

COMPORTAMENTO DE DUAS CULTIVARES
DE ALGODOEIRO HERBÁCEO
(*Gossypium hirsutum*, L. r. *Latifolium* Hutch L.)
EM BAIXOS NÍVEIS DE ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

COMPORTAMENTO DE DUAS CULTIVARES
DE ALGODOEIRO HERBÁCEO
(*Gossypium hirsutum*, L. r. *Latifolium* Hutch L.)
EM BAIXOS NÍVEIS DE ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO

MANOEL DO NASCIMENTO BATISTA PEREIRA

CAMPINA GRANDE - PB
1995

COMPORTAMENTO DE DUAS CULTIVARES
DE ALGODOEIRO HERBÁCEO
(*Gossypium hirsutum*, L. r. *Latifolium* Hutch L.)
EM BAIXOS NÍVEIS DE ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO

MANOEL DO NASCIMENTO BATISTA PEREIRA

COMPORTAMENTO DE DUAS CULTIVARES
DE ALGODOEIRO HERBÁCEO
(*Gossypium hirsutum*, L. r. *Latifolium* Hutch L.)
EM BAIXOS NÍVEIS DE ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO

Dissertação apresentada ao Curso
de Pós-Graduação em Engenharia
Agrícola, nível de Mestrado, da
Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências
para obtenção do Grau de Mestre.

Orientador: Prof. Pedro Dantas Fernandes

Co-Orientadora: Prof^a Norma César de Azevedo

Campina Grande, PB

1995

DIGITALIZAÇÃO:
SISTEMOTECA - UFCG

MANOEL DO NASCIMENTO BATISTA PEREIRA

COMPORTAMENTO DE DUAS CULTIVARES DE ALGODOEIRO HERBÁCEO
(*Gossypium hirsutum*, L. r. *Latifolium* Hutch L.)
EM BAIXOS NÍVEIS DE ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO

Aprovada em ... / ... / 1995

BANCA EXAMINADORA

.....
Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes - Orientador
DEAg/CCT/UFPB

.....
Prof^a, MSc. Norma César de Azevedo - Co-Orientadora
Deag/CCT/UFPB

.....
Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade
DSER/CCA/UFPB

.....
Dr. Malaquias da Silva Amorim Neto
Pesquisador CNPA/EMBRAPA

A meus pais, Juarez Pereira Pinto
e Maria Batista Pereira. A minha
irmã Maria Amélia Batista Pereira,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus por dar-me saúde e força para superar as dificuldades e vencer os obstáculos da vida, em busca de novas conquistas.

Ao professor Pedro Dantas Fernandes pela sua dedicação, paciência, ajuda, incentivo e fundamental orientação desde a elaboração do Projeto de Pesquisa até a revisão final deste trabalho.

À Professora Norma Cesar de Azevedo pela sua colaboração e constante atenção.

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

Ao Professor do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba, Francisco de Assis Dantas e Silva, pelos esclarecimentos e apoio nas interpretações das análises estatísticas.

Aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), especialmente ao Engenheiro Agrônomo Adilson David de Barros, pela sua efetiva participação e colaboração durante a coleta dos dados experimentais e digitação do texto deste trabalho.

Ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA - EMBRAPA), na pessoa do Chefe Geral - Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão, pelas informações concedidas e fornecimento dos materiais utilizados.

Ao Estatístico do CNPA - José Wellington dos Santos, pela realização das análises estatísticas.

Aos Pesquisadores do CNPA/EMBRAPA, em especial a Malaquias da Silva Amorim Neto e Maria José da Silva e Luz, pelas informações prestadas.

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

A CAPES pela concessão de bolsa de estudos.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela companheirismo, fraternalismo, convivência, amizade e compreensão nos momentos difíceis.

Aos meus familiares e amigos que sempre me incentivaram.

A todos aqueles que, direta e indiretamente contribuíram e colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.1. Sistema radicular do algodoeiro	22
2.2. Exigência em água pelo algodão	24
2.3. Cultivares CNPA Precoce-1 e CNPA 7H em diferentes níveis de umidade do solo	27
2.3.1. Cultivar CNPA Precoce-1	27
2.3.2. Cultivar CNPA 7H	30
2.4. Comportamento de outras cultivares de algodão em dife- rentes níveis de umidade	31
3. MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1. Localização do experimento	37
3.2. Solo utilizado e sua caracterização física, hidrica e química	37
3.3. Cultivares	39
3.3.1. Cultivar CNPA Precoce-1	39
3.3.2. Cultivar CNPA 7H	40
3.4. Delineamento experimental	40
3.5. Instalação e condução do experimento	41
3.6. Critérios adotados para definir as épocas de avaliação.	45

	9
3.7. Parâmetros avaliados	45
3.7.1. Consumo de água	45
3.7.2. Crescimento / desenvolvimento das plantas	46
3.7.3. Eficiência do uso da água	46
3.7.4. Determinação das características das folhas	46
3.8. Análise estatística	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1. Consumo de água	48
4.2. Consumo cumulativo de água	51
4.3. Crescimento e desenvolvimento das plantas na 1ª época de avaliação	53
4.4. Crescimento e desenvolvimento das plantas na 2ª época de avaliação	56
4.5. Crescimento e desenvolvimento das plantas na 3ª época de avaliação	61
4.6. Estudo das variáveis referentes à parte vege- tativa, aos 98 dias após o plantio	69
4.7. Variáveis relacionadas à parte reprodutiva das plantas, aos 98 dias após o plantio	78
4.8. Estudo das características das folhas, aos 98 dias após o plantio	86
4.9. Eficiência do uso da água	95
4.10. Relação raiz / parte aérea	97
5. CONCLUSÕES	99
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Título	Página
1	Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.....	38
2	Valores dos teores de umidade e potenciais matriciais de água no solo (ψ_m).....	39
3	Composição química da solução padrão de micronutrientes, utilizada no experimento.....	43
4	Valores do Teste F (5% e 1%) e do Coeficiente de Variação, para os dados de água consumida pelo algodoeiro em função de cultivares e níveis de umidade do solo, em diferentes intervalos de tempo, após a semeadura.....	48
5	Valores médios de água consumida, em mililitros, em função de cultivares e níveis de umidade do solo, em diferentes intervalos de tempo, após a semeadura.....	49
6	Valores médios de água consumida, pelas cultivares de algodoeiro, na 4 ^a época de avaliação (98 dias após a semeadura), depois do desdobramento da interação C x U.....	51
7	Valores do Teste F (5% e 1%) para os dados cumulativos de água consumida pelo algodoeiro, nas quatro fases de estudos, em função dos fatores estudados	51

8	Valores médios cumulativos de água consumida, em mm, nas quatro fases do ciclo do algodoeiro, em função dos fatores estudados	52
9	Valores do Teste F (5% e 1%) e do Coeficiente de Variação para as diversas características estudadas na 1ª época de avaliação (36 dias após a semeadura), em função de cultivares e níveis de umidade do solo	54
10	Valores médios das variáveis do algodoeiro, estudadas na 1ª época de avaliação, em função dos fatores estudados, com os respectivos valores de d.m.s. (diferença mínima significativa).....	55
11	Valores do Teste F (5% e 1%) e do Coeficiente de Variação das diversas variáveis analisadas na 2ª época de avaliação, aos 52 dias após a semeadura, em função das cultivares (C) e níveis de umidade do solo (U)	58
12	Comparação de médias das 2 cultivares do algodoeiro, para as variáveis obtidas aos 52 dias após a semeadura (2ª época de avaliação), em função dos fatores estudados	59
13	Valores do Teste F (5% e 1%) para as diversas características do algodoeiro, analisadas na 3ª época de avaliação (76 dias após a semeadura), em função dos fatores estudados.....	62
14	Valores médios das características estudadas do algodoeiro, na 3ª época de avaliação (76 dias após a semeadura), em função das cultivares e dos níveis de umidade	63

15	Valores do Teste F (5% e 1%) para as variáveis da parte vegetativa, analisadas aos 98 dias após a semeadura (4ª época de avaliação) em função dos fatores estudados	70
16	Médias das variáveis relacionadas à parte vegetativa do algodoeiro na 4ª época de avaliação (98 dias após a semeadura), em função de cultivares e níveis de umidade.....	71
17	Valores do Teste F (5% e 1%) para as variáveis da parte reprodutiva, analisadas na 4ª época de avaliação, aos 98 dias após a semeadura, em função dos fatores estudados	82
18	Médias das variáveis relacionadas à parte reprodutiva das plantas, em função dos fatores estudados, na 4ª época de avaliação (98 dias após a semeadura)	83
19	Valores do Teste F (5% e 1%) para as características das folhas do algodoeiro, segundo as fontes de variação, na avaliação aos 98 dias após a semeadura (4ª época).....	87
20	Médias das variáveis relacionadas às folhas do algodoeiro, segundo os fatores estudados, na avaliação aos 98 dias após a semeadura	88
21	Valores da eficiência do uso da água (%) das cultivares de algodoeiro herbáceo, em função dos níveis de água disponíveis, aos 98 dias após o plantio	96
22	Relação raiz/parte aérea (R/PA) das cultivares de algodoeiro herbáceo, sob diferentes níveis de umidade do solo, aos 98 dias após o plantio.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Variação na altura das plantas das duas cultivares de algodoeiro, em função da umidade disponível do solo (U), aos 76 dias após a semeadura.....	65
2	Peso da matéria seca do caule das cultivares de algodoeiro, segundo os níveis de umidade do solo (U), aos 76 dias após a semeadura.....	66
3	Peso da matéria seca das folhas das duas cultivares de algodoeiro, em função dos níveis de água disponível do solo (U), aos 76 dias após a semeadura.....	67
4	Variação na altura das plantas das cultivares de algodoeiro, em função da umidade do solo (U), aos 98 dias após a semeadura.....	72
5	Representação gráfica do peso da matéria seca das raízes das duas cultivares de algodoeiro, segundo os níveis de umidade do solo (U), aos 98 dias após a semeadura.....	73
6	Peso da matéria seca do caule das cultivares de algodoeiro, em função dos níveis de água disponível do solo (U), aos 98 dias após a semeadura.....	74

7	Variação do peso da matéria seca das folhas das cultivares de algodoeiro, em função da umidade do solo (U), aos 98 dias após a sementeira	75
8	Peso da matéria seca dos pecíolos das cultivares de algodoeiro, segundo os níveis de água disponível do solo (U), aos 98 dias após a sementeira..	76
9	Representação gráfica do peso da matéria seca dos restos florais das duas cultivares de algodoeiro, em função da umidade do solo (U), aos 98 dias após a sementeira.....	79
10	Número de botões florais + flores das cultivares de algodoeiro, segundo os níveis de umidade do solo (U), aos 98 dias após a sementeira.....	80
11	Número de frutos das cultivares de algodoeiro, em função da umidade do solo (U), aos 98 dias após a sementeira	81
12	Comprimento médio da folha do 1º fruto, segundo os níveis de umidade do solo (U), aos 98 dias após a sementeira.....	89
13	Área da folha do 1º fruto das duas cultivares de algodoeiro, em função da umidade do solo (U), aos 98 dias após a sementeira	90
14	Variação do comprimento médio das folhas da planta, em função da umidade do solo (U), aos 98 dias após a sementeira.....	91
15	Variação na área foliar média da planta das duas cultivares de algodoeiro, em função dos níveis de água disponível do solo (U), aos 98 dias de sementeira.....	92

RESUMO

Neste trabalho estudou-se a sensibilidade a baixos níveis de água disponível no solo, de duas cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. r. *Latifolium* Hutch), CNPA Precoce 1 e CNPA 7H, até a fase de frutificação, quanto ao crescimento/desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 2x4, constituído por duas cultivares e quatro níveis de umidade do solo com três repetições. As avaliações foram realizadas em 4 fases de desenvolvimento das plantas, correspondentes aos 36, 52, 76 e 98 dias após a sementeira. Cada parcela constou de 1 vaso, com duas plantas, perfazendo um total de 96 (8x3x4) parcelas.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se de vasos feitos com tubos PVC, com 15 cm de diâmetro e 41 cm de altura, revestidos internamente com saco plástico, contendo 10 kg de solo seco ao ar, textura areia-franca e teores de retenção de umidade de 9,89 e 1,42%, respectivamente, correspondente a -0,01 MPa e -1,5 MPa do potencial matricial de água no solo.

Todos os vasos tiveram a umidade no nível de capacidade de campo (CC), no momento da sementeira. A partir daí, esperou-se que o conteúdo de água disponível do solo atingisse os níveis dos tratamentos estudados (63, 43, 23 e 3% da água disponível),

passando a haver monitoramento através da pesagens dos vasos e suplementação da água só até o nível pré-determinado.

De acordo com os resultados obtidos, nas condições em que este trabalho foi conduzido, pode-se deduzir que ambas cultivares são pouco exigentes em umidade do solo, na fase inicial de seu ciclo. A cultivar CNPA 7H é mais eficiente no uso da água e sua utilização em partes vegetativas, enquanto a CNPA Precoce 1 apresenta maior eficiência em relação ao seu aproveitamento em florescimento e frutificação. A cultivar CNPA Precoce 1 tem uma tendência a ser mais resistente ao estresse hídrico.

Existem correlações, expressas por equações de regressão, entre a folha do 1º ramo frutífero (em termos de seu comprimento médio, peso da matéria seca e sua área) e a área foliar da planta, de ambas as cultivares. A área foliar média de cada cultivar correlaciona-se de forma positiva e direta com o teor de água disponível do solo.

Nos baixos níveis de umidade disponível, as plantas desenvolvem maior relação raiz/parte aérea, destacando-se a cultivar CNPA 7H sobre a CNPA Precoce 1.

BEHAVIOR OF TWO CULTIVARS OF COTTON (*Gossypium hirsutum*, L.
r. latifolium Hutch) UNDER LOW AVAILABLE WATER LEVELS OF SOIL.

ABSTRACT

The principal objective of this work was to study the behavior of two cotton cultivars, 'CNPA Precoce-1' and 'CNPA 7H', grown under water stress conditions from the seed germination until the opening of the fruits.

The experiment was carried out under greenhouse conditions, using PVC pots with 41cm heights and diameters of 15cm, containing 10 kg of a dry sandy soil, in a random block experimental design, with 3 replications in a factorial scheme (2 x 4), where the factors considered were 2 cultivars and 4 water stress levels. The evaluations were done at four stages of plant growth, corresponding to 36, 52, 72 and 98 days after the sowing.

At the sowing time, the soil moisture content in all pots was kept at field capacity until the start of treatments, that happened when the humidity level lowered to 63%, 43%, 23% and 3% of the available soil water. After this time, the available soil water levels were maintained by weighing the pots, with supplemental irrigation when it was necessary, until the levels listed above.

The results obtained showed that both cultivars need little water at the initial stage of growth. The CNPA-7H cultivar is more efficient in converting water into vegetative parts, while

'CNPA Precoce-1' has more water use efficiency in relation to flowering and fruitage. CNPA Precoce-1 cultivar tends to be more resistant to water deficit.

There are correlations, expressed by regression equations, between the leaf of the first fruit branch (in terms of its mean length, its dry matter weight and its leaf area) and the plant leaf area, for both cultivars. The mean leaf area for each cultivar is significantly correlated with the available water level of soil. The plants developed higher root/aerial part ratio in lower available water levels, with cv. CNPA-7H overcoming cv. CNPA Precoce-1.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.), é uma das principais opções para as áreas irrigadas da região Nordeste. Apresenta razoável rentabilidade, ocupa a área por pouco tempo (110 a 150 dias) e apresenta baixo consumo de água, cerca de 4500 a 6000 m³ /ha, variando em função do ciclo da cultivar utilizada e das condições edafoclimáticas de cada região produtora (Almeida et al., 1990).

A necessidade de exploração da cultura do algodoeiro, em regime de irrigação, no Nordeste brasileiro, surgiu devido aos efeitos das secas periódicas e das irregularidades das chuvas sobre os seus rendimentos.

Os diversos segmentos da sociedade envolvidos, direta ou indiretamente, com a cotonicultura, representam cerca de 15% da economia nacional, configurando-se assim, a importância desta malvacea na agricultura (Beltrão et al., 1993). Segundo Sousa, (1994) a cultura do algodoeiro na região semi-árida do Nordeste brasileiro foi sempre o suporte básico dentre as principais culturas de subsistência.

O algodão tem uma grande importância para a economia do Nordeste, uma vez que apresenta uma significativa contribuição para o produto interno bruto da agricultura e para o emprego da mão de obra rural, oferecendo uma melhor condição ao homem do

campo, servindo, também, de matéria prima para a indústria têxtil e de óleo vegetal e como ração animal em forma de concentrado (Santos et al., 1992a).

O Brasil manteve em 1990/1991 o sexto lugar em área colhida, produção e consumo mundial de algodão. No entanto, entre os 10 principais países produtores ele apresentou o segundo menor rendimento médio (Santos et al., 1992b).

Destacam-se 5 estados brasileiros produtores de algodão herbáceo em caroço (safra 1993/94), sendo Paraná (442.150t) e São Paulo (415.000t) no Centro Sul, Bahia (127.510t) no Nordeste, Goiás (100.800t) e Mato Grosso (95.800t) na região Centro Oeste, os principais polos produtores do país (IBGE, 1994). Segundo a mesma fonte, entre os nove estados nordestinos produtores de algodão herbáceo em caroço, a Bahia ocupou o primeiro lugar, o Ceará o segundo e o Rio Grande do Norte o terceiro, com produções de 127.510, 62.060 e 32.660 toneladas (safra 1993/94), respectivamente, enquanto a Paraíba ocupou o quinto lugar com uma produção de 17.600 toneladas.

No Nordeste, mais especificamente no Polígono das Secas o algodão se reveste de grande importância econômica e social, uma vez que existe ambiente ecológico para o seu cultivo (Barros et al., 1990).

Dos mais de dois milhões de hectares cultivados com algodão no Brasil, na safra de 1988/89, o Nordeste deteve 68%, mas produziu apenas 24% do total do país, com níveis de rendimento muito baixos que chegam, no caso do algodão herbáceo, a menos da metade da média nacional. Dentre os fatores responsáveis por essa baixa produtividade, Barros e Santos (1990) citam a instabilidade climática, muito comum no Nordeste brasileiro.

Na região do "Polígono das Secas", correspondente ao Nordeste brasileiro, as chuvas concentram-se num único período de 3 a 5 meses, variando as médias de uma área para outra (1000 - 250mm anuais), com distribuição irregular. A evaporação média anual ultrapassa os 2000mm (Silva et al., 1984).

Ao se estudar culturas, supõe-se que os processos fisiológicos essenciais ao crescimento/desenvolvimento e produção vegetal são alterados quando submetidos ao estresse hídrico, através de baixos níveis de umidade e potenciais matriciais de água no solo e que, dentro de uma mesma espécie, podem ser encontradas cultivares ou genótipos com comportamento diferente, em relação à resistência ao deficit hídrico. Com base nessa hipótese, a utilização de materiais genéticos mais tolerantes a deficit hídrico, deve ser uma das práticas recomendáveis para se enfrentar os problemas de seca. Na literatura, alguns trabalhos citam haver variação de tolerância ao deficit hídrico dentro de uma mesma espécie (Krantz et al., 1955; EMBRAPA, 1980; Costa, 1985; Doorenbos & Kassam, 1994), sendo importante a obtenção de genótipos mais adaptados a condições limitantes de clima.

O objetivo principal do presente trabalho foi estudar a sensibilidade a baixos níveis de conteúdo de água no solo, de duas cultivares de algodoeiro herbáceo, até a fase de frutificação, quanto ao crescimento/desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - SISTEMA RADICULAR DO ALGODOEIRO

As raízes dependem do abastecimento de carboidratos e outras substâncias produzidas na parte aérea da planta e esta, por sua vez, depende da absorção de água e nutrientes, por parte do sistema radicular, evidenciando a hipótese da existência de um equilíbrio no vegetal (Brower, 1963).

Segundo Kramer (1969), raízes e parte aérea são dependentes umas das outras, em vários aspectos e, se o crescimento de uma delas for modificado, é provável que o mesmo ocorra com a outra parte. Como o crescimento da raiz depende do suprimento de carboidratos, proporcionados pela parte aérea, a redução da área foliar, diminuindo a fotossíntese, também reduz o crescimento da raiz.

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, contribui indiretamente, para a sensibilidade à seca, pelo efeito restritivo ao crescimento das raízes.

De acordo com Sousa (1982), as plantas existentes nas regiões semi-áridas apresentam dois tipos de aptidões para

resistirem à seca, sendo uma para evitar e a outra para suportar a desidratação. Dentre os mecanismos fisiológicos que as plantas desenvolvem, para permitir conservar uma hidratação necessária ao metabolismo normal, portanto, evitando a desidratação, o sistema radicular é apontado como de grande importância. Essas atribuições se devem ao fato de que tanto maior seja o volume de solo, ocupado por um sistema radicular, maior será a quantidade de água que terá à sua disposição e maior será o tempo que poderá sobreviver a planta, sem reposição de água no solo. Ainda, um sistema radicular mais desenvolvido, sempre apresentará maior acúmulo de fotossintatos, que ficarão armazenados e poderão ser utilizados pela planta, em épocas de escassez de água.

Segundo Krantz et al. (1955), o sistema radicular do algodoeiro é profundo, em condições favoráveis de umidade, aeração, temperatura e de nutrientes. Em condições de umidade alta, desenvolve-se superficialmente (Chapman & Carter 1976). De acordo com Taylor & Klepper (1974), quando plantas de algodão estão sob estresse hídrico, há fechamento dos estômatos, diminui o fornecimento de fotossintetizados para o sistema radicular, reduz-se a formação de novas raízes e, conseqüentemente, o peso do sistema radicular.

Em condições de escassez de água, a parte aérea das plantas é mais sensível do que a parte subterrânea, resultando, geralmente, em uma maior relação raiz/parte aérea (Sousa et al., 1982). Oliveira et al. (1988), verificaram que cerca de 81% das raízes concentram-se na camada dos 30cm superficiais do solo, não sendo constatada a sua presença abaixo de 75cm do perfil. Como regra geral, aproximadamente 70 a 80% do total da água absorvida pela cultura procede dos primeiros 0,90m de profundidade, local onde se encontra mais de 90% do peso total das raízes (Doorenbos & Kassam, 1994).

Sousa (1977), estudando dois genótipos de algodão, Cruzeta Seridó-9193 e IAC-12.2, encontrou que as plantas da primeira cultivar, tanto no tratamento irrigado, como no não irrigado, apresentou maior relação raiz/parte aérea, indicando uma maior aptidão desse genótipo para evitar a desidratação e para a tolerância à seca.

