de máxima importância por estarem dotadas de características estruturais que as tornam aptas ao exercício de funções primordiais, como fotossíntese, respiração, transpiração, etc, para o crescimento de plantas (FERRI, 1982). Entretanto, para Boyer (1976), citado por ROSSIELO *et alii* (1981), elas são frequentemente a parte da planta mais sensível à seca. Da mesma forma, Higgins *et alii* (1964), citado por KRAMER (1969), dizem que o crescimento da folha é tão sensível ao deficit hídrico, o que se tem recomendado considerá-lo como indicador da necessidade de irrigação.

Sabe-se que, quando plantas são submetidas ao deficit d'água ocorre um decréscimo na superfície foliar, que pode ser: primeiro, pela redução no tamanho das folhas (DUQUE, 1973; Slatyer, 1967 e 1969; Silva, 1973; citados por SOUZA, 1977); segundo, pela queda de folhas (KOZLOWSKI, 1972; DUQUE, 1973). Para HUGHES & METCALFE (1972), essas respostas das plantas visam aumentar a resistência à perda d'água para a atmosfera, modificando a transpiração, tornando ser possível baixar o requerimento d'água.

Os estudos da morfologia das plantas xerófilas revelando a redução na superfície das folhas, levou a DUQUE (1973)

acreditar numa adaptação que estas plantas adqueriram para sobreviverem à seca. Igual raciocínio fez Alvim (1964), citado por KOZLOWSKI (1972), considerando a capacidade de queda de folhas de praticamente todas árvores decíduas da caatinga brasileira, sob ameaça de seca, com posterior recuperação total em períodos chuvosos.

Apesar de redução da área foliar em plantas sob deficit hídrico garantir, em muitos casos, a sobrevivência de plantas, é apontado por alguns investigadores como o efeito mais grave da seca, pois, implica numa redução da superfície fotossintetizadora, conseqüentemente, reduzindo a síntese de carboidratos com reflexos nos rendimentos (KRAMER, 1969; Kvet & Marshall, 1971; citados por ABRAHÃO & CHALFUN, 1981).

Em muitas plantas, a queda de folhas mais velhas, à medida que a planta cresce ou num determinado período de seus ciclos fenológicos, constituem, segundo BLEASDALE (1977), um processo controlado, o mesmo não devendo ser confundido com a queda de folhas, quando induzida pela ação de fatores ambientais.

Não existe muitas informações na literatura com respeito a dinâmica da área foliar do algodoeiro sob efeito de deficit hídrico, no entanto sabe-se que o algodoeiro mocó, segundo DUQUE (1973), solta as folhas durante a escassez hídrica para diminuir a transpiração. Já PENNA (1981), afirma que o algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.), apesar de não ser normalmente classificado como uma cultura resistente à seca, possui vários mecanismos que o faz adaptar-se bem às condições semi-áridas, citando a abscisão de folhas, quando sub-

metidas a prolongadas secas, como importante característica na eficiência do uso de água. Este mesmo autor, fazendo avaliação de características de parte aérea, em condições de casa de vegetação, de 15 cultivares do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.), previamente selecionados dentre 90, para tolerância à seca, encontrou, diferenças significativas entre cultivares com respeito à área foliar.

1.3 - Raiz e Parte Aérea

Albertsen & Neaver (1945), citados por KRAMER (1969), chegaram a conclusão de que a sobrevivência das árvores em regiões áridas dos E.U.A., durante a seca de 1930, estava estritamente relacionada com seus sistemas radiculares. Da mesma forma, HUGHES & METCALFE (1972), relacionando características de plantas adaptadas a aridez, consideraram o sistema radicular das plantas de cactos, como notável fator de adaptação às regiões muito secas. Igual afirmação, faz DUQUE (1973), citando as raízes profundas das plantas xerófitas, como importante característica para suas sobrevivências às secas.

De acordo com KRAMER (1969), raízes e partes aéreas dependem umas das outras em vários aspectos, e se o crescimento de uma dessas partes é modificado, o provável é que ocorra o mesmo com a outra. SOUZA *et alii* (1984), estudando plantas do algodão herbáceo, cultivar SU 0450-8909, cujos botões florais foram regularmente eliminados, verificaram aumentos significativos nos valores de biomassa de raiz e parte aérea (2,56 e 2,44 vezes maior, respectivamente), quan

do comparadas com plantas com floração normal. Esses resultados confirmam a interrelação existentes entre estas duas partes da planta.

Posto que o crescimento da raiz depende de um abastecimento de carboidratos proporcionado pela parte aérea, fatores tais como redução das folhas - que reduz a fotossíntese - também reduz o crescimento da raiz. Em certos períodos do ciclo das plantas esses efeitos são mais intensos. Assim, Salter & Drew (1965), citados por KRAMER (1969), estudando o crescimento radicular de ervilha, concluíram que o alto requerimento de carboidratos durante o período reprodutivo, para formação e crescimento dos órgãos de reprodução, contribuiu indiretamente para a sensibilidade à seca pelo efeito restritivo ao crescimento de raízes.

De acordo com SOUZA *et alii* (1982), em condições de escassez de água, a parte aérea das plantas é mais sensível do que a parte subterrânea. Ocorre, geralmente uma maior relação raiz/parte aérea quando as plantas são colocadas sob déficit hídrico.

Para KRAMER (1969), a deficiência hídrica interrompe o crescimento das raízes, e provavelmente haja pequeno crescimento das mesmas em alguns solos quando o conteúdo de água esteja próximo do ponto de murcha permanente.

Vários observadores, McQuilkin (1935); Reed (1937 e 1939); Chapman & Parker (1942); Kramer & Bullock (1966); Head (1967); citados por KRAMER (1969), estudando várias espécies vegetais, têm comprovado que quando o solo está frio ou se-
casse pode encontrar poucas raízes em crescimento sem sube-

rificar, ou nenhuma. Como a suberificação reduz a capacidade de absorção da raiz, ao que parece, ocorre um novo crescimento radicular nas plantas, logo após serem liberadas de déficits hídricos, para haver a recomposição plena da capacidade de absorção exigida pelas mesmas. Isto foi explicado por Kramer (1950); Brix (1962); Slatyer (1962); Leshem (1965), citados por KRAMER (1969), ao observarem que as raízes se tornam mais ou menos latentes e só recuperam sua plena capacidade de absorção de água, durante vários dias após se ter irrigado o solo.

De acordo com SOUZA *et alii* (1982), as plantas existentes nas regiões semi-áridas apresentam dois tipos principais de aptidões para resistirem à seca: uma para evitar e outra para suportar a desidratação. Dentre os mecanismos fisiológicos que as plantas desenvolveram para permitir conservar uma hidratação necessária ao metabolismo normal, portanto evitando a desidratação, o sistema radicular é apontado por muitos pesquisadores como de grande importância. Essas atribuições se deve ao fato de que quanto maior seja o volume de solo ocupado por um sistema radicular, maior será a quantidade de água que terá a sua disposição e maior será o tempo que poderá sobreviver a planta sem reposição de água do solo por chuva ou irrigação. Ainda, um sistema radicular mais desenvolvido sempre apresentará maior acúmulo de fotosintatos, que ficarão armazenados e poderão ser utilizados pela planta em épocas de escassez d'água. Por estas razões, SOUZA *et alii* (1982), consideraram o sistema radicular desenvolvido como uma das melhores características para a ba-

se de seleção de plantas resistentes à seca.

O sistema radicular do algodoeiro é extenso, pivotante e vigoroso. A maior parte das raízes primárias e secundárias são de diâmetros reduzidos, porém exercem atividades intensas na absorção de água, em zonas cobertas por pêlos absorventes (INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA, 1965). Segundo BROWN & WARE (1961), em períodos secos, grande parte da água é obtida a uma profundidade variável, a menos que alguma força obstrutora venha impedir o crescimento das raízes para baixo. Este autor aconselha evitar a poda das raízes durante o cultivo, principalmente se o solo é pouco profundo, sob pena de reduzir a superfície de absorção de água e minerais. Isto é um aspecto importante uma vez que, de acordo com OFIR (1961), quando as raízes das plantas do algodoeiro não podem suprir água para balancear a perda por transpiração, a desidratação das células aumenta e a turgência diminui, afetando adversamente a atividade assimilatória das plantas bem como a taxa de crescimento e rendimento.

ACKERSON *et alii* (1977), afirmam haver diminuição no crescimento radicular do algodão (*Gossypium hirsutum*, L.) quando as plantas são submetidas a deficits d'água. Já Taylor & Ratliff (1969), citados por HSIAO (1973), encontraram que em solos com vários graus de compactação, o crescimento do sistema radicular do algodão não foi afetado com variação do potencial de água no solo de -0,2 a -7,0 bars. Outras informações dadas por BELTRÃO & AGUIAR (1979), conclui que a falta de umidade desde o início da floração à formação dos frutos, provoca maior crescimento das raízes no sentido verti-

cal, entretanto, parализando o desenvolvimento geral.

Uma análise da situação da safra de algodão herbáceo no Estado da Paraíba no ano de 1980, quando foram implantados aproximadamente 100.000 ha, nos vales úmidos dos rios Piranhas e Peixes, revelou que devido a escassez de chuvas ocorridas, o algodão de segundo ano, pelo fato de já possuir por ocasião das primeiras chuvas um sistema radicular e um pedaço de caule formado (planta podada), produziu até três vezes mais do que o algodão de primeiro ano (MOREIRA & FREIRE, 1980).

Segundo SOUZA *et alii* (1982), as espécies e variedades algodoeiras com maior sistema radicular apresentam maior capacidade de adaptação à escassez hídrica. Para estes autores, a maior resistência à seca do algodão *G. herbaceum*, em relação a *G. indicum*, fundamenta-se no desenvolvimento vertical do sistema radicular do primeiro. De acordo com DUQUE (1973), a raiz do algodão mocó (*G. hirsutum*, raça *marie galante*) penetra nas camadas secas do solo até encontrar camadas úmidas, atingindo, algumas vezes, 7,0 m de profundidade. Por outro lado, as espécies de algodoeiro anuais apresentam menores sistemas radiculares, variando com a umidade e tipo de solo. Foi encontrado, na variedade Pima, sistema radicular com profundidade de até 3,20 m (SOUZA *et alii*, 1982).

SOUZA (1977), estudando dois genótipos de algodão - Cruzeta Seridó - 9193 e IAC-12.2 - diferindo-os com respeito a resistência à seca, encontrou que plantas de Cruzeta Seridó 9193 apresentava maior relação raiz/parte aérea, indicando maior capacidade deste cultivar para resistência à seca.

PENNA (1981), fazendo avaliação de características radiculares de 15 cultivares do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.), previamente selecionados dentre 90, para a tolerância a seca, não encontrou diferenças significativas entre medidas do comprimento de raízes.

No Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ), vêm-se conduzindo trabalhos de pesquisa, com cultivares de algodão herbáceo desde 1980, visando aumentar suas resistências à seca. Após três ciclos de seleção para maior velocidade de crescimento da radícula nos cultivares SU 0450-8909, Allen 333/57 e Acala del Cerro, os resultados mostraram haver diferença estatística entre os três cultivares selecionados e também entre as populações originais e as de três ciclos de seleção (SOUZA *et alii*, 1982). Ainda, os valores de herdabilidade e ganho genético encontrados sugerem uma continuidade da pesquisa.

2 -- EFEITOS DO DEFICIT HÍDRICO NA FLORAÇÃO, QUEDA DE FLORES E PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO

2.1 - Floração

De acordo com BROWN & WARE (1961), vários fatores influem na quantidade de flores produzidas no algodão, sendo os mais importantes a umidade e fertilidade do solo, variedade, temperatura do meio ambiente, ataque de insetos e incidência de doenças. Quanto a umidade do solo, BECKETT & DUNSHEE (1932), estudando o efeito da irrigação na produção de algodão Acala na Califórnia, encontraram um maior número

de flores e capulhos nas plantas que se irrigavam normalmente, mantendo-as em boas condições de umidade. Nos tratamentos em que as plantas eram irrigadas somente quando o solo atingia o ponto de murcha, obtiveram resultados opostos.

Os efeitos de deficits hídricos na floração das plantas são notavelmente complexos, devido o processo de floração ser influenciado sob muitas formas. Há, inclusive algumas controversias com respeito ao tempo requerido da floração à deiscência dos capulhos quando as plantas são cultivadas sob tais condições.

Martin *et alii* (1923), citados por KITTOCK *et alii* (1983), encontraram que o período de frutificação do algodoeiro tornou-se mais longo quando se desenvolveu em condição de seca. Por outro lado, Everson (1960), citado por KITTOCK *et alii* (1983), constatou que baixa umidade do solo e elevada taxa de evaporação acelera a desidratação das paredes dos capulhos e, conseqüentemente, a taxa de deiscência. Stockton *et alii* (1960), citados por KITTOCK *et alii* (1983), também concluíram que o deficit de água acelera a abertura de capulhos no algodoeiro. Em contraste, Morris (1964), citado por KITTOCK *et alii* (1983), observou que deficit de água não afetava a deiscência dos capulhos.

SALTER & GOODE (1967), revisando 132 publicações sobre os efeitos de deficiências hídricas na colheita de cereais, concluíram que a produção foi afetada mais adversamente quando o deficit de água ocorreu durante o estágio inicial do crescimento reprodutivo.

SHIMSHI & MARANI (1971), estudando os efeitos de defi

cit de umidade nos vários estádios do ciclo fenológico dos cultivares "Acala 4-42" e "Deltapine Smoothleaf", durante dois anos, encontraram que o maior efeito do período de deficit aconteceu quando a taxa de floração estava em seu pico normal, causando a maior redução no número total de flores.

KOZLOWSKI (1972) afirma que as evidências disponíveis, geralmente sugerem que deficits de água na fase de iniciação floral reduzem o número de flores produzidas. Fazendo referências a cultura algodoeira, afirma que deficits de água desde o início da floração até o período de formação de frutos, reduzem o número de flores e conseqüentemente o número de capulhos, entretanto, não afetam o tamanho dos capulhos que chegam a desenvolver.

Outro efeito dos deficits hídricos sobre a cultura algodoeira é o retardamento da fase reprodutiva. Assim, SHIMSHI & MARANI (1971) em seus estudos, afirmaram que a escassez de umidade sobre períodos próximos a floração, causou retardamento desta fase em torno de 20 a 30 dias.

2.2 - Queda de Flores

A primeira investigação sobre o problema de queda de botões florais e maçãs no algodoeiro foi feita por Hilson *et alii* (1925), citados por DASTUR *et alii* (1960).

Os resultados de três anos de estudos feito por Joshi *et alii* (1941), citados por DASTUR *et alii* (1960), mostraram que o aperfeiçoamento do suprimento d'água na zona de exploração do solo reduziu a queda de botões florais e maçãs.

MEDEIROS & VELOSO (1962), estudando a variedade do "AFC" na Estação Experimental da EMBRAPA em Surubim, no estado de Pernambuco, concluiu que o alto valor de queda de flores foi causado pela carência de umidade no solo. Condições mais favoráveis ao crescimento, como adubação, tornando as plantas mais exigentes em água revelaram aumento da percentagem de queda.

No algodoeiro nem todas as flores fecundadas se tornam maçãs, pois, fatores como seca, temperaturas elevadas, tempo nublado, danos por insetos ou mesmo fatores genéticos, podem influir na queda das mesmas (INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA, 1965). Com respeito ao fator seca, KRAMER (1969), afirma que o algodão deixa cair suas maçãs sob o efeito de deficit hídrico.

GRIMES *et alii* (1970), constataram que deficit d'água resultando em severa murcha foliar do algodoeiro, durante o período inicial da floração, causou queda de novos botões florais mas não teve efeito no andamento da floração ou sobre a retenção dos capulhos. Um deficit similar durante a máxima floração, promoveu a maior queda de flores e também reduziu a retenção de capulhos, enquanto, um deficit após esta fase, restringiu o andamento da floração e quase impediu completamente a retenção de capulhos. Já SHIMSHI E MARANI (1971), estudando os efeitos de escassez de umidade nos vários estádios do ciclo fenológico dos cultivares "Acala 442" e "Deltapina Smoothleaf", durante dois anos, concluíram que o número de capulhos foi marcadamente reduzido, quando o deficit hídrico incidiu entre o período inicial da flora

ção ao intenso florescimento, e foi menos reduzido para deficits entre a máxima floração ao final desta fase. Os estudos de SHIMSHI & MARANI (1971), revelaram ainda que a mais alta retenção de capulhos não ocorreu nos tratamentos com relativa umidade favorável, mas naqueles onde os deficits reduziram o número de flores. O estudo mostrou também que a maior produção de flores foi associado com a taxa de queda.

De acordo com EMATER-RN (1978), no algodoeiro, em condições normais de cultivo, os botões florais próximos a se tornarem flores apresentam a maior percentagem de queda.

2.3 - Produção

Numerosas publicações sobre os efeitos da disponibilidade de água na produção de frutos ou sementes podem ser encontradas na literatura, as vezes com resultados contraditórios. Já em 1909 Kearney & Peterson, citados por SALTER & GOODE (1967), indicavam que o algodão era muito sensível às flutuações do conteúdo de água do solo. Por outro lado, BELTRÃO & AGUIAR (1979), afirmam ser o algodão arbóreo uma planta de grande resistência às variações ambientais, porém está mais adaptada à sobrevivência do que para a produção.

