

RELAÇÕES ÁGUA-SOLO-PLANTA-ATMOSFERA

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE DUAS CULTIVARES DE ALGODOEIRO HERBÁCEO EM BAIXOS NÍVEIS DE UMIDADE NO SOLO, EM CASA DE VEGETAÇÃO

Manoel do Nascimento Batista Pereira¹, Norma César de Azevedo²,
Pedro Dantas Fernandes³ e Malaquias da Silva Amorim Neto⁴

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se avaliar, comparativamente, a sensibilidade de duas cultivares de algodoeiro herbáceo, CNPA Precoce 1 e CNPA 7H, em baixo conteúdo de água no solo (3%, 23%, 43% e 63% de água disponível) estudando-se os seus efeitos até a fase de frutificação. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, com três repetições. O trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação, em vasos de PVC, contendo 10kg de solo seco ao ar, textura areia-franca. Todos os vasos tiveram a umidade no nível de capacidade de campo, no momento da sementeira; a partir daí, esperou-se que o conteúdo de água disponível do solo atingisse os níveis dos tratamentos estudados, passando a haver monitoramento e suplementação de água até o nível predeterminado. De acordo com os resultados obtidos, ambas as cultivares são pouco exigentes em água, na fase inicial de seu ciclo (1,58 mm/dia para a cv. Precoce 1 e 1,66 mm/dia para a CNPA 7H). A necessidade de água aumenta no florescimento (6,48 mm/dia e 7,07 mm/dia, respectivamente) e na fase de formação da produção (11,03 mm/dia e 11,75 mm/dia, respectivamente). A cv. CNPA 7H é mais eficiente no uso da água e sua utilização no crescimento vegetativo, enquanto a CNPA Precoce 1 tem maior eficiência em relação ao seu aproveitamento em florescimento e frutificação. No trabalho são apresentadas equações de regressão, correlacionando-se variáveis vegetativas/reprodutivas e níveis de água disponível no solo.

Palavras-chave: evapotranspiração, água disponível, estresse hídrico, fitomassa

GROWTH AND DEVELOPMENT OF TWO COTTON CULTIVARS UNDER LOW SOIL WATER LEVELS IN GREENHOUSE CONDITIONS

ABSTRACT

The objective of this work was to study the effect of four levels of low available water (3%, 23%, 43% and 63%) on growth and development of two cotton cultivars, CNPA Precoce 1 and CNPA 7H, from the seed germination stage until the opening of the fruits. The experiment was carried out under greenhouse conditions, using PVC pots, containing 10 kg of a dry sandy soil, in a random block experimental design, with 3 replications and factorial scheme (2x4). The factors were 2 cultivars and 4 water stress levels. 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 water soil lowered to the available water

¹ Eng. Agrônomo, Mestre, Laboratório de Irrigação e Drenagem/DEAg/CCT/UFPB.

² Prof. Adjunta, Mestre, DEAg/CCT/UFPB, C.P.10.087, fone (083)310-1285.

³ Prof. Adjunto, Dr, DEAg/CCT/UFPB, C.P.10.087, fone (083)310-1055, e-mail: copeag.deag.ufpb.br.

⁴ Pesquisador, Dr. Embrapa-Algodão, CP. 174, fone (083)341-3608, e-mail: amorim@cnpa.embrapa.br.

levels, listed above. After this time, the available water levels were maintained by weighing the pots, with supplemental irrigation when it was necessary, until the tested levels. The results obtained showed that both cultivars have low requirements of water at the initial stage of growth (1,58 mm/day for cv. Precoce 1 and 1,66 mm/day for CNPA 7H). The requirements are higher at the flowering stage (6,48 mm/day and 7,07 mm/day, respectively) and at the yield formation (11,03 mm/day and 11,75 mm/day, respectively). The CNPA 7H is more efficient in converting water into vegetative parts, while CNPA Precoce 1 has more water use efficiency in relation to flowering and fruitage. In the text regression equations are presented, correlating vegetative/reproductive variables and available water levels in soil.

Key words: evapotranspiration, available water, water stress, phytomass

INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro herbáceo é uma das principais opções para as áreas irrigadas do Nordeste brasileiro. Apresenta razoável rentabilidade, ocupa a área por pouco tempo, de 110 a 150 dias (Beltrão et al. 1993) e seu consumo de água é baixo, quando comparado com o de outras culturas (Doorenbos e Kassam, 1979).

Nos últimos anos, tem havido incremento do cultivo de algodoeiro em condições de irrigação, como solução para se contornar os problemas ocasionados com irregularidades de chuvas e com as secas periódicas, constituindo-se em boa opção para as áreas irrigadas. Apesar da concorrência com o produto importado, esta cultura mantém a sua importância econômica e social, pela significativa contribuição para o consumo interno e pela grande absorção de mão de obra (Santos e Barros, 1997).