Sousa et al. (1984), estudando plantas de 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), quando comparados com dados de plantas com floração normal. Tais resultados confirmam a inter-relação existente entre as duas partes da planta.

Trabalhando com as cultivares de algodoeiro herbáceo BR-1, R-4139, SU-0450-8909 e IAC-19, Costa (1985) verificou uma maior relação raiz/parte para a SU-0450-8909, indicando sua maior capacidade de tolerância à seca.

Em geral, assume-se que as diferenças em crescimento radicular, observadas em um mesmo cultivo, estão associadas com o conteúdo de água do solo (Russell, 1977).

2. EXIGÊNCIAS EM ÁGUA PELO ALGODÃO

O requerimento de água pelo algodão depende da variedade, do período de estação de crescimento, da temperatura, das horas de sol, da quantidade e distribuição das chuvas, da profundidade e textura do solo e da qualidade da água (Krantz et al., 1955).

Segundo Doorenbos & Pruitt (1975), o requerimento de água pelo algodão varia de 550 a 950 mm e, para obter-se o máximo

rendimento da cultura, dever-se-á aplicar irrigação, quando o potencial de água no solo atingir -1,0 a -3,0 bars. Para Chapman & Carter (1976), o algodão é medianamente exigente em água, variando entre 500 e 1500mm de água; umidade excessiva atrasa a maturação e estresse hídrico reduz o crescimento vegetativo. Dependendo do clima e da duração do período total de crescimento, o algodão necessita de 700 a 1300 mm de água, para atender às suas necessidades hídricas (Doorenbos & Kassam (1994).

Segundo Doorenbos & Kassam (1994), no início do período vegetativo, as necessidades hídricas da cultura são baixas, aproximadamente 10% do total, elevando-se, porém, durante o período de floração, quando a área foliar atinge o seu máximo, chegando a 50 ou 60% do total. Em etapas posteriores do período de crescimento, essas necessidades diminuem. Em relação à evapotranspiração de referência (ET₀), os valores do coeficiente de cultivo (K_c) para diferentes estágios de desenvolvimento são os seguintes: para o estágio inicial, 0,4 - 0,5 (20 a 30 dias); no estágio de desenvolvimento, 0,7 - 0,8 (40 a 50 dias); no estágio intermediário, 1,05 - 1,25 (50 a 60 dias); na fase final, 0,8 - 0,9 (40 a 55 dias) e, na colheita, 0,65 - 0,70.

Para as condições de Ipanguaçu, no Nordeste brasileiro, Bezerra et al. (1994), trabalhando com a cv. CNPA-6H de algodoeiro herbáceo (ciclo médio = 140 dias), obtiveram os seguintes coeficientes de cultivo (K_c), em função da evapotranspiração potencial, estimada pelo método do tanque Classe "A" - FASE I: da emergência até 10% da cobertura do solo, 0,49 (15 dias); FASE II: de 10% de cobertura do solo até o início da floração, 0,82 (20 dias); FASE III: do início da floração até o início da maturação, 1,04 (40 dias) e FASE IV: do início ao final da maturação, 0,88 (17 dias)

Doss et al. (1964) afirmam que a quantidade de água usada pelo algodão depende da umidade disponível do solo e do estágio de crescimento das plantas. Observaram um baixo consumo de água pelo algodão, enquanto as plantas eram jovens aumentando gradualmente até atingir o máximo durante o período de floração e desenvolvimento das maçãs, decrescendo, em seguida, gradualmente, até abertura das maçãs.

Miller & Grimes (1967) observaram que aplicando estresse hídrico, quando 36% das maçãs do algodão estavam normalmente formadas, resultou em queda de produção. Segundo Slatyer (1969), estresse hídrico prolongado provoca, em geral, redução no tamanho das plantas, decorrente da falta de turgidez das células e dos tecidos, ocorrendo, conseqüentemente, fechamento dos estômatos e redução na fotossíntese.

Há grande sensibilidade do algodoeiro à deficiência hídrica, na fase de floração/frutificação (Kakida & Marinato, 1982; Silva et al., 1984; Oliveira et al., 1991; Oliveira et al., 1992b e Doorenbos & Kassam, 1994). De acordo com Grimes & El-Zik (1990), o crescimento vegetativo é linearmente relacionado à umidade do solo, enquanto a produção mostra uma relação quadrática; o crescimento inicial da planta tem influência direta no restante do seu ciclo, há uma correlação altamente positiva entre o desenvolvimento da planta à primeira flor e a produção final, e um estresse mínimo deve ser dado antes do florescimento.

2.3. - CULTIVARES CNPA PRECOCE-1 E CNPA-7H EM DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE DO SOLO

2.3.1 - Cultivar CNPA Precoce-1

Devido à baixa pluviosidade e distribuição irregular das chuvas, muito comuns no Nordeste brasileiro, aliada à grande necessidade de tornar a produção de algodão independente de fatores climáticos, tornou-se necessário o seu cultivo em regime de irrigação, utilizando cultivares com a máxima eficiência no uso da água. Assim, surgiram os primeiros trabalhos, estando incluídas, entre as cultivares, a CNPA Precoce-1.

Ribeiro e Bezerra (1990) testaram várias cultivares de algodoeiro herbáceo, sob regime de irrigação, no Estado do Piauí, e verificaram destaque para a cultivar CNPA Precoce 1, ao lado da IAC-19, EPAMIG-3 e PR 380/82, superando, estatisticamente, a CNPA Acala 1 no rendimento de algodão em caroço. Todavia, a altura de planta foi maior na CNPA Acala 1.

Segundo Bezerra et al. (1992a), em trabalho conduzido no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, Sousa-PB, o consumo hídrico do algodoeiro herbáceo, cultivar CNPA Precoce 1, foi de 444,7 mm, para todo ciclo, com um valor médio de 4,33 mm/dia, durante o período de julho a outubro de 1990.

Bezerra et al. (1991), estudaram quatro tratamentos de água na cultivar CNPA Precoce-1, consistindo de irrigação quando o solo estivesse com 75%, 50% e 25% de umidade disponível no solo e quando as plantas apresentassem os sintomas de murcha as 9:00 hs da manhã. Verificaram um rendimento menor (2645 kg/ha), quando as irrigações foram feitas com base nos sintomas de murcha das plantas, entretanto, sem diferença estatística para os outros

tratamentos. Também não houve diferença significativa na altura de plantas entre os tratamentos.

Oliveira & Campos (1992) testaram a competição de quatro cultivares de algodoeiro herbáceo, em condições irrigadas, e verificaram os seguintes rendimentos de algodão em rama: IAC-20 4443 kg/ha; CNPA-6H 3818 kg/ha; CNPA Precoce-1 3348 kg/ha e CNPA Acala-1 2938 kg/ha.

O manejo inadequado da irrigação é um dos fatores que mais tem contribuído para os baixos rendimentos e desperdício de água na cotonicultura irrigada no Nordeste. Visando a economizar água, Oliveira et al. (1992c) estudaram o efeito da época da última irrigação, aos 50, 65, 80, 95 e 110 dias após a emergência, em cultivares de algodoeiro herbáceo (CNPA Precoce 1, CNPA Acala 1, CNPA 6H e IAC 20) e observaram que os maiores rendimentos de algodão em rama foram obtidos quando as irrigações foram suspensas aos 95 dias após a emergência das plantas, porém, sem se diferenciarem, significativamente, dos resultados da suspensão da irrigação aos 80 e 110 dias. O menor rendimento do algodão em rama foi obtido quando a irrigação foi suspensa aos 50 dias após a emergência. A cultivar IAC 20 proporcionou o maior rendimento (3550 kg/ha) de algodão em rama, suplantando as cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA Acala 1 em 23% e 19%, respectivamente, embora não diferindo significativamente da CNPA 6H.

Bezerra et al (1992b) submeteram a cultivar CNPA Precoce-1 a baixos potenciais de água no solo, correspondentes a -0,5, -1,0, -3,0, -5,0 e -7,5 bar e verificaram que o rendimento do algodoeiro foi crescente (2330 e 2517 kg/ha) quando o potencial matricial passou de -0,5 para -1,0 bar, respectivamente, após o qual os valores de rendimento foram decrescentes, obtendo-se o menor rendimento (754 kg/ha) no potencial matricial de -7,5 bar. Não houve diferença significativa na altura de planta, entre os

diferentes potenciais matriciais. Resultados semelhantes também foram obtidos por Thomas & Wiegand (1970) citados por Nunes Filho (1993).

Em outro trabalho, conduzido, também, nas condições de Ipanguaçu-RN, Bezerra et al. (1992c) testaram cinco lâminas de irrigação (900,5; 720,4; 540,3, 360,2 e 180,1mm) na cultivar de algodoeiro herbáceo CNPA Precoce-1, obtiveram resultados bem diferentes, constatando diferenças significativas em relação a altura de planta e rendimentos. A maior lâmina proporcionou as maiores alturas e rendimento.

Em experimento conduzido em Sousa-Pb, Oliveira et al. (1991) testaram cinco níveis de umidade disponível no solo, 45%, 35%, 25%, 15% e 5%, em duas fases do ciclo da cultivar CNPA Precoce-1, da emergência ao início da floração e da floração à abertura dos capulhos, e concluíram que o rendimento do algodão e a altura de planta não foram afetados pela umidade disponível do solo. O índice de área foliar (IAF) foi maior e menor com os níveis de 35% e 5% da umidade disponível do solo, respectivamente.

Nunes Filho (1993), estudou o efeito de três níveis de umidade, equivalentes a 75%, 50% e 25% da água disponível do solo, os quais eram mantidos constantes, sobre duas cultivares de algodoeiro herbáceo CNPA Precoce-1 e CNPA Acala-1, em casa de vegetação, tendo verificado que altura de planta, área foliar, peso matéria seca da parte aérea e das raízes, aumentaram significativamente quando os níveis passaram de 25 para 50% de água disponível do solo. Entretanto, quando a umidade do solo variou de 50 a 75% de AD, não foi constatado aumento significativo na altura de planta, na área foliar e no peso da matéria da parte aérea e das raízes, em ambas as cultivares. O deficit hídrico afetou a produção de algodão em caroço das

cultivares, de forma diferente, uma vez que não houve diferença significativa, entre os níveis de umidade testados, em relação a CNPA Acala-1, mas, a cultivar CNPA Precoce-1 foi afetada de forma significativa, apenas pelo deficit hídrico mais intenso (25% de AD). A cultivar CNPA Precoce-1 superou estatisticamente a CNPA Acala-1, apenas na produção de algodão em caroço. Todavia, a altura de plantas e o peso da matéria seca da parte aérea foram maiores na CNPA Acala-1. Ambas as cultivares tiveram comportamento igual no que se refere a área foliar e peso da matéria seca das raízes.

Silva et al. (1994), estudando a resposta do algodoeiro herbáceo, cultivar CNPA Precoce-1, ao manejo da irrigação, verificaram que o rendimento e a altura de planta foram maiores quando as irrigações foram feitas com base em 50% da umidade disponível do solo. Entretanto, o rendimento foi menor quando o estresse ocorreu na fase de floração/frutificação, e as plantas cresceram menos em altura, com deficit hídrico apenas na floração.

2.3.2 - Cultivar CNPA 7H

Na literatura nada existe com respeito ao cultivo da CNPA 7H em regime de irrigação. Segundo informações colhidas junto a técnicos do CNPA/EMBRAPA, há muita semelhança entre as cultivares 7H e 6H, tendo ambas arquitetura similar. Para a CNPA 6H, Bezerra et al. (1994) constataram que o seu consumo hídrico foi de 616,49 mm, com valor médio de 6,7 mm/dia, nas condições de Ipanguaçu-RN.

Costa et al (1993) citados por Beltrão et al (1993) afirmam que a cultivar CNPA 7H pode ser cultivada em áreas com precipitação acima de 600 mm, em vales úmidos e em regime de irrigação.

2.4 - COMPORTAMENTO DE OUTRAS CULTIVARES DE ALGODÃO EM DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE

Hamilton et al. (1956) testaram três níveis (9/10, 2/3 e 1/3) da água disponível, em algodoeiro herbáceo, cultivar Acala-44 no Arizona e obtiveram um rendimento maior no nível mais alto, a 1/3 da água disponível consumida pelas plantas. Não houve diferença significativa no crescimento do caule, peso da matéria seca total das plantas e das maçãs, entre os níveis de umidade testados. Entretanto, Thornton (1961), estudando, também, diferentes níveis de umidade no solo, verificou diminuição do rendimento do algodoeiro com o aumento da umidade do solo.

Estudando a influência de regimes de umidade em diferentes estágios de desenvolvimento, na produção do algodoeiro, Amemiya et al. (1963) concluíram que os maiores rendimentos (2,96 bales/acre, correspondentes a 1.589,40 kg/ha de algodão em pluma) foram obtidos quando irrigou durante todo o ciclo, elevando a umidade à Capacidade de Campo, quando atingia 20% da água disponível do solo, enquanto que, o menor rendimento (2,4 bales/acre, correspondentes a 1.288,70 kg/ha) foi obtido com irrigações só até a floração, quando o solo atingiu 65% de umidade disponível.

Chang-Navarro et al (1963) estudaram a influência da umidade disponível do solo, em condições de campo, sobre o crescimento e desenvolvimento da cultivar LM 1041-49 de algodão,

nas condições de Lima-Peru. Os tratamentos consistiram em recuperar a umidade do solo para a Capacidade de Campo (CC), quando atingia os níveis de 69, 47, 24, e 13% de água disponível. A produção foi menor no nível mais alto de umidade (69%), não diferindo nos outros tratamentos. O crescimento das plantas foi maior nos níveis mais altos de água disponível no solo. Resultados similares foram obtidos por Oliveira (1979), utilizando a cultivar de algodão IAC-13-1, constatando redução da altura das plantas, com o aumento do deficit hídrico, na seguinte ordem: 81, 79, 79, 60, 65 e 60 cm, correspondentes aos níveis de 70, 55, 40, 25 e 10% da umidade disponível do solo, respectivamente.

Chang & Velazco (1963), citados por Cornejo (1966), testaram três níveis predeterminados de umidade disponível do solo (70%, 50% e 25%) em algodoeiro e concluíram que a produção de algodão não foi afetada pelos tratamentos de umidade, nas condições do experimento. A altura das plantas e o peso da matéria verde foram maiores com níveis altos de água disponível. A floração não foi influenciada pelos tratamentos, no entanto, houve retardamento na maturação das maçãs, nos níveis mais altos de umidade do solo.

Em trabalho conduzido no Arizona, Jackson & Tilt (1967) estudaram oito variedades de algodão e quatro tratamentos de água (0 a 10%; 15 a 25%; 30 a 40% e 45 a 55% da umidade disponível do solo), registrando que a produção de algodão em caroço foi diretamente proporcional ao teor de umidade disponível no solo, equivalentes a 3947, 5037, 5104 e 5359 kg/ha, respectivamente. Resultados diferentes foram obtidos por Aranda (1966), citado por Silva et al. (1985) que observou diminuição no rendimento de algodão, com o aumento do teor de umidade disponível no solo.

Singh et al. (1974) estudando o efeito da aplicação da água de irrigação quando a depleção da umidade disponível do solo chegava a 25%, 50% e 75%, no desempenho da variedade de algodão HY-4, verificaram maior produção de algodão em caroço (5.030 kg/ha) quando a depleção de umidade disponível era de 25%. Nesse nível, a produção foi 20,8% mais alta do que com umidade a 50% e 18,2% mais alta do que a produção obtida com 75% de depleção da umidade disponível. Trabalhando com níveis de umidade similares (25%, 50% e 75% da água consumida), Silva et al (1985) obtiveram respostas diferentes, para três cultivares de algodoeiro herbáceo (CNPA 76 - 6873; BR 1 e CNPA 77 - 149); o tratamento que recebeu irrigação, quando 75% da água disponível do solo havia sido consumida pela planta, promoveu, significativamente, o maior rendimento de algodão em caroço e altura de planta. Não houve diferença estatística entre as cultivares testadas.

Trabalhando com três turnos de rega (10, 15 e 20 dias), durante o ano de 1970/71, El Nadir (1974) verificou decréscimo do peso da matéria seca das folhas e do caule, bem como do rendimento de algodão em caroço, com o aumento do turno de rega. Silva (1986), também, encontrou resultados similares, quando testou dois turnos de rega (7 e 14 dias), constatando os maiores rendimentos com intervalo de irrigação de 7 dias.

Lima (1981), estudando o efeito da umidade do solo na cultivar de algodoeiro herbáceo SU 0450-8909, concluiu que a altura das plantas e a produção de algodão aumentaram significativamente quando o conteúdo de água do solo foi incrementado de 40 para 60% em base volume/volume ($\text{cm}^3 \text{H}_2\text{O}/\text{cm}^3$ solo); não encontrou efeitos sobre produção e sobre altura de plantas, quando a umidade do solo variou de 60 a 80%.

A deficiência hídrica é um dos fatores limitantes do crescimento e rendimento do algodoeiro, havendo, no entanto,

estádios de seu ciclo fenológico, em que os efeitos são mais críticos. Assim, Silva et al (1984), estudando o período crítico do algodoeiro, cultivar BR-1, com relação à deficiência hídrica em diferentes fases do seu desenvolvimento, verificaram que no tratamento que só foi irrigado em pré-plantio e na fase de floração/frutificação (40 - 80 dias após a emergência), a produção foi cerca de 23% inferior à da testemunha, que recebeu água durante todo o ciclo da cultura. As plantas cresceram mais em altura nos tratamentos irrigados em pré-plantio/fase vegetativa e floração/frutificação e tiveram menor altura, com irrigação na fase de pré-plantio e maturação.

* Costa (1985) estudou quatro períodos de deficit hídrico, (10, 15, 20 e 25 dias), iniciados aos 45 dias pós-plantio, mais um tratamento, constando de dois intervalos consecutivos de deficit hídrico de 15 dias, contados a partir do 15º dia depois do plantio, intercalado com uma irrigação (30º dia), acrescido de uma testemunha (sem deficit), sobre o crescimento, desenvolvimento e produção das cultivares de algodoeiro herbáceo (BR-1; PR-4139; SU-0450-8909 e IAC-19), em condições de casa de vegetação. Concluiu que houve diferença significativa na altura de planta, entre os períodos de deficit hídrico, apresentando a testemunha e o intervalo de 25 dias pós plantio o maior e o menor porte, respectivamente. No entanto, o peso da matéria seca da parte aérea e das raízes não foi influenciado pelos períodos de deficit, apresentando, entretanto, a testemunha o menor peso de matéria seca. A produção foi maior na testemunha, sem diferença entre os tratamentos de deficit hídrico. No entanto, houve diferenças significativas na altura de planta, peso da matéria seca da parte aérea e raízes entre as cultivares.

Em experimento conduzido por Oliveira & Silva (1987), para determinar o uso consuntivo do algodoeiro herbáceo, cultivar SU-0450, durante o período de maio a setembro de 1979, no município

de Barreiras-BA, foi observado um consumo médio de 4,4 mm/dia, com consumo mínimo de 2,4 mm/dia, no início de crescimento das plantas e o máximo (6,2 mm/dia), ocorreu no período de plena floração e frutificação da cultura.

* Silva et al (1988), conduziram ensaio de necessidade de irrigação no cultivo do algodoeiro herbáceo, cultivar CNPA Acala-1. Os tratamentos consistiram de irrigações com base em 25, 50 e 75% da água disponível, consumida pelas plantas, e sintomas de murcha das mesmas às 9:30 hs. Observaram que a irrigação quando 75% da água disponível do solo, havia sido consumida pelas plantas, resultou em maior rendimento (4.240 Kg/ha), sendo o menor rendimento (3.002 Kg/ha) obtido no tratamento de irrigação com base nos sintomas de murcha das plantas. Os tratamentos de irrigação, quando as plantas tinham consumido 25% e 50% da umidade disponível do solo, não diferiram estatisticamente entre si. O crescimento das plantas foi menor quando se irrigou com base nos sintomas de murcha das plantas, não diferindo, estatisticamente entre si, os outros tratamentos. Não houve diferenças significativas no número de maçãs por planta, entre os tratamentos.

Foram testadas, por Aragão Junior et al. (1989), quatro lâminas de irrigação, baseadas em 100, 80, 60 e 40% da evapotranspiração potencial, na cultivar de algodoeiro herbáceo BR-1, concluindo que a irrigação manejada com base em 80% da evapotranspiração potencial e uma frequência de seis dias, proporcionou o maior rendimento. O menor rendimento foi obtido quando se irrigou com base em 60%, não diferindo estatisticamente do tratamento de 40% da evapotranspiração potencial. Não foi observada diferença estatística entre os tratamentos, no tocante ao crescimento das plantas.

* Oliveira et al (1992b) estudaram o efeito de cinco níveis de umidade disponível do solo (45%, 35%, 25%, 15% e 5%), em duas fases de desenvolvimento do algodoeiro herbáceo, da emergência ao início da floração e da floração à maturação dos capulhos, na cultivar CNPA - 6H, verificando um maior rendimento (3.594 kg/ha) de algodão em rama, ao nível de 35% de água disponível do solo, sem diferir, entretanto, dos obtidos com 45% e 25%, mas superiores aos resultados observados com os níveis de 15% e 5% de umidade do solo. Esses autores, conduziram o mesmo trabalho no ano seguinte e não encontraram diferença significativa quando a irrigação foi manejada até o nível de 15% de umidade disponível do solo, em termos de rendimento de algodão em rama.*

* Oliveira et al (1992a) testaram seis potenciais matriciais de água no solo (-0,5; -1,0; -2,0; -3,0; -4,0 e -6,0 bars), em algodoeiro da cultivar CNPA 6H e encontraram ser a produção de algodão em rama, diretamente proporcional ao teor de umidade do solo, obtendo rendimentos de 3.975, 3.904, 3.572, 3.588, 2.469 e 2.425 kg/ha, respectivamente.* Lima (1981) cita que resultados similares foram obtidos por Krantz e Stockinger em 1953, com diferentes conteúdos de água no solo (tensões de 0,33; 0,66; 2 e 6 atmosferas), verificando que a produção era proporcional a quantidade de água aplicada, ao obter rendimentos de 1.621,62; 1.471,27; 1.482,01 e 1.127,62 kg/ha de algodão em pluma, respectivamente.

Sousa (1994) estudou o comportamento da cultivar CNPA 6H, sob condições de irrigação, através dos tratamentos (a) não estressado (consumo de água de 671,7mm) e (b) estressado, com início do estresse aos 53 dias após a semeadura (consumo de água de 477,1mm) e concluiu que a altura de planta, a área foliar, o peso da matéria seca da parte aérea e o rendimento foram maiores no tratamento não estressado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO:

O estudo foi conduzido no Departamento de Engenharia Agrícola, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba-UFPB, Campus-II, em Campina Grande-PB, no período de julho a outubro de 1994, em casa de vegetação, com cobertura de telhas de fibras de vidro transparentes e laterais de tela plástica.