JACKSON & TILT (1968) trabalhando com 4 tratamentos de água e 8 variedades de algodão, durante 3 anos no Arizona, encontraram que a produção era intimamente relacionada com os níveis de umidade do solo. Afirmaram ainda que a medida que a umidade do solo ia de condições muito secas a muito úmidas os valores de produção assumiam a forma de curva normal.

Doorembos & Pruitt (1975), citado por MILLAR (1978), afirmaram que para obter-se máximo rendimento na cultura do algodão, dever-se-á aplicar irrigação quando o potencial de água no solo atingir -1,0 a -3,0 bars.

De acordo com o INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA (1965), o algodoeiro como planta originária de regiões semi-áridas, tolera bem à períodos secos de várias semanas, em determinadas fases de seu ciclo, mas há fases em que a sua necessidade de água é grande, onde, ocorrendo falta d'água se reflete diretamente na produção.

A cultura do algodão reduz seu rendimento quando ocorre déficits hídricos em determinados estádios do ciclo fenológico, primeiro, pelo incremento na queda de flores e frutos (GRIMES *et alii*, 1970), segundo, pela redução no tamanho dos capulhos. Estudos feitos por Sturkie (1934) e Anderson & Kerr (1943), citados por KOZLOWSKI (1972), revelaram que déficits hídricos durante o período de enchimento das maçãs reduzia o período de enchimento como também o comprimento de fibras.

KOZLOWSKI (1972), concluiu com base nos resultados dos estudos de Erickson & Richards (1955); Taylor (1959); Richards *et alii* (1960), Flocker & Lingle (1961); Campbell *et alii* (1969); Dubetz & Mahalle (1969); Derera *et alii* (1969); Maurer *et alii* (1969); Richards & Warneke (1969) e Fulton (1970) que o rendimento de várias culturas, inclusive algodão, decresceu com a diminuição da disponibilidade de água, exceto os casos onde se referiam os solos saturados ou mal drenados.

Por outro lado, para KARANI *et alii* (1980), o algodão (*Gossypium hirsutum*, L.) não é comumente reconhecido como uma cultura tolerante à seca, contudo, uma grande parte da produção total do algodão dos E.U.A. ocorre nas regiões semi-áridas do sudoeste onde o déficit de água é comum.

MOREIRA & FREIRE (1980), analisando o caso do Estado da Paraíba, onde, na safra de 1980, foram implantados aproximadamente 100.000 ha de algodão herbáceo, nos vales úmidos dos rios Piranhas e Peixe, estimaram obter uma produtividade de 700 Kg/ha, entretanto, após a estiagem ocorrida na quela ano, foram colhidos apenas 300 a 400 Kg/ha, verificando-se assim uma redução aproximada de 50% nos rendimentos.

Alguns pesquisadores definem resistência à seca como a relação do rendimento sob condições limitadas de água e o rendimento sob condições ótimas de irrigação. A identificação das diferenças entre plantas cultivadas quanto as tolerâncias à desidratação, de acordo com KRAMER (1969) e MILLAR (1978), é de menor importância, porque o que é mais provável é que a produção seja totalmente perdida quando se desidrata a planta até ao nível de sobrevivência. Enquanto, o interesse se concentra no rendimento das plantas e não em suas sobrevivências.

LIMA (1981), estudando o efeito da umidade do solo, em casa de vegetação, na produção do algodão herbáceo, cultivar SU 0450-8909, verificou que a produção aumentou quando o conteúdo de água do solo ($\theta = v/v$) foi incrementado de 40 à 60%. Nível de água superior (80%) não proporcionou maior aumento na produção.

Para ESPINOZA (1982), um dos fatores que mais influência o rendimento das culturas, entre uma localidade e outra ou de um ano para outro, é a disponibilidade de água para a planta. Por isso, é de fundamental importância quantificar as reduções na produção promovidos por deficits hídricos, ocorridos ao longo do ciclo da cultura, o que irão auxiliar nas tomadas de decisões em projetos de irrigação.

CAPÍTULO III

MATERIAIS E MÉTODOS

1 - LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O estudo foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Campina Grande, em condições de casa de vegetação, durante o período de agosto de 1982 a abril de 1983.

2 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Neste experimento foram estudados os efeitos de seis períodos de déficits de água no desenvolvimento e produção de quatro cultivares do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 6 com 3 repetições. Os fatores considerados são discriminados da seguinte forma:

CULTIVARES (C)

C₁ BR-1

C₂ PR-4139

C₃ SU 0450-8909
 C₄ IAC-19

PERÍODOS DE DEFICITS DE ÁGUA (T)

Se considerou neste trabalho o deficit hídrico como sendo o período de dias em que as irrigações foram suspensas. Assim, estudou-se 6 períodos de deficits conforme discriminados abaixo:

- T₁ ... Testemunha (sem deficit)
 T₂ ... Irrigações suspensas entre 45 e 54 dias após o plantio.
 T₃ ... Irrigações suspensas entre 45 e 59 dias após o plantio.
 T₄ ... Irrigações suspensas entre 45 e 64 dias após o plantio.
 T₅ ... Irrigações suspensas entre 45 e 69 dias após o plantio.
 T₆ ... Irrigações suspensas entre 15 - 29 e 31 - 45 dias após o plantio.

Portanto, os períodos de deficits variaram de 10 a 25 dias para os tratamentos T₂ e T₅, enquanto que, no T₆ se considerou dois intervalos consecutivos de deficits, cada um de 15 dias, contados a partir de 15 dias após o plantio.

Para efeito de observações adicionais, foi conduzido paralelamente ao presente estudo, um tratamento com três repetições, sob as mesmas condições ambientais e com os quatro cultivares considerados, onde aplicou-se 30 dias de de-

ficits - irrigações suspensas entre 45 e 74 dias pós-plantio.

3 - METODOLOGIA

O solo utilizado no estudo foi do Município de Serra Branca - PB, classificado por JACOMINE *et alii* (1972), como Litólico Eutrófico, cujas características físicas, hidricas e químicas são apresentadas na TABELA 1, enquanto, a curva característica de umidade é mostrada na FIGURA 1 do apêndice.

Oitenta e quatro vasos plásticos com capacidade para 5 Kg de solo, foram cheios com material de solo, seco ao ar, destorroado e passado através de peneira de 2mm. Adicionou-se 30g de esterco por vaso.

Foram utilizadas sementes de algodão herbáceo dos cultivares BR-1, PR-4139, SU 0450-8909 e IAC-19 provenientes dos Campos de Produção de Sementes Básicas do CNPA, safra 1981/1982. As mesmas foram deslintadas de acordo com a metodologia citada por GODOY (1975), e eliminadas as deterioradas, defeituosas ou muito pequenas. Em seguida, fez-se a desinfecção das mesmas obedecendo a metodologia descrita por MILLAR (1966) e, logo após, foram submetidas à pré-germinação de acordo com metodologia descrita por SOUZA *et alii*. (1981).

Um dia antes da sementeira, iniciou-se as irrigações dos vasos as quais se repetiram de tal forma a manter o solo à capacidade de campo. Obedeceu-se um turno de rega de 5

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, HÍDRICAS E QUÍMICAS DO SOLO UTILIZADO NO EXPERIMENTO.

| CARACTERÍSTICAS DO SOLO | UNIDADE | VALOR |
|--|-------------------|------------------------|
| Areia | % | 56 |
| Silte | % | 22 |
| Argila | % | 22 |
| Classificação textural | - | FRANCO ARGILLO ARENOSO |
| Densidade aparente | g/cm ³ | 1,41 |
| Densidade real | g/cm ³ | 2,56 |
| Saturação | % | 34,00 |
| Capacidade de campo | % | 17,68 |
| Ponto de murcha | % | 9,90 |
| Matéria orgânica | % | 2,02 |
| Nitrogênio (estimado) | % | 0,12 |
| pH | - | 8,00 |
| Condutividade elétrica do extrato de saturação | mmhos/cm a 25°C | 0,77 |
| Fósforo assimilável | ppm | 37,40 |
| <u>Cátions trocáveis</u> | | |
| Alumínio + Hidrogênio | meq/100g | 0,00 |
| Cálcio + Magnésio | meq/100g | 19,43 |
| Potássio | meq/100g | 0,17 |
| Sódio | meq/100g | 0,20 |

dias até os 30 dias pós-plantio e de 2 dias no período posterior a esta data. O volume d'água a ser aplicado era determinado mediante pesagens. No caso do tratamento T₆, as irrigações foram suspensas nos períodos de 15 a 29 e 31 a 45 dias pós-plantio, havendo portanto, uma irrigação aos 30 dias pós-plantio. Para os tratamentos T₂ a T₅, a suspensão e reinício das irrigações foi de acordo com discriminação feita no delineamento experimental.

Na sementeira, colocou-se convenientemente, cinco sementes pré-germinadas por vaso e o desbaste foi feito aos 15 e 30 dias após o plantio, deixando-se duas plantas na primeira e uma na segunda época.

As adubações foram realizadas em quatro datas distintas do experimento, utilizando-se as soluções nutritivas completas recomendadas por DINIZ (1982)*, aqui denominadas "SOLUÇÕES A e B", cujas concentrações dos nutrientes são apresentadas na TABELA 2. Nas duas primeiras datas, aos 15 e 30 dias após o plantio, aplicou-se 200 e 400 ml por vaso, respectivamente, da solução nutritiva completa denominada "SOLUÇÃO A", cuja composição química encontra-se na TABELA 3. Já nas duas últimas datas, aos 45 e 75 dias, aplicou-se 240 e 120 ml por vaso, respectivamente, da "SOLUÇÃO B", mais concentrada que a "SOLUÇÃO A" e com algumas drogas de sua formulação substituídas, como se pode ver na TABELA 4.

* DINIZ, M.S. (1982), comunicação pessoal. Pesquisador do CNPA/EMBRAPA, setor de fitotecnia.

TABELA 2 - CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES PRESENTES NAS SOLUÇÕES NUTRITIVAS COMPLETAS UTILIZADAS NAS ADUBAÇÕES*

| MACRONUTRIENTES | SOLUÇÃO A ppm | SOLUÇÃO B ppm |
|-----------------|------------------|------------------|
| N | 420,00 | 840,00 |
| P | 218,80 | 437,60 |
| K | 506,70 | 1.013,40 |
| Ca | 339,90 | 679,80 |
| Mg | 143,20 | 286,40 |
| S | 302,30 | 604,60 |
| MICRONUTRIENTES | ppb | ppb |
| Zn | 15,53 | 31,06 |
| Cu | 14,97 | 29,94 |
| Mn | 134,85 | 269,70 |
| B | 76,63 | 153,26 |
| Mo | 4,35 | 8,70 |
| Fe | 2.481,70 | 4.963,40 |

* Após a preparação ajustava-se o pH para 5,4 com solução de NaOH a 1,0N.

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA "A" UTILIZADA NAS ADUBAÇÕES, COM AS PROPORÇÕES EM VOLUMES PARA A FORMULAÇÃO DE 1 LITRO DA SOLUÇÃO.

| DROGAS | MOLARIDADES | VOLUMES - ml |
|---|-------------|--------------|
| CaCl_2 | 0,025 M | 9,43 |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 1,000 M | 4,71 |
| KNO_3 | 0,500 M | 11,78 |
| NH_4NO_3 | 0,500 M | 14,14 |
| K_2SO_4 | 1,000 M | 3,53 |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 1.000 M | 5,89 |
| $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | 0,500 M | 7,07 |
| $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 0,1210 mM | 1,96 |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 0,1200 mM | 1,96 |
| $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | 1,2500 mM | 1,96 |
| $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 0,0033 mM | 1,96 |
| H_3BO_3 | 3,6100 mM | 1,96 |
| Fe - EDTA | 22,6290 mM | 1,96 |

TABELA 4 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA "B" UTILIZADA NAS ADUBAÇÕES, COM AS PROPORÇÕES EM VOLUMES PARA A FORMULAÇÃO DE 1 LITRO DA SOLUÇÃO

| DROGAS | MOLARIDADES | VOLUMES - ml |
|---|-------------|--------------|
| CaCl_2 | 1,00 M | 0,48 |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 1,00 M | 9,60 |
| KH_2PO_4 | 0,50 M | 24,00 |
| NH_4NO_3 | 0,50 M | 39,58 |
| K_2SO_4 | 1,00 M | 7,20 |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 1,00 M | 12,00 |
| $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ | 1,00 M | 2,40 |
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | 0,25 M | 28,80 |
| $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 0,1210 mM | 4,00 |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 0,1200 mM | 4,00 |
| $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | 1,2500 mM | 4,00 |
| $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 0,0033 mM | 4,00 |
| H_3BO_3 | 3,6100 mM | 4,00 |
| Fe - EDTA | 22,6290 mM | 4,00 |

Aos 28 dias após o plantio foi feita uma pulverização com o acaricida Keltane - à base de 2,0 ml do produto para 1,0 litro d'água - para controle de ácaro branco (*Poliphago tharsemus latus*, Banks). No início da floração, foi constatado o ataque de ácaro vermelho (*Tetranychus ludeni*, Zacher). Seu controle foi feito juntamente ao controle preventivo da lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella*, Saund), mediante quatro aplicações semanais da mistura de Keltane e Decís, nas proporções de 2,0 ml de cada produto para 1,0 litro d'água. Todas as aplicações de defensivos foram feitas entre 17:00 às 18:00 horas do dia. Constatou-se ainda, na fase de produção, o aparecimento de manchas necróticas nas folhas causadas pelo o fungo *Cercospora gossypiana* CK_e, porém, considerando a idade das plantas, a intensidade de infestação e seguindo recomendações de CARVALHO (1982)*, não se fez controle.

Para evitar variação ambiental no experimento, principalmente insolação, fez-se mensalmente deslocamento aleatório dos vasos durante todo o período experimental.

Na colheita, os capulhos eram colhidos antes de se destacarem e caírem das cápsulas e convenientemente guardados.

* CARVALHO, J.M.F.C (1982), comunicação pessoal. Pesquisador do setor de fitossanidade do CNPA/EMBRAPA.

4 - OBSERVAÇÕES EXPERIMENTAIS

4.1 - Altura de Plantas

As leituras correspondentes à altura de plantas foram feitas, semanalmente, entre 15 e 78 dias pós plantio e, quinzenalmente, após esse período até o final do ciclo. Considerou-se a altura da planta, a medida compreendida entre o nível do solo ao ápice da haste principal.

4.2 - Área Foliar

Após cada medição de altura de plantas, foram feitas medições necessárias às determinações de área foliar. Para o cálculo utilizava-se a equação de Wendt (1967) citada por SOUZA (1977):

$$\log y = 0,450 + 1,910 \log x,$$

onde "x" representa o comprimento da lâmina foliar em cm e "y" representa a área em cm². Fazendo o $\log y$ encontrava-se a área foliar da planta.

4.3 - Peso da Matéria Seca da Parte Aérea e Raiz.

Logo após a colheita, as plantas foram cortadas na região do colo, postas em sacos de papel e levadas para a estufa à 70°C, onde permaneceram 72 horas. Em seguida, determinou-se o peso seco.

Para separar o sistema radicular do solo, utilizou-se o seguinte procedimento. Colocou-se água em quantidades excessivas em todos os vasos; após um dia, o conjunto raiz/solo

foi retirado do vaso e colocado sobre uma peneira suspensa. Com auxílio de uma mangueira e água, ia-se cuidadosamente separando a raiz do solo. Após essa operação, igual metodologia utilizada para determinar peso seco da parte aérea foi adotada para determinar peso seco de raiz.

4.4 - Teor Relativo de Água (TRA) na Planta e Umidade no Solo.

Foi retirada da quinta folha, a partir do ápice, uma amostra de cinco discos de 1,08 cm de diâmetro cada, com auxílio de um furador de rolha de acordo com metodologia proposta por Weatherley (1950), citado por SOUZA (1977). As amostras foram coletadas pela manhã em três fases às 06:00; 07:30 e 09:00 horas, em plantas de 1^a, 2^a e 3^a repetição, respectivamente. O peso fresco inicial dos discos foi determinado imediatamente e, em seguida, os discos foram colocados à flutuar, com a fase adaxial voltada para cima, em placas de Petri de 9,0 cm de diâmetro contendo 20 ml de água destilada, submetidas as condições de $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$ de temperatura e 3.611 lux de luz.

Após quatro horas de absorção de água (SOUZA, 1977), as amostras de discos foram enxugadas delicadamente com papel filtro para eliminar o excesso de água superficial e pesadas novamente (peso túrgido). O peso seco foi obtido após secagem em estufa a 80°C , por 48 horas.

Os valores do TRA foram calculados usando-se a equação de Barrs & Weatherley (1962), citado por SOUZA (1977):

$$\text{TRA (\%)} = \frac{\text{PF} - \text{PS}}{\text{PT} - \text{PS}} \times 100$$

onde, PF é o peso fresco inicial, PT é o peso túrgido e PS é o peso seco.

Para cada tratamento, salvo T_4^* , T_5^* e T_6^* , o TRA foi determinado em três períodos distintos: primeiro no dia da suspensão das irrigações, segundo, momentos antes da liberação do deficit hídrico e último, 10 dias após a liberação.

Paralelamente a cada determinação do TRA foi determinada a umidade do solo, nos vasos correspondentes, pelo método gravimétrico (GARDNER, 1965).

