

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS – CCT  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ESTRESSE HÍDRICO NO ALGODOEIRO  
HERBÁCEO CLUSTER DE FIBRA MARROM  
E SEUS EFEITOS NA FISIOLOGIA E NA  
BIOQUÍMICA DA PLANTA**

**AUTORA: Francisca Marta Nascimento de Oliveira**

**ORIENTADORES: Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão  
Dr. Juarez Paz Pedroza**

**Campina Grande – Paraíba  
2004**



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes de minha vida. Aos meus pais, José Nicácio de Oliveira e Francisca Rosa do Nascimento, principais estimuladores de meu crescimento pessoal e profissional. Aos meus irmãos, Carlos Kleber, Francisco José, Jucelândia, Fábila Leda, Patrícia e Jâmerison pelo carinho e paciência. A Francelino Freitas Carvalho (vida) pelo amor, carinho, dedicação e incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo que me faz caminhar segura e é o grande responsável pela minha existência.

Às amigas Danusa Márcia e Cira Belém, pela fiel amizade.

Aos amigos Raimundo Nonato e Rogério Dantas.

À Dona Luiza por está sempre presente em todos os momentos que precisei.

Aos meus orientadores Dr Napoleão Beltrão e Dr Juarez Paz pelo valioso conhecimento a mim dedicado.

À prof<sup>a</sup> Rossana Maria e prof<sup>a</sup> Alexandre, pelo acompanhamento em vários trabalhos, pelas críticas e sugestões que proporcionaram um maior aprendizado.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão) pelo apoio na pesquisa e execução desse trabalho.

À todos os funcionários da Embrapa e, em particular a Tereza, Gleibson, seu Chico, Seu Zé e Tampa.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Aos amigos da UFCG, professores, alunos e funcionários, em particular: Aldaniza, Dorinha, Seu Geraldo, Neide e Gilson.

## RESUMO

Objetivando verificar e quantificar os efeitos do estresse hídrico durante 3, 4, 5 e 6 dias, sendo a planta submetida 47 dias após a sua emergência, e a natureza do estresse (excesso e deficiência), em um novo genótipo de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.), o cluster (cl), que é um gene recessivo que confere ao algodão uma fibra de cor marrom escuro e com ramos curtos, conduziu-se um experimento em casa de vegetação em Campina Grande, PB, na sede da Embrapa Algodão no ano de 2003. Utilizou-se um delineamento de blocos ao acaso com seis repetições, em esquema fatorial  $2 \times 4 + 1$  (testemunha absoluta, sem estresse). Estudou-se as variáveis fisiológicas e bioquímicas das plantas. A unidade experimental constou de uma planta em vaso plástico com capacidade de 15 litros, o substrato utilizado foi uma mistura de solo com esterco de curral, na proporção de 10:1. O genótipo foi sensível ao estresse hídrico dependendo da variável observada. A taxa fotossintética foi reduzida em cerca de 26,42%, independente da duração e do tipo de estresse. A respiração oxidativa não foi tão alterada quanto à fotossíntese e a enzima invertase teve sua atividade reduzida em cerca de 28% em relação à testemunha e a enzima  $\beta$ -amilase teve incremento de sua atividade em mais de 50%, ambas independente dos fatores estudados.

**PALAVRAS-CHAVES:** algodão colorido; alterações fisiológicas; estresse hídrico.

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 – OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
2.1 – Objetivo Geral.....	3
2.2 – Objetivos Específicos.....	3
<b>3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
3.1 – Histórico.....	4
3.2- Algodão Herbáceo.....	4
3.3- Algodão Colorido Marrom de Ramos Curtos.....	5
3.4- Estresse Hídrico .....	5
3.5- Déficit Hídrico.....	5
3.6- Excesso Hídrico (Anoxia).....	6
<b>4 - MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
4.1 - Localização da área Experimental .....	8
4.2 – Clima, solo e água de irrigação .....	8
4.3 – Variedade.....	9
4.4 – Delineamento .....	10
4.5 – Metodologia .....	10
4.6 – Unidade Experimental.....	10
<b>5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>11</b>
Dias.....	12
Estresse .....	12
Dias.....	13
Estresse .....	13
<b>6 – CONCLUSÕES.....</b>	<b>15</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>16</b>