Segundo Turner e Kramer (1980) quando as plantas cultivadas são submetidas a estresse hídrico, geralmente ocorrem alterações fisiológicas, com reflexos sobre crescimento, desenvolvimento e produção. Dentro de uma mesma espécie, podem ser identificados genótipos com comportamento diferente, em relação à tolerância ao déficit hídrico (Krantz et al., 1955; Costa, 1985) sendo importantes os estudos de obtenção e identificação de genótipos mais adaptados às condições limitantes de umidade no solo.

O algodoeiro herbáceo é pouco exigente em umidade, variando entre 500 e 1300 mm as necessidades hídricas, durante o ciclo. No início do período vegetativo, o requerimento hídrico da cultura é baixo, 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 da exigência (Doorenbos e Kassam, 1979).

A sensibilidade ao estresse hídrico é maior na fase de floração/frutificação (Silva et al., 1984). De acordo com Grimes e El-Zik (1990) o crescimento inicial da planta tem influência direta no restante do seu ciclo, havendo correlação altamente positiva entre o desenvolvimento da planta à primeira flor, e a produção final.

As cultivares de algodoeiro CNPA Precoce 1 e CNPA 7H têm sido muito utilizadas em cultivo, tanto em condições de sequeiro como de irrigação. Com a primeira, já foram desenvolvidos trabalhos envolvendo níveis diferentes de umidade do solo, sendo constatado ser relativamente tolerante ao estresse hídrico (Ribeiro e Bezerra, 1990). Com relação à cultivar CNPA 7H, obtida mais recentemente, os estudos limitaram-se a testar os efeitos de lâminas diferentes de água, sem caracterização de

tratamentos de déficit hídrico (Barreto et al., 1997; Nunes Filho, 1997).

Considerando-se as informações obtidas na literatura, de haver variabilidade de tolerância ao estresse hídrico entre genótipos, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de se estudar, comparativamente, a sensibilidade de duas cultivares de algodoeiro herbáceo, em baixo conteúdo de água no solo, até a fase de frutificação.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa-de-vegetação do Departamento de Engenharia Agrícola/CCT/UFPB, em Campina Grande, PB, utilizando-se de regossolo, com as seguintes características físico-químicas: areia 83,32%, silte 9,77%, argila 6,91%, matéria orgânica 0,44%, pH 6,12, P_2O_5 1,78 mg/100g de solo; em meq/100g de solo, os teores de Ca+Mg 2,50, K 0,01, Na 0,14 e CTC 3,99. Dados da curva característica de retenção de água no solo, obtidos de acordo com metodologia descrita em Reichardt (1988): 9,89% de umidade a tensão de -0,010 MPa; 4,81% a -0,033MPa; 2,93% a -0,100 MPa; 1,86% a -0,500MPa; 1,65% a -1,000MPa e 1,42% a tensão de -1,500MPa.

Foram estudados dois fatores: cultivares (C) de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. r. *latifolium*, Hutch) e níveis de umidade (U). Cultivares: C_1 = CNPA Precoce 1 e C_2 = CNPA 7H, com sementes previamente deslindadas e tratadas, fornecidas pela Embrapa Algodão. Umidade: U_1 = 63% da água disponível (AD); U_2 = 43% da AD; U_3 = 23% da AD e U_4 = 3% da AD. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 2 x 4, com três repetições e quatro épocas de avaliação.

O nível maior de umidade (63% da AD) foi definido baseando-se em resultados relatados 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 ou produção do algodoeiro. O menor nível (3% AD) foi definido com base em dados de Oliveira et al. (1991).

As plantas foram estudadas em vasos feitos com tubos PVC, com 15cm de diâmetro e 41cm de altura, revestidos internamente com saco plástico e preenchidos com 10kg de terra seca ao ar, peneirada com malha de 2mm.

A adubação de fundação constou de 150ppm de P (peso/peso) equivalentes a 1,5g de P_2O_5 por vaso, na forma de superfosfato simples, incorporados ao solo até a profundidade

de 15cm. Após a adubação, todos os vasos receberam água, até o solo atingir o nível de capacidade de campo (CC); em seguida, aplicou-se 0,8ml de uma solução-padrão de micronutrientes por vaso (Nunes Filho, 1993).

Com o solo à capacidade de campo, fez-se a semeadura, utilizando-se 10 sementes de algodão por vaso, a uma profundidade de 2cm. Efetuou-se o desbaste aos 10 dias após a semeadura, deixando-se 2 plantas/vaso, de tamanho uniforme e bem distribuídas no recipiente.

Foram realizadas três adubações em cobertura, também com base em Nunes Filho (1993) sendo a primeira depois do desbaste, aos 10 dias após a semeadura, com aplicação de 20ml de uma solução nutritiva, constituída de 40ppm de N (peso/peso) e 156ppm de K_2O , por vaso, utilizando-se uréia (44% de N) e cloreto de potássio (60% K_2O) respectivamente. A segunda e a terceira adubações em cobertura foram feitas aos 45 e 67 dias após a semeadura, aplicando-se 10ml de uma solução com concentração de 20ppm de N e 20ppm de K_2O por vaso, das mesmas fontes mencionadas anteriormente.