3.2 - SOLO UTILIZADO E SUA CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, HÍDRICA E QUÍMICA.

Utilizou-se amostra da camada superficial (0-30cm) de um solo classificado como regossolo, textura areia franca, proveniente do município de Puxinanã-PB. Foi feita uma análise de suas características físico-químicas, de acordo com as metodologias recomendadas pela EMBRAPA (1979), cujos dados encontram-se na Tabela 1.

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

Características do solo	Umidade	Valor
Areia	%	83,32
Silte	%	9,77
Argila	%	6,91
Classificação Textural	Areia Franca	
Densidade Global	g/cm ³	1,57
Densidade das partículas	g/cm ³	2,72
Porosidade	%	42,2
Matéria Orgânica	%	0,44
pH em H ₂ O (1:2,5)		6,12
C. E. do Ext. de Sat. (Ce)	dSm/m a 25 C	0,10
Fósforo Assimilável	mg/100g de solo	1,78
Alumínio + Hidrogênio	meq/100g de solo	0,74
Cálcio + Magnésio	meq/100g de solo	2,50
Potássio	meq/100g de solo	0,01
Sódio	meq/100g de solo	0,14
CTC	meq/100g de solo	3,39

Os dados para obtenção da curva característica de retenção de água no solo foram obtidos através de placas de pressão e membrana de Richards (1947), de acordo com Reichardt (1988). Os valores de umidade do solo e potenciais matriciais se encontram no Tabela 2.

Tabela 2 - Valores dos teores de umidade e potenciais matriciais de água no solo (Ψ_m)

Tensão (MPa)	Conteúdo da água (%em peso/peso)
-0,010	9,89
-0,033	4,81
-0,100	2,93
-0,500	1,86
-1,000	1,65
-1,500	1,42

Considerou-se o potencial matricial de água no solo equivalente a 0,010 MPa, como o ponto correspondente à umidade do solo na Capacidade de Campo.

3.3. CULTIVARES

3.3.1. Cultivar CNPA Precoce-1

A cultivar CNPA Precoce-1 é resultado da aclimação, às condições do Nordeste brasileiro, da linhagem GH 11-9-75, derivada de TAMCOT SP-37, procedente do Texas, Estados Unidos da América. Fases fenológicas: 45 a 55 dias para a emissão da primeira flor, 80 dias para o aparecimento do primeiro capulho, completando o ciclo, do plantio à colheita, nas condições do Nordeste, entre 100 e 110 dias. O seu rendimento é superior a 1000 kg/ha e 3000 kg/ha, de algodão em caroço, em condições de sequeiro e irrigado, respectivamente (Beltrão et al., 1993).

3.3.2. Cultivar CNPA-7H

Esta cultivar é originada do cruzamento intervarietal da TAMCOT SP-37 e IAC-17. Deste cruzamento, através de seleção genealógica, obteve-se a linhagem CNPA 85-263. A floração ocorre, em média, aos 52 dias após o plantio, os primeiros capulhos surgem por volta dos 90 dias e o ciclo é completado aos 120-130 dias. O rendimento médio, em condições de sequeiro, é de 1.759 kg/ha (Beltrão et al., 1993).

3.4 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 4, constituído por duas cultivares de algodoeiro herbáceo e quatro níveis de umidade do solo com três repetições. Fatores estudados:

CULTIVARES (C)

C1	CNPA Precoce 1
C2	CNPA 7H

NIVEIS DE UMIDADE (U)

U ₁	63,00% de água disponível
U ₂	43,00% de água disponível
U ₃	23,00% de água disponível
U ₄	3,00% de água disponível

Definiu-se o nível máximo de umidade (63% de AD), baseando-se em resultados obtidos por Lima (1981) e Nunes Filho (1993), segundo os quais, valores superiores a 60% de água disponível,

não proporcionam aumentos significativos em termos de crescimento, desenvolvimento e produção do algodoeiro.

O menor nível (3% de AD) foi definido tomando-se por base resultados obtidos por Oliveira et al. (1991), que observaram não haver influência no crescimento e na produção do algodoeiro herbáceo, cultivar CNPA Precoce 1, do nível de 5% da umidade disponível do solo, nas condições do perímetro irrigado de São Gonçalo-Pb.

Combinando-se os fatores, cultivares (C) e níveis de umidade do solo (U) foram 8 tratamentos, arranjado-se da seguinte maneira:

C ₁ U ₁	C ₂ U ₁
C ₁ U ₂	C ₂ U ₂
C ₁ U ₃	C ₂ U ₃
C ₁ U ₄	C ₂ U ₄

O Experimento foi avaliado em 4 fases de desenvolvimento das plantas, correspondentes aos 36, 52, 76 e 98 dias após a semeadura. Cada parcela constou de 1 vaso, com 2 plantas, e o número total de parcelas foi de 96 (8 x 3 x 4)

3.5 - INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado em 22/07/94, utilizando-se vasos feitos com tubos PVC, com 15cm de diâmetro e 41cm de altura, revestido internamente com saco plástico, os quais foram preenchidos com 10kg de terra seca ao ar, passada em peneira com malha de 2 mm.

Foram utilizadas sementes de algodão herbáceo das cultivares, CNPA Precoce I e CNPA 7H, provenientes dos campos de

produção de sementes básicas do Centro Nacional de pesquisa do Algodão, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPQ/EMBRAPA), as quais foram deslindadas com ácido sulfúrico concentrado e lavadas posteriormente com água corrente, eliminando-se as deterioradas, segundo metodologia descrita por Godoy (1975). Em seguida, fez-se a desinfecção das sementes com fungicida a base de PCNB, na dosagem de 300g do fungicida para 100.000g de sementes de algodão.

A adubação de fundação foi feita antes da semeadura, aplicando-se em cada vaso 150ppm de P (peso/peso), equivalentes a 1,5g de P_2O_5 por vaso, na forma de superfosfato simples, incorporando-o ao solo a uma profundidade de 15cm (Bull 1991, citado por Nunes Filho (1993)).

Após a adubação, todos os vasos receberam água, até atingir a umidade do solo o nível de capacidade de campo (CC). Em seguida, aplicou-se 0,8ml de uma solução padrão de micronutrientes por vaso, cuja composição química encontra-se na Tabela 3. Posteriormente foram cobertos com um plástico para evitar a evaporação.

Com o solo na Capacidade de Campo, fez-se a semeadura, utilizando-se 10 sementes de algodão por vaso, a uma profundidade de 2cm, após teste prévio de germinação, em que foram obtidos valores satisfatórios para a espécie. Foi feito um desbaste aos 10 dias após a semeadura, deixando-se 2 plantas por vaso, de tamanho uniforme e bem distribuídas no recipiente.

Tabela 3 - Composição química da solução padrão de micronutrientes, utilizada no experimento.

COMPOSTO	CONCENTRAÇÃO mg/kg de solo
H ₃ BO ₃	0,062
FeSO ₄ ·7H ₂ O	3,180
MnSO ₄ ·H ₂ O	0,0307
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0,0232
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,0032
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	0,00107

Fonte: baseado em Waugh & Fitts (1966) citados por Nunes Filho (1993)

Foram realizadas três adubações em cobertura, baseando-se em Nunes Filho (1993), sendo a primeira depois do desbaste, aos 10 dias após a semeadura, através da aplicação de 20ml de uma solução nutritiva com concentração de 40ppm de N (peso/peso) e 156ppm de K₂O por vaso, utilizando-se a uréia (44% de N) e o cloreto de potássio (60% de K₂O) como fonte de N e K₂O, respectivamente.

A segunda adubação em cobertura foi feita, aos 45 dias após a semeadura, aplicando-se 10ml de uma solução nutritiva com concentração de 20ppm de N mais 20ppm de K₂O, por vaso, usando-se a uréia e o cloreto de potássio como fonte de N e K₂O, respectivamente.

A terceira adubação constou da aplicação de 10 ml de uma solução com concentração de 10ppm de N mais 10ppm de K₂O, por vaso, aos 67 dias após o plantio, utilizando as mesmas fontes já citadas anteriormente.

No momento da sementeira, todas as parcelas foram irrigadas elevando-se a umidade do solo ao nível de capacidade de campo (CC). A partir daí, esperou-se que a umidade atingisse os níveis pré-determinados, correspondentes aos tratamentos estudados (63, 43, 23 e 3% de água disponível), através de pesagens diárias. Os níveis desejados foram atingidos, respectivamente, aos 13, 19, 28 e 36 dias após plantio. À medida em que isto ocorria, em cada tratamento, a suplementação de água, para manter cada nível, foi feita a cada 2 dias, uma vez que o consumo na fase inicial de desenvolvimento era pequeno. A partir do 34º dia, após plantio, começou a aumentar muito o consumo de água pelas plantas, sendo a reposição feita diariamente, até o final do experimento.

Com o crescimento/desenvolvimento das plantas, tornou-se necessário compensar o acréscimo que havia em termos de peso da matéria verde, em cada época de avaliação do experimento, corrigindo a quantidade de água a ser repostada. Em cada fase, através de método destrutivo, foi obtido o peso da matéria verde de cada tratamento e compensados os níveis desejados de umidade, diminuindo-se os erros decorrentes do crescimento / desenvolvimento dos algodoeiros.

Semanalmente, foi feito deslocamento dos vasos, dentro de cada bloco, até o final do experimento, diminuindo-se os efeitos da variação ambiental no experimento, principalmente insolação.

Preliminarmente à instalação do trabalho, efetuou-se a desinfestação da casa de vegetação com acaricida a base de Kelthane. Depois, foram feitas duas pulverizações, aos 40 e 88 dias após a sementeira, com acaricida a base de Kelthane, na dosagem de 40ml do produto/20 litros de água, para controlar a infestação do ácaro vermelho - *Tetranychus ludeni* - e do ácaro rajado - *Tetranychus urticae* - quando eram constatados nas plantas.

3.6 - CRITÉRIOS ADOTADOS PARA DEFINIR AS ÉPOCAS DE AVALIAÇÃO

A primeira avaliação foi realizada quando a umidade, nos vasos do tratamento U4, atingiram 3% da água disponível, o que se deu aos 36 dias após a semeadura. Foram coletadas as plantas de um vaso de cada parcela, correspondente a cada nível de umidade.

A segunda época de avaliação correspondeu à fase em que cerca de 20% de todos os vasos continham plantas com botões florais, o que aconteceu aos 52 dias após a semeadura, retirando-se ao acaso, um vaso de cada parcela, correspondente a cada tratamento, para determinação das variáveis em estudo.

A terceira avaliação foi feita, quando cerca de 20% de todos os vasos apresentavam plantas com flores, aos 76 dias após a semeadura. Nessa fase, algumas plantas já tinham frutos em formação.

A quarta e última avaliação foi realizada por ocasião do início da abertura do primeiro fruto, aos 98 dias após a semeadura.

3.7 - PARÂMETROS AVALIADOS

3.7.1 - Consumo de água

Foram calculadas as quantidades de água consumida pelas plantas, em milímetros, para cada época de avaliação, compreendida entre: 0-36, 37-52, 53-76 e 77-98 dias após a semeadura, bem como o consumo cumulativo de água, através de pesagens dos vasos, em balança da marca Filizola com capacidade de 15kg e sensibilidade de 10g.

3.7.2 - Crescimento/desenvolvimento das plantas

Em cada época de avaliação houve medição da altura das plantas e contagem do número de folhas (1ª, 2ª, 3ª e 4ª épocas), botões florais (2ª, 3ª e 4ª épocas), flores e frutos (3ª e 4ª épocas).

Procedeu-se, também, à pesagem da matéria seca das seguintes partes: caule, raízes, folhas, pecíolos, botões florais, flores, frutos, frutos caídos e restos florais, nas épocas relacionadas anteriormente. Com base nos dados de peso de raiz (R) e de parte aérea (PA), calculou-se a relação R/PA.

Para obtenção do peso da matéria seca, cada parte foi submetida à temperatura de 60°C, em estufa com circulação forçada de ar quente, pelo tempo necessário à completa secagem, chegando, no caso dos frutos, a 240 horas.

3.7.3 - Eficiência do uso da água

Foi determinada através da relação entre o peso da matéria seca total e o volume de água consumida, obedecendo à metodologia descrita em Gardner et al. (1985) e em Barker et al. (1989).

3.7.4 - Determinação das características da folha

Para estudos de área foliar, foram realizadas, na última época, aos 98 dias após a semeadura, as seguintes avaliações:

- comprimento médio das folhas da planta
- área foliar média por planta

- comprimento médio da folha em cuja axila desenvolveu-se o 1º ramo frutífero (no trabalho, também, denominada de "folha do 1º fruto")
- área da folha do 1º ramo frutífero.

Nas determinações de área foliar, utilizou-se um medidor de área foliar portátil, modelo LI-300. As avaliações de comprimento médio e peso médio de matéria seca das folhas visaram a se investigar possíveis correlações entre essas características e a área foliar. A escolha da folha do primeiro ramo frutífero baseou-se em Beltrão e Azevedo (1993) que a denominam de folhas vegetativas, por se inserirem diretamente no caule principal, diferindo das folhas frutíferas que se inserem no ramo frutífero. As folhas denominadas "vegetativas" são as mais importantes, por fornecerem a maior parte dos assimilados para os frutos.

3.8 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram feitas utilizando metodologias usuais de análise de variância e testes de correlação e de regressão. A análise de variância dos dados de peso da matéria seca, das várias partes da planta, foi feita após a sua transformação em $x + 0,005$, e para a análise do número de frutos, número de frutos caídos e número de botões caídos, fez-se a transformação em $\sqrt{x+0,5}$ (Pimentel Gomes, 1985; Snedecor 1962).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - CONSUMO DE ÁGUA

Durante todo o experimento houve anotações do volume de água consumida pelas plantas do algodoeiro, para manter os níveis desejados de água disponível. Após análise estatística, foram obtidos os dados da análise de variância, correspondentes às quatro épocas de avaliação (Tabela 4).

TABELA 4 - Valores do Teste F (5% e 1%) e do Coeficiente de Variação, para os dados de água consumida pelo algodoeiro em função de cultivares e níveis de umidade do solo, em diferentes intervalos de tempo, após a semeadura.

Fonte de variação	Intervalo de tempo após a semeadura (dias)				Total
	0 - 36	37 - 52	53 - 76	77 - 98	
Cultivar (C)	8,70 *	0,02 ns	3,72 ns	12,79 **	5,76 *
Umidade (U)	150,08 **	111,52 **	307,55 **	1875,53 **	697,22 **
Interação (C x U)	1,19 ns	0,19 ns	1,35 ns	5,58 **	1,75 ns
C. V. (%)	4,06	14,24	10,98	4,31	6,39

Significativo ao nível de 5% (*) e de 1% (**) de probabilidade

ns - não significativo

Houve efeito significativo para o fator nível de umidade em todas as épocas. Em relação a cultivares observam-se diferenças significativas no início do ciclo e no final do período do estudo, quando o efeito foi interativo entre cultivares e umidade (C x U), que revelam terem as cultivares se comportado de maneira diferente, dentro de cada nível de umidade.

Na Tabela 5 estão as médias de água consumida, segundo os vários tratamentos e intervalos de condução do trabalho.

TABELA 5 - Valores médios de água consumida, em milímetros, em função de cultivares e níveis de umidade do solo, em diferentes intervalos de tempo, após a semeadura.

Fatores	Intervalo de tempo após a semeadura (dias)				TOTAL
	0 - 36	37 - 52	53 - 76	77 - 98 ¹	
Cultivares (C)					
C ₁ - CNPA Precoce 1	56,77 b	57,19 a	155,52 a	231,64	501,12 b
C ₂ - CNPA 7H	59,61 a	57,65 a	169,59 a	246,67	533,52 a
d.m.s (5%)	2,07	7,15	15,62		28,93
Níveis de Umidade (U)					
U ₁ - 63% de AD	73,38 a	99,55 a	321,12 a	454,41	948,46 a
U ₂ - 43% de AD	61,40 b	68,84 b	202,27 b	308,29	640,80 b
U ₃ - 23% de AD	51,07 c	44,63 c	99,80 c	159,69	355,19 c
U ₄ - 3% de AD	46,91 d	16,67 d	27,03 d	34,23	124,84 d
d.m.s (5%)	3,96	13,72	29,96		55,50

d.m.s = diferença mínima significativa

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

¹ Valores médios do desdobramento da interação na Tabela 6

Observa-se que o consumo de água pelas plantas aumentou significativamente com o incremento dos níveis de umidade, em todas as épocas. Chang-Navarro et al. (1963) também verificaram aumento do consumo de água pelas plantas de algodoeiro, cultivar LM 1041-49, com o incremento dos níveis de umidade testados, em condições de campo.

Em relação às cultivares, a cv. CNPA-7H superou estatisticamente a CNPA Precoce-1, no consumo de água, na primeira época de avaliação (até aos 36 dias) e considerando a soma de todas as épocas (até aos 98 dias após a semeadura). Na segunda (37 a 52 dias) e terceira épocas (53 a 76 dias), ambas as cultivares apresentaram o consumo de água, estatisticamente igual. Os dados do desdobramento da interação, correspondente ao último período de estudo (77 a 98 dias), estão na Tabela 6, constatando-se que a resposta das cultivares dependeu do nível de umidade. No valor intermediário de umidade (43% de AD), a CNPA-7H apresentou um consumo de água de 329,07mm, significativamente superior à CNPA Precoce-1, com 287,50mm, correspondendo a uma diferença de 12,63%. Todavia nos demais níveis, ambas as cultivares tiveram o mesmo comportamento.

Decorrentes da discussão dos dados de água consumida, fica uma expectativa sobre a sua influência no crescimento e produção das cultivares.

TABELA 6 - Valores médios de água consumida (mm), pelas cultivares de algodoeiro, na 4ª época de avaliação (98 dias após a semeadura), depois do desdobramento da interação C x U.

Cultivares (d.m.s = 18,01)	Níveis de Água Disponível (d.m.s.= 24,43)			
	63 %	43 %	23 %	3 %
CNPA Precoce 1	445,82aA	287,50bB	156,53aC	36,70aD
CNPA 7 H	463,00aA	329,07aB	162,86aC	31,75aD

Médias seguidas da mesma letra, minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.2. CONSUMO CUMULATIVO DE ÁGUA

A partir dos valores cumulativos de consumo de água, foram obtidos os dados estatísticos, apresentados na Tabela 7, correspondentes às quatro fases do ciclo fenológico.

Tabela 7. Valores do Teste F (5 e 1%) para os dados cumulativos de água consumida pelo algodoeiro, nas quatro fases de estudos, em função dos fatores estudados.

Fonte de Variação	Fases de ciclo (dias após a semeadura)			
	Até aos 36 dias	Até aos 52 dias	Até aos 76 dias	Até aos 98 dias
Cultivar (C)	8,70*	0,63 ns	2,43 ns	5,76*
Umidade (U)	150,08**	127,33**	246,08**	697,28**
Interação (CxU)	1,19 ns	0,14 ns	0,66 ns	1,75 ns
CV (%)	4,06	8,81	9,81	6,39

Significativo ao nível de 5% (*) e de 1% (**) de probabilidade

ns - não significativo

Houve efeito significativo para o fator Níveis de Umidade em todas as fases fenológicas.

Em relação a Cultivares, observam-se diferenças significativas, na primeira fase do ciclo (até aos 36 dias após a semeadura) e em todo o período de estudos, até aos 98 dias após o semeio. Na segunda e terceira fases, respectivamente até aos 52 e 76 dias após a semeadura, não houve efeito significativo para Cultivares.

Na Tabela 8 estão as médias cumulativas de água consumida, segundo os vários tratamentos e fases do ciclo de estudo das plantas.

TABELA 8 - Valores médios cumulativos de água consumida, em mm, nas quatro fases do ciclo do algodoeiro, em função dos fatores estudados

Fatores	Fases do ciclo (dias após a semeadura)			
	até aos 36 dias	até aos 52 dias	até aos 76 dias	até aos 98 dias
Cultivares (C)				
C ₁ - CNPA Precoce 1	56,77 b	113,95 a	269,48 a	501,12 b
C ₂ - CNPA 7H	59,61 a	117,27 a	286,85 a	533,52 a
d.m.s (5%)	2,07	8,91	23,86	28,93
Níveis de Umidade (U)				
U ₁ - 63% de AD	73,38 a	172,93 a	494,05 a	948,46a
U ₂ - 43% de AD	61,40 b	130,24 b	332,51 b	640,80b
U ₃ - 23% de AD	51,07 c	95,70 c	195,50 c	355,19c
U ₄ - 3% de AD	46,91 d	63,58 d	90,61 d	124,84d
d.m.s (5%)	3,96	17,09	45,77	55,50

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

d.m.s = diferença mínima significativa

Verifica-se que o consumo cumulativo de água pelas plantas aumentou significativamente, com o incremento dos níveis de umidade, em todas as fases do ciclo.

Em relação às cultivares, o consumo de água pela 'CNPA-7H', na fase inicial do ciclo (até aos 36 dias após a sementeira) e em todo o período do estudo (até aos 98 dias) foi estatisticamente superior ao da 'CNPA Precoce-1'. Na segunda e terceira fases do ciclo (até aos 52 e 76 dias após a sementeira, respectivamente), ambas as cultivares tiveram um comportamento semelhante.

4.3. CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS NA 1ª ÉPOCA DE AVALIAÇÃO

Os valores do Teste F para os dados das variáveis estudadas na 1ª época (36 dias após a sementeira), estão na Tabela 9, com os respectivos Coeficientes de Variação e na Tabela 10 estão as comparações de médias e valores de d.m.s. (5%).

Observa-se que até os 36 dias após a sementeira, não houve influência dos níveis de umidade, sobre as variáveis estudadas, podendo-se deduzir ser o algodão pouco exigente em água, na fase inicial do ciclo. Estes resultados estão de acordo com as afirmações de Doss et al. (1964) ao observarem que a quantidade média de água consumida pelo algodão foi geralmente baixa, enquanto as plantas eram jovens, aumentando gradualmente, até atingir o máximo durante o período de floração e desenvolvimento das maçãs. Doorenbos e Kassam (1994), também, citam que no início do período vegetativo as necessidades hídricas da cultura do algodoeiro são baixas, aproximadamente 10% do total, elevando-se, posteriormente.

TABELA 9. Valores do Teste F (5% e 1%) e do Coeficiente de Variação, para as diversas características estudadas na 1ª época de avaliação (36 dias após semeadura), em função de cultivares e níveis de umidade do solo.