## 1 – INTRODUÇÃO

A cultura do algodão é explorada economicamente em vários países do mundo em uma área superior a 32 milhões de hectares, produção e consumo de quase 20 milhões de toneladas, e produtividade média de 654 Kg de fibra/ha (International Cotton Advisory Committee, 2002). Na atualidade várias cultivares e linhagens são sintetizadas em todo mundo, incluindo o Brasil, que se destaca no contexto internacional como sendo um dos grandes produtores e consumidores de fibra de algodão sendo que este insumo representa mais de 60% de nossos insumos têxteis.

No Nordeste e, em especial, nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Ceará, Piauí e Bahia, pode-se produzir um dos melhores algodões do mundo, bastando apenas que o produtor siga as recomendações técnicas para a condução da cultura, especialmente na colheita, para obter tipos superiores de algodão, sendo contrária das demais regiões produtoras do Brasil e do mundo, em cuja maioria predominam algodões dos tipos 5 e 6, em se tratando de padrão de qualidade. no Nordeste pode-se obter facilmente produto dos tipos 3 e 4, de “bom” para cima, pois o clima seco, quente e a alta luminosidade favorecem a obtenção de tipos melhores, mais procurados no mercado global do algodão (SEBRAE, 1995; Matos, 1996; Ferreira, 1997).

Do algodoeiro quase tudo é aproveitado, principalmente a fibra e a semente. A fibra, principal produto do algodão, possui várias aplicações industriais, dentre as quais pode-se citar: confecção de fios para tecelagem de vários tipos de tecidos, preparação de algodão hidrófilo para enfermagem, confecção de feltro, cobertores e estofamento e outros (Corrêa, 1989). Já a semente do algodão é rica em óleo, que depois de refinado, é utilizado na alimentação humana e na fabricação de margarina e sabão (Carvalho, 1996).

O algodoeiro herbáceo é um fitossistema de metabolismo fotossintético C3, ineficiente, com elevada taxa de fotorrespiração, com razoável nível de xerofitismo e sensível ao estresse anoxítico ou hipoxítico (Almeida et al 1992, Beltrão & Azevedo, 1993, Souza et al, 1997). Entre os novos genótipos que estão sendo obtidos via melhoramento genética convencional, destaca-se os de fibra de cor, em especial marrom

e mais recentemente dotados de ramos frutíferos atrofiados denominados de "cluster", devido à existência de um gene (Percy & Kohel, 1999). A Embrapa Algodão via seus pesquisadores da área de melhoramento genético desenvolveram um genótipo que apresenta fibra de coloração marrom escuro e bem uniforme e possuidora de ramos frutíferos curtos e sem ramos monopodiais (vegetativos), estando ainda em fase de testes e de incorporação de um outro gene, para ter a semente comestível (humanos), sem gossypol, denominado de "Glandless".

Considerando que a cadeia do algodão colorido tende a se ampliar na Paraíba e nos demais estados do Nordeste brasileiro novas cultivares surgem a cada ano, como o cluster precoce marrom, CNPA 92-1-2, CNPA 92-3-1 entre outras, e que surge então a necessidade de se conhecer, aspectos do metabolismo de tais genótipos que possam estar vinculadas à produtividade e qualidade de fibra, bem como os aspectos ecofisiológicos devido aos estresses do ambiente (déficit e excesso), sendo fundamental desenvolver trabalhos que possam ampliar os conhecimentos sobre a variedade cluster.

". Com o intuito de se incorporar mais conhecimento sobre tal genótipo, envolvendo aspectos ligados à fisiologia e a bioquímica em condições hídricas ditas "normais" e estressantes de água no meio edáfico, um experimento de casa-de-vegetação foi conduzido em Campina Grande, PB.

## **2 – OBJETIVOS**

### **2.1 – Objetivo Geral**

Avaliar as alterações na fisiologia e na bioquímica do algodoeiro herbáceo colorido marrom e de ramos curtos submetido ao estresse hídrico (déficit e excesso).