No momento da semeadura todas as parcelas foram irrigadas, elevando-se a umidade do solo a nível de capacidade de campo. A partir daí, esperou-se que a umidade atingisse os níveis predeterminados, correspondentes aos tratamentos estudados (63%, 43%, 23% e 3% de AD) através de pesagens diárias dos vasos. Os níveis desejados foram atingidos, respectivamente, aos 13, 19, 28 e 36 dias após plantio. À medida que isto ocorria, em cada tratamento a suplementação de água, para manter o nível desejado, foi feita a cada 2 dias, até o 36º dia, a partir do qual a reposição de umidade passou a ser diária, até o final do experimento. Houve anotações do volume de água consumida pela planta, o que permitiu a obtenção da evapotranspiração (ET) das plantas.

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-se a quantidade de água a ser repostada. Em cada fase e através de método destrutivo, foi obtido o peso da matéria verde de cada tratamento e, também, compensados os níveis desejados de umidade.

O experimento foi avaliado em 4 fases de desenvolvimento das plantas, correspondentes aos 36 dias (quando a umidade, nos vasos do tratamento U₄, atingira 3% da AD), 52 dias (quando 20% de todos os vasos continham plantas com botões florais), 76 dias (quando 20% tinham plantas com flores) e aos 98 dias após semeadura, que coincidiu com a abertura do primeiro fruto. Cada parcela constou de 1 vaso com 2 plantas e o número total de parcelas foi de 96.

Semanalmente, foi feito deslocamento dos vasos dentro de cada bloco, até o final do experimento, diminuindo-se os efeitos da variação ambiental.

Variáveis estudadas: ET (avaliada por pesagem), altura de planta, florescimento, frutificação e fitomassa de

raiz, caule e folhas. As análises estatísticas foram realizadas seguindo-se metodologias recomendadas por Pimentel Gomes (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Evapotranspiração

Com os dados de volume de água consumida pelas plantas, para se manter os níveis predeterminados de água disponível no solo foram obtidos os valores de evapotranspiração. Após análise estatística, foi organizada a Tabela 1, em que estão apresentadas as médias de ET, por fases do ciclo da planta, e médias acumuladas, a partir da semeadura, até diferentes estádios de desenvolvimento. Observa-se que o consumo de água pelas plantas aumentou significativamente com o incremento dos níveis de umidade, em todas as fases. Chang-Navarro et al. (1963) verificaram, também, aumento do consumo de água por planta da cv. LM 1041-49, com o incremento dos níveis de umidade, em condições de campo.

Em relação às cultivares, a evapotranspiração da cv. CNPA-7H foi maior que a ET da CNPA-Precoce 1, na primeira época de avaliação (até aos 36 dias) e na soma de todas as épocas (0-98 dias após a germinação) que corresponde ao consumo total de umidade. Nas outras épocas intermediárias (37 a 52 dias, 53-76 dias e 77-98 dias) ambas as cultivares tiveram consumo de água estatisticamente semelhante.

Analisando-se o consumo de água nas diversas fases do desenvolvimento, nota-se que, em relação ao total do ciclo, foi muito baixo o consumo, por ambos os genótipos, durante a fase vegetativa, em torno de 11%, se forem considerados apenas os primeiros 36 dias. Este valor está muito próximo dos 10% relatados por Doorenbos e Kassam (1979) como sendo a exigência hídrica no período inicial da fase vegetativa, complementando os autores que nesse período a necessidade de água do algodoeiro é muito baixa. A cv. Precoce 1 gastou 1,58 mm/dia e a CNPA 7H 1,66 mm/dia de água, nos primeiros 36 dias. Esse baixo consumo é devido ao lento desenvolvimento da fitomassa do algodoeiro, no estágio inicial.

Tabela 1. Evapotranspiração (mm) em diferentes intervalos de tempo (dias) após a semeadura, segundo os fatores estudados

Fatores	Consumo por fases do ciclo				Consumo cumulativo			
	0-36 dias	37-52 dias	53-76 dias	77-98 dias	0-36 dias	0-52 dias	0-76 dias	0-98 dias
Cultivares (C):								
C1 - Precoce 1	56,77 b	57,19 a	155,52 a	231,64 a	56,77 b	113,96 a	269,48 a	501,12 b
C2 - CNPA 7H	59,61 a	57,65 a	169,59 a	246,67 a	59,61 a	117,26 a	286,85 a	533,52 a
d.m.s.(5%)	2,07	7,15	15,62	18,39	2,07	8,91	23,86	28,93
Umidade (U):								
U1 - 63% AD	73,38 a	99,55 a	321,12 a	454,41 a	73,38 a	172,93 a	494,05 a	948,46 a
U2 - 43% AD	61,40 b	68,84 b	202,27 b	308,29 b	61,40 b	130,24 a	332,51 b	640,80 b
U3 - 23% AD	51,07 c	44,63 c	99,80 c	159,69 c	51,07 c	95,70 c	195,50 c	355,19 c
U4 - 3% AD	46,91 d	16,67 d	27,03 d	34,23 d	46,91 d	63,58 d	90,61 d	124,84 d
d.m.s.(5%)	3,96	13,72	29,96	48,11	3,96	17,09	45,77	55,50

Em cada fase, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, entre as cultivares nem entre os níveis de umidade.