4.5 - Datas de Floração e Abertura de Capulhos

As datas de floração e abertura dos capulhos foram obtidas através de observações diárias. O início da floração era considerado quando ocorria a abertura da primeira flor, assim como, o início da abertura dos capulhos quando ocorria a abertura do primeiro capulho.

4.6 - Percentagem de Queda de Flores (S)

A partir do início da floração, foram feitas contagens de botões florais, flores e maçãs caídas e o número de capulhos abertos durante a fase experimental. Esses dados possibilitaram o cálculo da percentagem de queda de flores através da expressão seguinte, de acordo com DUNLAP (1945):

$$S (\%) = \frac{F}{F + C} \times 100$$

* Devido a falta ou perda das folhas não foi possível estimar o TRA, nestes tratamentos, em alguns períodos de de terminação.

onde, "F" representa o número de botões florais, flores e maçãs caídas e "C" o número de capulhos abertos.

4.7 - Produção

Após realizar toda a colheita, fez-se a pesagem da produção em rama.

5 - ANÁLISE DO SOLO

A caracterização física e química do solo utilizado no estudo foi feita através das metodologias relatadas a seguir.

Para a análise textural, utilizou-se o método do hidrômetro citado por DAY (1963); a densidade real foi determinada de acordo com a metodologia de FORSYTHE (1971); a densidade global e a curva característica de retenção de água no solo foram obtidas utilizando metodologias descritas pela EMBRAPA (1979). Para as características químicas, a condutividade elétrica do extrato de saturação e o ponto de saturação utilizou-se metodologias descritas por RICHARDS (1954).

As análises foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFPb - Campus II, salvo a curva característica de retenção de água no solo, a qual foi elaborada no Laboratório de Física de Solos do Centro de Ciências Agrárias da UFPb.

6 - ANÁLISES ESTATÍSTICA

Foram realizadas as análises estatísticas em esquema fatorial 4 x 6 das seguintes variáveis experimentais: altura de plantas, área foliar, medidas aos 43, 93 e 153 dias, pós-plantio, peso da matéria seca da parte aérea e raiz, relação raiz/parte aérea, queda de flores e produção, obtidas ao final da fase experimental. As análises foram feitas utilizando metodologias usuais de análise de variância. Para a comparação das variâncias foi usado o Teste F ao nível de 1 ou 5% de probabilidade, e, para comparação de médias, utilizou-se o Teste de Tukey ao nível de 1 ou 5% de probabilidade (GOMES, 1978). A análise de variância da relação raiz/parte aérea foi feita, após a transformação dos dados em \sqrt{x} (SNEDECOR & COCHRAN, 1974).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- 1 - EFEITOS DOS DEFICITS HÍDRICOS NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch).

1.1 - Altura de Plantas.

As alturas médias de plantas dos diferentes cultivares estudados sob diferentes tratamentos, durante seus ciclos bióticos, estão apresentadas na FIGURA 1. Uma análise desta figura mostra que o cultivar IAC-19 apresentou, na maioria dos casos, o menor porte em todos os tratamentos e durante todo o ciclo. Os demais cultivares não revelaram comportamentos bem diferenciáveis entre si quanto as suas alturas, entretanto, o cultivar BR-1 foi o que, na maioria das vezes, mostrou a maior altura final.

As curvas referentes ao T_1 (FIGURA 1) sugerem dividir o crescimento vegetativo das plantas em três fases distintas, quais sejam: a primeira fase de crescimento inicial que encerrou-se em torno dos 75 dias pós-plantio, período em que as plantas revelaram maior velocidade de crescimento, em média 0,60 cm/dia; a segunda fase ocorreu entre 75 e 123 dias, coincidindo com a fase de floração e até a abertura

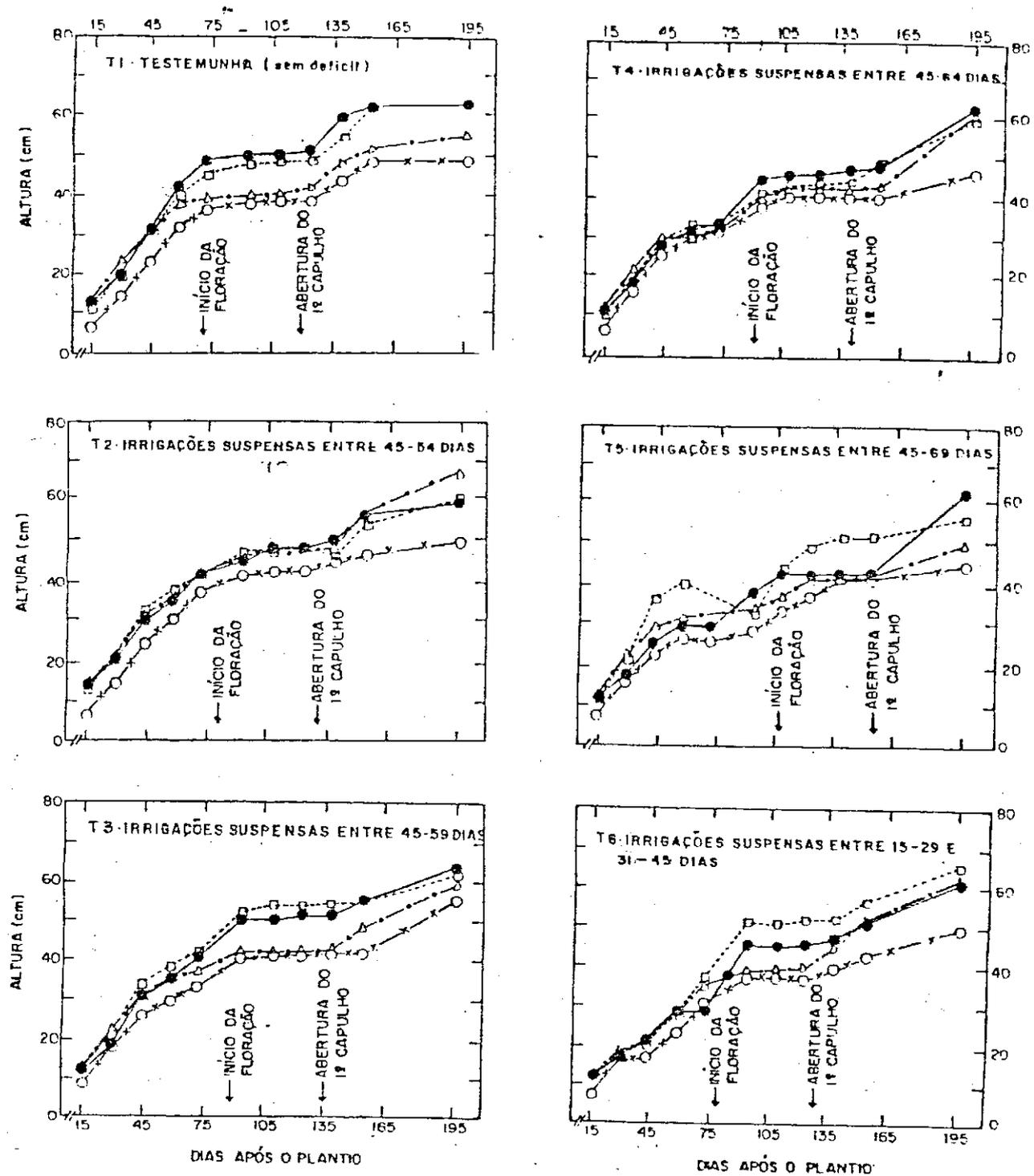


FIGURA 1 - Alturas médias de cultivares do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch.), durante o ciclo fenológico, sob diferentes tratamentos de déficits hídricos.

●—● BR-1 ▲—▲ PR-4139 □—□ SU-0450-8909 ○—○ IAC-19

do 1º capulho, onde se constatou que o tamanho das plantas praticamente não variava, concordando com afirmações feitas por KOZLOWSKI (1972) a respeito do crescimento de plantas durante a fase reprodutiva; após este período, observou-se novo crescimento vegetativo, perdurando até o final da fase experimental, porém de forma mais lenta (em média 0,16cm/dia), de que o referido na primeira fase, determinando a terceira fase de crescimento.

As fases de crescimento vegetativo referidas anteriormente foram também observadas nos tratamentos com deficits hídricos, entretanto, os mesmos prolongaram a 1ª fase de crescimento nestes tratamentos, conseqüentemente, promoveram retardamento nos inícios das outras fases. Dentre os tratamentos com deficit hídrico, foram T₃, T₄ e T₆ os que revelaram com mais evidência as três fases de crescimento, e onde se pode verificar prolongamento da 1ª fase de crescimento até aos 95 dias pós-plantio, retardando assim, em média 20 dias o início da 2ª fase. Resultados semelhantes foram obtidos na cultura algodoeira por SHIMSHI & MARANI (1971).

As alterações mostradas no T₅, onde, em alguns cultivares se observa comportamentos irregulares durante a 2ª fase, foi devido a morte parcial das plantas, durante o período de deficit, ocorrida no sentido do ápice para a base. Neste tratamento, houve, após a liberação do deficit hídrico, surgimento de brotações de onde se passou a fazer medidas de alturas.

Através de observações feitas no tratamento conduzido paralelamente ao experimento do presente estudo (sob as mes

mas condições ambientais e com os cultivares considerados), onde aplicou-se 30 dias de deficits, a partir dos 45 dias pós-plantio, verificou-se a morte da maioria das plantas durante o período de deficit, portanto, sem haver recuperação do crescimento após sua liberação. Assim, para as condições nas quais se desenvolveu o presente estudo, o tratamento T₅ - 25 dias de deficits - é o maior período de deficit, que os cultivares em estudo, podem tolerar sem comprometer suas sobrevivências. Vale também ressaltar que os resultados indicam ser o período logo após 45 dias, relativamente mais crítico com respeito as exigências de água do que entre 15 e 45 dias pós-plantio, pois, no tratamento T₆; as plantas não revelaram grandes diferenças no crescimento, em relação a testemunha (T₁), como se observou no tratamento T₅, e não promoveu atraso maior que T₂ no ciclo fenológico das plantas. Esse fato está relacionado com as necessidades hídricas das plantas serem maiores após os 45 dias, uma vez que, nesta idade, as plantas encontravam-se no início da fase floral, portanto, precisando de uma maior mobilização de assimilados para as partes produtivas, consequentemente, exigindo uma maior atividade fotossintetizadora, fazendo com que o conteúdo de água no solo fosse utilizado em menor tempo, com as plantas entrando em deficits mais rapidamente.

A análise de variância das alturas de plantas aos 43, 93 e 153 dias pós-plantio revelou diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre os cultivares e os tratamentos nas três referidas datas (TABELA 1 do apêndice). A interação C x T não foi significativa, o que mostra ter

havido idêntica influência dos tratamentos sobre os cultivares estudados.

A comparação das médias, aos 43 dias pós-plantio pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, mostrou haver diferenças significativas entre o cultivar IAC-19 e os outros, e ainda, entre SU 0450-8909 e BR-1 (TABELA 5). Aos 93 dias após o plantio os cultivares BR-1 e SU 0450-8909 não diferiram entre si, entretanto, diferiram de PR-4139 e IAC-19 que por sua vez não mostraram diferenças significativas. Enquanto, aos 153 dias o cultivar IAC-19 diferiu significativamente dos demais. Nesta mesma data, a análise revelou ainda diferença significativa entre PR-4139 e SU 0450-8909.

As alturas médias finais (aos 202 dias pós-plantio) dos cultivares BR-1; PR-4139; SU 0450-8909 e IAC-19, no tratamento sem deficit (T_1), foram respectivamente: 63,2; 54,8; 63,2 e 48,8 cm. Embora estas sejam inferiores às observadas em condições de campo para as variedades do algodoeiro herbáceo (OCHSE *et alii*, 1976), provavelmente, isto foi devido ao pouco volume de solo explorado pelas plantas (LIMA, 1981 e SILVA, 1981). Entretanto, os resultados mostram que entre os cultivares estudados, SU 0450-8909 e IAC-19, foram os que apresentaram, na maioria dos casos, maior e menor porte, respectivamente.

A comparação das médias dos períodos de deficits, independentes dos cultivares, mostrou que aos 43 dias pós-plantio, os tratamentos não revelaram diferenças significativas entre si, com exceção de T_6 que diferiu dos demais tratamentos expressando a menor altura. Aos 93 dias, apenas

TABELA 5 - EFEITOS DE DIFERENTES CULTIVARES E PERÍODOS DE DEFICITS HÍDRICOS NAS ALTURAS MÉDIAS DE PLANTAS DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L.r. *folium* Hutch.) EM TRÊS DATAS DO CICLO FENOLÓGICO.

| TRATAMENTOS | ALTURA (1) | | |
|---|---------------------|------|-------|
| | DIAS APÓS O PLANTIO | | |
| | 43 | 93 | 153 |
| <u>Cultivares</u> | | cm | |
| C ₁ - BR-1 | 28 b | 47 a | 53 ab |
| C ₂ - PR-4139 | 30 ab | 41 b | 50 b |
| C ₃ - SU-0450-8909 | 32 a | 46 a | 55 a |
| C ₄ - IAC-19 | 24 c | 38 b | 43 c |
| <u>Períodos de Deficits</u> | | | |
| T ₁ -Testemunha (sem deficit) | 29 a | 44 a | 56 a |
| T ₂ -Deficit entre 45 e 54 dias | 30 a | 46 a | 53 ab |
| T ₃ -Deficit entre 45 e 59 dias | 31 a | 46 a | 50 ab |
| T ₄ -Deficit entre 45 e 64 dias | 30 a | 43 a | 47 bc |
| T ₅ -Deficit entre 45 e 69 dias | 29 a | 34 b | 43 c |
| T ₆ -Deficit entre 15 = 29 e 31 = 45 dias | 21 b | 44 a | 51 ab |

(1) - Alturas de plantas seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

T₅ diferiu significativamente dos demais tratamentos revelando a menor altura de plantas. Enquanto, aos 153 dias pós-plantio, o tratamento T₅ revelou diferenças significativas dos outros tratamentos com exceção à T₄, que por sua vez, apenas nesta data, diferiu significativamente da testemunha. Assim, identificou-se que houve no tratamento T₆ efeito re-dutivo no crescimento vegetativo das plantas somente durante o período de deficit hídrico, ocorrendo plena recuperação do crescimento após sua liberação, uma vez que não se constatou efeitos sobre as alturas de plantas em datas posteriores. Já os tratamentos T₄ e T₅ expressaram efeitos sobre o crescimento das plantas também em datas posteriores às suas liberações. Com isto, a análise dos resultados conduz a poder-se afirmar que, amplitudes de escassez d'água acima de 15 dias, causa diminuição significativamente nas alturas de plantas e impede a plena recuperação do crescimento após as plantas tornarem a serem irrigadas. Estes resultados estão de acordo com as afirmações de BROWN & WARE (1961) ao observarem que a insuficiência d'água detém o crescimento do algodoeiro, e, se o período de escassez d'água não se prolongar demasiadamente, a irrigação reabilitará as plantas e renovará o crescimento.

1.2 - Área Foliar

As áreas foliares dos cultivares do algodoeiro herbáceo sob vários tratamentos de deficits hídricos, obtidas até aos 153 dias pós-plantio, estão representadas nas FIGURAS 2a e 2b. A análise das curvas mostram que, até os primeiros 45

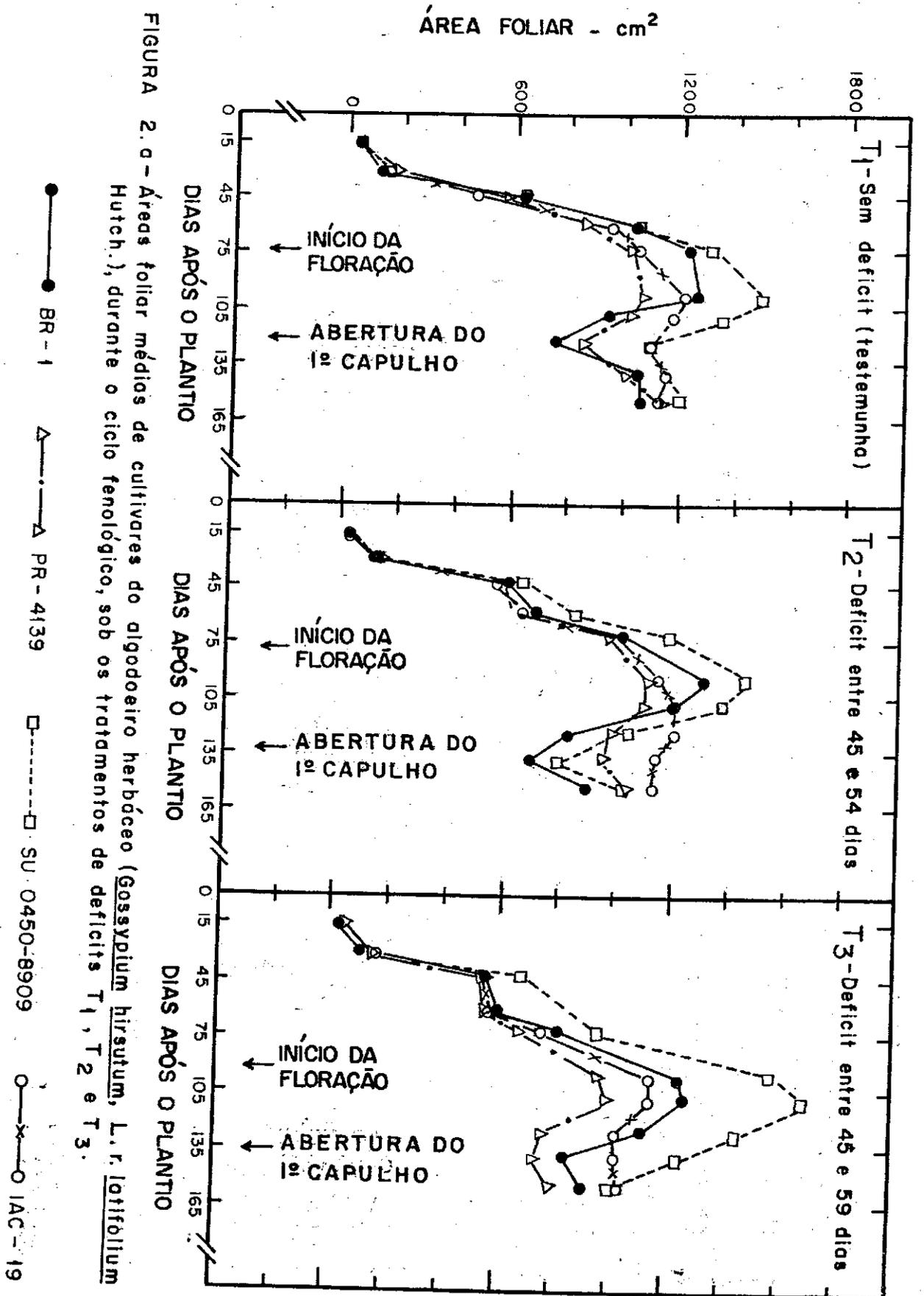


FIGURA 2. a - Áreas foliar médias de cultivares do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. r. *lotifolium* Hutch.), durante o ciclo fenológico, sob os tratamentos de deficits T₁, T₂ e T₃.