### **2.2 – Objetivos Específicos**

Avaliar os efeitos do estresse hídrico nas variáveis, considerando o algodão fibra marrom de ramos curtos:

- Fotossíntese líquida;
- Respiração oxidativa mitocondrial;
- Amido;
- Açúcares solúveis;
- Proteínas solúveis;
- Invertase;
- $\beta$ - Amilase;
- Potencial hídrico foliar.

### 3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 – Histórico

As primeiras referências históricas do algodão vêm de muitos séculos antes de Cristo. Em escavações arqueológicas nas ruínas de Mohenjo-Daro, no Paquistão, encontrou-se vestígios de tela e cordão de algodão com mais de 5.000 anos. Na América, vestígios encontrados no litoral norte do Peru evidenciam que povos milenares daquela região já manipulavam o algodão, há 4.500 anos. Com os Incas, o artesanato têxtil atingiu culminância, pois amostras de tecidos de algodão, por eles deixados, maravilham pela beleza, perfeição e combinação de cores. Parece que as primeiras referências escritas ao algodão acham-se no código de Manu (700 ac). Heródoto (450 ac) e outros autores antes de Cristo mostram as Índias como o centro da cultura e manufatura do algodão. No Egito, no Sudão e na Ásia Menor o algodão também foi introduzido há séculos antes de Cristo. Na Europa ele apareceu no segundo século de nossa era pelos Árabes; a palavra “algodão” nas línguas latinas, assim como no Inglês, tem origem do árabe “al coton”. Nos Estados Unidos, o algodão apareceu como cultura comercial por volta de 1785 na Carolina do Sul e na Geórgia. Outros países, entretanto passaram também a ser grandes produtores de algodão, tais como: Rússia, China, Índia, Paquistão, Egito, e o próprio Brasil, sem contar outras tantas nações menores produtoras (Passos, 1977).

#### 3.2- Algodão Herbáceo

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) é uma planta de grande complexidade morfológica, com crescimento indeterminado; possui estrutura organográfica singular com dois tipos de folhas, do fruto e do ramo (Beltrão & Souza, 1999).

O algodoeiro herbáceo é resistente a seca, porém em regiões áridas e semi-áridas do Nordeste brasileiro, onde a seca e a deficiência de umidade são eventos comuns, pode ocorrer período de saturação hídrico do solo, originando conseqüências fatais para

a cultura do algodoeiro, seja reduzindo o crescimento, o desenvolvimento ou a produtividade, seja alterando a qualidade do produto final, com a redução da qualidade da fibra e das sementes (Ramey Jr, 1986; Cherry, 1986; Delouche, 1986).

### **3.3- Algodão Colorido Marrom de Ramos Curtos**

Apesar de ser um gene conhecido há muito tempo o cluster não tem sido usado em cultivares comerciais. Trata-se de um fator recessivo (cl) que confere as plantas ramos curtos (GRIDI-PAPP, 1965) podendo ser vantajoso do ponto de vista agrônomo, tais como superdensamento com incremento da taxa de crescimento da cultura e da produtividade.

### **3.4- Estresse Hídrico**

Um dos fatores que mais limitam a produção biológica e econômica na planta é o Estresse Hídrico.

O crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas são afetados de várias maneiras, quando as mesmas estão submetidas há algum Estresse Hídrico, mas estes deixam de ser prejudicados à medida que a umidade do solo atinge valores ótimos.

A forma com que o estresse hídrico afeta o crescimento e o rendimento da cultura varia de acordo com a espécie e sua fase fenológica (Doorenbos & Kassam, 1979).

### **3.5- Déficit Hídrico**

Uma planta está com deficiência hídrica quando o seu conteúdo d'água decresce para níveis onde o crescimento e desenvolvimento são afetados, provocando alterações em sua anatomia, morfologia, fisiologia e bioquímica (Kramer, 1969).

Segundo Ferreira et al (1979) plantios de algodões submetidos à deficiência hídrica apresentam taxas de assimilação líquida (TAL) e de crescimento relativo (TCR), inferiores ao algodoeiro irrigado. Para os autores, a redução na taxa de assimilação líquida, possivelmente, está ligada à ocorrência de uma menor eficiência fotossintética

nas plantas; uma vez que isso expressa a fotossíntese líquida média de todas as folhas na planta.