A ET aumentou muito nos períodos seguintes, correspondentes ao pleno florescimento e à formação dos frutos. Na fase de maior floração (53-76 dias) o consumo de água pela Precoce 1 representou 31,03% do total, com uma média de 6,48 mm/dia, enquanto para a CNPA 7H foram 31,79% do consumo total, com média diária de 7,07 mm/dia.

O maior consumo de água deu-se na fase de formação da produção (77-98 dias), representando 46,22% da ET total da cv. Precoce 1 e 46,23% da cv. CNPA 7H, praticamente iguais. Em apenas 22 dias, as plantas consumiram quase a metade da água necessária para todo o ciclo. A média de ET diária, nesse período, para as cultivares Precoce 1 e CNPA 7H, foi de 10,53mm e 11,21mm, respectivamente. Nesse estágio fenológico, a cultura atinge o máximo desenvolvimento e crescimento, demandando maior quantidade de água.

Somando-se os dados das duas últimas fases, correspondendo ao período reprodutivo das plantas, observa-se que a cv. Precoce 1 consumiu 77% e a CNPA 7H 78% de todas as suas necessidades hídricas, nos últimos 46 dias, abrangidos por este trabalho. Essas porcentagens seriam bem mais altas se fossem acrescidas dos valores de ET na segunda fase (37-52 dias após germinação) quando se iniciou a formação dos botões florais, evidenciando-se a alta exigência hídrica do algodoeiro, na fase reprodutiva. Vários autores relatam, também, a grande necessidade de água dessa cultura durante o florescimento e a frutificação (Doorenbos e Kassam, 1994; Oliveira e Campos, 1997).

Analisando-se os dados de consumo de água, segundo os níveis de umidade testados, verifica-se que em todos eles o maior dispêndio de água ocorreu, também, no último período fenológico (formação da produção) vindo, logo em seguida, a fase de florescimento. Esses resultados estão de acordo com as afirmações de Doss et al. (1964) ao observarem que a quantidade média de água consumida pelo algodoeiro foi geralmente baixa, enquanto as plantas eram jovens, aumentando gradualmente, até atingir o máximo durante o período de floração e desenvolvimento dos frutos.

Fenologia da parte vegetativa

Nas Tabelas 2 e 3 estão expostos os dados fenológicos de altura de plantas, número de folhas e fitomassa de raiz, caule e folhas, correspondentes aos vários tratamentos, nas quatro épocas de avaliação do trabalho.

Independente da umidade, houve diferença significativa entre as cultivares, com tendências de predomínio da cv. CNPA 7H, na maioria das variáveis analisadas, inclusive em altura de planta. Costa (1985) trabalhando com quatro cultivares, diversas das estudadas no presente trabalho encontrou, também, diferença de altura entre elas, em função de níveis de estresse hídrico. Ainda em relação à Tabela 2, embora sejam semelhantes os valores de número de folhas entre as cultivares, a CNPA 7H produziu maior matéria seca foliar.

Tabela 2. Altura de plantas (cm) e número de folhas $(x + 0,5)^{1/2}$ desenvolvidas nas quatro fases de avaliação do trabalho

Fatores	Altura de plantas (cm)				Número de folhas			
	Dias após sementeira				Dias após sementeira			
	36	52	76	98	36	52	76	98
Cultivares (C):								
C1 - Precoce 1	11,98 b	18,77 b	27,23	29,20	5,04 a	9,13 a	16,83 a	17,17 a
C2 - CNPA 7H	14,78 a	23,22 a	33,60	36,39	5,42 a	8,83 a	16,33 a	16,83 a
d.m.s.(5%)	1,04	1,91	(*)	(*)	0,39	0,97	1,93	1,59
Umidade (U):								
U1 - 63% AD	14,04 a	28,28 a	48,39	50,20	5,67 a	14,58 a	25,58 a	24,50 a
U2 - 43% AD	13,31 a	22,50 b	35,37	38,69	5,25 a	11,58 b	21,58 b	22,92 a
U3 - 23% AD	13,17 a	17,65 c	23,34	26,67	5,08 a	6,42 c	16,08 c	17,17 b
U4 - 3% AD	13,02 a	15,55 c	15,56	15,62	4,92 a	3,33 d	3,08 d	3,42 c
d.m.s.(5%)	1,99	13,72	(*)	(*)	0,74	1,85	3,70	3,05

Em cada fase, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, entre as cultivares nem entre os níveis de umidade.

(*) Interação significativa, com desdobramento apresentado na Figura 1

Analisando-se o fator umidade, isoladamente, observa-se que o maior consumo de água pelas plantas, nos níveis mais altos de água disponível, na primeira época de avaliação (Tabelas 1 e 2) não resultou em maior crescimento/desenvolvimento, reforçando a dedução, já aludida, da pouca exigência em água do algodoeiro, no início do ciclo.