Fontes de Variação	Altura de Planta (cm)	Número de folhas	Matéria seca das raízes (g)	Matéria seca do caule (g)	Matéria seca das folhas (g)	Matéria seca dos pecíolos (g)
Cultivar (C)	33,37 **	4,30 ns	11,01 **	42,02 **	29,82 **	27,83 **
Umidade (U)	0,88 ns	3,16 ns	1,75 ns	1,26 ns	0,12 ns	0,46 ns
Interação (CxU)	1,31 ns	0,76 ns	2,83 ns	1,64 ns	1,30 ns	0,83 ns
C.V.(%)	8,87	8,48	13,10	16,46	14,30	19,72

Significativo ao nível de 5% (*) e de 1% (**) de probabilidade

ns - não significativo

TABELA 10 - Valores médios das variáveis do algodoeiro, estudadas na 1ª época de avaliação, em função dos fatores estudados, com os respectivos valores de d.m.s. (diferença mínima significativa).

Fatores	Altura planta (cm)	Número de folhas	Matéria seca das raízes (g)	Matéria seca do caule (g)	Matéria seca das folhas (g)	Matéria seca dos pecíolos (g)
Cultivares (C)						
C1 - CNPA Precoce 1	11,98 b	5,04 a	0,31 b	0,13 b	0,41 b	0,05 b
C2 - CNPA 7H	14,78 a	5,42 a	0,37 a	0,20 a	0,56 a	0,08 a
d.m.s.(5%)	1,04	0,39	0,04	0,02	0,06	0,01
Níveis de umidade (U)						
U1 - 63% de AD	14,04 a	5,67 a	0,37 a	0,18 a	0,49 a	0,07 a
U2 - 43% de AD	13,31 a	5,25 a	0,36 a	0,16 a	0,49 a	0,06 a
U3 - 23% de AD	13,17 a	5,08 a	0,33 a	0,16 a	0,48 a	0,06 a
U4 - 3% de AD	13,02 a	4,92 a	0,32 a	0,15 a	0,47 a	0,06 a
d.m.s.(5%)	1,99	0,74	0,08	0,05	0,12	0,02

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste Tukey.

Independente da umidade, houve diferenças significativas entre as cultivares, destacando-se a CNPA 7H em todos os parâmetros analisados. Embora sem se registrar diferença significativa para o número de folhas, a CNPA 7H apresentou um maior peso da matéria seca das folhas. Costa (1985), estudando os efeitos de diferentes estresses hídricos, sobre as cultivares de algodoeiro: BR-1, PR-4139, SU 0450-8909 e IAC-19, verificou diferença significativa na altura de plantas, entre elas, aos 43 dias após a semeadura.

Analisando-se o fator umidade, isoladamente, observa-se que o maior consumo de água, pelas plantas, nos níveis mais altos de umidade, na 1ª época de avaliação (Tabelas 4 e 5), não resultou em maior crescimento/desenvolvimento, reforçando a dedução, já aludida anteriormente, da pouca exigência em água do algodoeiro, no início do ciclo.

Em relação às cultivares, o maior consumo de água, na 1ª época, pela CNPA 7H correspondeu, também, a valores superiores de altura e peso da matéria seca das raízes e da parte aérea, denotando ser mais eficiente no uso da água que a Precoce-1, pois, em um mesmo nível de água disponível, teve um aproveitamento maior, resultando em maior produção de matéria seca.

4.4. CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS NA 2ª ÉPOCA DE AVALIAÇÃO

Os valores do teste F a 5% e 1% de probabilidade para as diversas variáveis estudadas na 2ª época de avaliação estão na Tabela 11, com seus respectivos coeficientes de variação, e na Tabela 12 estão as comparações das médias, entre os níveis de

umidade (U) e cultivares (C), pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O teste F indica que foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, o efeito do fator umidade (U), sobre as várias características estudadas, aos 52 dias após a semeadura (Tabela 11). Não houve interação entre os fatores C x U, revelando ter havido idêntica influência dos níveis de umidade sobre as cultivares.

Pela Tabela 12, observa-se, que aos 52 dias após a semeadura, a altura de planta, número de folhas e de botões florais e o peso da matéria seca da parte aérea e das raízes reduziram-se significativamente com o aumento do deficit hídrico. Taylor e Klepper (1974) verificaram, em plantas de algodão sob estresse hídrico, fechamento dos estômatos, redução do fornecimento de fotossintetizados para o sistema radicular, diminuição da formação de novas raízes e, conseqüentemente, formação de menos matéria seca. Com relação ao florescimento, observa-se que o peso da matéria seca dos botões florais foi mais influenciado pelo nível mais alto (63%) de água disponível, confirmando ser o algodoeiro exigente em água no início da fase reprodutiva.

TABELA 11. Valores do Teste F (5% e 1%) e do Coeficiente de Variação das diversas variáveis analisadas na 2ª época de avaliação, aos 52 dias após a semeadura, em função das cultivares (C) e dos níveis de umidade do solo (U).

Fonte de Variação	Altura de plantas (cm)	Numero de folhas	P.m.s das raízes (g)	P.m.s do caule (g)	P.m.s das folhas (g)	P.m.s dos pecíolos (g)	No.de botões florais	P.m.s dos botões (g)
Cultivar (C)	25,05 **	0,42 ns	0,46 ns	13,18 **	0,92 ns	1,94 ns	7,27 *	3,92 ns
Umidade (U)	40,45 **	125,45 **	39,97 **	15,80 **	24,09 **	18,72 **	28,15 **	6,30 **
Interação (C x U)	0,29 ns	1,35 ns	0,14 ns	0,56 ns	0,06 ns	0,14 ns	1,71 ns	1,60 ns
C. V. (%)	10,38	12,31	17,36	18,53	22,24	34,5	18,11	112,24

Significativo ao nível de 5% (*) e de 1% (**) de probabilidade

ns - não significativo

TABELA 12. Comparação de médias das duas cultivares do algodoeiro, para as variáveis obtidas aos 52 dias após a semeadura (2ª época de avaliação), em função dos fatores estudados.

Fatores	Altura de plantas (cm)	Numero de folhas	P.m.s das raízes (g)	P.m.s do caule (g)	P.m.s das folhas (g)	P.m.s dos pecíolos (g)	No.de botões florais	P.m.s dos botões (g)
Cultivares (C)								
C1 - CNPA Precoce 1	18,77 b	9,13 a	1,16 a	0,58 b	1,22 a	0,20 a	1,14 a	0,03 a
C2 - CNPA 7H	23,22 a	8,83 a	1,22 a	0,76 a	1,33 a	0,24 a	0,94 b	0,01 a
d.m.s.(5%)	1,91	0,97	0,18	0,11	0,25	0,07	0,16	0,02
Níveis de umidade (U)								
U1 - 63% de AD	28,28 a	14,58 a	1,85 a	0,94 a	2,03 a	0,40 a	1,61 a	0,06 a
U2 - 43% de AD	22,50 b	11,58 b	1,34 b	0,69 b	1,37 b	0,23 b	1,05 b	0,02 ab
U3 - 23% de AD	17,65 c	6,42 c	0,98 c	0,56 cb	1,00 cb	0,15 cb	0,79 cb	0,01 b
U4 - 3% de AD	15,55 c	3,33 d	0,60 d	0,48 c	0,71 c	0,09 c	0,71 c	0,01 b
d.m.s.(5%)	3,66	1,85	0,35	0,21	0,48	0,13	0,32	0,04

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Diferentemente do que ocorreu aos 36 dias (Tabelas 4 e 5), o aumento no consumo de água, pelas plantas, na 2ª época de avaliação (52 dias), resultou, significativamente, em maior crescimento, maior peso da matéria seca das raízes e da parte aérea, número de botões e peso da matéria seca dos botões.

Pelo teste F (Tabela 11), observa-se diferença significativa, ao nível de 1% e 5% de probabilidade, entre as cultivares, quanto a altura da planta, peso da matéria seca do caule e número de botões florais, com comportamento semelhante em relação às demais características analisadas.

Na Tabela 12 encontra-se a comparação das médias entre as cultivares, verificando-se que a cultivar CNPA 7H apresentou uma altura de planta e peso da matéria seca do caule (23,22cm e 0,76g) significativamente superiores à CNPA Precoce-1 (18,77 cm e 0,58g, respectivamente). Entretanto, a cultivar CNPA Precoce-1 produziu maior número de botões florais, comprovando ser o seu florescimento mais cedo. Nunes Filho (1993), também verificou menor crescimento em altura para a Precoce-1, em relação a uma outra cultivar, a Acala-1, no início do florescimento, aos 60 dias após plantio.

Mesmo não havendo diferença significativa entre as cultivares referente ao consumo de água na 2ª época de avaliação (Tabela 4), a CNPA 7H cresceu mais em altura e produziu caule com mais matéria seca, demonstrando, mais uma vez, a sua maior eficiência na utilização da água, em termos de desenvolvimento vegetativo.

4.5. CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS NA 3ª ÉPOCA DE AVALIAÇÃO

Pelos valores do teste F (Tabela 13), observa-se que houve efeito significativo dos níveis de umidade, sobre as diversas características estudadas aos 76 dias após a semeadura. As médias das variáveis analisadas, estão na Tabela 14.

Verifica-se que o nº de folhas, nº de botões florais mais flores e peso da matéria seca das várias partes, aumentaram significativamente com o incremento dos níveis de umidade, sendo obtidos os maiores valores a 63% de água disponível.

Com relação a altura das plantas e peso da matéria seca do caule e das folhas, o efeito foi interativo, entre cultivares e níveis de umidade, cujo desdobramento encontra-se nas Figuras 1, 2 e 3.

Constata-se que a altura das plantas foi reduzida, significativamente, com o aumento do deficit hídrico para ambas as cultivares. Slatyer (1969) observou que, estresse hídrico prolongado, provoca redução no crescimento das plantas, decorrente da falta de turgidez das células e dos tecidos e, conseqüentemente, fechamento dos estômatos, causando redução da fotossíntese.

Dentro dos níveis mais altos (63 e 43% de AD) a cultivar CNPA 7H apresentou uma altura média de 54,47 e 39,05 cm estatisticamente superior a CNPA Precoce-1 com 42,32 e 31,68 cm, respectivamente. Entretanto nos valores mais baixos (23 e 3% de AD) ambas tiveram um comportamento similar (Fig. 1). Oliveira (1979), também verificou redução da altura das plantas do algodoeiro, com elevação do deficit hídrico.

TABELA 13. Valores do Teste F (5% e 1%) para as diversas características do algodoeiro, analisadas na 3a época de avaliação (76 dias após a semeadura), em função dos fatores estudados.

Fonte de Variação	Altura de planta (cm)	Numero folhas	P.m.s raízes (g)	P.m.s do caule (g)	P.m.s das folhas (g)	P.m.s dos peciolos (g)	No. botões e flores	P.m.s.botões + flores (g)	Número frutos	P.m.s frutos (g)
Cultivar (C)	34,47 **	0,31 ns	0,51 ns	25,38 **	9,78 **	6,13 *	12,61 **	5,86 *	3,02 ns	2,90 ns
Umidade (U)	183,76 **	118,98 **	47,34 **	102,39 **	158,35 **	147,98 **	138,39 **	54,52 **	9,82 **	6,06 **
Inter. (C x U)	4,06 *	0,46 ns	0,23 ns	5,41 *	3,86 *	2,18 ns	1,47 ns	1,06 ns	1,35 ns	1,85 ns
C. V. (%)	8,74	13,28	22,62	17,85	13,91	20,16	9,67	31,83	14,72	162,44

Significativo ao nível de 5% (*) e de 1% (**) de probabilidade

ns - não significativo

Quanto ao peso da matéria seca do caule (Fig. 2), houve redução quando os níveis de água disponível decresceram até 23% de umidade, não diferindo entre si, os dois níveis mais baixos (23 e 3% de AD), para ambas as cultivares. Nos níveis mais altos (63 e 43% de AD) a cultivar CNPA 7H superou estatisticamente a CNPA Precoce-1, produzindo um caule mais pesado. Como foi discutido anteriormente (Fig.1), também na altura de plantas a cv. CNPA 7H sobrepujou a Precoce-1.

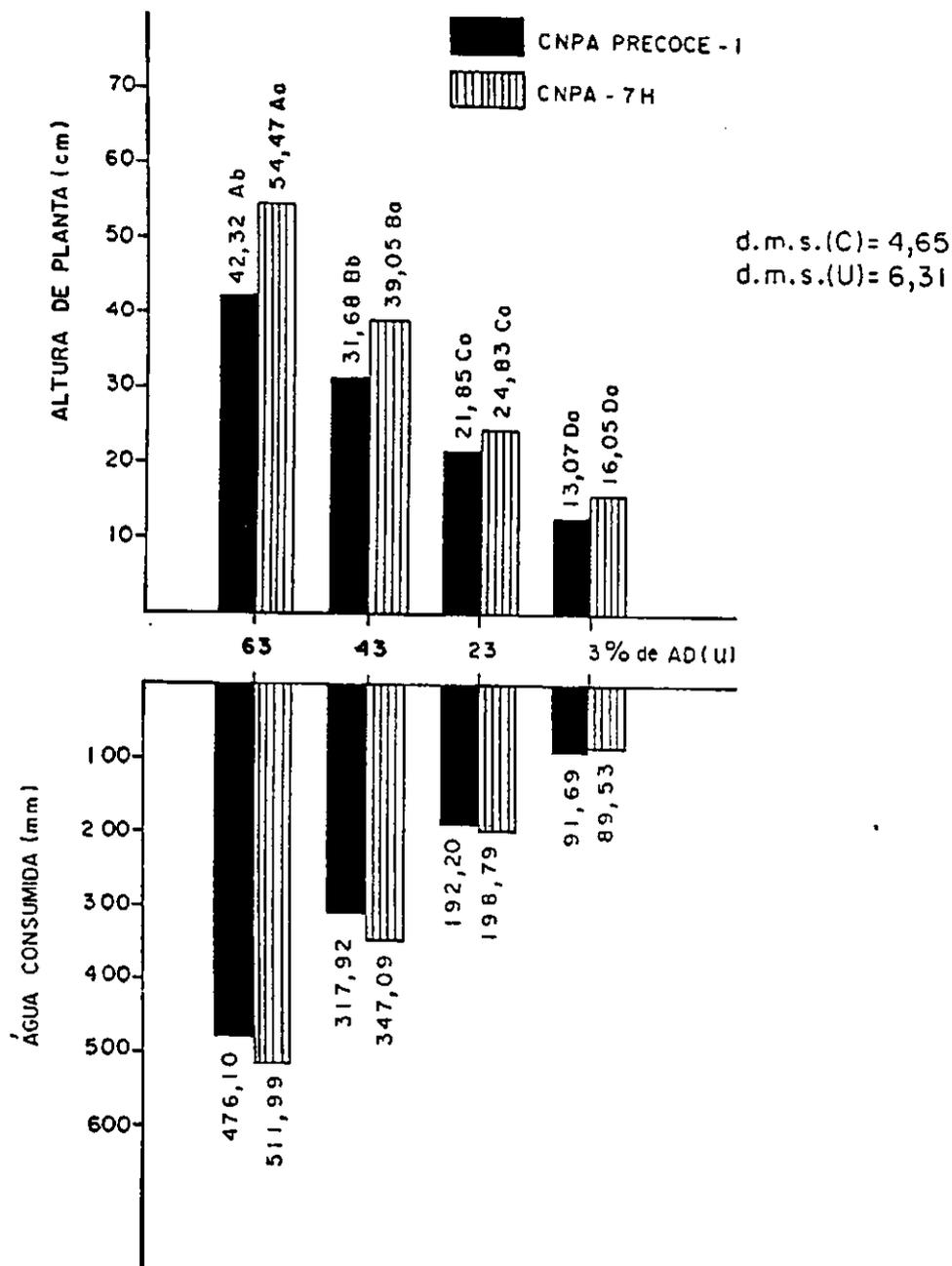


FIG. 1 -Variação na altura das plantas das duas cultivares de algodoeiro, em função da umidade disponível do solo (U), até os 76 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúscula, para os cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro do mesmo cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

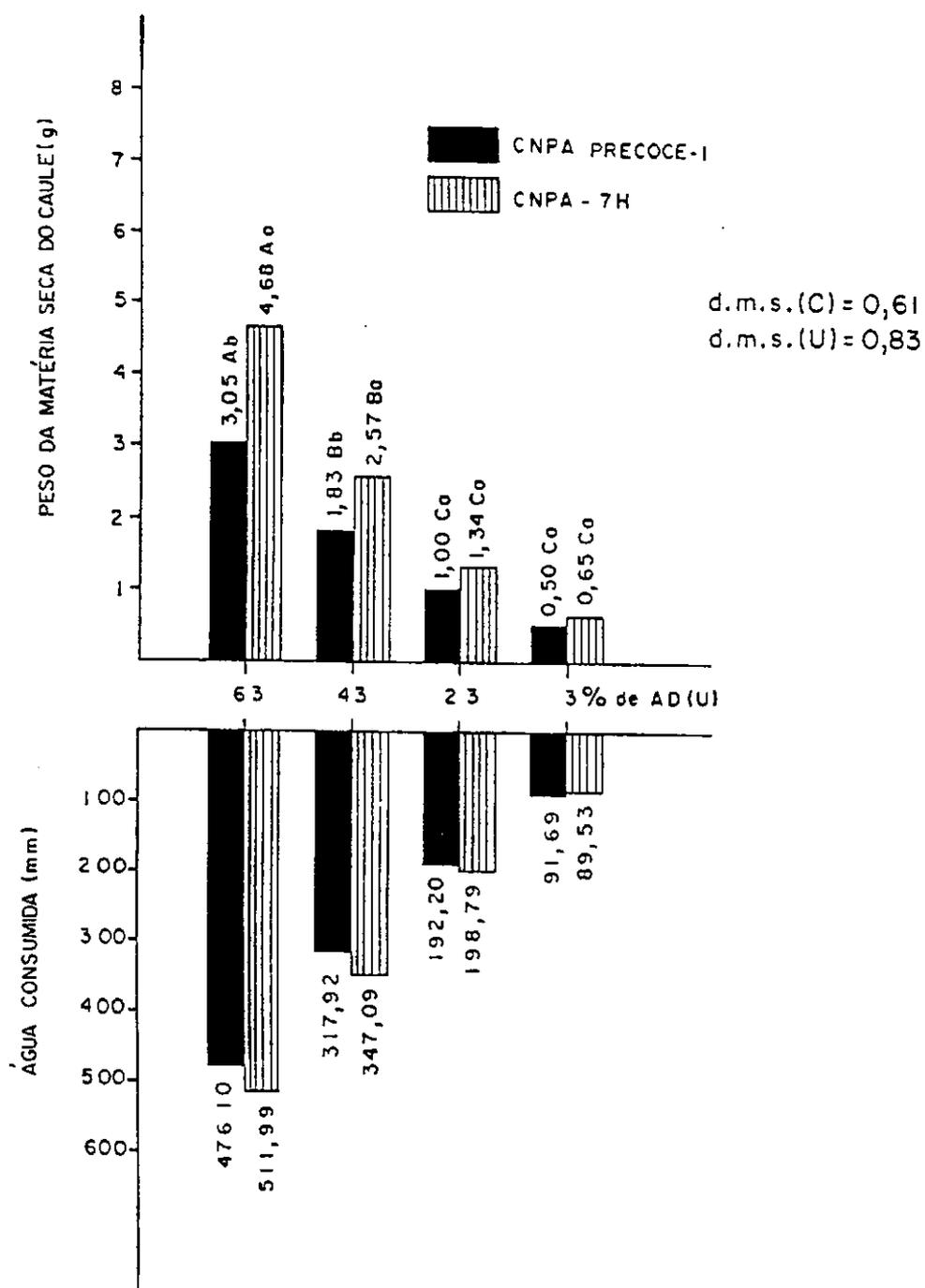


FIG. 2 - Peso da matéria seca do caule das cultivares de algodoeiro, segundo os níveis de umidade do solo (U), até os 76 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúscula, para as cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro do mesmo cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

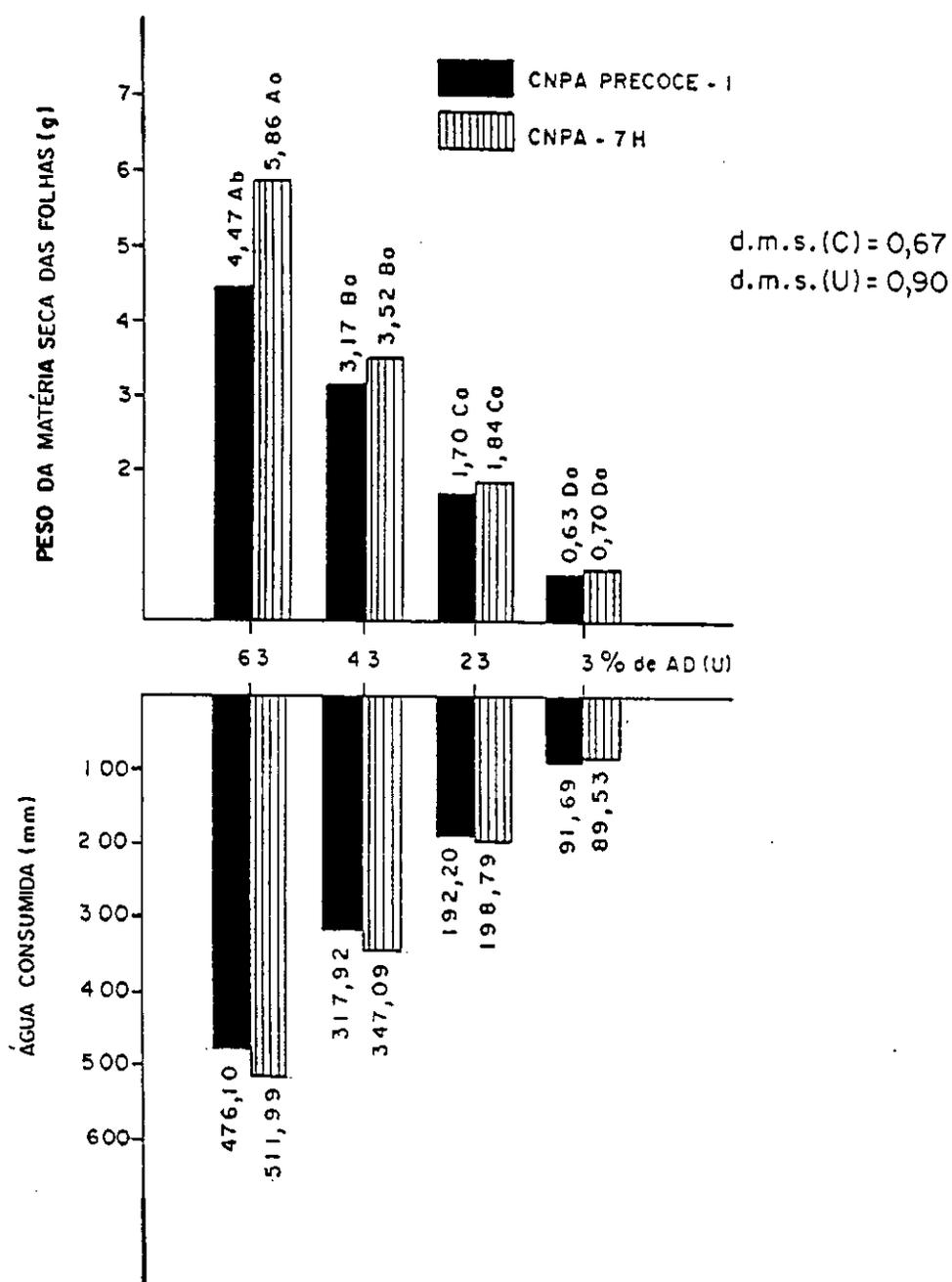


FIG. 3.- Peso da matéria seca das folhas das duas cultivares de algodoeiro, em função dos níveis de água disponível do solo (U), até os 76 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúscula, para as cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro do mesmo cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A Figura 3 ilustra, graficamente, os dados do desdobramento da interação C x U, relativa ao peso da matéria seca das folhas, constatando-se a sua redução, significativamente, com o aumento do deficit hídrico, em ambas as cultivares. Dentro do valor mais elevado (63% de AD), a cultivar CNPA 7H produziu mais matéria seca de folhas do que a CNPA Precoce-1, enquanto que, nos demais níveis, ambas apresentaram o mesmo comportamento. Pela Tabela 14, observa-se não ter havido diferença entre as cultivares, quanto ao número de folhas, mas a cultivar CNPA 7H apresenta uma maior eficiência na produção de matéria seca foliar, a 63% de AD.