Para Silva (1997) a deficiência hídrica pode afetar negativamente as funções fisiológicas da planta (fotossíntese e respiração), além de outras reações metabólicas, podendo, ainda, repercutir nas variações anatômicas (estômatos), no crescimento, na reprodução e desenvolvimento das plantas.

Deficiências hídricas severas durante a floração podem deter completamente o crescimento, porém, com subsequente suprimento de água o crescimento da cultura é recuperado e a formação de flores é retomada (Doorenbos & Kassam, 1994).

Luz et al. (1998) estudando o efeito do déficit hídrico em diferentes fases de desenvolvimento do algodoeiro herbáceo, cultivar BR 1, sobre a produtividade, crescimento, parâmetros fenológicos da planta e eficiência de uso de água, constataram que a imposição de déficit hídrico durante as fases de pré-floração e floração/frutificação, condicionou uma redução na produtividade do algodão em caroço, em cerca de 48% em relação à testemunha. Segundo os autores, o tratamento em que irrigou apenas na fase de floração/frutificação, apresentou produtividade da ordem de 2.590 Kg. h<sup>-1</sup> e a maior eficiência de uso de água (9200ton /m<sup>3</sup>).

### **3.6- Excesso Hídrico (Anoxia)**

Segundo Bharambe & Varade (1983) verificaram na variedade *Gossypium arboreum* que com sete dias de encharcamento do solo e as plantas com 35 dias da emergência, fase de botão floral, ocorreram várias modificações no metabolismo das plantas, tais como: aumento de 54,6% no nível de prolina, redução de 67,8% na atividade da enzima-redutase do nitrato, e redução de 50% na porosidade das raízes, além do decréscimo de 60% na produção de frutos por planta.

A produção da planta, que é resultado do seu complexo metabolismo, envolvendo produção e consumo de energia, via fotossíntese e respiração, síntese de proteínas, partição de assimilados e envolvimento hormonal, pode ser, assim, reduzida pelo estresse anoxítico, dependendo de sua magnitude e do estágio fenológico da cultura. Dependendo da cultivar, como o caso da Deltphine 16, o estresse anoxítico pode reduzir a produção em mais de 18% (Hodgson, 1982) com apenas 32 horas de falta

de oxigênio nas raízes, na fase de botões florais, ou mais, cerca de 38% com estresse de 120 horas na mesma fase do desenvolvimento (Almeida et al., 1992).

O algodoeiro herbáceo, mesmo representado por uma cultivar sintetizada para o cultivo em regiões mais chuvosas e em regime de irrigação, como é o caso da CNPA Acala 1, é sensível ao estresse anoxítico do meio edáfico, e os danos dependem da duração do estresse e do estágio de desenvolvimento das plantas (Beltrão et al., 1997).

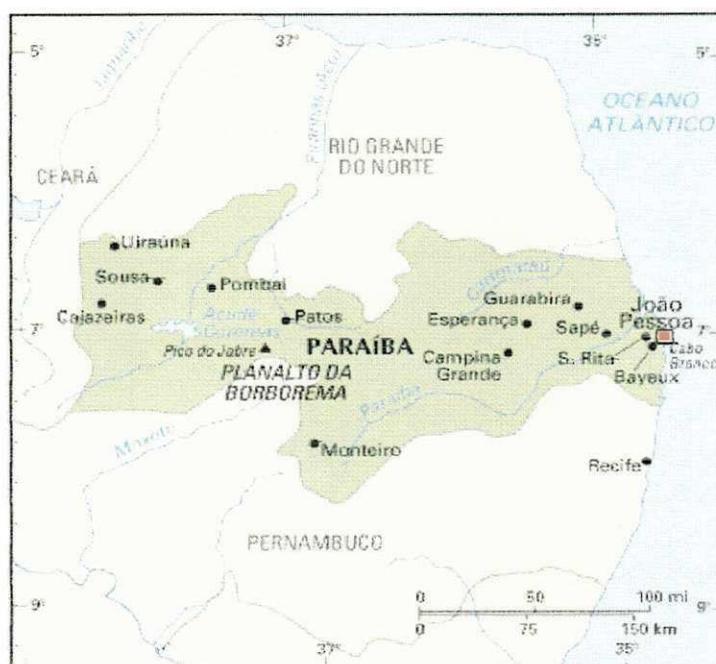
O estresse anoxítico causou alterações na atividade da invertase, potencial hídrico e fotossíntese da folha. Embora a fisiologia do algodoeiro seja alterada nos primeiros dias do estresse anoxítico do solo, entretanto as plantas podem se recuperar, após a suspensão do encharcamento, dependendo da duração da escassez de  $O_2$  em que as plantas permaneceram (Souza & Beltrão, 1997).