Tabela 3. Fitomassa (peso da matéria seca) do caule, das folhas e das raízes, segundo os fatores estudados, nas diversas fases de avaliação do trabalho

Fatores	Fitomassa de raiz (g)				Fitomassa de caule (g)				Fitomassa de folhas (g)			
	Dias após sementeira				Dias após sementeira				Dias após sementeira			
	36	52	76	98	36	52	76	98	36	52	76	98
Cultivares (C):												
C1 - Precoce 1	0,31 b	1,16 a	2,46 a	2,47	0,13 b	0,58 b	1,59	2,06	0,41 b	1,22 a	2,49	2,82
C2 - CNPA 7H	0,37 a	1,22 a	2,63 a	3,41	0,20 a	0,76 a	2,31	3,68	0,56 a	1,33 a	2,98	3,53
d.m.s.(5%)	0,04	0,18	0,50	(*)	0,02	0,11	(*)	(*)	0,06	0,25	(*)	(*)
Níveis de umidade (U):												
U1 - 63% AD	0,37 a	1,85 a	4,40 a	5,25	0,18 a	0,94 a	3,87	5,75	0,49 a	2,03 a	5,16	5,84
U2 - 43% AD	0,36 a	1,34 b	3,21 b	3,61	0,16 a	0,69 b	2,20	3,33	0,49 a	1,37 b	3,35	3,97
U3 - 23% AD	0,33 a	0,98 c	1,90 c	2,10	0,16 a	0,56 bc	1,17	1,81	0,48 a	1,00 bc	1,77	2,13
U4 - 3% AD	0,32 a	0,60 d	0,67 d	0,79	0,15 a	0,48 c	0,58	0,60	0,47 a	0,71 c	0,67	0,75
d.m.s.(5%)	0,08	0,35	0,97	(*)	0,05	0,21	(*)	(*)	0,12	0,48	(*)	(*)

Em cada fase, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, entre as cultivares nem entre os níveis de umidade.

(*) Interação significativa, com desdobramento apresentado na Figura 2

Em relação às cultivares, o maior consumo de água, na primeira época, pela CNPA 7H correspondeu, igualmente, a valores superiores de altura e fitomassa das raízes e da parte aérea, denotando ser mais eficiente no uso de umidade que a Precoce 1 pois, em um mesmo nível de água disponível, teve aproveitamento maior, resultando em maior crescimento e maior produção de matéria seca. Nunes Filho (1993) também verificou menor crescimento da cv. Precoce 1 em relação a uma outra cultivar, Acala 1, no início do florescimento.

A partir de 52 dias após sementeira, a altura de plantas, o número de folhas e a fitomassa das raízes e da parte aérea reduziram-se, significativamente, com o aumento do déficit hídrico, de modo semelhante ao que foi observado por Lima (1981) e por Nunes Filho (1993).

Diferentemente do que ocorreu para a ET (Tabela 1), verifica-se que, entre as cultivares, os maiores incrementos das variáveis fenológicas (Tabelas 2 e 3) ocorreram até 76 dias após sementeira. As diferenças foram relativamente pequenas entre a terceira (76 dias) e a quarta (98 dias) épocas de avaliação.

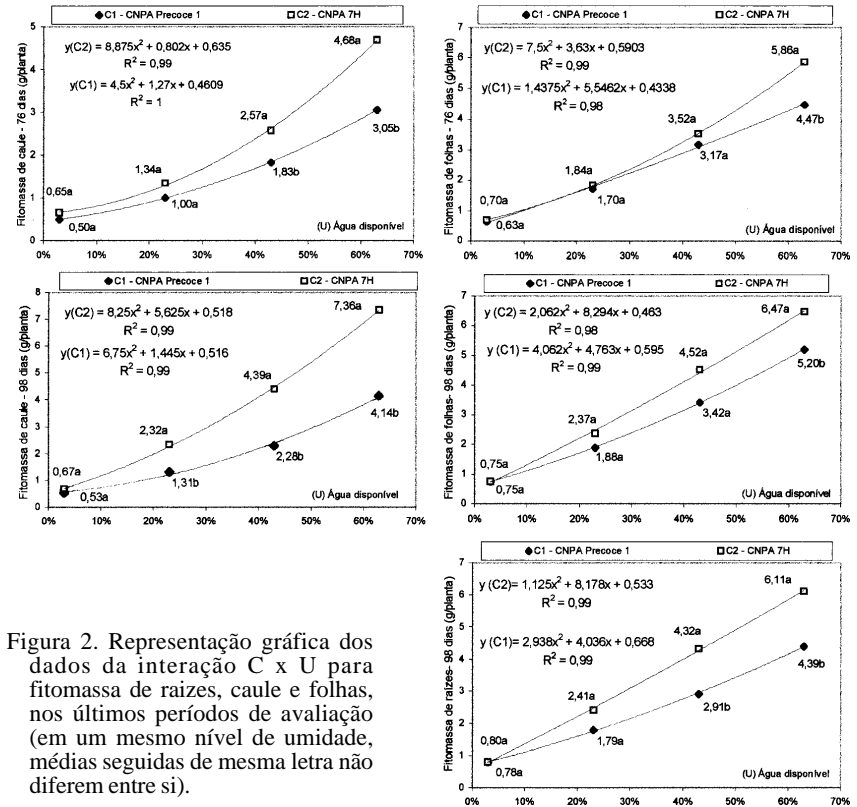


Figura 2. Representação gráfica dos dados da interação C x U para fitomassa de raízes, caule e folhas, nos últimos períodos de avaliação (em um mesmo nível de umidade, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si).