Voltando à Tabela 14, independente da umidade, observa-se que, também, não houve diferença entre as cultivares testadas, quanto ao peso da matéria seca das raízes, número e peso da matéria seca dos frutos. O número e o peso da matéria seca dos botões florais mais flores foram maiores na cultivar CNPA Precoce-1, fato também relatado na época anterior de avaliação. Embora não tenha havido diferença significativa, entre as cultivares, para número de frutos, relativamente ele foi superior em 9%, na Precoce-1. Essa tendência de ser mais eficiente na fase reprodutiva, pode ser devido à maior capacidade da Precoce-1, em melhor aproveitar os produtos fotossintetizados, nas condições em que o experimento foi conduzido.

Apesar de ambas as cultivares terem consumido volumes similares de água, na 3ª época de avaliação (Tabela 5), a cultivar CNPA 7H apresentou valores superiores de altura de planta e de peso da matéria seca da parte aérea, enquanto a cv. Precoce-1 produziu maior número e peso de matéria seca de botões florais. Como já referido em itens anteriores, a maior eficiência da CNPA 7H, na utilização da água, a partir da coleta dos dados de florescimento, passa a se limitar à parte vegetativa, pois, já a partir da

avaliação feita aos 52 dias após plantio (2ª época de avaliação), os dados das partes reprodutivas da Precoce-1 destacam-se mais.

4.6. ESTUDO DAS VARIÁVEIS REFERENTES A PARTE VEGETATIVA, AOS 98 DIAS APÓS O PLANTIO

De acordo com os valores do teste F (Tabela 15), verificaram-se efeitos significativos, ao nível de 1% de probabilidade para os fatores níveis de umidade (U) e cultivares (C), em relação a diversas variáveis da parte vegetativa das plantas, analisadas aos 98 dias após a sementeira. Em relação ao número de folhas, não houve diferença entre as cultivares. A interação C x U foi significativa, ao nível de 1% de probabilidade para altura de planta, peso da matéria seca das raízes, do caule, das folhas e dos pecíolos, o que indicam terem as cultivares se comportado de maneira diferente dentro dos níveis de umidade.

A comparação das médias, aos 98 dias após a sementeira, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, mostrou não ter havido diferença significativa no número de folhas, entre os níveis mais elevados (63 e 43% de AD). Entretanto, estes dois diferiram estatisticamente dos demais, conforme estão apresentados na Tabela 16.

Nas Figuras de 4 a 8 são apresentados, graficamente, os dados do desdramento da interação C x U, para todas as variáveis em que foi significativa. Observa-se que a cultivar CNPA 7H superou estatisticamente a CNPA Precoce-1, nos níveis mais altos de água disponível, em várias das características analisadas, sendo superior em altura, em todos os níveis de umidade. Segundo Chang-Navarro et al. (1963), o algodoeiro responde bem à umidade, aumentando o seu crescimento em altura.

TABELA 15. Valores do Teste F (5% e 1%) para as variáveis da parte vegetativa, analisadas aos 98 dias após semeadura (4ª época de avaliação), em função dos fatores estudados

Fonte de Variação	Altura de planta (cm)	Número de folhas	P.m.s. das raízes (g)	P.m.s. do caule (g)	P.m.s. das folhas (g)	P.m.s. dos pecíolos (g)
Cultivar (C)	140,95 **	0,20 ns	38,97 **	98,91 **	39,63 **	35,77 **
Umidade (U)	608,25 **	166,97 **	162,98 **	185,55 **	378,79 **	312,84 **
Interação (C x U)	7,96 **	0,87 ns	6,54 **	16,88 **	6,56 **	6,47 **
C.V. (%)	4,53	10,69	12,58	13,9	8,78	13,38

Significativo ao nível de 5% (*) e de 1% (**) de probabilidade

ns - não significativo

Com relação ao peso da matéria seca das raízes, constata-se que a cv. CNPA 7H respondeu melhor nos níveis mais altos de umidade, desenvolvendo um sistema radicular maior que o da Precoce-1. Essa resposta da 7H pode ser muito importante em condições de campo, permitindo-lhe explorar um volume maior de solo, o que não foi possível nas condições do presente experimento, resultando em maior absorção de água e de nutrientes. Nos valores mais baixos (23 e 3% de AD), as cultivares apresentaram comportamento semelhante. O peso médio da matéria seca total das raízes foi de 3,41g e 2,47g respectivamente para CNPA 7H e CNPA Precoce-1, cerca de 28% mais alto na primeira. Nunes Filho (1993), trabalhando com Precoce-1 e Acala-1, observou que em condições de estresse hídrico, ambas desenvolveram sistemas radiculares semelhantes, sem diferirem estatisticamente. Relacionando tais informações com as do presente trabalho, nota-se que tem havido uma evolução nos trabalhos do CNPA/EMBRAPA, com a obtenção da CNPA 7H, no tocante a sistema radicular, fator importante para a região semi-árida, sujeita a constantes veranicos.

TABELA 16. Médias das variáveis relacionadas à parte vegetativa do algodoeiro, na 4ª época de avaliação (98 dias após a semeadura, em função de cultivares e níveis de umidade.

Fatores	Altura de Planta ¹ (cm)	Número de folhas	P.m.s. das raízes ¹ (g)	P.m.s. do caule ¹ (g)	P.m.s. das folhas ¹ (g)	P.m.s. dos pecíolos ¹ (g)
Cultivares (C)						
CNPA Precoce 1	29,20	17,17 a	2,47	2,06	2,82	0,91
CNPA 7H	36,39	16,83 a	3,41	3,68	3,53	1,27
d.m.s.(5%)		1,59				
Umidade (U)						
U1 - 63% de AD	50,20	24,50 a	5,25	5,75	5,84	2,47
U2 - 43% de AD	38,69	22,92 a	3,61	3,33	3,97	1,28
U3 - 23% de AD	26,67	17,17 b	2,10	1,81	2,13	0,54
U4 - 3% de AD	15,62	3,42 c	0,79	0,60	0,75	0,06
d.m.s.(5%)		3,05				

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

¹ Valores do desdobramento das interações nas Figuras 4 a 8.

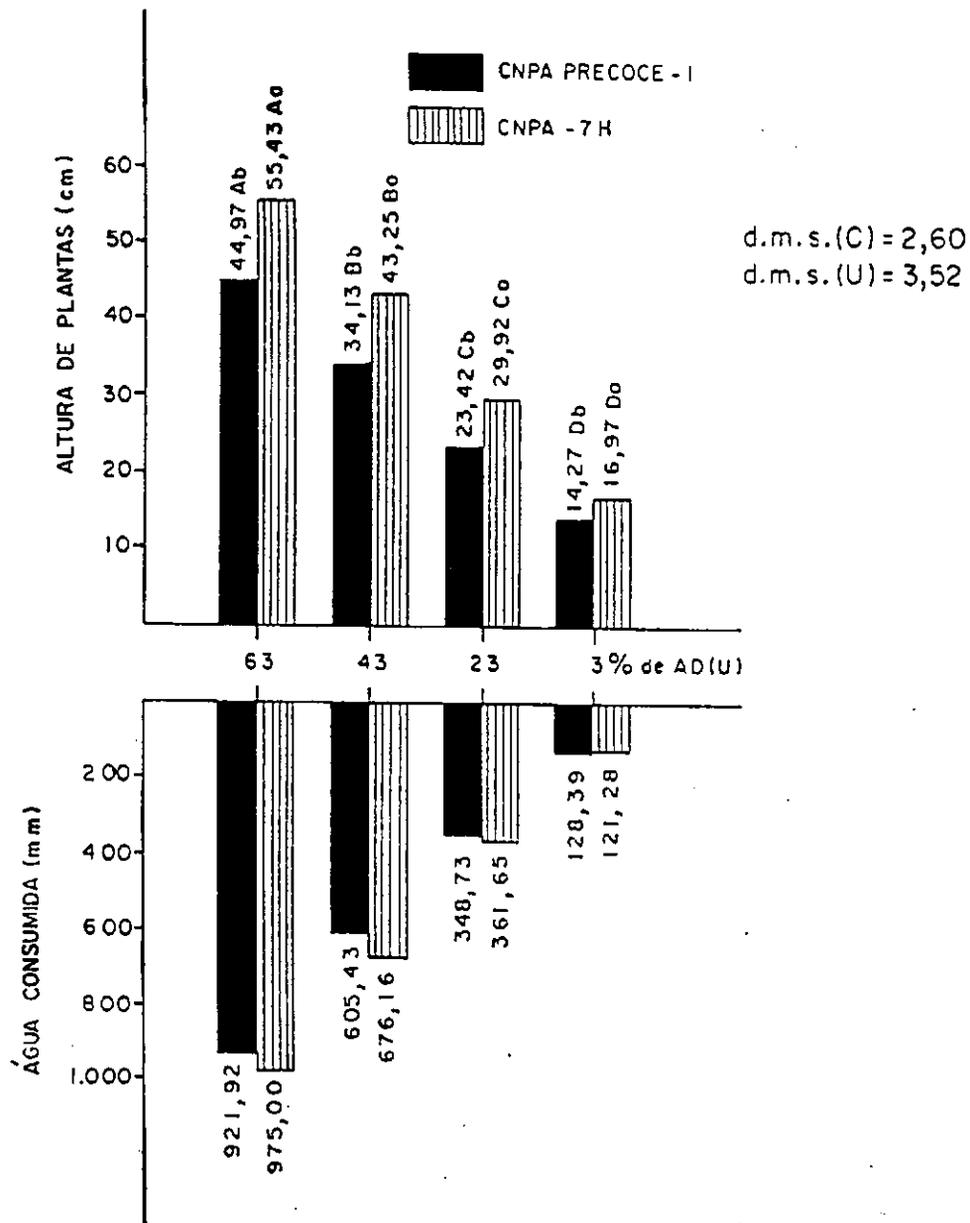


FIG. 4 - Variação na altura das plantas dos cultivares de algodoeiro, em função da umidade do solo (U), até os 98 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúscula, para os cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

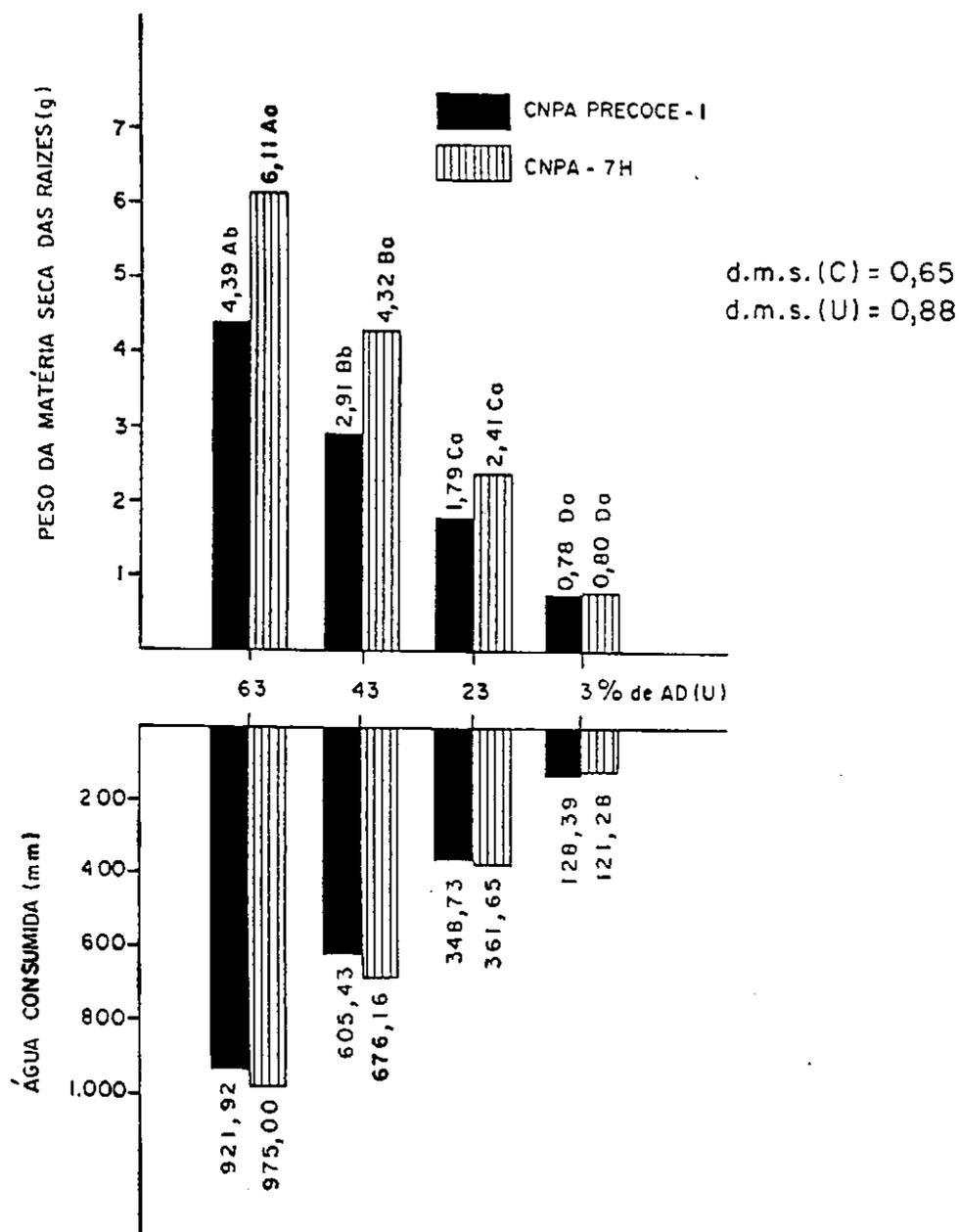


FIG. 5 - Representação gráfica do peso da matéria seca das raízes das duas cultivares de algodoeiro, segundo os níveis de umidade do solo (U), até os 98 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesmo letra minúscula, para os cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

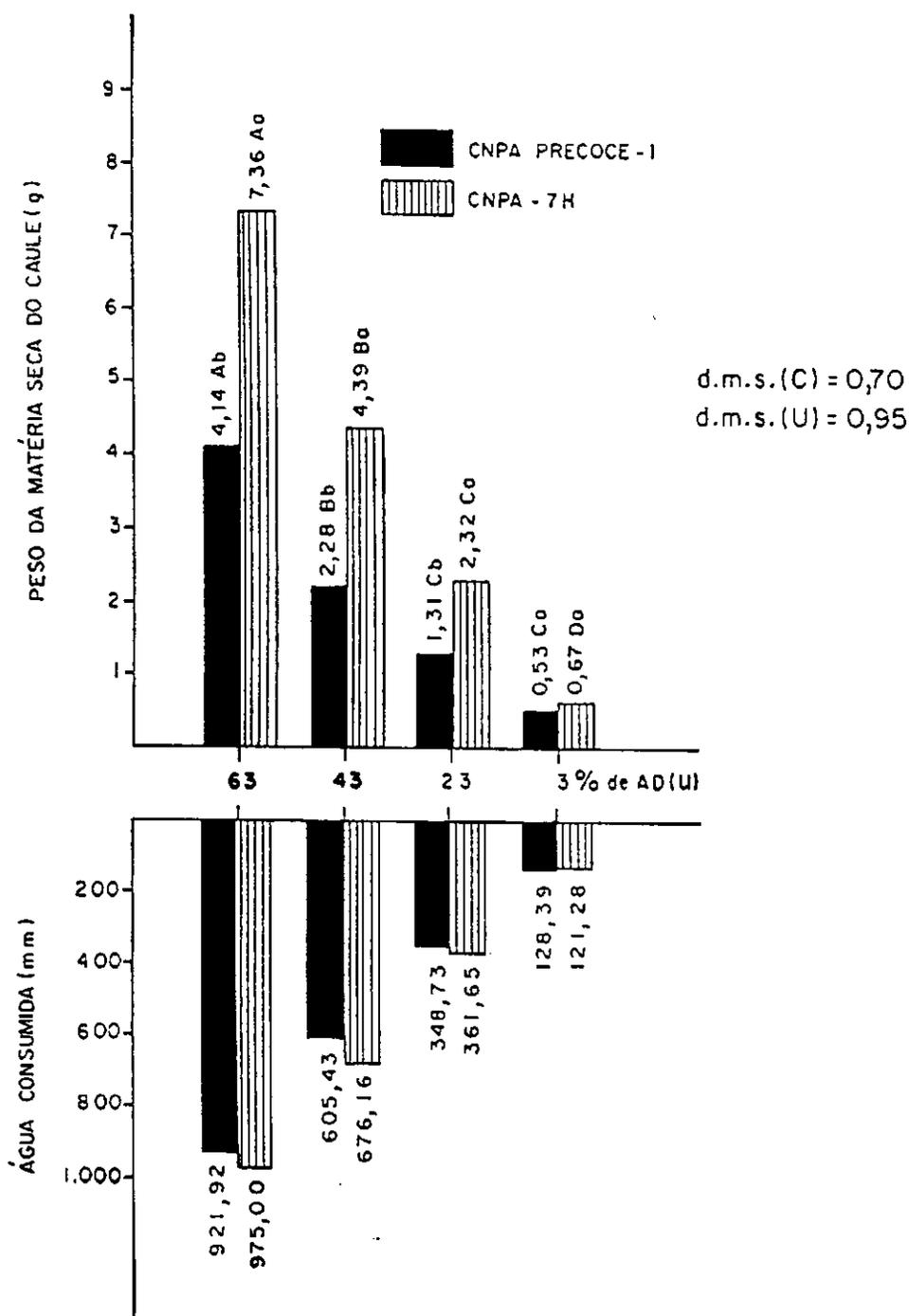


FIG. 6 - Peso da matéria seca do caule das cultivares de algodoeiro, em função dos níveis de água disponível do solo (U), até os 98 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúscula, para as cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

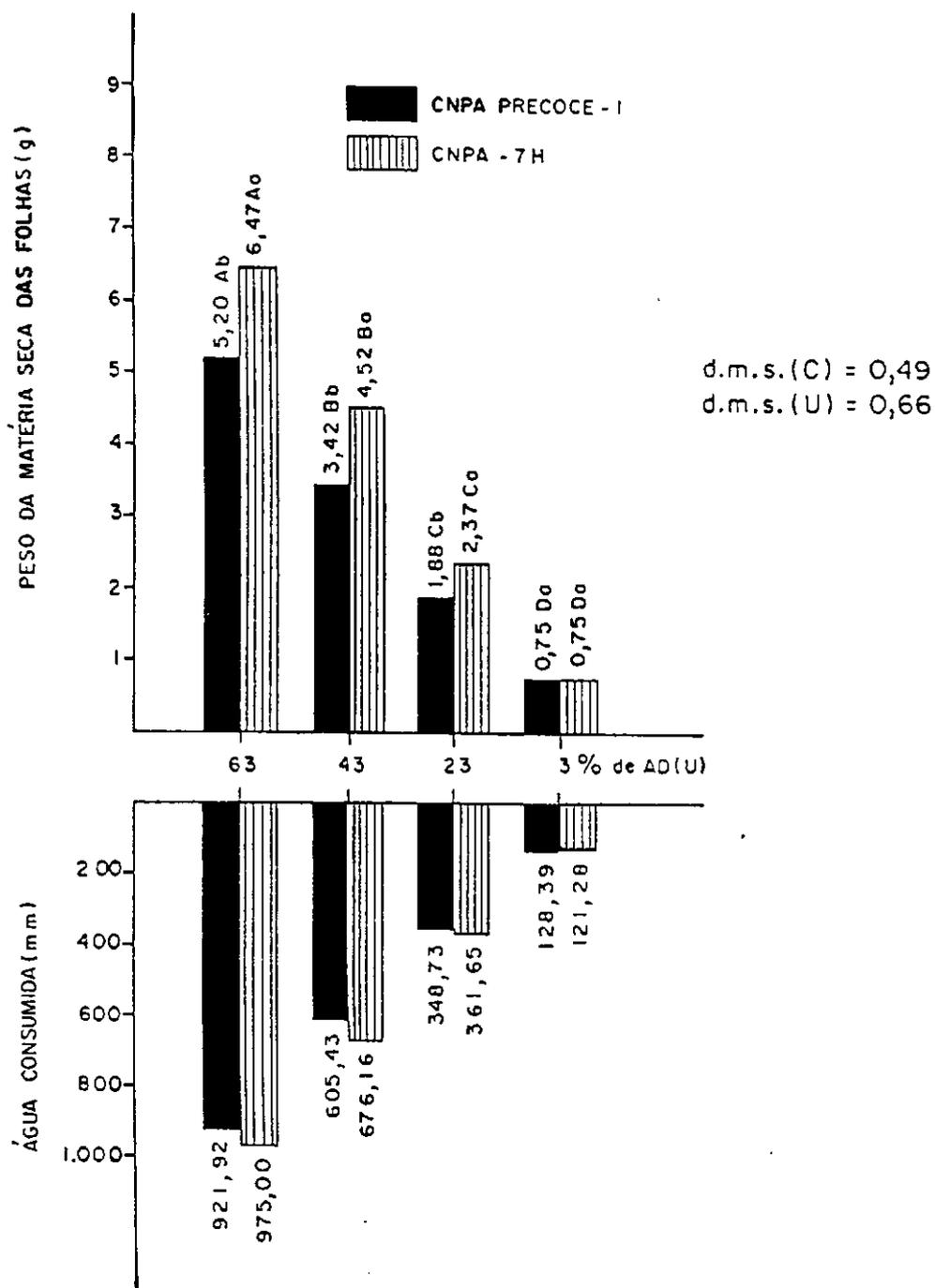


FIG. 7.- Variação do peso da matéria seca das folhas das cultivares de algodoeiro, em função da umidade do solo (U), até os 98 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesmo letra minúscula, para as cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro do mesmo cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