O encharcamento do sistema radicular, na maioria das plantas, causa reações precoces, tais como: murcha temporária das folhas, redução na taxa de crescimento do alongamento dos internódios e abscisão das folhas, refletindo num drástico distúrbio do estado hormonal das plantas (Waering & Phillips, 1981).

## 4 - MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 - Localização da Área Experimental

O experimento, constituído de nove tratamentos, foi estabelecido e conduzido, no período de Março à Agosto de 2003, em condições de casa-de-vegetação de vidro, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Algodão, localizada em Campina Grande, Estado da Paraíba. O município está localizado nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude 7° 13'11''S, Longitude 35° 52'31''W e Altitude de 550m.



Fonte: Canaltur (2004)

### 4.2 – Clima, Solo e Água de Irrigação

Campina Grande está situada no chamado Agreste da Borborema, apresentando clima quente e úmido com chuvas de março a agosto e estiagem de setembro a fevereiro (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 1987). As temperaturas médias variam de 17 a 30°C e a precipitação pluviométrica anual média é de 802,7 mm, com evaporação total de 1417mm e insolação anual total de 2224 horas (INMET, 1992).

Os solos da região são do tipo Solonetz solodizado textura média, Vertissolo, Regossolo distrófico, solos Litólicos eutróficos (Carvalho, 1982).

O solo utilizado no substrato do experimento foi um Regossolo.

No interior de casa-de-vegetação a temperatura média diária foi de 28°C e a umidade do ar (UR %), média de 75%, mensurada com um termohigrógrafo.

Os vasos foram irrigados com água de abastecimento urbano, colocando a quantidade necessária para não sofrer estresse hídrico próximo da capacidade de campo, a testemunha não sofre tratamentos.

### 4.3 – Variedade

Utilizou-se um novo genótipo de *Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch., possuidor de genes especiais sendo um que fornece a cor marrom, de caráter dominante (Freire, 2000) e o gene "cluster" de natureza recessiva (Percy e Kohel, 1999) que confere a presença de ramos frutíferos (simpodiais) curtos, como pode ser observado na Figura 1. Neste genótipo também está sendo incorporado mais um gene de caráter dominante para o fator "glandless", (Dr. Luiz Paulo de Carvalho, pesquisador da EMBRAPA, dia 20 de janeiro de 2003), ou seja, a planta sem glândulas de gossypol (complexo de 15 substâncias de natureza fenólica que faz com que algodão seja tóxico, em especial para monogástricos), sendo quimicamente alcalóides (Cherry & Leffler, 1984).



**Figura 1.** Aspecto geral de um espécime do genótipo testado, Precoce cluster marrom. Campina Grande, PB. 2003.

#### 4.4 – Delineamento

Os nove tratamentos foram delineados em blocos ao acaso com seis repetições, com esquema de análise fatorial misto  $2 \times 4 + 1$ , sendo os fatores dos tipos (natureza do agente estressor) do estresse hídrico, excesso (anoxia) e deficiência hídrica e quatro tempos de duração do estresse, 3, 4, 5 e 6 dias, mais um tratamento adicional, denominado de testemunha sem estresse hídrico.

#### 4.5 – Metodologia

O período do experimento foi de Março à Agosto de 2003, sendo aplicado os tratamentos com 47 dias após a emergência da planta.