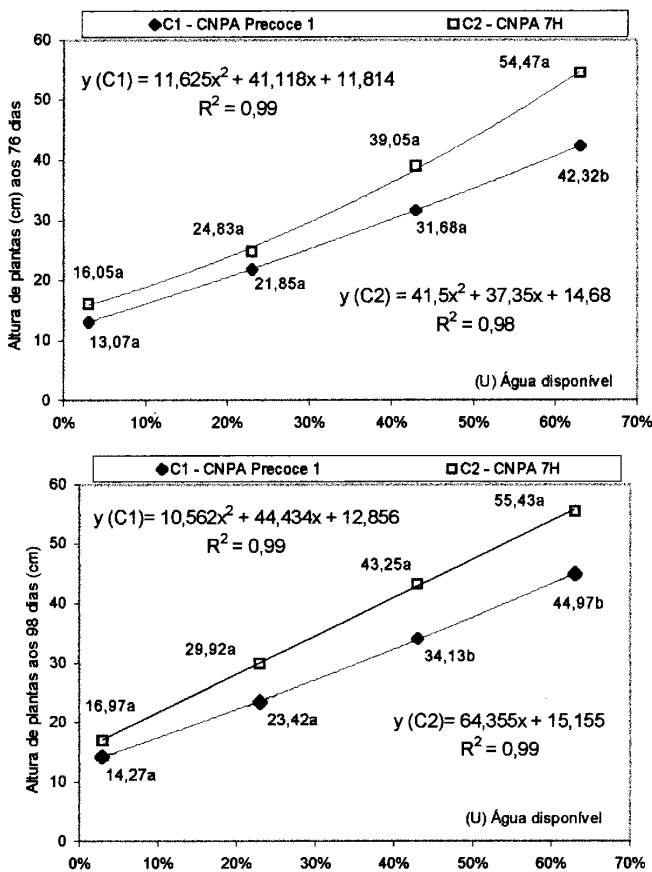


Figura 1. Representação gráfica do desdobramento da interação C x U para a variável altura de planta, aos 76 e 98 dias (em um mesmo nível de umidade, médias com mesma letra não diferem, estatisticamente, entre si).

Para altura de plantas foi significativa a interação cultivar (C) x níveis de umidade (U), aos 76 e 98 dias, cujos desdobramento e respectivas equações encontram-se na Figura 1. Em ambos os casos, verifica-se que nos níveis mais altos de água disponível foi maior a diferença entre as duas cultivares, com maior crescimento em altura para a CNPA 7H.

Também foi significativa a interação C x U, aos 98 dias, para fitomassa de raiz e, aos 76 e 98 dias, para fitomassa de caule e de folhas, com indicações de que o efeito sobre as cultivares dependeu dos níveis de umidade do solo. Na Figura 2 estão as curvas e equações resultantes do desdobramento dessas interações, observando-se ter-se formado mais matéria seca de raiz, caule e folhas nas plantas da cv. CNPA 7H, em níveis superiores aos da Precoce 1, nos tratamentos com níveis mais altos de água disponível no solo. A cv. CNPA 7H foi mais eficiente na utilização da água e sua conversão em matéria seca da parte vegetativa.

Com relação às raízes, constata-se que a cv. CNPA 7H produziu mais fitomassa nos níveis mais altos de umidade, com maior desenvolvimento que a Precoce 1. Este comportamento da 7H pode ser muito importante em condições de campo, permitindo-lhe explorar um volume maior de solo. Nunes Filho (1993) trabalhando com a Precoce 1 e a Acala 1, observou que, em condições de estresse hídrico, ambas desenvolveram sistemas radiculares semelhantes, sem diferença entre elas. Relacionando-se tais informações com as do presente trabalho, nota-se que tem havido evolução nos trabalhos da Embrapa Algodão, com a obtenção da CNPA 7H, no tocante ao sistema radicular, fator importante para a região semi-árida, sujeita a constantes estiagens.