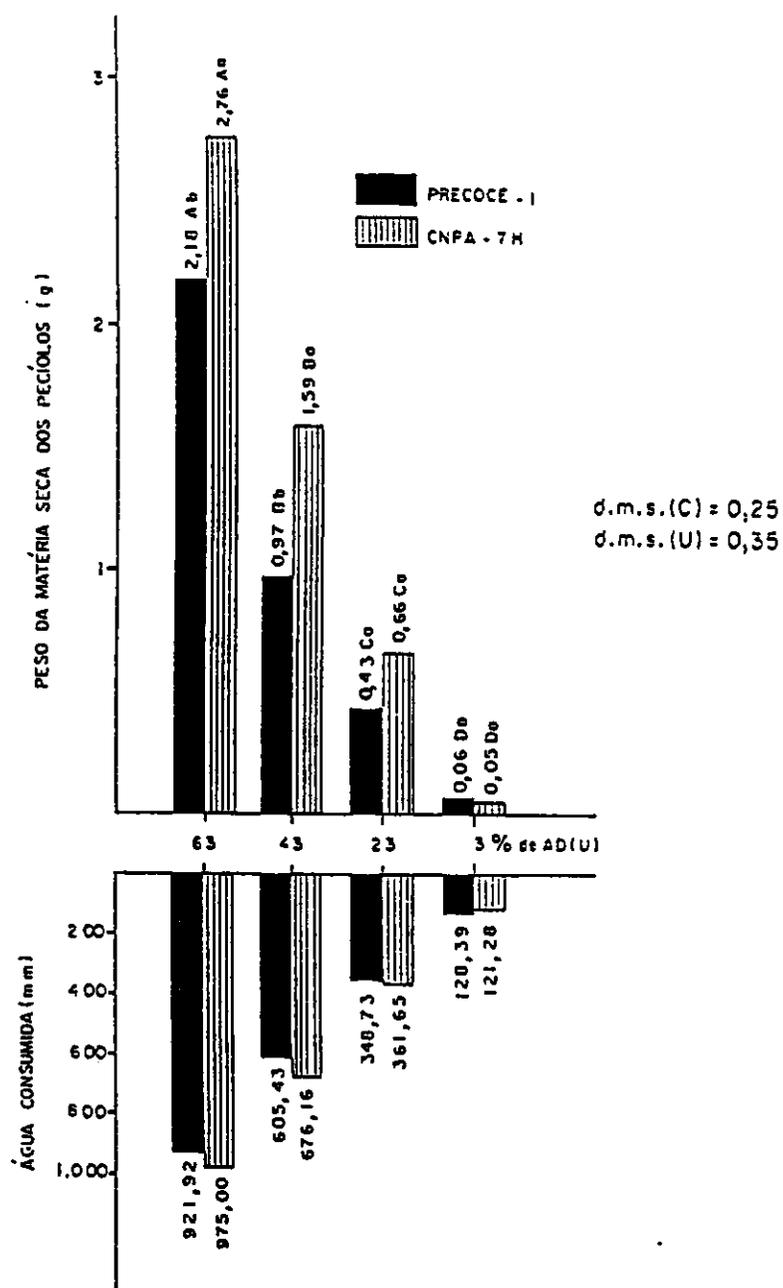


FIG. B - Peso da matéria seca dos pecíolos dos cultivares de algodoeiro, segundo os níveis de água disponível do solo (U), até os 98 dias após o semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúscula, para os cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro do mesmo cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Pelas Figuras 6, 7 e 8, observa-se que, com aumento do deficit hídrico, reduziu-se significativamente o peso da matéria seca do caule, das folhas e dos pecíolos, para ambas as cultivares do algodoeiro. Nos níveis mais elevados, a cultivar CNPA 7H suplantou estatisticamente a CNPA Precoce-1 no peso da matéria seca, enquanto que, dentro do nível mais baixo ambas apresentaram um mesmo comportamento.

A altura de planta (Fig. 4) e o peso da matéria seca total da parte aérea e das raízes (Figuras 5, 6, 7 e 8) aumentaram com o incremento dos níveis de umidade para as cultivares CNPA 7H e CNPA Precoce-1. Estes resultados se assemelham a aqueles obtidos por Nunes Filho (1993), que verificou um incremento na altura da planta e peso da matéria seca total da parte aérea e das raízes quando a umidade do solo variava de 25 para 50% de água disponível. Entretanto, quando os níveis aumentaram de 50 para 75% de umidade do solo não foi constatado aumento significativo na altura e no peso na matéria seca total da parte aérea e das raízes para as cultivares CNPA Precoce-1 e CNPA ACALA-1. Lima (1981), também observou resultados idênticos, estudando a cultivar SU 0450 - 8909, tendo comprovado que a altura das plantas do algodoeiro aumentou quando o conteúdo de água no solo foi incrementado de 40 para 60% em base a volume ($\text{cm}^3\text{H}_2\text{O}/\text{cm}^3$ de solo); todavia, níveis de água superiores a estes valores não proporcionaram aumentos significativos na altura de plantas. Do mesmo modo, Hamilton et al. (1956), não constataram diferença significativa no crescimento do caule e no peso da matéria seca total das plantas, entre os níveis 9/10, 2/3 e 1/3 da água disponível consumida pelas plantas.

O maior consumo de água pelas plantas, aos 98 dias após a semeadura, nos níveis mais altos de umidade, resultou significativamente em maior desenvolvimento da parte vegetativa, em

maior altura de plantas, número de folhas e peso da matéria seca das raízes e parte aérea.

Em relação as cultivares, o maior consumo de água na 4ª época de avaliação, pela CNPA 7H, correspondeu também a valores superiores da altura de planta e peso da matéria seca das raízes e da parte aérea. Comprovando-se, novamente, que a cultivar CNPA 7H apresentou maior eficiência no uso da água, no tocante à parte vegetativa. A cultivar CNPA Precoce-1, no trabalho conduzido por Nunes Filho (1993), em que foi comparada à cv. CNPA Acala-1, também perdeu em termos de crescimento/desenvolvimento da parte aérea.

4.7 - VARIÁVEIS RELACIONADAS À PARTE REPRODUTIVA DAS PLANTAS, AOS 98 DIAS APÓS O PLANTIO

Pelos valores do teste F (Tabela 17), verifica-se que houve efeito significativo dos níveis de umidade, sobre o número de frutos, frutos caídos e peso da matéria seca dos restos florais e dos frutos, e efeito interativo entre C x U (Figuras 9, 10 e 11), para peso da matéria seca dos restos florais, nº de botões + flores e nº de frutos.

Os valores médios das diversas características reprodutivas do algodoeiro, analisadas aos 98 dias após a semeadura, estão contidos na Tabela 18.

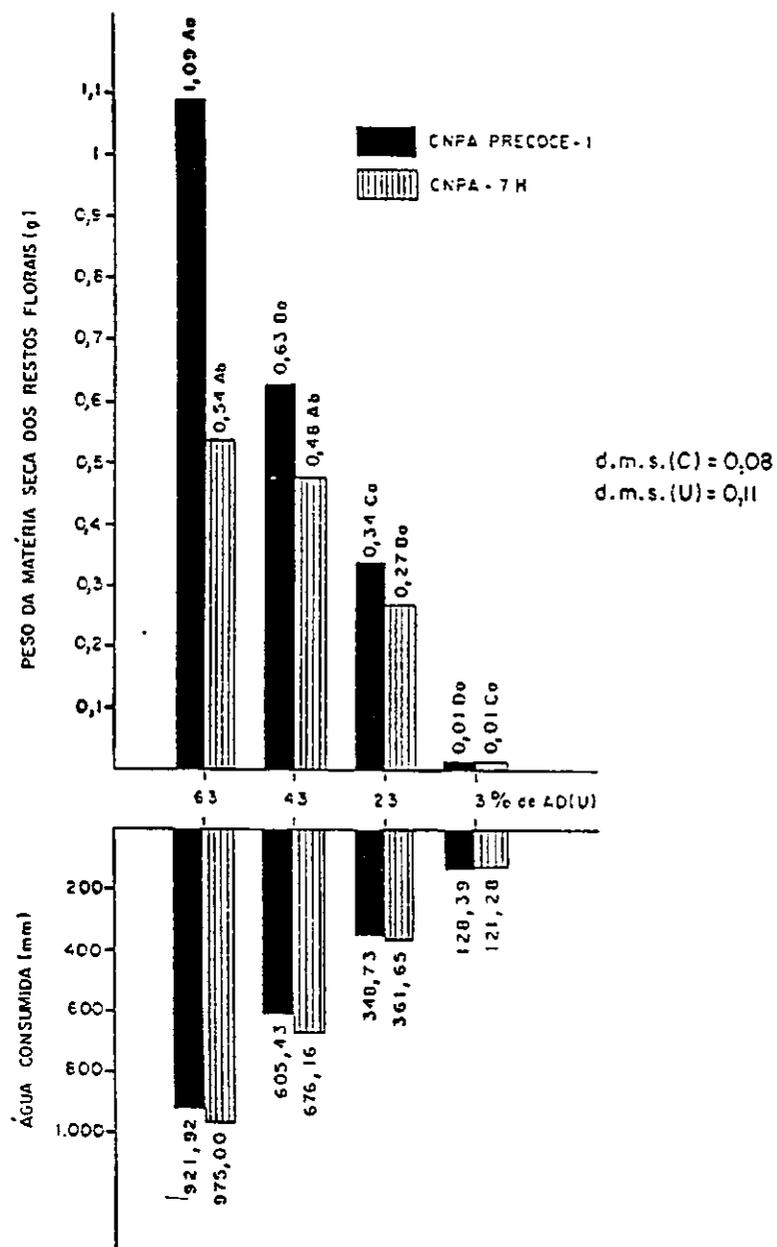


FIG. 9 - Representação gráfica do peso da matéria seca dos restos florais dos duas cultivares de algodoeiro, em função da umidade do solo (U), até os 96 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúscula, para os cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro do mesmo cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

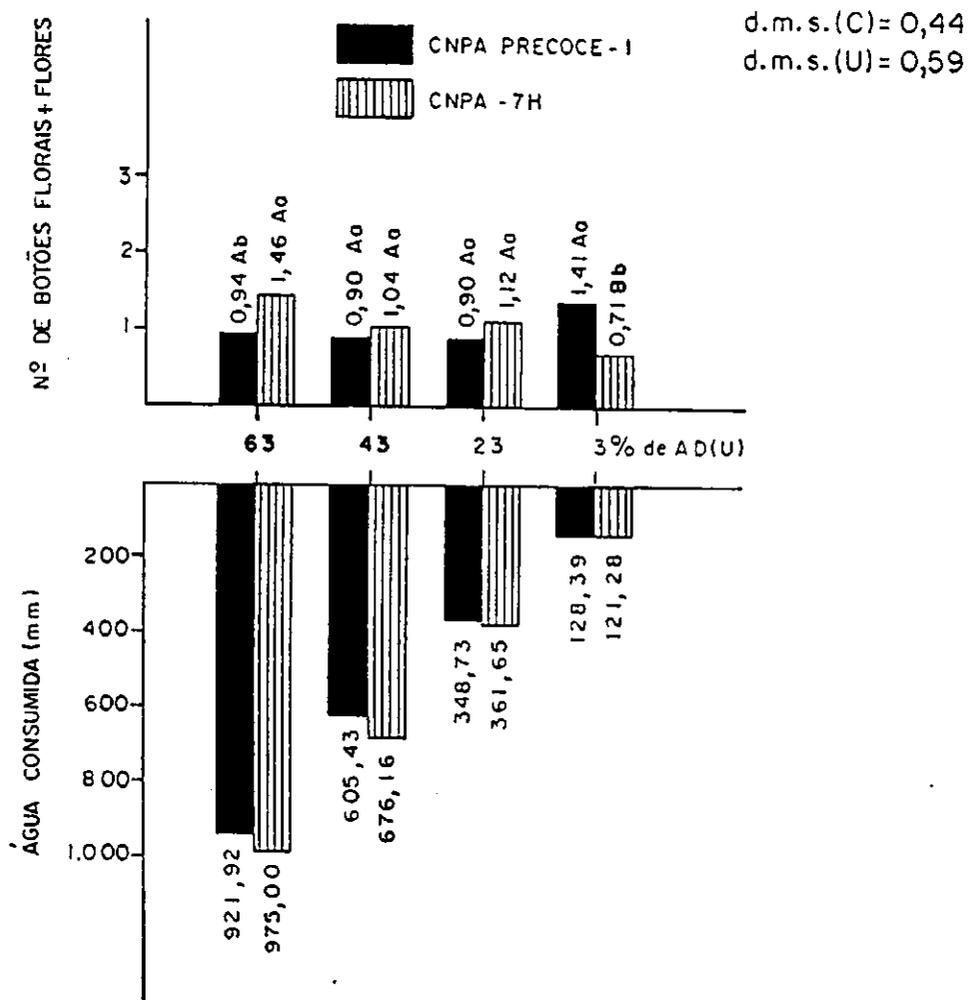


FIG. 10- Número de botões florais + flores das cultivares de algodoeiro, segundo os níveis de umidade do solo (U), até os 98 dias após a semeadura.

OBS: - Médios seguidos de mesmo letra minúsculo, para os cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúsculo para os níveis de umidade (U) dentro do mesmo cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

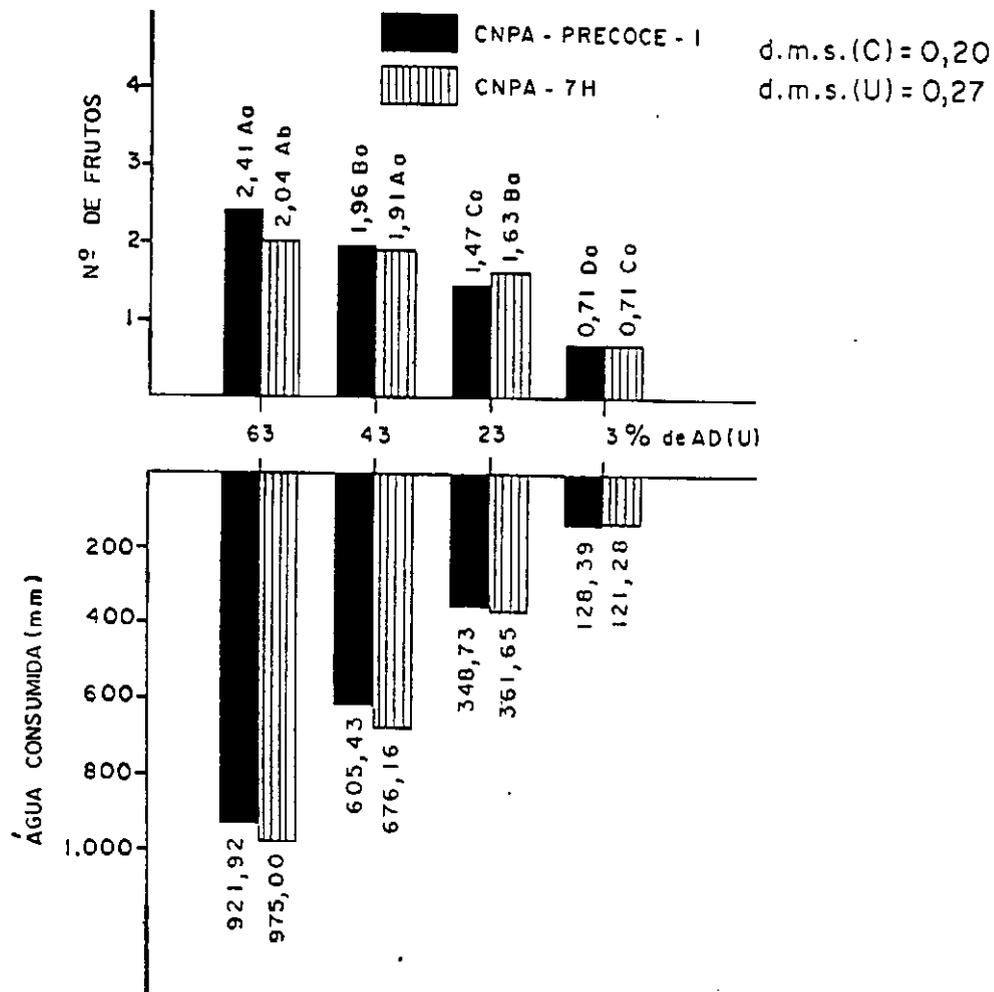


FIG. 11. - Número de frutos das cultivares de algodoeiro, em função da umidade do solo (U), até os 98 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúscula, para as cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 17. Valores do Teste F (5% e 1%) para as variáveis da parte reprodutiva, analisadas na 4ª época de avaliação, aos 98 dias após semeadura, em função dos fatores estudados

Fonte de	P.m.s. dos	Nº de	Nº de	P.m.s.	Nº de	Nº de	P.m.s.
	restos	botões	botões	botões	frutos	frutos	dos
Varição	florais (g)	caídos	+ flores	+ flores (g)	caídos		frutos (g)
Cultivar (C)	100,42 **	0,98 ns	0,17 ns	0,33 ns	10,78 **	1,99 ns	3,32 ns
Umidade (U)	339,46 **	1,90 ns	0,96 ns	3,14 ns	8,19 **	208,68 **	84,76 **
Interação (C x U)	41,46 **	0,37 ns	6,51 **	1,91 ns	1,70 ns	6,13 **	1,13 ns
C.V. (%)	10,98	32,21	23,57	83,96	19,68	6,96	24,23

Significativo ao nível de 5% (*) e de 1% (**) de probabilidade

ns - não significativo.

TABELA 18. Médias das variáveis relacionadas à parte reprodutiva das plantas, em função dos fatores estudados, na 4ª época de avaliação (98 dias após semeadura)

Fatores	P.m.s. dos restos florais ¹ (g)	Nº de botões caídos	Nº de botões + flores ¹	P.m.s. botões + flores (g)	Nº de Frutos Caídos	Nº de Frutos ¹	P.m.s dos Frutos (g)
Cultivares (C)							
CNPA Precoce 1	0,51	0,95 a	1,04	0,15 a	1,15 a	1,64	4,98 a
CNPA 7H	0,33	0,83 a	1,08	0,18 a	0,89 b	1,57	4,16 a
d.m.s.(5%)		0,25		0,12	0,18		0,97
Umidade (U)							
U1 - 63% de AD	0,81	1,03 a	1,20	0,31 a	1,23 a	2,22	9,39 a
U2 - 43% de AD	0,56	1,03 a	1,06	0,14 a	1,16 a	1,94	6,43 b
U3 - 23% de AD	0,30	0,80 a	1,01	0,12 a	0,98 ab	1,55	2,46 c
U4 - 3% de AD	0,01	0,71 a	0,97	0,09 a	0,71 b	0,71	0,01 d
d.m.s.(5%)		0,48		0,23	0,34		1,86

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo Teste Tukey a 5%

¹Valores médios do desdobramento das interações nas Figuras 9, 10 e 11

Verifica-se que não houve diferença no peso da matéria seca dos frutos, entre as cultivares, mas o mesmo aumentou, significativamente, com o incremento dos níveis de umidade. Relacionando esses dados com os de número de frutos que originaram os valores de peso, observa-se (Fig. 11) uma produção maior de

frutos pela Precoce-1, no nível de 63% de umidade do solo, não diferindo nos demais níveis de água disponível.

Mesmo consumindo menos água (CNPA 7H: 8.181ml; Precoce-1: 7,878ml, 4,7% menos para esta última), a 'Precoce-1' superou a '7H' em mais de 4%, em termos de número de frutos. Embora não diferindo estatisticamente, no peso da matéria seca (Tabela 18), observa-se que os frutos da Precoce-1 foram 16% mais pesados. Nunes Filho (1993), trabalhando com as cultivares Precoce-1 e Acala-1, verificou uma maior produção da cv. Precoce-1, de algodão em caroço, 15% mais alta que a da Acala-1, embora esta tenha produzido mais matéria seca da parte vegetativa.

Em itens anteriores, foi discutida a capacidade maior da CNPA 7H, em melhor aproveitar a umidade do solo, resultando em maior crescimento e desenvolvimento vegetativo da parte aérea e das raízes.

Desde a segunda época de avaliação (52 dias após a semeadura - Tabela 12) e também na 3ª época (Tabela 14), foi observado um maior florescimento/frutificação da Precoce-1, mesmo com consumo menor de umidade. Por tais observações, pode-se dizer que a cultivar Precoce-1, em termos de frutificação, foi mais eficiente no uso da água, do que a CNPA 7H, nas condições em que o presente trabalho foi conduzido, de volume limitado de solo para exploração do sistema radicular. Vale ressaltar que no nível mais baixo de água disponível (3% de AD), apenas a cv. Precoce-1 chegou a florescer (Fig.10). O valor 0,71 para a CNPA 7H deve-se ao fator que foi somado a todos os dados, para permitir a análise estatística.

Pelos dados obtidos, induz-se que a cv. CNPA 7H teve maior capacidade de produzir produtos fotossintetizados e convertê-los em

partes vegetativas, enquanto que a 'Precoce-1' converteu os produtos da fotossíntese em benefício maior de suas partes reprodutivas.