Foram mensuradas as seguintes variáveis: fotossíntese líquida, medida em discos foliares retirados da quinta folha a partir do ápice da planta, utilizando-se uma sonda de oxigênio a metodologia descrita por Walker (1957) e também a respiração oxidativa mitocondrial, avaliada pela mesma metodologia usada na fotossíntese, potencial hídrico foliar em folhas completas da mesma posição e idade fisiológica em todos os tratamentos, usando-se uma câmara de pressão do tipo PMS Instrument Company Corvallis Oregon. Os teores de amido, açúcares solúveis e proteínas solúveis nas folhas, pelos métodos de McCready et al. (1950), Ashwel (1957) e Lowry et al. (1951), respectivamente, e as atividades das enzimas  $\beta$ -amilase e invertase, pelos métodos descritos por Bernfeild (1955). Os dados das variáveis mensuradas foram submetidos a análise de variância, e utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com teste de média (Gomes, 1985).

#### 4.6 – Unidade Experimental

A unidade experimental constou de uma planta em vaso plástico com capacidade de 15 litros, o substrato utilizado foi uma mistura de solo com esterco de curral, na proporção de 10:1.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, podem ser observados os resumos das análises de variância dos dados das variáveis mensuradas no experimento, evidenciando-se que o contraste fatorial vs testemunha foi significativo para quase todas as variáveis estudadas, evidenciando os efeitos do estresse hídrico no genótipo em estudo, independente da natureza do estresse e do período de duração do mesmo.

**Tabela 1.** Resumos das análises de variância das variáveis Fotossíntese ( $\mu\text{moles O}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ), respiração ( $\mu\text{moles O}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ), Amido (mg de glucose  $\text{g}^{-1}\text{MS}^{-1}$ ), Açúcar (mg de glucose  $\text{g}^{-1}\text{MS}^{-1}$ ), Proteína Solúvel ( $\mu\text{g}$  de proteína/ $\text{cm}^2\text{AF}$ ), Invertase (mg de glucose  $\text{cm}^2\text{AF h}^{-1}$ ),  $\beta$ -Amilase (mg de glucose  $\text{cm}^2\text{AF h}^{-1}$ ) e Potencial Hídrico (bar) em função do Estresse Hídrico em dias. Embrapa -Algodão. Campina Grande, 2003.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio							
		Fotossíntese	Respiração	Amido	Açúcar	Proteína Solúvel	Invertase	$\beta$ -Amilase	Potencial Hídrico
Dias (D)	3	37,61ns	2,42ns	660,90ns	135,68*	135,68ns	4850,53ns	237,32ns	92,10ns
Estresse (E)	1	356,76**	1,92ns	4112,20**	124,59*	124,59ns	33252,03**	82,24ns	994,63**
D x E	3	31,78ns	5,86*	165,49ns	72,70ns	72,70ns	1812,21ns	293,19ns	23,86ns
Fatorial x Test.	1	263,33*	0,41ns	1047,67ns	290,41**	7167,60ns	15313,40**	905,70*	312,63**
Tratamento	8	103,53	3,39	1817,71	127,25	6298,05	15669,58	283,66	206,89
Bloco	5	184,59	10,36	514,97	195,29	6407,82	6211,02	308,32	27,83
Resíduo	40	47,24	1,86	572,82	33,72	3756,44	1931,83	199,83	36,17
Total	53	-	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	33,74	22,54	51,96	18,65	13,03	22,69	47,29	43,83

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F;

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F;

ns não Significativo pelo teste F.

A variável taxa respiratória apresentou interação significativa ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F entre os fatores estudados (Tabela 1) e assim foi realizado o desdobramento que consta, da Tabela 2.

**Tabela 2.** Análise de variância (Quadrado médio) do desdobramento da respiração ( $\mu\text{moles O}_2/\text{m}^2/\text{s}$ ), em função do estresse hídrico em dias. Embrapa - Algodão. Campina Grande, 2003.