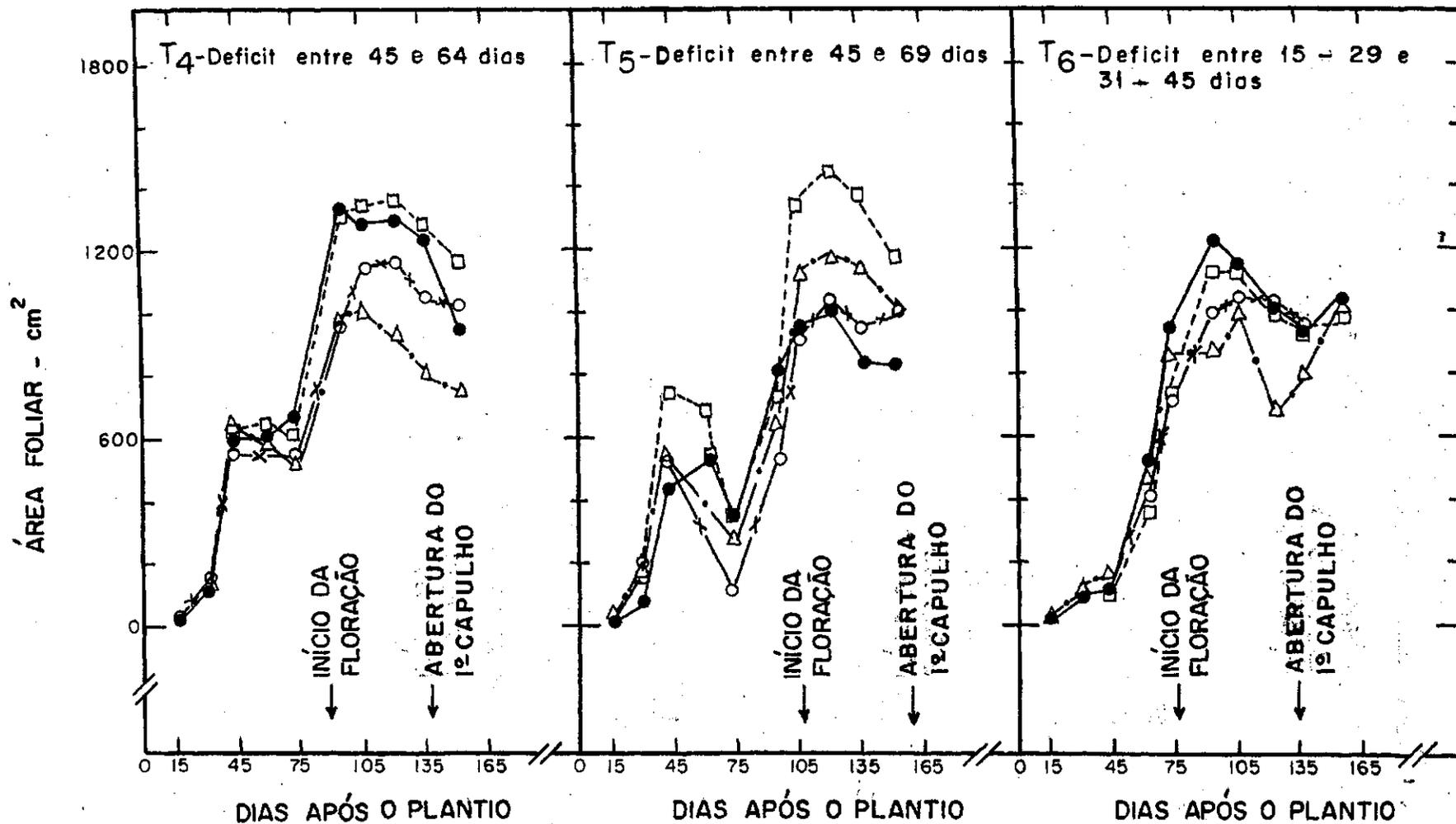


FIGURA 2.b - Áreas foliar médias de cultivares do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch.), durante o ciclo fenológico, sob os tratamentos de deficits T₄, T₅ e T₆.

●—● BR-1 △—△ PR-4139 □—□ SU-0450-8909 ○—x—○ IAC-19

dias, não ocorreu diferença de áreas foliar entre tratamentos, exceto o tratamento T₆, onde, devido ao deficit d'água aplicado em tal período, identificou-se redução do crescimento foliar. Após esta data se pode observar o efeito restritivo dos tratamentos T₂ a T₅ sobre o crescimento foliar das plantas, sendo os tratamentos T₄ e T₅ os que evidenciaram maiores efeitos, chegando a reduzir drasticamente a área foliar durante este período, principalmente T₅. Os efeitos acima referidos estão coerentes com as afirmações de DUQUE (1973) e PENNA (1981), a cerca da dinâmica da área foliar do algodoeiro, quando este é submetido às condições de escassez hídrica.

O presente estudo, mostrou que em condições de casa de vegetação, as plantas podem tolerar um deficit máximo de até 25 dias, a partir de 45 dias pós-plantio, pois, no tratamento conduzido paralelamente ao experimento (para efeito de observações adicionais), onde aplicou-se 30 dias de deficits, a partir da data antes referida, foi constatado que em todas as plantas a área foliar reduziu-se a zero, e apenas algumas, emitiram novas folhas após a liberação do deficit. As demais plantas morreram.

A diminuição de área foliar verificada em todos os cultivares no período de 93 a 123 dias pós-plantio, para diferentes tratamentos, deveu-se a queda de folhas no período de formação dos capulhos até o início de suas aberturas (FIGURAS 2a e 2b). De acordo com BLEASDALE (1977), a abscisão de folhas ocorrida neste período, é causada pela senescência, provavelmente, um processo controlado pela fisiologia das

plantas relacionada com a fase reprodutiva.

Com respeito os cultivares, o cultivar 'SU 0450-8909 a presentou, exceto no T_6 , os mais altos valores de área foliar. Entre os outros cultivares não se observou comportamentos bem definidos que os distinguíssem.

A análise de variância das áreas foliares obtidas em três datas distintas do ciclo fenológico das plantas - 43; 93 e 153 dias pós-plantio - revelou diferenças significativas entre os cultivares e entre os tratamentos apenas para observações de 43 e 93 dias (TABELA 2 do Apêndice). Semelhante aos resultados de altura de plantas, não se constatou diferenças significativas nos efeitos de interação C x T nas três referidas datas, o que mostra ter havido idêntica influência dos tratamentos sobre os cultivares.

A comparação das médias dos cultivares pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, mostrou haver aos 43 dias pós-plantio, diferenças significativas apenas entre IAC-19 e SU 0450-8909 (TABELA 6).

Aos 93 dias pós-plantio, como aos 43 dias, os cultivares IAC-19 e PR-4193 não apresentaram diferenças estatísticas entre si pelo teste de Tukey, mas, diferiram de BR-1 e SU 0450-8909, que por sua vez, também não diferiram entre si. Como aos 153 dias, a análise de variância não revelou diferenças significativas entre cultivares, as menores áreas foliares de IAC-19 e PR-4139 em relação a BR-1 e SU 0450-9809, aos 93 dias, igualando-se posteriormente (aos 153 dias), evidenciam ter ocorrido um crescimento mais lento, nos últimos, durante a recuperação, após a liberação dos deficits hídricos.

TABELA 6 - EFEITOS DE DIFERENTES CULTIVARES E PERÍODOS DE DEFICITS HÍDRICOS NAS ÁREAS FOLIAR MÉDIAS DE PLANTAS DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch.) EM TRÊS DATAS DO CICLO FENOLÓGICO.

| TRATAMENTOS | ÁREAS FOLIAR (1) | | |
|---|---------------------|------------|----------|
| | DIAS APÓS O PLANTIO | | |
| | 43 | 93 | 153 |
| <u>Cultivares</u> | cm ² | | |
| C ₁ - BR-1 | 494,47 ab | 1.203,12 a | 988,30 |
| C ₂ - PR-4139 | 511,02 ab | 950,90 b | 964,18 |
| C ₃ - SU 0450-8909 | 577,68 a | 1.296,35 a | 1.055,80 |
| C ₄ - IAC-19 | 459,30 b | 1.002,03 b | 1.016,03 |
| Períodos de Deficits | | | |
| T ₁ - Testemunha (sem deficits) | 566,85 a | 1.268,42 a | 1.125,62 |
| T ₂ - Deficit entre 45 e 54 dias | 580,80 a | 1.277,34 a | 1.028,70 |
| T ₃ - Deficit entre 45 e 59 dias | 588,95 a | 1.233,16 a | 938,59 |
| T ₄ - Deficit entre 45 e 64 dias | 602,31 a | 1.159,66 a | 1.032,01 |
| T ₅ - Deficit entre 45 e 69 dias | 572,90 a | 681,01 b | 958,52 |
| T ₆ - Deficit entre 15 - 29 e 31 - 45 dias. | 143,88 b | 1.059,01 a | 1.013,01 |

(1) - Médias seguidas da mesma letra nas respectivas colunas não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

De acordo com KRAMER (1969), a redução de área foliar implica, automaticamente, em redução da superfície fotossintetizadora, conseqüentemente, diminuição na síntese de fotossintatos, trazendo reflexos nos rendimentos das plantas. Assim, os resultados discutidos revelam que, as menores áreas transpiratórias (foliares) apresentadas pelos cultivares IAC-19 e PR-4139 em relação a BR-1 e SU 0450-8909, podem ter sido favoráveis às suas sobrevivências durante os períodos de deficits, uma vez que, quanto menor a área foliar, maior será a capacidade da planta para economizar água. Por outro lado, podem ter sido desfavoráveis à seus rendimentos, uma vez que esses dependem da acumulação de carboidratos.

A comparação dos valores de altura de plantas e áreas revela a tendência de uma relação direta entre estas variáveis para os cultivares. Assim, se constatou que nas observações feitas até aos 93 dias pós-plantio, o cultivar que apresentou a menor altura dentre os demais, apresentou também a menor área foliar. Este comportamento foi mais evidenciado entre IAC-19, SU 0450-8909 e PR-4139.

Com respeito aos períodos de deficits, a comparação de médias pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, mostrou haver diferenças significativas entre T₆ e demais tratamentos aos 43 dias pós-plantio, período em que, devido o deficit hídrico sofrido por T₆, o valor médio de área foliar neste, foi equivalente a quase 1/4 dos valores obtidos nos outros (TABELA 6). Por outro lado, no período posterior a esta data, as plantas sob esse tratamento desenvolveram tanto que, aos 93 dias pós-plantio, apresentaram área superior

a T₅ e não diferindo dos demais tratamentos. Enquanto nesta mesma data, o tratamento T₅ apresentou área foliar significativamente inferior aos outros tratamentos. Aos 153 dias pós-plantio, não se constatou diferenças entre tratamentos. Estes resultados mostraram ter havido total recuperação das áreas foliar das plantas, após a liberação dos deficits hídricos, em todos os tratamentos, inclusive T₅, que apesar da drástica redução de área foliar, e o único a diferir dos demais em dias após a liberação (aos 93 dias), não diferiu estatisticamente dos outros tratamentos aos 153 dias pós-plantio.

1.3 - Peso da Matéria Seca da Parte Aérea e Raiz

Os pesos da matéria seca da parte aérea e raiz, obtidos no final do ciclo, estão apresentados na TABELA 7. Observa-se que os cultivares PR-4139 e BR-1 apresentaram, respectivamente, menor e maior produção de matéria seca da parte aérea. Com respeito a produção de matéria seca nas raízes, o menor e maior valor foram obtidos, respectivamente, em PR-4139 e SU 0450-8909.

Os deficits hídricos aplicados, em geral, provocaram, no final do ciclo, uma maior produção de matéria seca, tanto na parte aérea como nas raízes, em relação a testemunha (TABELA 7). Entretanto, exceções podem ser vistas nos deficits T₄ e T₅, onde PR-4139 e SU 0450-8909, apresentaram valores de peso da matéria seca da parte aérea inferiores a T₁, enquanto, com respeito ao peso da matéria seca de raiz, apenas BR-1 revelou-se inferior a testemunha somente no tra

tamento T₅. Kramer & Bullock (1966) e Head (1967), citados por KRAMER (1969), observaram que as raízes das plantas de várias espécies se suberificaram e, praticamente tornaram-se latentes à absorção de água quando essas foram submetidas a escassez d'água. Assim, concluíram que os deficits hídricos enquanto duram, reduzem o crescimento das plantas, entretanto, após suas liberações, para haver a plena recomposição da capacidade de absorção solicitada pela planta, ocorre um maior crescimento radicular. Por outro lado, de acordo com KRAMER (1969), raízes e partes aéreas dependem umas das outras em vários aspectos, assim, se o crescimento de uma dessas partes é modificado, é provável que ocorra alterações na outra. Estas afirmações explicam os resultados obtidos no presente estudo.

O resumo da análise de variância dos pesos de matéria seca da parte aérea e raiz está apresentado na TABELA 3 do Apêndice. Foram significativos, ao nível de 5 e 1% de probabilidade, os efeitos de cultivares e tratamentos, respectivamente, sobre o peso da parte aérea. Foram também significativos ao nível de 1% de probabilidade, os referidos efeitos sobre o peso de raiz. Os valores relativamente altos dos coeficientes de variação obtidos, indicam que além dos fatores considerados ou controlados, provavelmente, existiram outros, tais como, pequeno volume de solo, fatores genéticos, etc, de modo que, ocorreu variações relativamente grandes entre repetições sob o mesmo tratamento.

Ao se fazer a comparação de médias do peso da matéria seca da parte aérea pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de

probabilidade, para cultivares, verificou-se diferenças significativas apenas entre PR-4139 e BR-1, sendo este último o que apresentou peso máximo (TABELA 7). Apesar de BR-1 ter apresentado, em todos os casos, maior altura final que IAC-19, estes não diferiram entre si, quanto ao peso da matéria seca de parte aérea, devido ao fato do cultivar IAC-19 ter apresentado, algumas vezes, maior área foliar que BR-1 (FIGURAS 1, 2a e 2b).

Por outro lado, a comparação de médias do peso da matéria seca de raízes, mostrou que o cultivar SU 0450-8909 foi superior os cultivares BR-1 e PR-4139, ao nível de 5% probabilidade, mas não diferindo de IAC-19 (TABELA 7). Constatou-se também, diferença significativa entre IAC-19 e PR-4139. SOUZA *et alii* (1982) consideraram os cultivares de algodoeiros com maior sistema radicular os que apresentam maior capacidade de adaptação à escassez hídrica. Assim, no presente estudo quanto a este parâmetro, o cultivar SU 0450-8909 pode ser considerado como o que revelou melhor aptidão para tolerância à escassez hídrica e, na verdade, foi este cultivar que apresentou a menor redução nos rendimentos relativos, sob diferentes tratamentos de deficits hídricos, concordando também, com dados de área foliar (FIGURAS 2a e 2b), onde este cultivar revelou uma das maiores área fotossintetizadora dentre os demais.