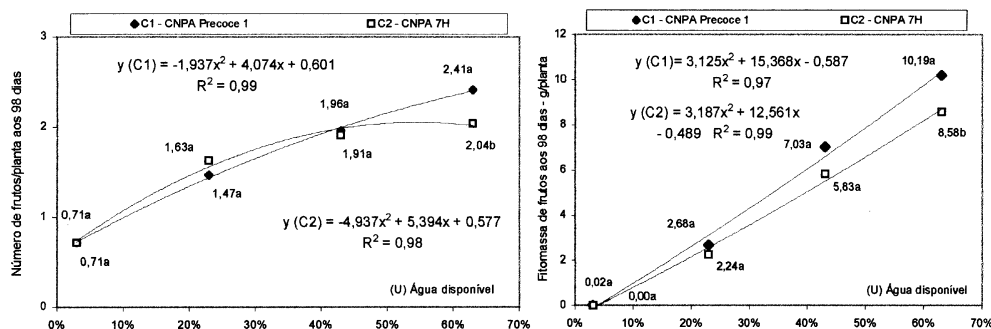


FIGURA 3 - Número de frutos e fitomassa de frutos/planta, aos 98 dias, obtidos do desdobramento da interação C x U (em um mesmo nível de umidade, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si).

Tabela 4. Dados de florescimento e de frutificação nos vários estádios de desenvolvimento das plantas, segundo os tratamentos estudados

Fatores	Flores e botões florais						Frutos			
	Número (x+0,5) ^{1/2}			Fitomassa (g)			Número (x+0,5) ^{1/2}		Fitomassa (g)	
	Dias após semeadura						Dias após semeadura			
Cultivares (C):	52	76	98	52	76	98	76	98	76	98
C1 - Precoce 1	1,14 a	1,92 a	1,04 a	0,03 a	0,56 a	0,15 a	0,84 a	1,64	0,12 a	4,9
C2 - CNPA 7H	0,94 b	1,67 b	1,08 a	0,01 a	0,41 b	0,18 a	0,76 a	1,57	0,03 a	4,1
d.m.s.(5%)	0,16	0,15	0,10	0,02	0,14	0,12	0,10	(*)	0,11	(*)
Níveis de umidade (U):										
U1 - 63% AD	1,61 a	2,67 a	1,20 a	0,06 a	1,09 a	0,31 a	1,02 a	2,22	0,26 a	9,3
U2 - 43% AD	1,05 b	2,15 b	1,06 b	0,02 ab	0,58 b	0,14 a	0,76 b	1,94	0,03 b	6,4
U3 - 23% AD	0,79 bc	1,66 c	1,01 b	0,01 b	0,27 c	0,12 a	0,71 b	1,55	0,01 b	2,4
U4 - 3% AD	0,71 c	0,71 d	0,91 cd	0,01 b	0,01 d	0,09 a	0,71 b	0,71	0,01 b	0,0
d.m.s.(5%)	0,32	0,29	0,14	0,04	0,26	0,23	0,21	(*)	0,21	(*)

Em cada fase, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, entre as cultivares nem entre os níveis de umidade.

(*) Interação significativa, com desdobramento apresentado na Figura 3

Fenologia da parte reprodutiva

Os dados fenológicos relativos ao florescimento e à frutificação, estão descritos na Tabela 4. Relacionando-os com os das tabelas anteriores, verifica-se que, ao contrário do crescimento em altura e da fitomassa de caule, em que se destacou a CNPA 7H, a cultivar Precoce 1 começou a florescer mais cedo e em maior quantidade.

Para ambas as cultivares, a maior produção de flores ocorreu no período entre 53 e 76 dias, quando aumentou o consumo de água pelas plantas; entretanto, a maior exigência hídrica deu-se no último período, coincidindo com a formação e o desenvolvimento dos frutos pois, enquanto aos 76 dias foram produzidos apenas 0,12g e 0,03g de matéria seca de frutos/planta, para as cultivares Precoce 1 e CNPA 7H, aos 98 dias, esses números subiram para 4,98 e 4,16 g/planta, respectivamente. Em apenas 22 dias, a fitomassa de frutos aumentou em mais de 40 vezes o seu peso.

Relacionando-se os dados de fitomassa das partes vegetativas (Tabela 3) com os de florescimento e frutificação (Tabela 4) observa-se que foi reduzido o incremento de matéria seca de raiz, caule e folhas, na última fase (77-98 dias). O grande volume de água requerido neste último período foi, portanto, para a produção e crescimento dos frutos.

Trabalhando-se os dados de fitomassa de todas as partes das plantas obtém-se, para o último período (77-98 dias) o

total de 5,82g e 7,41g, respectivamente, produzido pelas cultivares Precoce 1 e CNPA 7H. Na cv. Precoce 1, a maior parte da fitomassa produzida (83,5%) foi para os frutos, enquanto esse número chega a apenas 55,74% na cv. CNPA 7H. Fica evidente, portanto, a grande eficiência da primeira cultivar em reverter a água consumida na produção de frutos. Mesmo necessitando de menos água, a Precoce 1 produziu 19% a mais de fitomassa de frutos. Nunes Filho (1993) utilizando as cultivares Precoce 1 e Acala 1, obteve maior produção da primeira cultivar, embora a Acala 1 tenha produzido mais matéria seca da parte vegetativa, como ocorreu com a CNPA 7H no presente trabalho.

Como foi significativa a interação C x U, para número e fitomassa de frutos aos 98 dias, a partir dos dados de seu desdobramento foram obtidas as Figuras 3 e 4, onde estão a representação gráfica e as

equações de regressão, em função dos fatores estudados. Observa-se haver diferença entre os genótipos a nível de 63% de água disponível, com a CNPA Precoce 1 superando a CNPA 7H na produção de frutos.