Analisando-se, ainda, a Tabela 18, observa-se diferença entre os níveis de umidade e entre as cultivares, em relação ao número de frutos caídos e a mesma tendência sobre a queda de botões florais. O fato dos níveis de umidade mais elevados (63 e 43% de AD) terem provocado maior queda de botões florais e frutos, pressupõe-se ter sido devido a fatores não controlados ou indeterminados, como, pequeno volume de solo, alta temperatura ambiental, além de fatores genéticos e fisiológicos. Resultados similares foram observados por Chang-Navarro et al. (1963), que verificaram ser a queda das "maças" maior nos níveis mais altos de umidade (69 e 47% de AD). De acordo com Osborne (1974), o algodoeiro deixa cair, prematuramente, as estruturas florais, em resposta a condições de "stress" ambiental, particularmente sob extremas temperaturas e disponibilidade de água no solo. Afirma, ainda, que "shedding" de botões florais e de frutos, no campo, pode atingir valores consideráveis, até 70%, em consequência de seca ou inundação.

Com relação ao peso da matéria seca dos restos florais (Tabelas 17 e 18 - Figura 9), deixa-se de fazer maiores comentários, por sua pequena importância, ressaltando-se, apenas, ter sido maior na Precoce-1, decorrente da própria produção maior de frutos.

Na Tabela 18 nota-se, também, que, quando os níveis de umidade aumentaram, houve um incremento significativo no consumo de água pelas plantas, na 4ª época de avaliação, resultando em maior desenvolvimento das partes reprodutivas, maior peso da matéria seca e do número de frutos. Observa-se, também, que este foi o intervalo de tempo, em que as plantas consumiram mais água, confirmando ser o

algodão muito exigente em água na fase de floração à formação das maçãs. Vários autores (Doss et al., 1964; Silva et al., 1984; Oliveira et al., 1991 e Oliveira et al., 1992b) confirmam ser maior o consumo de água pelo algodão, na fase de floração à formação dos frutos.

4.8 - ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DAS FOLHAS, AOS 98 DIAS APÓS O PLANTIO

Foi estatisticamente significativo (Tabela 19) o efeito do fator nível de umidade sobre características das folhas, analisadas aos 98 dias após a semeadura. Na Tabela 20, estão as respectivas médias.

Com exceção para peso da matéria seca da folha do 1º fruto, em que os fatores atuaram independentemente, para as outras variáveis, houve efeito interativo de C e U.

Foi escolhida a folha, em cuja axila desenvolveu-se o 1º ramo frutífero (em várias partes deste trabalho denominada de "folha do 1º fruto"), para obtenção dos parâmetros a serem correlacionados com outros valores da planta, visando aos estudos de área foliar, baseado em recomendações da literatura (Beltrão e Azevedo, 1993).

Com relação à folha do 1º fruto (Figuras 12 e 13), verifica-se que a CNPA 7H superou a Precoce-1, nos níveis mais altos de umidade, registrando-se, também, um maior peso da matéria seca (Tabela 20). Destacou-se, também, a cv. CNPA 7H, em comprimento médio das folhas (Fig.14), peso da matéria seca das folhas e área foliar média/planta (Fig. 15).

TABELA 19. Valores do Teste F (5% e 1%) para as características da folha do algodoeiro, segundo as fontes de variação, na avaliação aos 98 dias após semeadura (4ª época)

Fonte de Variação	Comprimento médio da folha do 1º fruto (cm)	P.m.s da folha do 1o. fruto (média) (g)	Área da folha do 1o. fruto (média) (cm ²)	Comprimento médio das folhas da Planta (cm)	P.m.s das folhas da planta (média) (g)	Área foliar por planta (média) (cm ²)
Cultivar (C)	4,93 *	6,52 *	10,74 **	14,46 **	39,63 **	17,07 **
Umidade (U)	150,50 **	101,36 **	115,41 **	97,99 **	378,79 **	393,30 **
Interação (C x U)	5,79 **	2,66 ns	5,05 *	4,89 *	6,56 **	3,46 *
C.V. (%)	8,72	15,67	17,21	3,79	8,78	9,40

Significativo ao nível de 5% (*) e de 1% (**) de probabilidade

ns - não significativo

Nunes Filho (1993) fez um trabalho semelhante, com as cultivares CNPA Acala-1 e CNPA Precoce-1 e verificou que esta última tendeu a desenvolver uma maior área foliar, mesmo em condições de deficit hídrico no solo. Vê-se, portanto, uma evolução na área foliar da Acala-1 para a Precoce-1 e desta para a CNPA 7H. Em linhas anteriores foi discutido esse mesmo aspecto de evolução, entre as mesmas cultivares, em relação ao sistema radicular. Costa (1985), trabalhando com várias cultivares de algodão, observou que os menores valores de área foliar, desenvolvida pelas cultivares BR-1 e PR-4139, em relação a IAC-19 e SU 0450-8909, podem ter sido favoráveis à sobrevivência delas, durante os períodos de deficits, uma vez que, quanto menor a área foliar, maior a capacidade da planta para economizar água.

Nos estudos de regressão, procurou-se correlacionar parâmetros da "folha do 1º fruto", com dados de área foliar média da planta, visando a se estabelecer equações para cada cultivar, em separado.

TABELA 20. Médias das variáveis relacionadas às folhas do algodoeiro, segundo os fatores estudados, na avaliação aos 98 dias após sementeira.

Fatores	Comprimento médio da folhas do 1º Fruto ¹ (cm)	P.m.s da folha do 1o. Fruto (média) (g)	Área da Folha do 1o. Fruto (média) ¹ (cm ²)	Comprimento médio das Folhas da Planta ¹ (cm)	P.m.s das folhas da Planta (média) ¹ (g)	Área Foliar por Planta (média) ¹ (cm ²)
Cultivares (C)						
CNPA Precoce 1	7,95	0,22 b	50,25	6,59	2,82	652,40
CNPA 7H	8,60	0,26 a	63,34	6,99	3,53	764,78
d.m.s.(5%)		0,03				
Umidade (U)						
U1 - 63% de AD	12,17	0,42 a	110,43	8,08	5,84	1340,66
U2 - 43% de AD	9,67	0,28 b	67,40	6,87	3,97	929,63
U3 - 23% de AD	7,64	0,18 c	39,90	6,69	2,13	456,58
U4 - 3% de AD	3,63	0,06 d	9,46	5,54	0,75	107,49
d.m.s.(5%)		0,06				

Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si, pelo Teste Tukey (5%)

¹ Valores médios do desdobramento das interações nas Figuras 12 a 15

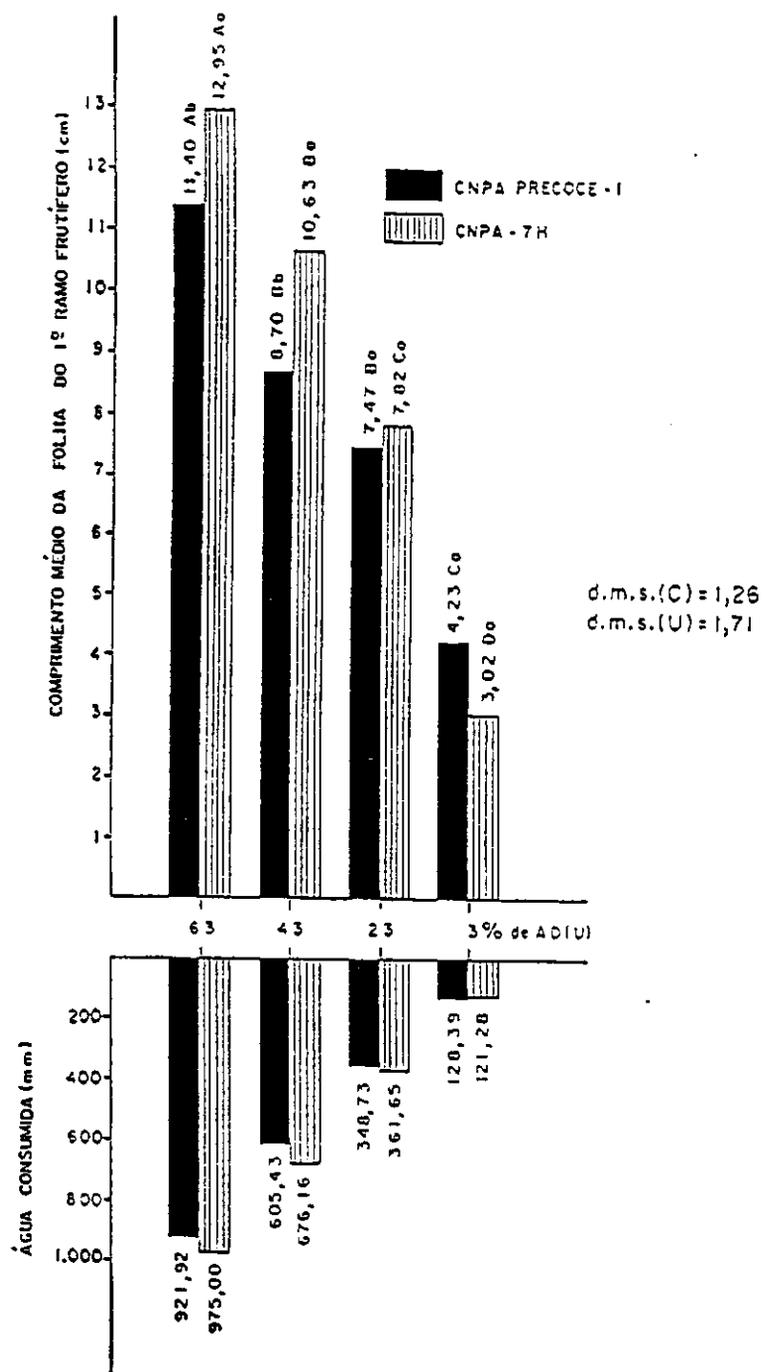


FIG.12 - Comprimento médio da folha do 1º fruto, segundo os níveis de umidade do solo (U), até os 99 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúscula, para os cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro do mesmo cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

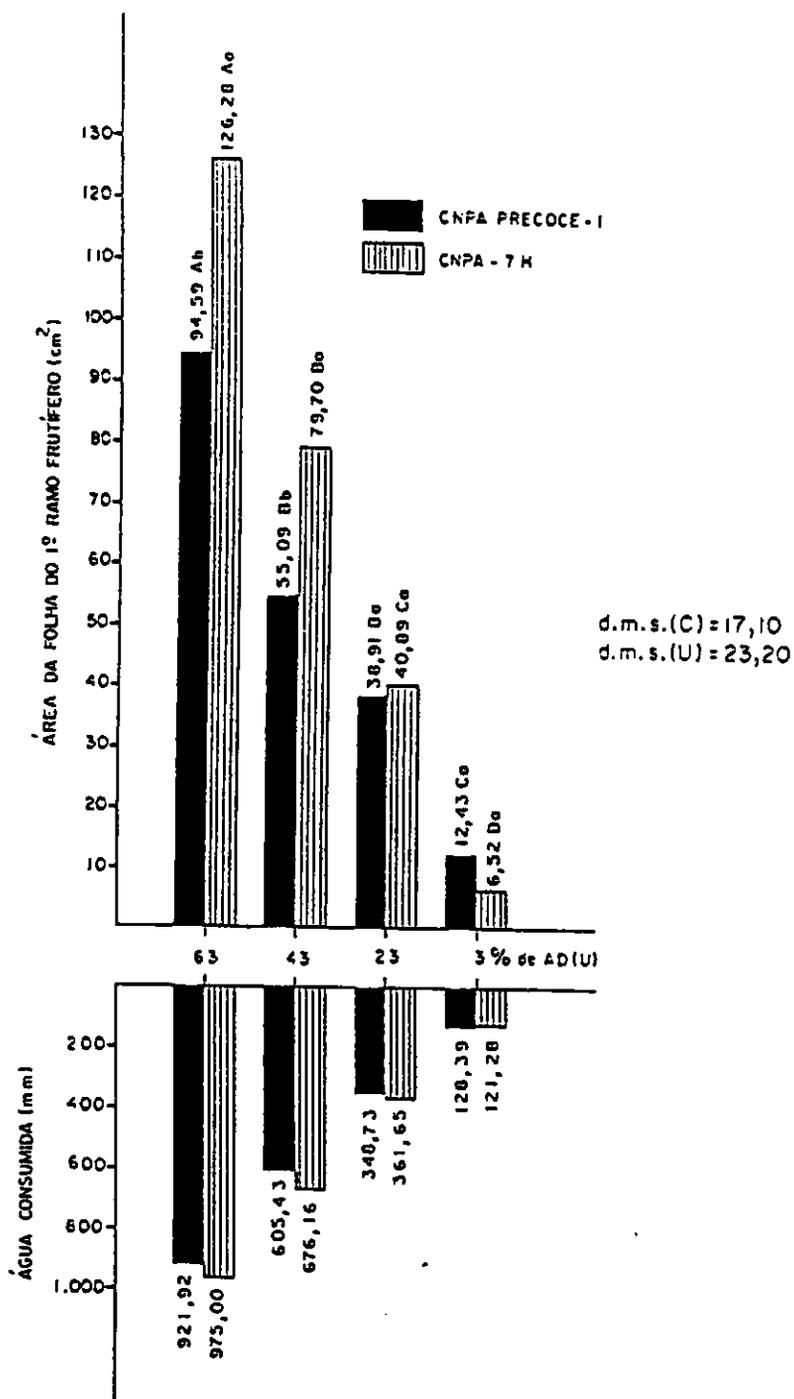


FIG.13-Área foliar do fruto do 1º fruto dos dois cultivares de algodoeiro, em função da umidade do solo (U), até os 98 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúscula, para os cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro do mesmo cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

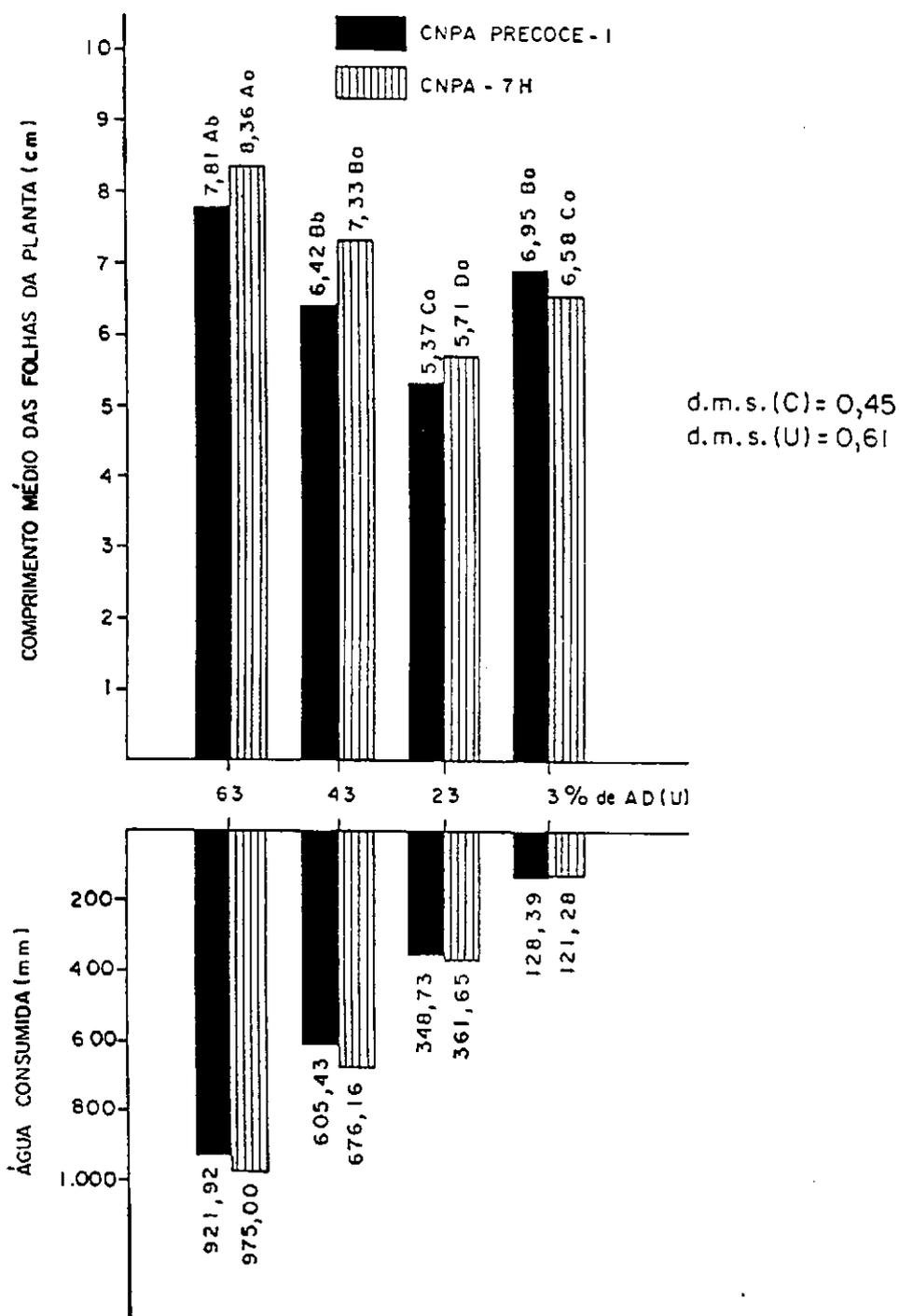


FIG.14- Variação do comprimento médio das folhas da planta, em função da umidade do solo (U), até os 98 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúsculo, para os cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúsculo para os níveis de umidade (U) dentro do mesmo cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

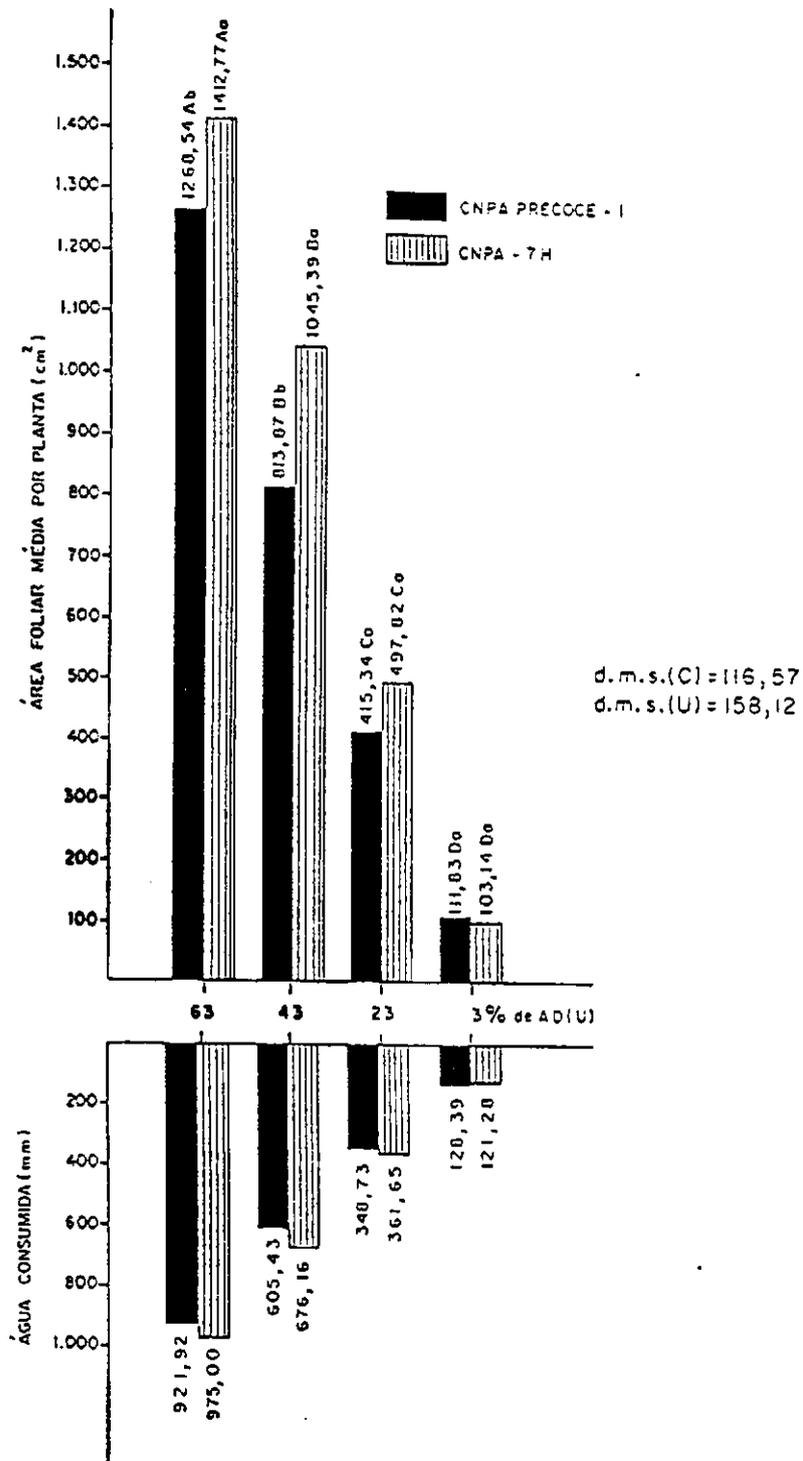


FIG. 15 - Variação na área foliar média da planta dos dois cultivares de algodoeiro, em função dos níveis de água disponível do solo (U), até os 98 dias após a semeadura.

OBS: - Médias seguidas de mesma letra minúscula, para os cultivares (C) dentro do mesmo nível, e maiúscula para os níveis de umidade (U) dentro do mesmo cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Foi encontrada alta correlação entre o comprimento médio da folha do 1º fruto (X), em cm, e a área foliar média por planta (Y), em cm², para ambas as cultivares, resultando nas equações seguintes:

$$\text{CNPA Precoce-1: } Y = 11,0185X^2 - 10,8697X - 34,2869 \quad (R^2 = 0,94)$$

$$\text{CNPA 7H: } Y = 37,7628X - 78,1823 \quad (R^2 = 0,95)$$

Pela equação obtida para a Precoce-1, verifica-se que o modelo matemático só é válido para valores de comprimento médio da folha do 1º ramo frutífero superiores a 2,4cm. A partir daí, a variação da área foliar média da planta tem relação direta com o comprimento médio da folha do 1º ramo frutífero. Ashley et al. (1963) encontraram alta correlação ($R^2 = 0,98$) entre área foliar e medições da folha, expressa pela expressão matemática: Área da folha = comprimento da folha x largura da folha x 0,77. Grimes & Carter (1969) obtiveram a equação: $\log Y = -0,3643 + 2,3032 \log X$, em que X é o comprimento médio da folha (em cm) e Y é a área foliar, em cm².

De acordo com a equação que representa graficamente a cultivar CNPA 7H, a área foliar média da planta aumenta, com o incremento do comprimento médio da folha do 1º ramo frutífero, relacionando-se de forma direta.