A comparação de médias do peso da matéria seca da parte aérea, sob diferentes períodos de deficits, mostrou que os tratamentos T₄ e T₆ foram significativamente superiores a T₁, ao nível de 5% de probabilidade, entretanto, não dife-

TABELA 7 - PESO MÉDIO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA E RAIZ DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L. var. *latifolium* Hutch.) SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DEFICITS HÍDRICOS.

| TRATAMENTOS | C U L T I V A R E S | | | | MÉDIA (1) |
|-----------------|---------------------|---------|--------------|--------|-----------|
| | BR-1 | PR-4139 | SU 0450-8909 | IAC-19 | |
| A - Parte Aérea | | | | | |
| | g | | | | |
| T ₁ | 14,4 | 15,1 | 15,2 | 14,0 | 14,6 b |
| T ₂ | 18,8 | 16,2 | 17,6 | 21,6 | 18,6 ab |
| T ₃ | 17,8 | 16,3 | 16,3 | 19,4 | 17,5 ab |
| T ₄ | 23,5 | 14,9 | 24,5 | 15,4 | 19,6 a |
| T ₅ | 19,3 | 13,5 | 14,5 | 17,5 | 16,2 ab |
| T ₆ | 24,8 | 17,9 | 20,9 | 18,3 | 20,5 a |
| MÉDIA (1) | 19,8 a | 15,6 b | 18,2 ab | 17,7ab | |
| B - Raiz | | | | | |
| | g | | | | |
| T ₁ | 5,82 | 3,37 | 5,67 | 4,17 | 4,76 b |
| T ₂ | 6,99 | 5,59 | 8,01 | 6,45 | 6,76 a |
| T ₃ | 6,10 | 5,93 | 8,35 | 7,95 | 7,08 a |
| T ₄ | 6,51 | 6,25 | 8,04 | 7,43 | 7,06 a |
| T ₅ | 4,57 | 5,66 | 7,08 | 8,48 | 6,45 a |
| T ₆ | 5,52 | 4,80 | 8,65 | 5,91 | 6,22 ab |
| MÉDIA (1) | 5,92 bc | 5,27 c | 7,63 a | 6,73ab | |

(1) Médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

rindo dos demais (TABELA 7). Estes resultados revelam que são idênticos os efeitos dos períodos de deficits aplicados no início da floração, sobre o parâmetro referido, quando comparados com o período aplicado no início do crescimento (T_6). Por outro lado, a comparação de médias do peso da matéria seca de raiz, revelou a testemunha (T_1) significativamente inferior aos tratamentos de deficits, exceto o deficit aplicado na pré-floração (T_6), ao nível de 5% de probabilidade. Entre os tratamentos de deficits (T_2 a T_6) não se constatou diferenças significativas. Assim, estes resultados revelam que os períodos de deficits manifestaram idênticos efeitos sobre o peso seco da parte aérea e raiz no final do ciclo.

Os dados de peso seco da parte aérea e raiz, obtidos de plantas que ainda sobreviveram no tratamento conduzido paralelamente ao presente estudo, onde, aplicou-se 30 dias de deficits a partir dos 45 dias pós-plantio, mostraram valores semelhantes aos obtidos na Testemunha (T_1).

O resumo da análise de variância da relação raiz/parte aérea está apresentado na TABELA 4 do Apêndice. Foram significativos, ao nível de 1% de probabilidade, os efeitos de cultivares (C) e tratamentos (T). Da mesma forma, foram significativos os efeitos de interação (C x T), o que revelam terem os cultivares se comportado de maneira diferente dentro de cada tratamento.

A comparação de médias da relação raiz/parte aérea pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, revelou, exceto o cultivar BR-1, aumentos significativos dessa rela-

ção em função dos períodos de deficits aplicados no início da floração, sendo o maior destaque do cultivar SU 0450-8909 (TABELA 8). Estes resultados estão coerentes com dados de peso da parte aérea e raiz obtidos, no entanto, para o cultivar BR-1, a redução verificada na relação raiz/parte aérea, é difícil de ser explicada pelos fatores considerados no presente estudo.

TABELA 8 - RELAÇÃO RAIZ/PARTE AÉREA DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L.r. *latifolium* Hutch), SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DEFICITS HÍDRICOS.

| CULTIVARES | TRATAMENTOS | | | | | | MÉDIA ⁽¹⁾ |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | T ₅ | T ₆ | |
| C ₁ - BR-1 | 0,41 | 0,37 | 0,34 | 0,31 | 0,23 | 0,23 | 0,31a |
| C ₂ - PR-4139 | 0,26 | 0,35 | 0,37 | 0,44 | 0,42 | 0,27 | 0,35ab |
| C ₃ - SU 0450-8909 | 0,37 | 0,45 | 0,52 | 0,36 | 0,54 | 0,41 | 0,44c |
| C ₄ - IAC-19 | 0,30 | 0,30 | 0,41 | 0,48 | 0,48 | 0,33 | 0,38bc |
| MÉDIA ⁽¹⁾ | 0,33a | 0,37ab | 0,41b | 0,40b | 0,42b | 0,31a | |

(1) Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

1.4 - Teor Relativo de Água (TRA) na Planta e Umidade do Solo.

Os valores de TRA obtidos antes do início dos deficits; momentos antes à liberação dos deficits e 10 dias após

essa liberação, apresentaram grandes equivalências que existiram no estado de hidratação das plantas entre os cultivares estudados (TABELA 5 do Apêndice). Para melhor visualização elaborou-se a FIGURA 3, onde se pode verificar que, dentro de um mesmo tratamento, são pequenas as variações observadas entre cultivares. Devido a evapotranspiração, houve um decréscimo gradativo dos TRA em todos os cultivares, depois que as irrigações foram suspensas, enquanto que nas plantas que continuaram sendo irrigadas (testemunha), os valores permaneceram quase constantes. Na testemunha (T_1), os valores de TRA situavam-se em torno de 90%. De acordo com ILJIN (1957), na natureza o deficit hídrico pode atingir 15 ou 20%, algumas vezes 25 ou 30% ou mesmo 40% relativos ao peso fresco total. Para BROWN & WARE (1961), referindo-se a Curtis & Clark (1950), as folhas jovens e túrgidas do algodoeiro podem conter até 90 a 95%, de água.

Mediante a comparação entre valores de TRA e umidade do solo (também apresentados na FIGURA 3) identifica a estreita relação que existiu entre estes parâmetros. Pois, a medida que a umidade do solo decresceu, as plantas responderam diminuindo também os TRA e, quando voltou-se a irrigar, as plantas hidrataram-se elevando os TRA, atingindo, na maioria das vezes, valores muito próximos aos obtidos no início dos períodos de deficits ou no tratamento T_1 .

Aos 45 dias pós-plantio, as plantas sob tratamento T_6 apresentaram os menores valores de TRA e umidade do solo devido ao fato que as mesmas ainda estavam em deficit (FIGURA 3), enquanto os outros tratamentos encontravam-se, até esta

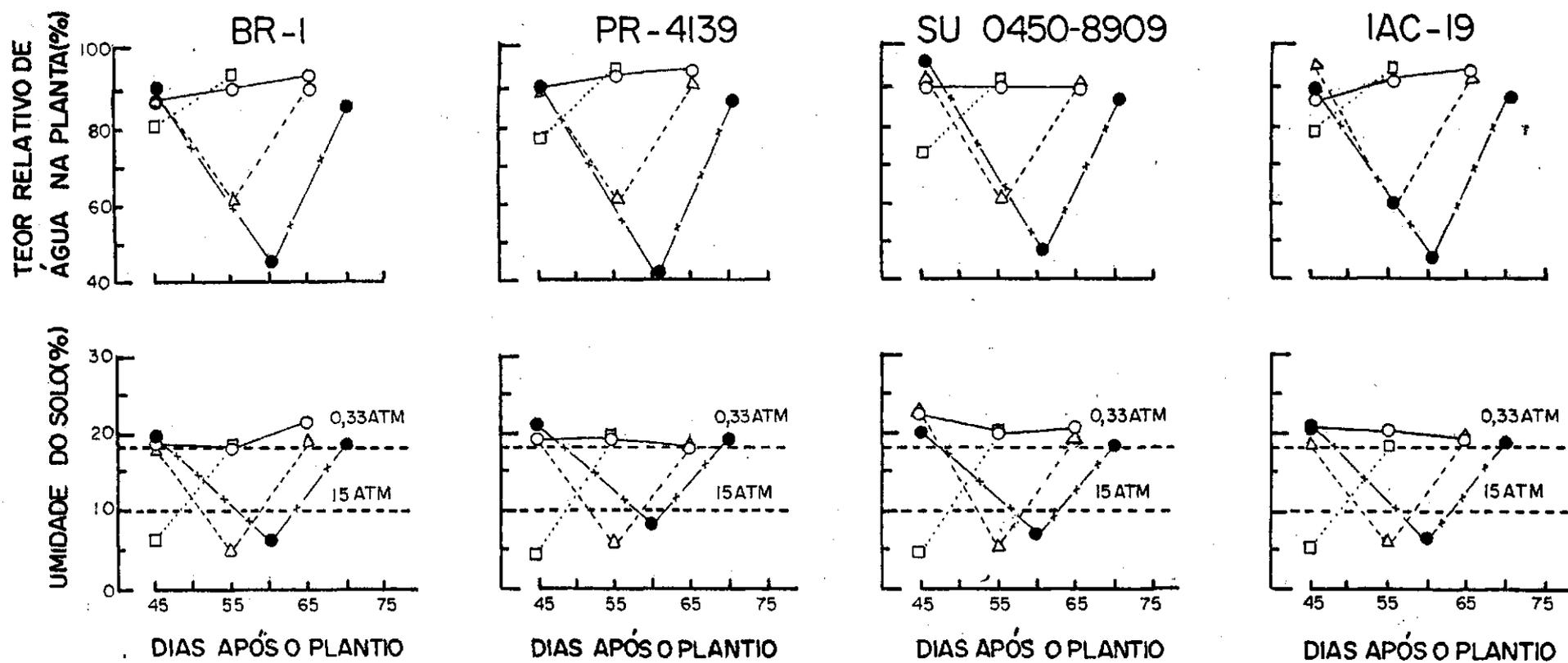


FIGURA 3 - Relação entre o teor relativo de água (TRA) em plantas de algodoeiro herbáceo e umidade do solo sob diferentes tratamentos de deficits hídricos.

○—○ T1 - Sem deficit (Testemunha)
 △-△ T2 - Deficit entre 45 e 54 dias pós plantio

●—x—● T3 - Deficit entre 45 e 59 dias pós plantio
 □.....□ T6 - Deficit entre 15 - 29 e 31 - 45 dias pós plantio

data, sendo irrigados normalmente. É interessante notar que, mesmo após dois ciclos consecutivos de 15 dias de deficits hídricos, as plantas sob T₆, não apresentaram reduções nos TRA tão grandes (em média 11%) quanto as obtidas nos tratamentos T₂ e T₃, em médias 28 e 44%, respectivamente, todas em relação a testemunha (T₁). Isto, talvez, devido ao fato de que quando se iniciou o deficit no tratamento T₆ (aos 15 dias pós-plantio), as plantas eram pequenas e estavam em pleno estágio vegetativo, enquanto, quando se aplicou os deficits T₂ e T₃, as plantas já haviam crescido consideravelmente e se encontravam na fase do início da floração. Estes resultados mostram que as plantas são menos sensíveis à deficits hídricos aplicados no início do ciclo fenológico, do que na etapa próxima a floração como foi discutido anteriormente.

Apesar da impossibilidade de se quantificar os decréscimos ocorridos nos teores relativos de água dos tratamentos T₄ e T₅, devido não ter sido possível determinar os TRA, momentos antes à liberação desses deficits (as folhas encontravam-se totalmente flácidas no primeiro e faltava a 5^a folha a partir do ápice no segundo), pode-se afirmar que ocorreram nestes tratamentos, decréscimos superiores aos observados em T₃.

Os resultados obtidos no presente trabalho complementam estudos de SOUZA (1977), que encontrou para os cultivares do algodão Cruzeta do Seridó 9193 e IAC-12.2, decréscimos médios de 29 e 48% nos TRA, respectivamente, no 10^o e 14^o dia sem irrigação, com irrigações suspensas aos 27 dias pós-plantio.

As curvas de umidade do solo (FIGURA 3) para os cultivares estudados, mostram que nos tratamentos com deficits T₂, T₃ e T₆, as umidades do solo nos finais dos períodos de deficits, atingiram valores inferiores ao ponto de murchamento (tensão de 15 atm). Nos tratamentos T₄ e T₅, embora as curvas de umidade não estejam apresentadas, devido a impossibilidade de construir as curvas correspondente aos teores relativos de água nesses tratamentos, os valores de umidade do solo obtidos nos finais desses períodos de deficits, foram ainda mais baixos. Mesmo assim, as plantas se recuperaram logo que os deficits foram liberados.

Estes resultados comprovam a alta resistência dos cultivares estudados à sobrevivência em condições de deficits hídricos severos, mesmo quando a umidade do solo atinge valores muito baixos (tensão de umidade além de 15 atm) evidenciando as conveniências para a Região Nordeste do Brasil.

2 - EFEITOS DOS DEFICITS HÍDRICOS NA FLORAÇÃO, QUEDA DE FLORES E PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch)

2.1 - Floração e Abertura de Capulhos

Os efeitos dos períodos de deficits hídricos sobre a época de floração e abertura de capulhos dos cultivares estudados, estão apresentados na FIGURA 4. Da análise desta figura, se constata que os tratamentos promoveram alterações bem evidenciadas nas datas de início da floração e abertura de capulhos. Essas alterações são reflexos de efeitos dos deficits sobre o crescimento das plantas como discutidos nos

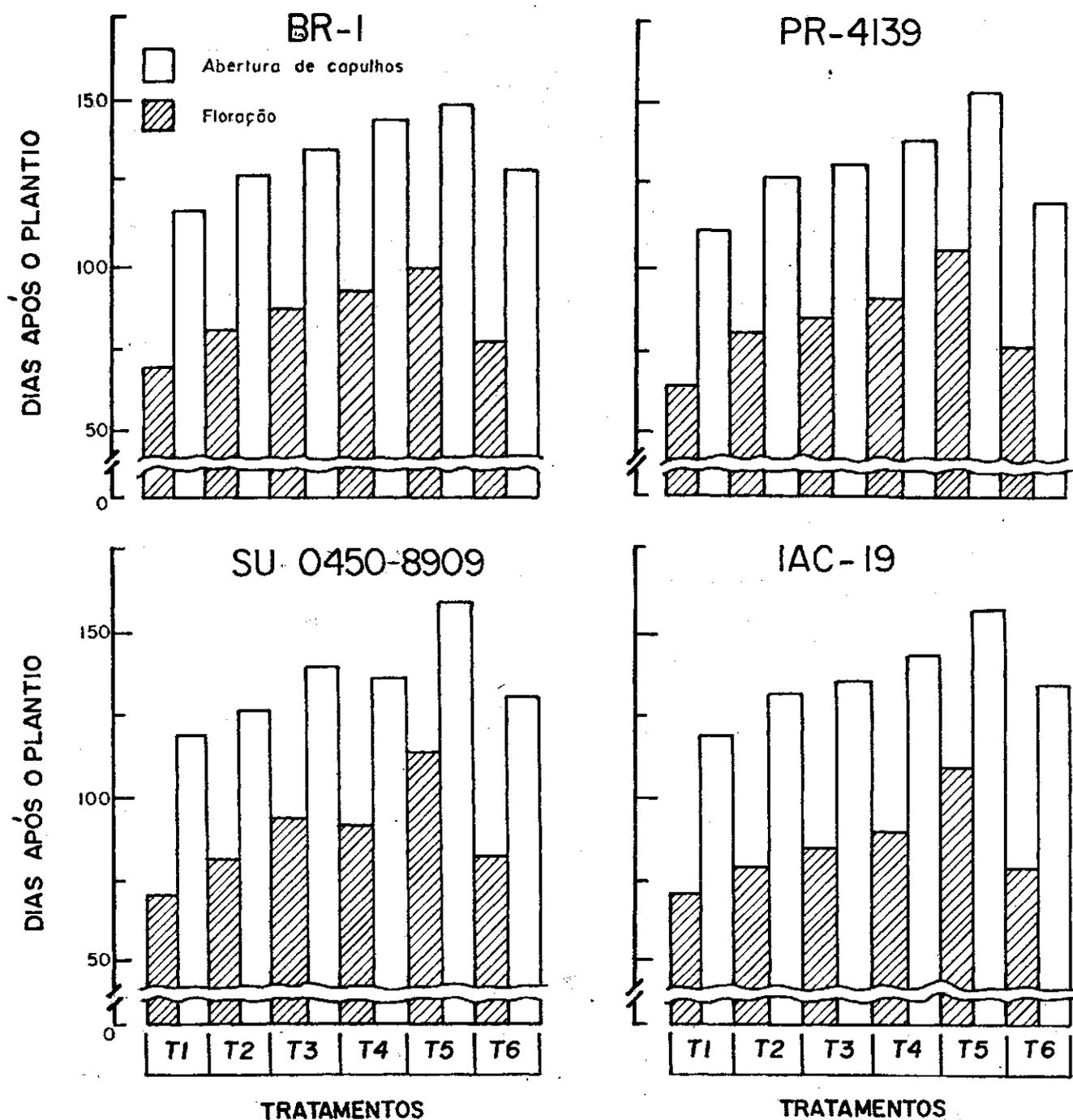


FIGURA 4 - Efeito de vários tratamentos de deficit de água nas épocas de floração e abertura dos capulhos de cultivares do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. f. *latifolium* Hutch.)