CONCLUSÕES

1. Ambas as cultivares são pouco exigentes em água, na fase vegetativa, da ordem de 1,58 mm/dia para a cv. CNPA Precoce 1 e de 1,66 mm/dia para a CNPA 7H.

2. Consumo de água na fase de maior florescimento (53-76 dias): Precoce 1 - 6,48 mm/dia e CNPA 7H- 7,07 mm/dia.

3. Na fase de formação da produção, a Precoce 1 exige 11,03 mm/dia e a CNPA 7H 11,75 mm/dia.

4. A cultivar CNPA 7H foi mais eficiente na utilização da água em partes vegetativas e a CNPA Precoce 1 em florescimento e frutificação.

5. O número de frutos das cultivares estudadas (Y) correlaciona-se, significativamente, com os níveis de água disponível no solo (X), expresso nas equações:

$$Y(\text{Precoce 1}) = -1,937 X^2 + 4,07X + 0,601 \quad (R^2 = 0,99)$$

$$Y(\text{CNPA 7H}) = -4,937 X^2 + 5,394X + 0,577 \quad (R^2 = 0,98)$$

6. Equações correlacionando fitomassa de frutos (Y) e teor de água disponível (X):

$$Y(\text{Precoce 1}) = 3,125X^2 + 15,368X - 0,588 \quad (R^2 = 0,99)$$

$$Y(\text{CNPA 7H}) = 3,25X^2 + 12,535X - 0,488 \quad (R^2 = 0,99)$$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETO, A.N.; BEZERRA, J.R.C.; LUZ, M.J. da S. e BELTRÃO, N.E. de M. Plantio em fileiras duplas, nova modalidade de cultivo para o algodoeiro irrigado por sulcos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1, 1997, Fortaleza. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1997. p.354-356.
- BELTRÃO, N.E.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. 108p. (Documentos, 39).
- BELTRÃO, N.E. de M.; BEZERRA, J.F.C.; BARRETO, A.N. **Recomendações técnicas para o cultivo do algodoeiro herbáceo de sequeiro e irrigado nas regiões Nordeste e Norte do Brasil.** Campina Grande: EMBRAPA- CNPA, 1993. 72p. (Circular Técnica, 17).
- CHANG-NAVARRO, L.L.; MOLTALVO, S.R.; VELASCO, L.J. Efectos de varios niveles de humedad aprovechable del suelo sobre el algodonoero. **Anales científicos**, v.1, n.3, p.221-245, 1963.
- COSTA, F.F. **Efeitos de déficits hídricos no crescimento, desenvolvimento e produção de cultivares do algodoeiro herbáceo.** Campina Grande: UFPB, 1985. 92p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola).
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water.** Rome:1979. 306p. (FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- 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.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Relatório técnico do convênio EBDA/CNPA, cultura do algodão 1992/1993.** Campina Grande, PB, 1993. 37p.
- 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.
- 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. Efeito das características do solo, umidade e fertilização na absorção de nutrientes e produção do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L.). Campina Grande: UFPB, 1981. 78p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola).
- 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: UNESP, 1993. 96p. (Tese de Doutorado em Agronomia).
- NUNES FILHO, J.; SÁ, V.A.L.; OLIVEIRA Jr., I.S.; COUTINHO, J.L.B. Comportamento de cultivares de algodoeiro herbáceo irrigado no Estado de Pernambuco. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1, 1997, Fortaleza. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1997. p.357-359.
- OLIVEIRA, F.A.; CAMPOS, T.G.S. Manejo da irrigação na cultura do algodoeiro herbáceo em condições semi-áridas do Nordeste. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.5, p.521-535, 1997.
- OLIVEIRA, F.A.; CAMPOS, T.G.S.; SANTOS, J.W. dos e MACIEL, J.J.Q. Efeito de níveis de umidade no solo em duas fases do ciclo do algodoeiro herbáceo. *In*: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Relatório Técnico Anual**, 1987-1989. Campina Grande, 1991. p.127-128.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** Piracicaba, Nobel, 1985. 466p.
- REICHARDT, K. Capacidade de campo. **Rev. Bras. Ciência do 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 Anual do Algodão, 6, 1990. Campina Grande. **Resumos.** Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1990. p.197.
- SANTOS, R.F dos e BARROS, M.A.L. Impactos socioeconômicos causados pela expansão do bicudo na indústria textil de algodão do Nordeste. *In*: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Relatório Técnico Anual, 1990 - 1991.** Campina Grande, 1992. p.88-89.
- SILVA, M.J.; 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.
- SLATIER, R.O. Physiological significance of internal water relations to crop yield. *In*: CASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.Y. **Physiological aspects of crop yield.** Wisconsin: American Society of Agronomy, 1969. P.53-83.
- TURNER, N.C.; KRAMER, P.J. **Adaptation of plants to water and high temperature stress.** New York: John Wiley & Sons, 1980. 428p.