Com base, ainda, nos dados da Tabela 19, a área foliar média de ambas as cultivares, pode ser, também, estimada, a partir do peso da matéria seca da folha do 1º fruto, pois foi encontrada alta correlação, entre essas duas variáveis, expressa pelas equações:

$$\text{CNPA Precoce-1: } Y = 3525,5904X - 123,3729 \quad (R^2 = 0,93)$$

$$\text{CNPA 7H: } Y = 3950,3000X - 114,9937 \quad (R^2 = 0,94)$$

sendo: X = peso da matéria seca da folha do 1º ramo frutífero (g)

Y = área foliar média da planta (cm²)

Há, portanto, uma relação direta, entre ambas as variáveis, para as duas cultivares, isto é, valores maiores do peso da matéria seca da folha do 1º ramo frutífero, refletem-se em maior área foliar média da planta.

Procedeu-se, ainda, a estudo de regressão entre a área da folha do 1º ramo frutífero (X) e a área foliar média por planta (Y), ambas em cm², resultando nas equações:

$$\text{CNPA Precoce-1: } Y = 18,5592X - 131,9974 \quad (R^2 = 0,94)$$

$$\text{CNPA 7H: } Y = -0,0369X^2 + 16,0398X - 27,1938 \quad (R^2 = 0,97)$$

Para a Precoce-1, há uma relação direta entre a área da folha do primeiro ramo frutífero e a área foliar média da planta, verificando-se uma equação quadrática entre esses dois parâmetros, para a cv. CNPA 7H. Para esta cultivar, a área foliar média da planta aumenta com o incremento da área da folha do 1º ramo frutífero, até atingir o ponto máximo de 1715 cm², correspondendo a um valor de 217 cm², para a área daquela folha.

Água disponível x área foliar

Na literatura, vários autores descrevem a importância do teor de umidade do solo, sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas (Kramer, 1969; Slatyer, 1969; Doorenbos & Kassam, 1994).

No presente trabalho, foram feitos estudos de regressão, entre os níveis testados de água disponível (X) e a área foliar média da planta, em cm² (Y), obtendo-se a seguinte equação para cada cultivar:

$$\text{CNPA Precoce-1: } Y = 13,1076X + 69,7154 \quad (R^2 = 0,99)$$

$$\text{CNPA 7H: } Y = 23,5085X - 16,1138 \quad (R^2 = 0,97)$$

sendo: X = água disponível

Y = área foliar média da planta (cm²)

Pelas equações obtidas, observa-se que a área foliar média da planta aumenta com o incremento da água disponível, para ambas as cultivares.

4.9 - EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA

Com os dados obtidos no presente trabalho, expostos na Tabela 21, observa-se que, para ambas as cultivares, a maior eficiência se deu no nível mais baixo de água disponível para a parte vegetativa. Isto é, as plantas tiveram maior capacidade de reverter o volume de água consumida em produção de matéria seca das partes vegetativas, nos níveis mais baixos de umidade do solo.

TABELA 21 - Valores da eficiência do uso de água (%) de cultivares de algodoeiro herbáceo, em função dos níveis de água disponíveis, aos 98 dias após o plantio

NÍVEIS DE UMIDADE	CULTIVARES			
	CNPA 7 H		CNPA Precoce 1	
	PARTE VEGETATIVA	PARTE REPRODUTIVA	PARTE VEGETATIVA	PARTE REPRODUTIVA
63 % de AD	0,28	0,11	0,20	0,15
43 % de AD	0,25	0,11	0,19	0,15
23 % de AD	0,27	0,10	0,20	0,11
3 % de AD	0,40	0,00	0,33	0,03
Eficiência Média (%)	0,30	0,08	0,23	0,11

Em todos os níveis de umidade, a cultivar CNPA 7H foi mais eficiente em aproveitar a água e transformá-la em partes vegetativas, enquanto a CNPA Precoce-1 teve maior eficiência na utilização da água para a reprodução, em termos de florescimento e frutificação.

Trabalhando melhor esses dados e comparando-os entre cultivares, obtem-se que no nível de 63% de água disponível, a CNPA 7H produziu 28,57% a mais matéria seca de partes vegetativas, enquanto que a Precoce-1 produziu 26,67% mais matéria seca de flores e frutos, que a CNPA 7H.

4.10 - RELAÇÃO RAIZ/PARTE AÉREA

Analisando-se os dados contidos na Tabela 22, observa-se que a relação raiz/parte aérea, para ambas as cultivares, aumentou com o incremento do deficit hídrico, uma reação natural da planta à falta de umidade, diminuindo, relativamente, a produção de matéria seca da parte aérea, em relação ao sistema radicular, na busca de água no solo. Alguns autores referem-se a essa resposta das plantas, em casos de estresse hídrico (Kramer, 1969; Slatyer, 1969).

TABELA 22. Relação raiz/parte aérea (R/PA) das cultivares de algodoeiro, sob diferentes níveis de umidade do solo, aos 98 dias após plantio.

NÍVEIS DE UMIDADE	CULTIVARES	
	CNPA 7H	PRECOCE-1
63% de AD	0,24	0,19
43% de AD	0,25	0,20
23% de AD	0,30	0,27
03% de AD	0,54	0,51
Média	0,33	0,29

Comparando-se os dados entre os níveis de umidade, verifica-se que o algodoeiro reagiu à falta de água, formando, relativamente, mais raízes que parte aérea.

Entre as cultivares, nota-se que a cv. CNPA-7H apresentou maiores valores de R/PA que a Precoce-1, em todos os níveis, chegando a ser superior em 20,83% a 63% de AD e apenas 5,56%, no nível mais baixo de AD. Portanto, à medida em que baixou o teor de água disponível no solo, diminuiu a diferença entre ambas as cultivares, no tocante à relação raiz/parte aérea.

Os dados médios de R/PA do presente trabalho, diferem dos encontrados por Nunes Filho (1993) que, utilizando-se das cultivares CNPA Precoce-1 e CNPA Acala-1, obteve valores médios de 0,48 e 0,45, respectivamente. Atribue-se a diferença obtida com a 'Precoce-1' aos tratamentos de salinidade com que trabalhou aquele autor, reduzindo bastante a parte aérea das plantas, o que contribuiu para que "a relação R/PA aumentasse com o incremento do teor de sais no solo".

5. CONCLUSÕES

Para as condições em que este trabalho foi conduzido, com as cultivares CNPA Precoce-1 e CNPA 7H, conclui-se:

1. Ambas as cultivares são pouco exigentes em umidade do solo, na fase inicial de seu ciclo.
2. A cultivar CNPA 7H é mais eficiente na utilização da água em partes vegetativas, enquanto a CNPA Precoce-1 apresenta maior eficiência em relação a florescimento e frutificação.
3. A cultivar Precoce-1 tem uma tendência a ser mais resistente ao estresse hídrico.
4. Existem correlações, expressas por equações de regressão, entre a folha do 1º ramo frutífero (em termos de seu comprimento médio, peso da matéria seca e sua área foliar) e a área foliar da planta, de ambas as cultivares.
5. Em níveis mais baixos de umidade disponível, as plantas desenvolvem maior relação raiz/parte aérea, destacando-se a cultivar CNPA 7H sobre a CNPA Precoce-1.
6. A área foliar média de cada cultivar correlaciona-se de forma positiva e direta com o teor de água disponível do solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, O. A. de, BELTRÃO, N. E. DE M., GUERRA, H. O. C. Efeito do Encharcamento do Solo no Crescimento, Desenvolvimento e Produção do Algodoeiro Herbáceo. In: Reunião Nacional do Algodão, 6., 1990, Campina Grande. **Resumos**. Campina Grande: MARA/EMBRAPA-CNPA, 1990. p. 187.
- AMEMIYA, M., NAMKEN, L. N., GERARD, C. J. Soil Water Depletion by Irrigated Cotton as Influenced by Water Regime and Stage of Plant Development. **Agronomy Journal**, v. 55, mês Jul/Aug, p. 376-378, 1963.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1994. Rio de Janeiro: IBGE, 1994.
- ARAGÃO JÚNIOR, T. C., MAGALHÃES, C. A. de, SANTOS, C. S. V. dos. **Estudo da Lâmina de Irrigação na Cultura do Algodão Herbáceo**. Fortaleza: EPACE, 1989. 15 p. (EPACE - Boletim de Pesquisa, 14).
- ASHLEY, D. A., DOSS, B. D., BENNET, O. L. A Method of determining leaf area in cotton. **Agronomy Journal**, v.55, p.584-585, 1963.
- BARKER, R. E., FRANK, A. B. & BERDAHL, J.D. Cultivar and clonal differences for water use efficiency and yield in four forage grasses. **Crop Sci.**, v.29, p.58-61, 1989.
- BARROS, M. A. L., SANTOS, R. F. dos. Relações de Produção do Cotonicultor Nordestino Após a Propagação do Bicudo no

- Algodoeiro. In: Reunião Nacional do Algodão, 6., 1990, Campina Grande. **Resumos**. Campina Grande: MARA/EMBRAPA - CNPA, 1990.
- BARROS, M. A. L., SANTOS, R. F. dos., CAVALCANTE, J. J. O Processo de Comercialização do Algodão em Caroço no Nordeste. In: Reunião Nacional do Algodão, 6., 1990, Campina Grande. **Resumos**. Campina Grande: MARA/EMBRAPA-CNPA, 1990. p. 67.
- BELTRÃO, N. E. de M., AZEVEDO, D. M. P. de. **Defasagem entre as Produtividades Real e Potencial do Algodoeiro Herbáceo: Limitações Morfológicas, Fisiológicas e Ambientais**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1993. 108 p. (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 39).
- BELTRÃO, N. E. de M., BEZERRA, J. R. C., BARRETO, A. N. et al. **Recomendações Técnicas para o Cultivo do Algodoeiro Herbáceo de Sequeiro e Irrigado nas Regiões Nordeste e Norte do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1993. 72 p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 17).
- BEZERRA, J. R. C., AMORIM NETO, M. da S., AZEVEDO, P. V. de, et al. Estimativa do Consumo Hídrico do Algodoeiro Herbáceo Cultivar CNPA Precoce 1. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1990 - 1991**. Campina Grande, 1992a. p. 218-221.
- BEZERRA, J. R. C., BARRETO, A. N., SILVA, B. B. da, et al. Consumo Hídrico do Algodoeiro Herbáceo. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1992 - 1993**. Campina Grande, 1994. p. 151-154.
- BEZERRA, J. R. C., OLIVEIRA, F. A. de., SILVA, M. J. da, et al. Efeito de Diferentes Potenciais Matriciais sobre o Algodoeiro Herbáceo. 1990. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do

- Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1990 - 1991**. Campina Grande, 1992b. p. 216-217.
- BEZERRA, J. R. C., SILVA, M. J. da., BARRETO, A. N., SILVA, M. B. da. Interação Manejo de Água x Adubação Nitrogenada no Algodoeiro Herbáceo. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1990 - 1991**. Campina Grande, 1992c. p. 222-224.
- BEZERRA, J. R. C., SILVA, M. J. da., GUERRA, A. G. Interação, Manejo de Água x Adubação Nitrogenada na Cultura do Algodoeiro Herbáceo em Solo de Aluvião. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1987 - 1989**. Campina Grande, 1991. p. 129-131.
- BROWER, R. **Some aspects of the equilibrium between overground and underground plant parts**. Medadeling: I.B.S., 1963. p.31-39
- CHANG-NAVARRO, L. L., MOLTALVO, S. R., VELASCO, L. J. Efectos de Vários Niveles de Humidad Aprovechable del Suelo sobre el Agodonero. **Anales Científicos**, v. 1, n. 3, p. 221-245, 1963.
- CHAPMAN, S. R., CARTER, L. P. **Crop Production Principles and Practices**. W. H. Freeman and Co. San Francisco, 1976, 566 p.
- CORNEJO, A. Relaciones Suelos - Agua - Planta en el Cultivo del Algodon. **Anales Científicos**. Lima, v. 4, n. 1/2, p. 58-71, 1966.
- COSTA, F. F. **Efeitos de Déficits Hídricos no Crescimento, Desenvolvimento e Produção de Cultivares do Algodoeiro Herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. x. *Latifolium* Hutch)**. Campina Grande, 1985. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola. Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal da Paraíba.

- DOORENBOS, J., KASSAM, A. H. **Efeito da Água no Rendimento das Culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p.
- DOORENBOS, J., PRUITT, W.O. **Crop Water Requirements**. Rome: FAO, 1975. 179p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).
- DOSS, B. D., ASHLEY, D. A., BENNETT, O. L. Effect of Moisture Regime and Stage of Plant Growth on Moisture Use by Cotton. **Soil Science**, v. 98, n. 3, p. 156-161, 1964.
- EL NADI, A. H. Growth, Yield and Quality of Cotton Under Three Water Regimes in the Sudan. **Experimental Agriculture**, v. 10, p. 313-318, 1974.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLS, 1979.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). Avaliação da Resistência à Seca. In: EMPRAPA. **Relatório Técnico Anual**, 1977-1978. Campina Grande, 1980. p.92.
- GARDNER, F. P. et al. **Physiology of Crop Plants**. Gardner, Pearce and Mitchel (eds), Iowa State University Press, Ames. 1985
- GODOY, R. **Testes de Vigor em Sementes de Algodão (*Gossypium hirsutum*, L.)**. Piracicaba, ESALQ, 1975. 125 p. (Tese de Mestrado).
- GRIMES, D.W., CARTER, L.M. A Linear Rule for Direct Nondestructive Leaf Area Measurements. **Agronomy Journal**, v.61, p.477-479, 1969.

- GRIMES, D. W., EL-ZIK, K. M. Cotton. In: STEWART, B. A., NIELSEN, D. R. **Irrigation of Agricultural Crops**. ASA, CSSA, SSSA, Wisconsin: USA, 1990. p. 741-773.
- HAMILTON, J., STANBERRY, C. O., WOOTTON, W. M. Cotton Growth and Production as Affected by Moisture, Nitrogen, and Plant Spacing on the Yuma Mesa. **Soil Science Society Proceedings**, v. 20, p. 246-252, 1956.
- JACKSON, E. B., TILT, P. A. Effects of Irrigation Intensity and Nitrogen Level on the Performance of Eight Varieties of Upland Cotton (*Gossypium hirsutum*, L.). **Agronomy Journal**, v. 60, n. 1, p. 13-17, 1968.
- KAKIDA, J., MARINATO, R. Estudo do Período Crítico para Irrigação do Algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.) no Norte de Minas. In: Reunião Nacional do Algodão, 2., 1982, Salvador. **Resumos**. Salvador: MARA/EMBRAPA-CNPA, 1982, p. 125.
- KRAMER, P. J. **Plant and Soil Water Relationships. A Modern Synthesis**. New York, McGraw-Hill, 1969. 482 p. Ilust.
- KRANTZ, B. A., SWANSON, N. P., STOCKINGER, K. R., CARREKER, J. R. Irrigation Cotton to Insure Higher Yields. **Yearbook of Agriculture**, p. 381-388, 1955.
- LIMA, M. L. de. **Efeito das Características do Solo, Umidade e Fertilização na Absorção de Nutrientes e Produção do Algodoeiro Herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L.)**. Campina Grande, 1981. 78p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, Irrigação e Drenagem), Universidade Federal da Paraíba.
- MILLER, R. J., GRIMES, D. W. Effects of Moisture Stress on Cotton Yields. **California Agriculture**, v. 21, n. 8, p. 18-19, 1967.

- NUNES FILHO, J. **Comportamento de Duas Cultivares de Algodoeiro Herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. r. *Latifolium* Hutch), em Função da Salinidade e Umidade do Solo.** Botucatu, 1993. 96 p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista.
- OLIVEIRA, F. A. de. **Efeito de Diferentes Níveis de Umidade do Solo no Ciclo e Produtividade do Algodão Herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L).** Salvador: EPABA, 1979, 5p. (EPABA. Comunicado Técnico, 20).
- OLIVEIRA, F. A. de, CAMPOS, T. G. da S. **Competição de Cultivares de Algodoeiro Herbáceo em Condições Irrigadas.** 1991. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1990 - 1991.** Campina Grande, 1992. p. 200-201.
- OLIVEIRA, F. A. de, CAMPOS, T. G. da S., BEZERRA, J. R. C. **Efeito de Diferentes Potenciais Matriciais sobre o Algodoeiro.** 1991. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1990 - 1991.** Campina Grande, 1992a. p. 214-215.
- OLIVEIRA, F. A. de., CAMPOS, T. G. da S., SANTOS, J. W. dos. **Efeito de Diferentes Níveis de Umidade no Solo em Duas Fases de Desenvolvimento do Algodoeiro Herbáceo.** 1990. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1990 - 1991.** Campina Grande, 1992b. p. 208-209.
- OLIVEIRA, F. A. de., CAMPOS, T. G. da S., SANTOS, J. W. dos. **Efeito da Época da Última Irrigação no Algodoeiro Herbáceo.** 1990. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1990 - 1991.** Campina Grande, 1992c. p. 202-204.

- OLIVEIRA, F. A. de., CAMPOS, T. G. da S., SANTOS, J. W. dos., MACIEL, M. J. Q. Efeito de Níveis de Umidade no Solo em Duas Fases do Ciclo do Algodoeiro Herbáceo. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1987 - 1989**. Campina Grande, 1991. p. 127-128.
- OLIVEIRA, F. A. de., SILVA, J. J. S. **Uso Consutivo e Desenvolvimento Radicular do Algodoeiro Herbáceo**. Salvador: EPABA, 1987. 22p. (EPABA. Boletim de Pesquisa, 8).
- OSBORNE, D. J. Hormones and the Shedding of Leaves and Bolls. **Cotton Grow. Rev.**, v. 51, p. 256-265, 1974.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba, Nobel, 1985. 466 p.
- REICHARDT, K. Capacidade de Campo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Campinas, v.12, p.211-216, 1988.
- RIBEIRO, J. L., BEZERRA, J. R. C. Comportamento de Cultivares de Algodoeiro Herbáceo sob Regime de Irrigação no Estado do Piauí. In: Reunião Nacional do Algodão, 6., 1990. Campina Grande. **Resumos**. Campina Grande: MARA/EMBRAPA-CNPA, 1990. p. 197.
- RICHARDS, L.A. Pressure: Membrane Apparatus Construction and Use. **Agric. Eng.**, St. Joseph, v.28, p.451-454, 1947.
- RUSSEL, R.S. Mechanical Impedance of Root Growth. In: **Plant Root Systems: their Function and Interaction with the Soil**. London, McGraw-Hill book Company, p.169-190. 1977.
- SANTOS, R. F. dos., BARROS, M. A. L., ARAÚJO, A. M. de. Impactos Sócio-econômicos Causados pela Expansão do Bicudo na Indústria Têxtil de Algodão do Nordeste. In: EMBRAPA. Centro Nacional de

- Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1990 - 1991**. Campina Grande, 1992a. p. 88-89.
- SANTOS, R. F. dos., BARROS, M. A. L., CAVALCANTE, J. J. Conjuntura Internacional e Nacional do Algodão. 1990/91. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1990 - 1991**. Campina Grande, 1992b. p. 73-75.
- SILVA, M. J. da. Efeito da Lâmina D'água e do Turno de Rega na Cultura do Algodoeiro Herbáceo. In: Reunião Nacional do Algodão, 4., 1986, Belém - Pará. **Resumos**. Belém - Pará: MARA/EMBRAPA-CNPA, 1986. p. 113.
- SILVA, M. J. da., BEZERRA, J. R. C., BARRETO, A. N., SILVA, M. B. da. Resposta do Algodoeiro Herbáceo ao Manejo da Irrigação. 1993. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1992 - 1993**. Campina Grande, 1994. p. 161-164.
- SILVA, M. J. da., HOLANDA, A. F. de., MATIAS FILHO, J. Necessidades de Água de Irrigação no Cultivo do Algodoeiro no Nordeste Brasileiro. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Relatório Técnico Anual, 1985 - 1986**. Campina Grande, 1988. p. 179-181.
- SILVA, M. J. da., HOLANDA, A. F., SAUNDERS, L. C. U., CAVALCANTI, F. B. Estudo do Período Crítico do Algodoeiro à Deficiência Hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 14, 1984, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza, 1984.
- SILVA, M. J. da., HOLANDA, A. F. de., SAUNDERS, L. C. U., CAVALCANTE, F. B. Fatores que Afetam a Produtividade do

- Algodoeiro sob Regime de Irrigação por Sulcos. **Ciência Agronômica**, v. 16, n. 1, p. 1-8, 1985.
- SINGH, A., DAYAL, R., SARAF, N. H. Effect of Application of Irrigation Water at Diferent Moisture Regimes on 'Hy-4' Cotton. **Indian Journal Agricultural Sciences**, v. 44, n. 5, p. 314-316, 1974.
- SLATYER, R. O. Physiological Significance of Internal Water Relations to Crop Yield. In: CASTIN, J. D., HASKINS, F. A., SULLIVAN, C. Y. et al. **Physiological Aspects of Crop Yield**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1969. p. 53-83.
- SNEDECOR, G. W. **Statistical Methods**. Iowa: Iowa St. Coll. Press, 1962. 605 p.
- SOUSA, C. B. de. **Estudo de Parâmetros Morfo-Fisiológicos na Cultura do Algodoeiro Herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L.) em Condições Diferenciadas de Irrigação no Vale do Assu-RN**. Campina Grande, 1994. 71 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola. Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal da Paraíba.
- SOUSA J.G. **Influência do Deficit Hídrico na Concentração de Prolina Livre e no Crescimento de Algodão (*Gossypium hirsutum*, L.)**. Fortaleza, 1977. 68p. (Tese de Mestrado). Universidade Federal do Ceará.
- SOUSA, J.G., BELTRÃO, N.E.M., SILVA, J.V. Supressão da Floração na Assimilação, Crescimento e Nutrição Mineral do Algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.11, p.1327-1333, 1984.
- SOUSA, J.G., BARREIRO NETO, M., SILVA, J.B.V., GILES, J.A. **Estudos de Parâmetros Fisiológicos para a Resistência do Algodoeiro**

(*Gossypium hirsutum*, L.) à Seca. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1982. 20P. (EMBRAPA - CNPA, Documentos, 16).

TAYLOR, H. M., KLEPPER, B. Water Relations of Cotton. I. Root Growth and Water Use as Related to Top Growth and Soil Water Content. *Agronomy Journal*, Madison, v. 66, Jul/Aug, p. 584-588, 1974.

THORNTON, J. F. Moisture Use by Cotton in the Piedmont of Georgia. *Transactions of the ASAE*, v. 4, n. 1, p. 37-40, 1961.