T1 - Sem deficit (Testemunha)

T2 - Deficit entre 45 e 54 dias pós-plantio.

T3 - Deficit entre 45 e 59 dias pós-plantio.

T4 - Deficit entre 45 e 64 dias pós-plantio.

T5 - Deficit entre 45 e 69 dias pós-plantio.

T6 - Deficit entre 15-29 e 31-45 dias pós-plantio.

itens 1.1 e 1.2 deste capítulo. Assim, enquanto na testemunha (T_1) a floração ocorreu em torno de 65 e 70 dias pós-plantio, para todos os cultivares, nos tratamentos com deficits (T_2 a T_6), esta fase só teve início aos 80 e 110 dias. Do mesmo modo, com respeito a abertura de capulhos, enquanto na testemunha (T_1) teve início entre 110 e 120 dias pós-plantio, para todos os cultivares, nos tratamentos com deficits, esta fase só iniciou no período compreendido entre 127 e 160 dias. Convém lembrar que, para a linhagem CNPA 78-SME4 do algodoeiro herbáceo, cultivada em sequeiro, com irrigações suplementares nas fases críticas do ciclo, foi observado floração e abertura de capulhos, respectivamente, após 55 e 106 dias da emergência (BARREIRO NETO *et alii*, 1983).

Os retardamentos verificados no início das referidas fases, em detrimento aos efeitos dos deficits hídricos, expressaram-se de uma forma bem definida e sendo mais pronunciados a medida que se aumentou as amplitudes de deficits. Portanto, de acordo com a FIGURA 4, verifica-se que os tratamentos T_2 e T_3 induziram atrasos em todos os cultivares, de aproximadamente 10 a 20 dias relativos a testemunha (T_1). Os tratamentos T_4 e T_5 , igualmente, provocaram retardamentos em torno de 20 a 30 dias. Da mesma forma, observações feitas em plantas que sobreviveram do tratamento conduzido paralelamente ao experimento do presente estudo, onde se aplicou 30 dias de deficits (irrigações suspensas entre 45 e 74 dias pós-plantio), revelaram um retardamento muito mais acentuado do que o obtido no tratamento T_5 - em média 50 dias.

De acordo com SOUZA (1985)*, os deficits hídricos além de reduzirem o crescimento da planta, retardam o aparecimento dos nós, conseqüentemente, causam atraso na floração. No tratamento T₆, o retardamento das referidas fases não foi além de 10 dias. Estes resultados, mostram que este tratamento revelou menor efeito sobre os parâmetros discutidos do que os deficits de 10 e 15 dias (T₂ e T₃, respectivamente) aplicados a partir dos 45 dias pós-plantio.

SHIMSHI & MARANI (1971) também observaram que a escassez de umidade durante períodos próximos a floração do algodoeiro, causou retardamentos desta fase em torno de 20 a 30 dias. SILVA *et alii* (1984), ao submeter o cultivar BR-1 a deficits hídricos em diferentes fases de seu ciclo fenológico, a partir da emergência até os 100 dias, encontrou que houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para o aparecimento da primeira flor.

Não se verificou diferenças consideráveis entre os cultivares, quanto as datas de início de floração e abertura de capulhos para quaisquer tratamento, com exceção do cultivar PR-4139, que revelou maior precocidade na testemunha.

Em geral, o intervalo entre o início da floração e abertura de capulhos foi de aproximadamente 49 dias, portanto, muito semelhante ao observado por BARREIRO NETO *et alii* (1983), para a linhagem CNPA 78/SME₄ (em média 51 dias).

* SOUZA, J. G. (1985), comunicação pessoal. Pesquisador do setor de fisiologia vegetal do CNPA/EMBRAPA.

2.2 - Queda de Flores

O número total de queda de flores/planta estão apresentados na TABELA 6 do Apêndice. Verifica-se que o número total de flores alcançado no presente estudo - em média 6,7 flores/planta - foi inferior aos valores referidos na literatura, para cultivares do algodoeiro herbáceo, quando cultivados em condições de campo. Assim, a linhagem CNPA 78/SME₄, originada do cultivar Acala del Cerro, produziu em média 24±6,2 capulhos/planta (BARREIRO NETO *et alii*, 1983). Vale salientar que SILVA (1981), obteve para os cultivares BR-1 e Reba B-50, sob cultivo em vasos, valores médios relativamente muito baixos (4,8 a 6,3 flores/planta), e atribuiu a este fato influência de ordem nutricional. Portanto, os baixos valores obtidos no presente estudo, podem estar relacionados como pouco volume de solo.

O resumo da análise de variância da queda de flores/planta mostrou significância, ao nível de 5% de probabilidade, dos efeitos dos deficits hídricos (TABELA 7 do Apêndice). No entanto, não revelou diferenças significativas entre cultivares, como também, nas interações C x T, o que expressa uma idêntica influência dos tratamentos (deficits hídricos) sobre os cultivares.

Os resultados mostrados na TABELA 9, permitem afirmar que os cultivares expressaram a mesma queda relativa de flores (em média 58,6%) independente de tratamentos. Os altos valores relativos de queda de flores obtidos no experimento, podem estar relacionados a muitos fatores, como: pequeno volume de solo, altas temperaturas ambiental, ataque de inse-

TABELA 9 - EFEITOS DE DIFERENTES CULTIVARES E PERÍODOS DE DEFICITS HÍDRICOS NA QUEDA DE FLORES (%) DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L.r.*latifolium* Hutch).

| TRATAMENTOS | QUEDA DE FLORES ⁽¹⁾ |
|---|--------------------------------|
| <u>Cultivares</u> | % |
| C ₁ - BR-1 | 59,7 |
| C ₂ - PR-4139 | 59,1 |
| C ₃ - SU-0450-8909 | 56,8 |
| C ₄ - IAC-19 | 58,9 |
| <hr/> | |
| <u>Períodos de Deficits</u> | |
| T ₁ - Testemunha (sem deficit) | 48,8a |
| T ₂ - Deficit entre 45 e 54 dias | 54,7ab |
| T ₃ - Deficit entre 45 e 59 dias | 64,3ab |
| T ₄ - Deficit entre 45 e 64 dias | 68,2b |
| T ₅ - Deficit entre 45 e 69 dias | 58,8ab |
| T ₆ - Deficit entre 15 - 29 e 31 - 45 dias | 56,9ab |

(1) - Queda de flores seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

tos, doenças, além de fatores genéticos e fisiológicos. De acordo com OSBORNE (1974), o algodoeiro deixará cair prematuramente as estruturas florais em resposta as condições de "stress" ambiental, particularmente sob extremas temperaturas e disponibilidade d'água. Afirma ainda que, o "shedding" de botões florais e frutas no campo, pode atingir valores consideráveis - até 70% - em resposta a seca ou inundação. Estudo conduzido por SOUZA *et alii* (1984), revelou que na fase de floração do algodoeiro herbáceo, a fotossíntese deverá ser muito ativa afim de preencher os capulhos. Como o deficit hídrico reduz a fotossíntese, conseqüentemente, não existe atividade fotossintetizadora suficiente para manter a produção.

Com respeito aos tratamentos, apenas o período de deficit T_4 diferiu significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey, da testemunha (T_1). Não se constatou diferenças significativas entre os demais tratamentos de deficits.

O fato do tratamento T_5 , contrário ao observado no deficit de menor amplitude T_4 , não diferir da testemunha, pressupõe a influência de fatores não controlados ou indeterminados sobre esse parâmetro. Na verdade, a análise de variância da percentagem de queda de flores (TABELA 7 do Apêndice) revelou um alto valor para o coeficiente de variação, aproximadamente 23%. Observou-se ainda, no tratamento T_5 , a maior dispersão dos dados, com amplitude total equivalente a 40 (para queda de flores expressa em %), portanto, superior a amplitude verificada entre repetições de T_4 (30). Sa

be-se que os efeitos de deficits hídricos durante a floração das plantas são muito complexos devido esse processo ser influenciado sob muitas formas (BROWN & WARE, 1961).

Mesmo não havendo diferenças estatísticas entre a testemunha e a maioria dos tratamentos de deficits, pode-se observar uma tendência do estabelecimento de maior ocorrência de queda de flores nos tratamentos sob escassez de umidade.

No tratamento conduzido paralelamente ao experimento, onde se aplicou 30 dias de deficit hídrico, a partir dos 45 dias pós-plantio, foi muito irregular ou indefinido as percentagens de queda de flores, expressas pelas plantas que ainda sobreviveram, uma vez que se obteve desde valores muito baixos a valores muito altos dentre essas.

2.3 - Produção

Os dados de produção de algodão em rama dos diferentes cultivares estudados sob diferentes tratamentos de deficits hídricos, são apresentados na TABELA 10. Nesta tabela, são também apresentados os respectivos rendimentos relativos, onde se considerou a produção da testemunha (T_1) relativa a cada cultivar, como sendo 100% da produção potencial dos mesmos. A produtividade relativamente baixa obtida no experimento (média geral 11,71 g/planta), foi uma consequência do baixo número de flores/planta como discutido anteriormente.

As análises de variância dos resultados de produção (TABELA 8 do Apêndice), revelaram efeitos significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de F, apenas para

TABELA 10 - PRODUÇÃO E RENDIMENTO RELATIVO DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch), EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE DIAS DE DEFICIT DE ÁGUA APLICADOS ANTES E DURANTE O PERÍODO DE FLORAÇÃO.

| TRATAMENTOS | PRODUÇÃO EM RAMA | | | | | RENDIMENTO RELATIVO | | | |
|---|------------------|---------|------------------|--------|---------|---------------------|---------|-------------------------------|--------|
| | MÉDIA (1) | | | | | BR-1 | PR-4139 | SU 0450- ² 8909 | IAC-19 |
| | BR-1 | PR-4139 | SU-0450- 8909 | IAC-19 | | | | | |
| | g/PLANTA | | | | | % | | | |
| T ₁ - Testemunha (sem deficit) | 17,55 | 15,30 | 13,93 | 16,28 | 15,76 a | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| T ₂ - Deficit entre 45 e 54 dias | 12,38 | 12,24 | 13,51 | 10,04 | 12,04 b | 70,54 | 80,00 | 96,98 | 61,67 |
| T ₃ - Deficit entre 45 e 59 dias | 10,21 | 10,51 | 11,87 | 9,80 | 10,60 b | 58,18 | 68,69 | 85,21 | 60,20 |
| T ₄ - Deficit entre 45 e 64 dias | 11,30 | 9,64 | 10,82 | 10,32 | 10,52 b | 64,39 | 63,01 | 77,67 | 63,23 |
| T ₅ - Deficit entre 45 e 69 dias | 10,32 | 11,06 | 8,17 | 8,88 | 9,61 b | 58,80 | 72,29 | 58,65 | 54,94 |
| T ₇ - Deficit entre 15 - 29 e 31 + 45 dias pós-plantio. | 10,57 | 12,91 | 10,79 | 12,63 | 11,73 b | 60,27 | 84,38 | 77,46 | 77,58 |
| MÉDIA | 12,06 | 11,94 | 11,52 | 11,32 | | | | | |

(1) - Média seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

os períodos de deficits.

A comparação de médias dos tratamentos (períodos de deficits) pelo Teste de Tukey (TABELA 10), não mostrou diferença entre os tratamentos de deficits T_2 e T_6 , entretanto em relação a testemunha (T_1), foram todos significativamente inferiores (em médias 23 a 39%), ao nível de 1% de probabilidade. Esses resultados mostram que não houve distinções entre efeitos de escassez d'água durante 10; 15; 20; 25 dias, ocorridos no início da floração, e dois períodos de deficits consecutivos de 15 dias (T_6), aplicados no período de pré-floração (entre 15 e 45 dias pós-plantio), sobre a produção dos cultivares.

Para melhor visualização dos efeitos dos deficits sobre os rendimentos relativos de cada cultivar, apresentados na TABELA 10, elaborou-se a FIGURA 5 que mostra a relação entre o número de dias de deficit e o rendimento relativo. Da análise desta figura, pode-se observar, em termos gerais, que os rendimentos relativos foram seriamente afetados, quando o deficit imposto perdurou por mais de 10 dias em todos os cultivares, com exceção de SU 0450-8909, que só veio a ser seriamente afetado com deficits superiores a 20 dias. Para a maioria dos cultivares, foi em média 40% a maior redução de seus rendimentos, entretanto, o cultivar IAC-19 apresentou índice ainda maior (45%).

Com respeito aos períodos de deficits, as maiores quedas dos rendimentos (na maioria dos casos 37 e 41%), aconteceram nos tratamentos com deficits de maior amplitude (T_4 e T_5 , respectivamente), aplicados no período de iniciação flo

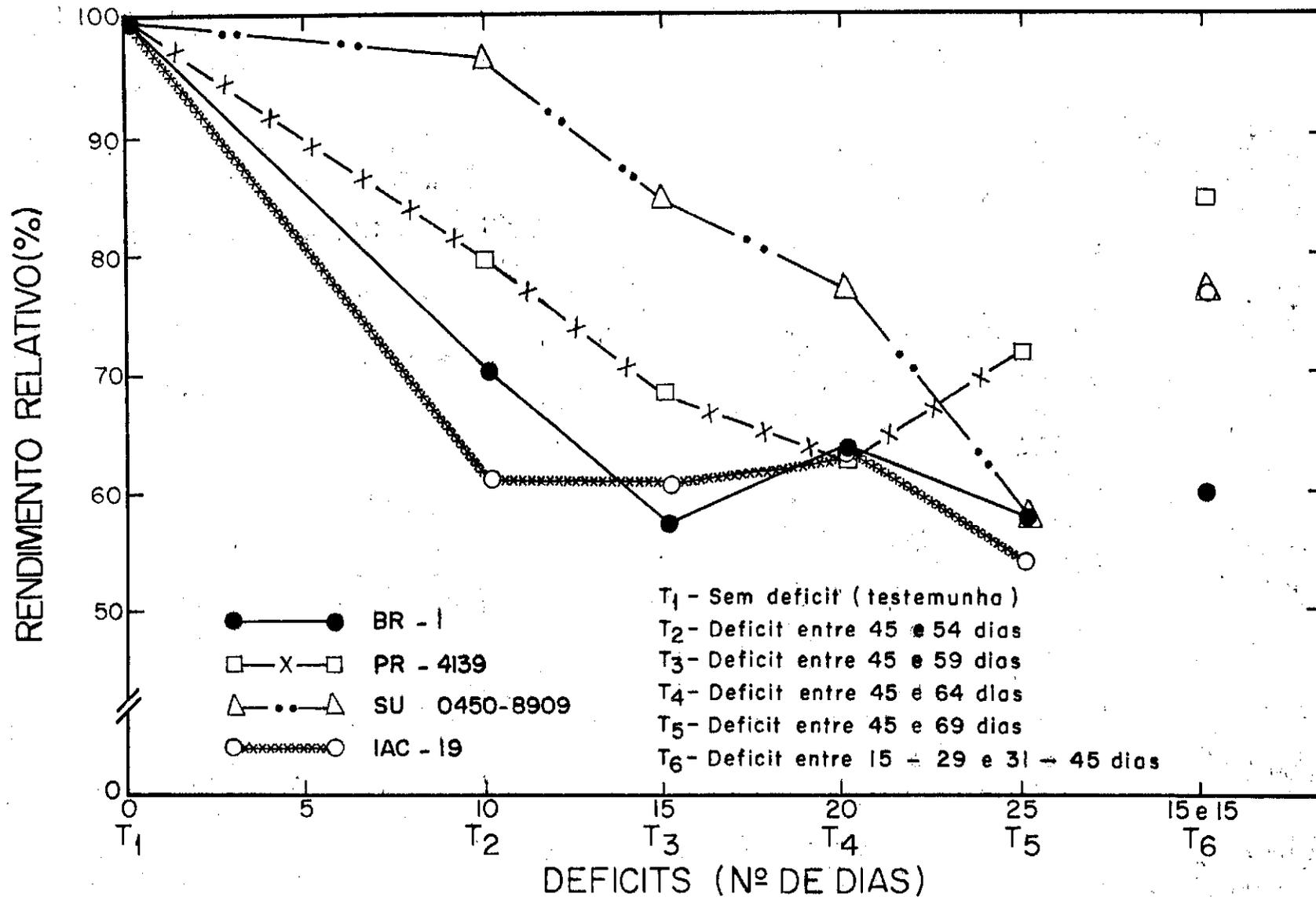


FIGURA 5 - Rendimento relativo de algodão em rama de cultivares do algodoeiro herbáceo (*Gossyplum hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch.), em função do número de dias de deficits.

ral. É importante ressaltar que, no tratamento conduzido paralelamente ao presente trabalho, onde se aplicou 30 dias de deficit, a partir dos 45 dias pós-plantio, as reduções verificadas foram semelhantes aos tratamentos de deficits mais desfavoráveis T_4 e T_5 . Estes resultados são de grande importância, uma vez revelarem que, para os cultivares estudados, desde que suas sobrevivências sejam garantidas, após períodos de escassez hídricas, pelo menos 55-60% de seus rendimentos potenciais ainda poderão ser atingidos.

Uma análise cuidadosa dos resultados mostrados na TABELA 10 indica que ocorreram diminuições em torno de 20; 30 e 38% nos rendimentos dos cultivares PR-4139; BR-1 e IAC-19, respectivamente, quando estiveram 10 dias sem irrigação no período inicial da floração, enquanto, no cultivar SU 0450-8909, o abatimento foi de apenas 3%. Vale ressaltar que neste período, a umidade do solo já havia atingido valores em que a tensão de umidade era superior a 15 atm (FIGURA 3). Ao final de 15 dias sem irrigação, os rendimentos dos cultivares PR-4139; BR-1 e IAC-19 foram reduzidos em cerca de 31; 42 e 40%, respectivamente, permanecendo, com exceção de PR-4139, quase que inalterados até o final dos 25 dias de deficit. Já o cultivar SU 0450-8909, apresentou reduções de apenas 15 e 22% nos seus rendimentos após 15 e 20 dias sem irrigação, respectivamente. Este cultivar só apresentou drástica redução em seu rendimento (41%), no final de 25 dias de deficits.

Para os dois períodos consecutivos de 15 dias de deficits (T_6), aplicados entre 15 e 45 dias pós-plantio, foram

os cultivares PR-4139 e BR-1 que apresentaram a menor e maior diminuição, respectivamente, nos rendimentos relativos (aproximadamente 16 e 40%), revelando a melhor tolerância da primeira, em relação os cultivares estudados, com respeito ao deficit hídrico ocorrido antes do início da floração. Por outro lado, SILVA *et alii* (1984) estudando o período crítico do cultivar BR-1 à deficiência hídrica, identificaram que no tratamento que só foi irrigado na fase de floração/frutificação, sua produtividade foi inferior (cerca de 23%) em relação a testemunha, irrigada durante todo ciclo da cultura.

Considerando a redução dos rendimentos relativos de plantas submetidas à escassez de umidade, pode-se afirmar que o cultivar SU 0450-8909 foi o que revelou, quanto a esse parâmetro, melhor aptidão para tolerar deficits hídricos ou secas. A EMATER-RN (1978), considerou este mesmo cultivar, em condições de campo, como o mais tolerante à seca dentre os cultivares do algodoeiro herbáceo. Da mesma forma, CARVALHO *et alii* (1984), afirmam ser este cultivar recomendado, principalmente, para as regiões onde a ocorrência de deficit hídrico no solo é frequente, exatamente pela sua característica de maior tolerância à seca.

Convém mencionar que, embora IAC-19 seja susceptível aos efeitos da seca (cultivar desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Campinas para as condições de clima úmido), no presente estudo, verificou-se que para o deficit de 10 dias (T_2) o rendimento foi inferior aos demais (61%), mas para 15, 20 e 25 dias a diminuição nos seus rendimentos foi menos acentuado do que nos outros, de modo que em T_5 apresentou rendimento relativo equivalente a BR-1 e SU 0450-8909.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem enumerar as seguintes conclusões:

1. Verificou-se efeitos significativos dos deficits hídricos e cultivares estudados nas alturas de plantas, em três épocas (43, 93 e 153 dias pós-plantio) do ciclo fenológico, ao nível de 1% de probabilidade. Deficits superiores a 15 dias reduziram as alturas, enquanto, os cultivares revelaram capacidades para tolerar deficits de até 25 dias sem comprometer suas sobrevivências. Os cultivares SU 0450-8909 e IAC-19 se destacaram apresentando maior e menor porte, respectivamente.
2. Quanto à área foliar, verificou-se diferenças significativas para os cultivares e deficits hídricos apenas aos 43 e 93 dias pós-plantio, sendo as maiores reduções observadas em deficits de maiores amplitudes. O cultivar SU 0450-8909 apresentou maior área foliar na maioria dos casos.
3. Os pesos da matéria seca de parte aérea e raiz, obtidos no final do ciclo, foram significativamente afetados pelos deficits hídricos e cultivares. Os deficits elevaram os pesos, tanto de parte aérea como das raízes em relação a testemunha (sem deficit). O cultivar SU 0450-8909

revelou o maior sistema radicular, conseqüentemente, maior relação raiz/parte aérea.

4. Durante os períodos de deficits, o teor relativo de água (TRA) na planta foi afetado, proporcionalmente, pelo nível de umidade no solo, entretanto, foram pequenas as variações devidos aos cultivares. Nos tratamentos onde foi possível esta medição, o decréscimo máximo no TRA (em média 44%) foi observado no T₃. No final de cada deficit aplicado, as tensões de umidade no solo atingiram valores superiores a 15 atm, revelando a alta resistência dos cultivares estudados para sobreviverem às secas.
5. Os deficits provocaram retardamentos, proporcionais as suas amplitudes, na floração e abertura de capulhos, variando em média entre 10 e 30 dias, com retardamentos mais acentuados nos deficits aplicados no início da floração.
6. Os deficits hídricos provocaram aumentos significativos na queda de flores/planta, no entanto, apenas o deficit de 20 dias (T₄) diferiu estatisticamente da testemunha (sem deficit).
7. Os cultivares não apresentaram diferenças significativas na produção (peso total de capulhos/planta), enquanto as produções obtidas nos tratamentos de deficits hídricos foram significativamente inferiores a testemunha (em média 23 a 39%), todavia, não diferiram entre si.
8. Com exceção do cultivar SU 0450-8909, os deficits hídricos aplicados na fase de iniciação floral promoveram drásticas reduções nos rendimentos relativos dos cultivares, principalmente IAC-19, não havendo grandes diferenças en

tre os deficits de menor e maior amplitudes. Para os deficits aplicados no início do crescimento (T_6), foram os cultivares BR-1 e PR-4139 que revelaram o maior e menor decréscimo nos rendimentos relativos.

9. O presente estudo mostrou que, uma vez assegurada a sobrevivência das plantas, após submetidas a períodos de deficits, pelo menos 55-60% de seus rendimentos potenciais ainda poderão ser atingidos.

Considerando o crescimento, desenvolvimento e rendimento relativo dos cultivares estudados, sob deficits hídricos, o presente estudo revela SU 0450-8909 como o cultivar de melhor aptidão para tolerar escassez hídrica e, IAC-19 como o mais desfavorável para as condições em que foi conduzido o trabalho. No entanto, o pequeno volume de solo utilizado neste estudo, poderia ter mascarado, em parte, os efeitos de tratamentos, portanto, sugere-se estudos semelhantes em condições de campo.

LITERATURA CITADA

- ABRAHÃO, E. & CHALFUN, N. N. J. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em videira "seyve villard 12.375". *Ciênc. Prát. Lavras*. 5:55-58, 1981.
- ACKERSON, R. C.; KRIEG, D. R.; MILLER, T. D. & ZARTMAN, R. E. Water relations of field grown cotton and sorghum: Temporal and diurnal changes in leaf water, osmotic, and turgor potentials. *Crop Sci.* 17:76-80, 1977.
- BARREIRO NETO, M.; SOUZA, J. G.; BRAGA SOBRINHO, R. & VIEIRA, R. M. Arquitetura da planta e queda de botões, flores e frutos, em algodoeiro herbáceo tolerante à seca. *Pesq. Agropec. bras.* 18:1085-88, 1983.
- BECKETT, S. H. & DUNSHEE, C. F. *Water requirements of cotton on sandy loam soils in Southern San Joaquin Valley*. Berkeley, University of California. College of Agriculture, 1932. 48p. ilust. (California. University. College of Agriculture, Bulletin, 537).
- BELTRÃO, N. E. de M. & AGUIAR, M. de J. N. *Influência de época de plantio na cultura do algodoeiro arbóreo (Gossypium hirsutum marie galante, Hutch)*. EMBRAPA/CNPA, 1979. p. 24-36 (Boletim técnico, 2).
- BLEASDALE, J. K. A. *Fisiologia vegetal*. Ed. Universidade de São Paulo, EPU, São Paulo, 1977. 176p. Ilust. (Traduzido).

- BROWN, H. B. & WARE, J. O. *Cotton*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1961. 623p. Ilust.
- CARVALHO, L. P.; COSTA, J. N. & SANTOS, E. O. Seleção visando do precocidade na cultivar SU 0450-8909. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 3. Resumo dos Trabalhos. Campina Grande, EMBRAPA/CNPA, 1984. 189p.
- DAMASCENO, J. V. Importância econômica. In: EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO RIO GRANDE DO NORTE. *Cultura do Algodoeiro*. Natal, 1978. p. 2-11.
- DASTUR, R. H.; ASANA, R. D.; SAWHNEY, K.; SIKKA, S. M.; VASUDEV, R. S.; KHAN, K.; RAO, V. P. & SETHI, B. L. *Cotton in India*. Vol. 2, A monograph Indian Central Cotton Committee. Bombay, 1960. 339p.
- DAY, P. R. Fractionation and particle size analysis. In: BLACK, C. A. ed. *Methods of soil analysis*. Madison, Am. Soc. Agro, 1963. p. 546-67. (Agronomy, 9).
- DUNLAP, A. A. *Fruiting and shedding of cotton in relation to light and other limiting factors*. Texas. Texas Agricultural Experiment Station, 1945. 104p. ilustr. (Texas Agricultural Experiment Station, Bulletin, 677).
- DUQUE, G. *O Nordeste e as lavouras xerófilas*. Fortaleza, BNB, 1973. 239p.
- EMATER-RN, EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO RIO GRANDE DO NORTE. *Gerência de algodão: Cultura do algodão*. Natal, EMATER-RN, 1978. 235p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Campina Grande, PB. Avaliação da resistência à seca. In: _____ *Relatório Técnico Anual - 1977/78*. Campina Grande, 1980. p. 92.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Algodoeiro "mocô": Suas perspectivas na luta contra os efeitos das secas no Nordeste Brasileiro. Campina Grande, 1976. 20p. (Mimeografado).
- EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979. s.p.
- ESPINOZA, W. Resposta de doze cultivares de milho ao déficit hídrico num Latossolo Vermelho-Escuro (Typic Haplustox) de cerrados do Distrito Federal. *Pesq. agropec. bras.* 17:905-15, 1982.
- FERRI, M. G. *Botânica: morfologia externa das plantas (organografia)*. Ed. Melhoramentos, São Paulo, 1982. 113P. Ilust.
- FUNDAÇÃO IBGE. *Anuário Estatístico do Brasil 1982*. Rio de Janeiro, 1982. 90lp.
- FORSYTHE, W. *Física de Solos*. San José, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1971. p.39-45.
- GARDNER, W. H. Water content. In. BLACK, C. A. ed. *Methods of soil analysis*. Madison, Am. Soc. Agro., 1963. p 82-127. (Agronomy, 9).
- GODOY, R. *Testes de vigor em sementes de algodão (Gossypium hirsutum, L.)* Piracicaba, ESALQ, 1975. 125p. (Tese de Mestrado).
- GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*. 8. ed. Piracicaba, Nobel, 1978. 430p. Ilust.

- GRIMES, D. W.; MILLAR, R. J. & DICKENS, L. Water stress during flowering of cotton. *California Agriculture*. 24(3): 4-6, 1970.
- HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 24:519-70, 1973.
- HUGHES, H. D. & METCALFE, D. S. *Crop production*. 3 ed. New York, Mcmillan, 1972. 627p. Ilust.
- ILJIN, W. S. Drought resistance in plants and physiological processes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 8:257-74, 1957.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. *Cultura e adubação do algodoeiro*. São Paulo, 1965. 567p. Ilust.
- JACKSON, L. E. B. & TILT, P. A. Effects of irrigation intensity and nitrogen level on the performance of eight varieties of upland cotton (*Gossypium hirsutum*, L.). *Agron. J.* 60:13-17, 1968.
- JACOMINE, P. K. T.; RIBEIRO, M. R.; MONTENEGRO, J. O. *et alii*. I - Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro, EPFS, AG, Convênios MA/EPE-SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/BRASIL, 1972. p. 1650 (Boletim técnico 15. série pedológica 8).
- KARANI, E.; KRIEG, D. R. & QUISENBERRI, J. E. Water relations and carbon-14 assimilation of cotton with different leaf morphology. *Crop Sci.* 20:421-26, 1980.
- KITTOCK, D. L.; HENNEBERRY, T. J.; BARIOLA, L. A.; TAYLOR, B. B. & HOFMANN, W. C. Cotton boll period response to water stress and pink bollworm. *Agron. J.* 75:17-20, 1983.
- KOZLOWSKI, T. T. Ed. *Water deficits and plant growth*. Vol 3, New York, Academic Press, 1972. 368p. Ilust.

- KRAMER, P. J. *Plant and soil water relationships. A modern synthesis*. New York, McGraw-Hill, 1969. 482p. Ilust.
- KRANTZ, J. W. & CAREKER, J. R. Irrigation cotton to insure higher yields. *Yearbook of Agriculture*. 381-8, 1955.
- LIMA, M. L. *Efeitos das características do solo, umidade e fertilização na absorção de nutrientes e produção de algodoeiro herbáceo (Gossypium hirsutum L.)*. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1981. 78p. (Tese de Mestrado).
- MEDEIROS, L. C. & VELOSO, U. D. Influência do "shedding" no rendimento do algodoeiro herbáceo na zona do agreste. In: REUNIÃO DE INVESTIGAÇÃO AGRONÔMICA DO NORDESTE, 2., Anais. Recife, SUDENE, 1962. V. 3., p.52-62.
- MEIGS, P. World distribution of arid and semi-arid homoclimates. In: UNESCO, *Reviews of research on arid zone hydrology*. Arid Zone Res., I:203-210, 1953.
- MILLAR, R. L. General laboratory procedures. *The American Biology Teacher*, 28:492-502, 1966.
- MILLAR, A. A. *Documentos orientadores y metodológicos para investigadores em riego*. Brasília, CODEVASF, 1978. p. ir. Ilust.
- MOREIRA, J. de A. N. & FREIRE, E. C. *Recomendações específicas para a produção de algodão em anos secos*. Campina Grande, EMBRAPA/CNPA, 1980. 6p. (EMBRAPA/CNPA, Comunicação Técnico, 3).
- NIMER, E. Circulação atmosférica do nordeste e suas consequências - o fenômeno das secas, In: Fundação Guimarães Duque. *Quarto Livro das secas*. Mossorô, 1982. p.15-25.

- OCHSE, J. J.; SOULE JUNIOR, M. J.; DIJKMAN, M. J. & WEHLBURG, C. *Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales*. Trad. de Alonso Blackaller Valdez. Vol. 2. México, Limusa, 1976. 1536p. Ilustr.
- OFIR, M. Indicator reactions of cotton to changes in soil moisture. *Bull. Res. Counc. Israel*. 9:199-1, 1961.
- OSBORNE, D. J. Hormones and the shedding of leaves and bolls. *Cotton Grow. Rev.* 51:256-65, 1974.
- PENNA, J. C. V. Seleção para tolerância à seca em plântulas do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.). In: *Projeto Algodão, Relatório*. V.1, 1978, Belo Horizonte, EPAMING, 1981. p.108-14.
- REVEN, P. H.; EVERT, R. F. & CURTIS, H. *Biology of plants*. 2 ed. Worth Publishers, Inc. New York, 1976.
- RICHARDS, L. A. Ed. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington. United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture Handbook, 60).
- ROSSIELLO, R. O. P.; FERNANDES, M. S. & FLORES J. P. O. Efeitos de deficiência hídrica sobre o crescimento e a acumulação de carboidratos solúveis de milho. *Pesq. agropec. bras.* 16:561-66, 1981.
- SALTER, R. Y. & GOODE, J. E. Crop response to water at different stages of growth. England. CAB. 1967. 246p.
- SCALOPPI, E. J. Efeitos da ocorrência de deficits hídricos em diferentes estádios fenológicos sobre a produção de tubérculos de batata (*Solanum tuberosum*). *Pesq. agropec. bras. serie agronômica*. 11:111-15, 1976.

- SHIMSHI, D. & MARANI, A. Effects of soil moisture stress on two varieties of upland cotton in Israel. II. The northern Negev region. *Expl. Agric.*, 7:225-39, 1971.
- SILVA, M. da S. *Efeitos de diferentes pre-tratamentos de sementes na germinação, desenvolvimento e produção de duas cultivares de algodão (Gossypium hirsutum, L.), em meio salino.* Campina Grande-PB, Universidade Federal da Paraíba, 1981, 84p. (Tese de Mestrado).
- SILVA, N. M. *Estudo da influência de fatores meteorológicos sobre o ciclo e a produção do algodoeiro (Gossypium hirsutum, L.).* Piracicaba, ESALQ, 1972. 43p. (Tese de Mestrado).
- SILVA, M. J.; HOLANDA, A. F.; SAUNDERS, L. C. U. & CAVALCANTI, F. B. Estudo do período crítico do algodoeiro à deficiência hídrica. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 3. Resumo dos trabalhos. Campina Grande, EMBRAPA/CNPA, 1984. 189p.
- SNEDECOR, G. W. & COCHRAN, W. G. *Statistical Methods.* Ames, Iowa State College, 1974, 593p.
- SOUZA, J. G. *Influência do déficit hídrico na concentração de prolina livre e no crescimento de algodão (Gossypium hirsutum, L.).* Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1977. 68f. Ilust. (Tese de Mestrado).
- _____ ; BARREIRO NETO, M.; SILVA, J. B. V. & GILES, J. A. Estudos de parâmetros fisiológicos para a resistência ao algodoeiro (*Gossypium hirsutum, L.*) à seca. Campina Grande, EMBRAPA/CNPA, 1982. 20p. (EMBRAPA/CNPA, Documento, 16).

_____ ; SILVA, M. J.; BARREIRO NETO, M. & COSTA, J. N.
Estudos fisiológicos para resistência à seca em algodoei
ro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L.r. *latifolium* Hutch).
I. Germinação em condições de pressão osmótica elevada.
In: EMBRAPA. *Relatório técnico anual do Centro Nacional
de Pesquisa do Algodão*, 1979. Campina Grande, 1981. p.
98-99.

_____ ; BELTRÃO, N. E. M. & SILVA, J. V. Supressão da
floração na assimilação, crescimento e nutrição mineral
do algodoeiro. *Pesq. agropec. bras.* 19(11):1327-33, 1984.
SUDENE. CIN. *Nordeste em dados*, 1960-1983. Recife, 1983.
197p. (Informações Estatísticas, 9).

APÊNDICE

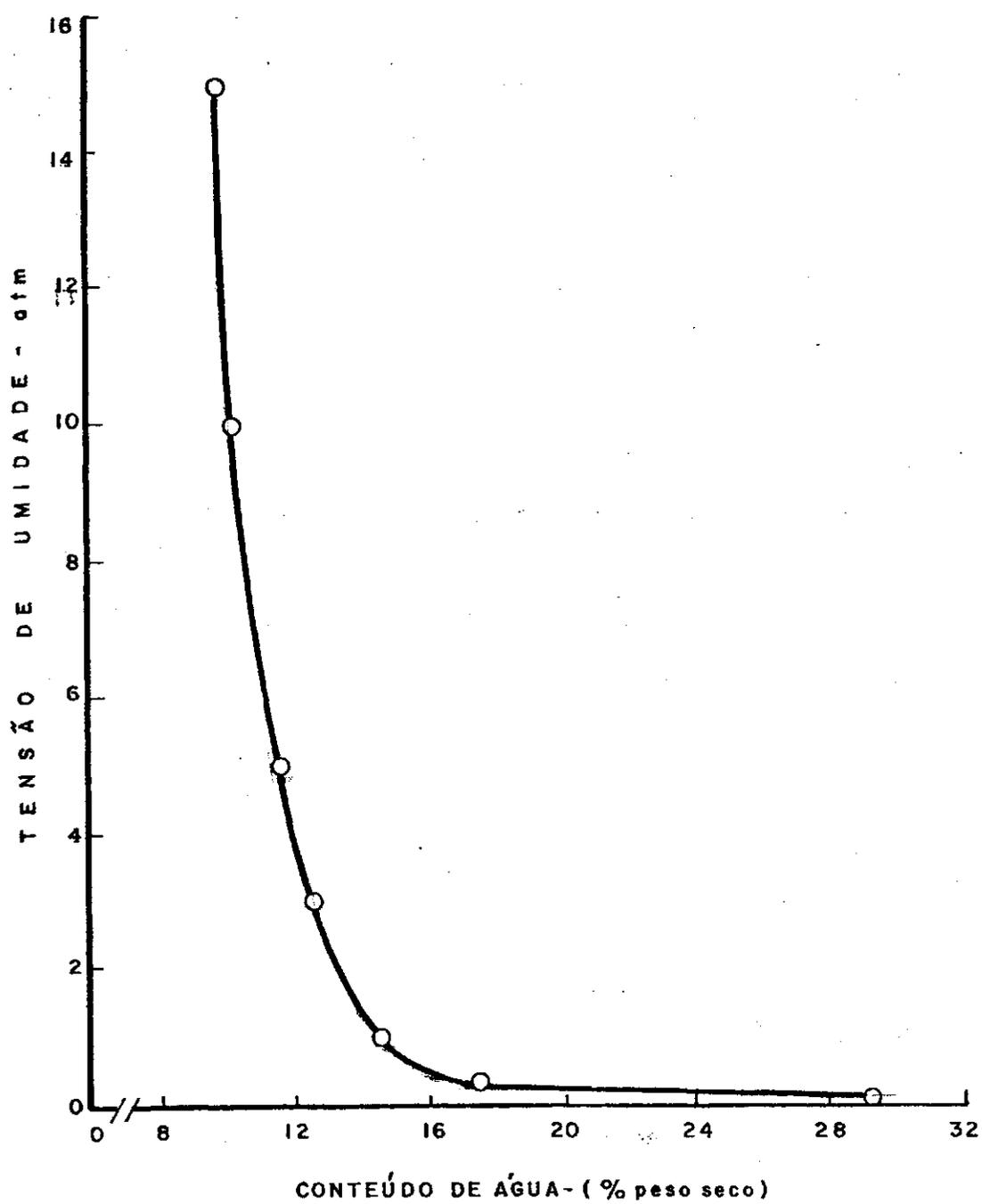


FIGURA-1 - Curva característica de umidade do solo utilizado no experimento.

TABELA 1 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A ALTURA DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch) SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DEFICITS HÍDRICOS.

| CAUSAS DE VARIACÃO | G.L. | QUADRADOS MÉDIOS | | |
|------------------------------------|------|---------------------|------------|------------|
| | | DIAS APÓS O PLANTIO | | |
| | | 43 | 93 | 153 |
| Cultivares (C) | 3 | 208,3472** | 336,3704** | 430,7593** |
| Tratamentos (T) | 5 | 173,2806** | 245,8333** | 250,0333** |
| Interação (C x T) | 15 | 12,6361 | 20,3815 | 18,8704 |
| Tratamentos | 23 | 73,0864** | 110,6087** | 122,8478** |
| Blocos | 2 | 5,5139 | 124,5417 | 4,6667 |
| Resíduos | 46 | 12,6737 | 21,6721 | 35,6232 |
| TOTAL | 71 | | | |
| Coeficiente de Variação (%) | | 12,71 | 10,83 | 11,99 |
| Diferença mínima significativa (C) | | 3,00 | 4,00 | 5,00 |
| Diferença mínima significativa (T) | | 4,40 | 6,00 | 7,00 |
| Média geral (cm) | | 28,00 | 43,00 | 50,00 |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de F.

- Valor teórico de F para cultivares (C) = 4,26

- Valor teórico de F para tratamentos (T) = 3,46

TABELA 2 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA ÁREA FOLIAR DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch), SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DEFICITS HÍDRICOS, EM TRÊS DATAS DISTINTAS.

| CAUSAS DE VARIACÃO | G.L. | QUADRADOS MÉDIOS | | |
|------------------------------------|------|-------------------------|--------------|-----------|
| | | — DIAS APÓS O PLANTIO — | | |
| | | 43 | 93 | 153 |
| Cultivares (C) | 3 | 44.349,53* | 481.974,46** | 39.834,57 |
| Tratamentos (T) | 5 | 389,273,55** | 617.527,88** | 52.176,85 |
| Interação (C x T) | 15 | 10.640,82 | 25.847,90 | 32.618,22 |
| Tratamentos | 23 | 97.349,07** | 213.968,75** | 37.811,36 |
| Blocos | 2 | 10.536,31 | 19.409,34 | 15.363,16 |
| Resíduos | 46 | 13.826,77 | 38.908,43 | 35.496,54 |
| TOTAL | 71 | | | |
| Coefficiente de Variação (%) | | 23,03 | 17,77 | 18,54 |
| Diferença mínima significativa (C) | | 104,76 | 175,74 | - |
| Diferença mínima significativa (T) | | 145,28 | 243,71 | - |
| Média geral (cm) | | 510,62 | 1.113,10 | 1.016,07 |

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de F.

- Valor teórico de F ao nível de 5% de probabilidade para cultivares (C) = 2,82

- Valor teórico de F ao nível de 1% de probabilidade para cultivares (C) = 4,26

- Valor teórico de F para tratamentos (T) = 3,46

TABELA 3 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA E RAIZ DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch), SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DEFICIT HÍDRICO.

| CAUSAS DE VARIACÃO | G.L | QUADRADOS MÉDIOS | |
|------------------------------------|-----------|------------------|-----------|
| | | PARTE AÉREA | RAIZ |
| Cultivares (C) | 3 | 53,8872* | 18,8318** |
| Tratamentos (T) | 5 | 57,7431** | 9,0284** |
| Interação (C x T) | 15 | 20,0355 | 2,4659 |
| Tratamentos | 23 | 32,6483** | 6,0272** |
| Blocos | 2 | 7,0756 | 0,9658 |
| Resíduo | 46 | 13,8824 | 1,7284 |
| TOTAL | 71 | | |
| Coefficiente de variação (%) | | 20,93 | 20,57 |
| Diferença mínima significativa (C) | | 3,3 | 1,17 |
| Diferença mínima significativa (T) | | 4,6 | 1,62 |
| Média geral (g) | | 17,8 | 6,39 |

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de F.

- Valor teórico de F ao nível de 5% de probabilidade para cultivares (C) = 2,82

- Valor teórico de F ao nível de 1% de probabilidade para cultivares (C) = 4,26

- Valor teórico de F para tratamentos (T) = 3,46

TABELA 4 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA ⁽¹⁾ DA RELAÇÃO RAIZ/
 PARTE AÉREA DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO
 (*Gossypium hirsutum*, L.r. *latifolium* Hutch), SOB
 DIFERENTES TRATAMENTOS DE DEFICITS HÍDRICOS.

| CAUSAS DE VARIAÇÃO | G. L. | QUADRADOS MÉDIOS |
|------------------------------------|-------|------------------|
| Cultivares (C) | 3 | 179,86 ** |
| Tratamentos (T) | 5 | 91,69 ** |
| Interação (C x T) | 15 | 62,72 ** |
| <hr/> | | |
| Tratamentos | 23 | 84,29 ** |
| Blocos | 2 | 4,28 |
| Resíduos | 46 | 10,15 |
| <hr/> | | |
| TOTAL | 71 | |
| <hr/> | | |
| Coeficiente de variação (%) | | 8,53 |
| Diferença mínima significativa (T) | | 3,87 |
| Diferença mínima significativa (C) | | 3,47 |
| Média Geral | | 0,37 |

(1) - Dados transformados em $\arcsen \sqrt{x}$

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de F.

- Valor teórico de F para cultivares (C) = 4,26

- Valor teórico de F para tratamentos (T) = 3,46

- Valor teórico de F para interação (C x T) = 2,45

TABELA 5 - VALORES DE TEORES RELATIVO DA ÁGUA (TRA) DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L.r. *latifolium* Hutch), ANTES DO INÍCIO DOS DEFICITS; MOMENTOS ANTES DA LIBERAÇÃO DOS DEFICITS E 10 DIAS APÓS ESSA LIBERAÇÃO. (1)

| TRATAMENTOS (2) (T) | TEORES RELATIVO DE ÁGUA (TRA) (3) | | |
|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | ANTES DO INÍCIO DOS DEFICITS | MOMENTOS ANTES DA LIBERAÇÃO | 10 DIAS APÓS A LIBERAÇÃO |
| C ₁ - BR-1 | | % | |
| T ₁ | 85,77 | 88,90 | 92,79 |
| T ₂ | 87,89 | 60,25 | 89,70 |
| T ₃ | 87,36 | 43,72 | 85,16 |
| T ₄ | 91,50 | - | 86,53 |
| T ₅ | 90,37 | - | - |
| T ₆ | - | 79,57 | 92,16 |

(1) - Média de três repetições,

(2) - T₁- Sem deficit (Testemunha). T₄ - Deficit entre 45 e 64 dias.
T₂- Deficit entre 45 e 54 dias. T₅ - Deficit entre 45 e 69 dias.
T₃- Deficit entre 45 e 59 dias T₆ - Deficit entre 15 e 29 e 31 e 45 dias pós-plantio.

(3) - No tratamento T₆, no início do deficit (aos 15 dias pós-plantio), em T₄ e T₅, momento antes às suas liberações (aos 65 e 70 dias), e em T₅, 10 dias após a liberação (aos 80 dias), não foi possível a determinação dos TRA devido as plantas não disporem, nestas datas, da 5ª folha a partir do ápice, ou disporem, mas totalmente flácida.

TABELA 5 - (Continuação)

| TRATAMENTOS (T) | TEORES RELATIVO DE ÁGUA (TRA) (3) | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | ANTES DO INÍCIO DOS DEFICITS | MOMENTOS ANTES DA LIBERAÇÃO | 10 DIAS APÓS A LIBERAÇÃO |
| <u>C₂ - PR-4130</u> | | | |
| T ₁ | 87,36 | 91,67 | 92,62 |
| T ₂ | 87,92 | 59,29 | 89,46 |
| T ₃ | 89,19 | 39,88 | 85,71 |
| T ₄ | 87,12 | - | 79,72 |
| T ₅ | 89,22 | - | - |
| T ₆ | - | 75,45 | 93,48 |
| <u>C₃ - SU.0450-8909</u> | | | |
| T ₁ | 88,15 | 88,03 | 88,15 |
| T ₂ | 90,09 | 59,57 | 88,80 |
| T ₃ | 95,13 | 46,11 | 85,19 |
| T ₄ | 90,63 | - | 84,15 |
| T ₅ | 85,70 | - | - |
| T ₆ | - | 71,38 | 90,69 |
| <u>C₄ - IAC-19</u> | | | |
| T ₁ | 86,68 | 89,70 | 91,92 |
| T ₂ | 93,20 | 56,81 | 90,37 |
| T ₃ | 87,43 | 44,16 | 85,60 |
| T ₄ | 90,31 | - | 88,71 |
| T ₅ | 88,47 | - | - |
| T ₆ | - | 76,90 | 92,92 |

TABELA 6 - NÚMERO TOTAL E QUEDA DE FLORES (1) DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch), SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DEFICIT HÍDRICO.

| TRATAMENTOS (2) | C U L T I V A R E S | | | | MÉDIA |
|-----------------|---------------------|---------|--------------|--------|-------|
| | BR-1 | PR-4139 | SU-0450/8909 | IAC-19 | |
| | Nº DE FLORES | | | | |
| T ₁ | 7,3 | 7,7 | 7,0 | 6,0 | 7,0 |
| T ₂ | 8,3 | 7,0 | 5,3 | 4,3 | 6,2 |
| T ₃ | 8,7 | 8,0 | 6,7 | 6,3 | 7,4 |
| T ₄ | 8,0 | 7,7 | 8,0 | 6,0 | 7,4 |
| T ₅ | 5,7 | 6,7 | 6,7 | 4,3 | 5,9 |
| T ₆ | 8,0 | 5,7 | 6,7 | 5,0 | 6,4 |
| MÉDIA | 7,7 | 7,1 | 6,7 | 5,3 | 6,7 |
| | QUEDA | | | | |
| T ₁ | 3,1 | 3,9 | 4,0 | 3,0 | 3,5 |
| T ₂ | 5,0 | 4,1 | 2,2 | 2,5 | 3,5 |
| T ₃ | 6,2 | 5,6 | 3,6 | 3,8 | 4,8 |
| T ₄ | 5,2 | 5,3 | 5,4 | 4,1 | 5,0 |
| T ₅ | 3,0 | 4,0 | 4,1 | 2,7 | 3,5 |
| T ₆ | 5,3 | 2,7 | 4,2 | 2,6 | 3,7 |
| MÉDIA | 4,6 | 4,3 | 3,9 | 3,1 | 4,0 |

(1) - Inclusive botões florais e maçãs

(2) - T₁ - Sem deficit (Testemunha). T₄ - Deficit entre 45 e 64 dias.
 T₂ - Deficit entre 45 e 54 dias. T₅ - Deficit entre 45 e 69 dias.
 T₃ - Deficit entre 45 e 59 dias. T₆ - Deficit entre 15 - 29 e 31
 - 45 dias.

TABELA 7 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PERCENTAGEM DE QUEDA DE FLORES DE CULTIVARES DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch.) SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DEFICIT HÍDRICO.

| CAUSAS DE VARIAÇÃO | G.L. | QUADRADOS MÉDIOS | F |
|------------------------------------|------|------------------|-------|
| Cultivares (C) | 3 | 29,83 | 0,17 |
| Tratamentos (T) | 5 | 575,19 | 3,37* |
| Interação (C x T) | 15 | 156,59 | 0,92 |
| Tratamentos | 23 | 231,06 | 1,35 |
| Blocos | 2 | 33,54 | - |
| Resíduo | 46 | 170,52 | - |
| TOTAL | 71 | | |
| Coeficiente de variação (%) | | | 22,99 |
| Diferença mínima significativa (T) | | | 16,14 |
| Média Geral (%) | | | 58,62 |

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de F.

TABELA 8 - RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PRODUÇÃO DO ALGODÃO EM RAMA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium* Hutch), SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE DEFICIT HÍDRICO.

| CAUSAS DE VARIAÇÃO | G.L. | QUADRADOS MÉDIOS |
|------------------------------------|------|------------------|
| Cultivares (C) | 3 | 2,1660 |
| Tratamentos (T) | 5 | 56,7095** |
| Interação (C x T) | 15 | 4,9600 |
| <hr/> | | |
| Tratamentos | 23 | 15,8455** |
| Blocos | 2 | 0,7309 |
| Resíduo | 46 | 5,7254 |
| <hr/> | | |
| TOTAL | 71 | |
| <hr/> | | |
| Coeficiente de variação (%) | | 20,43 |
| Diferença mínima significativa (T) | | 3,50 |
| Média geral (g/planta) | | 11,71 |

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste de F.