Fonte de Variação	GL	Respiração
<b>Dias</b>	3	2,424
Estresse dentro de 3 dias	1	5,894 ns
Estresse dentro de 4 dias	1	0,407 ns
Estresse dentro de 5 dias	1	12,000 *
Estresse dentro de 6 dias	1	1,216 ns
<b>Estresse</b>	1	1,928
Dias dentro Estresse( Excesso)	3	7,425 *
Dias dentro Estresse (Déficit)	3	0,862 ns
Fatorial x Testemunha	1	0,407
Tratamento	8	3,399
Blocos	5	10,358
Resíduo	40	1,858
Total	53	-

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F;

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F;

<sup>ns</sup> não Significativo pelo teste F.

Considerando a respiração, na Tabela 3 pode ser visto que com o excesso de água no solo e conseqüente efeito anoxítico, a respiração tendeu a ser maior com o aumento da duração do estresse hídrico, devido possivelmente a um temporário ajustamento no metabolismo das plantas para sobreviverem.

**Tabela 3.** Valores médios do desdobramento da variável respiração em função do estresse hídrico em dias. Embrapa Algodão. Campina Grande, 2003.

Estresse	DIAS			
	3	4	5	6
Excesso	7,06aA	5,97aAB	4,36bAB	5,88aB
Déficit	5,66aA	6,34aA	6,36aA	6,52aA

Na linha média seguida de mesma letra maiúscula e na coluna médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

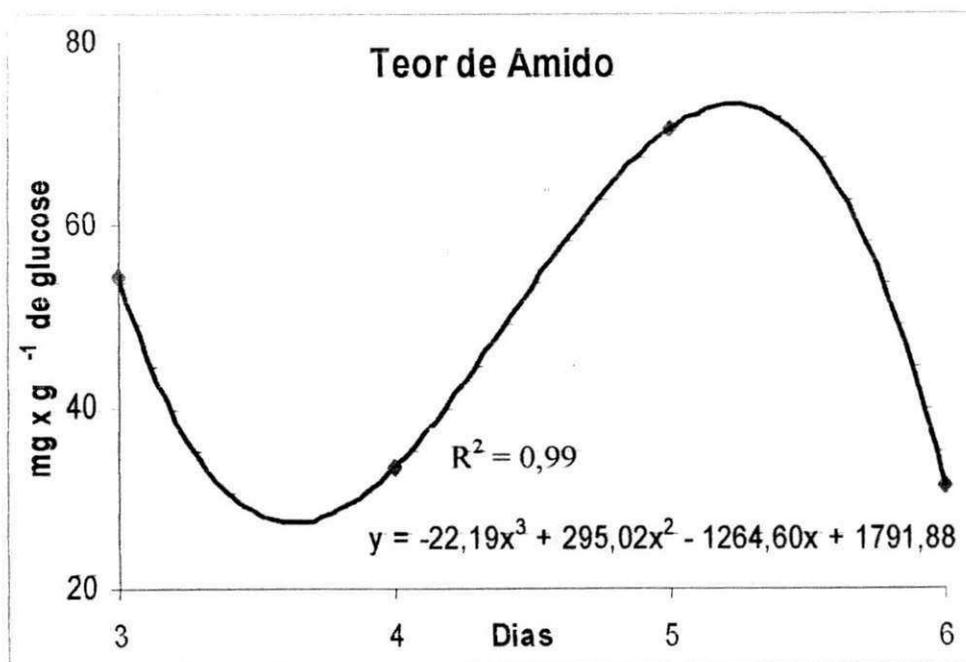
**Tabela 4.** Valores médios das variáveis mensuradas no experimento em função do estresse hídrico em Dias. Embrapa Algodão. Campina Grande, 2003.

Fatores	Fotossíntese	Amido	Açúcar	Proteína Solúvel	Invertase	Potencial Hídrico	$\beta$ - Amilase
<b>Dias</b>							
3	21,14	54,90	27,43	448,10	154,60	10,79	30,51
4	19,20	33,54	34,22	464,74	241,27	14,33	31,22
5	20,17	70,43	34,32	481,37	131,96	16,04	28,69
6	17,04	31,61	3185	502,94	222,92	17,12	34,92
<b>Estresse</b>							
Excesso	22,31a	43,91a	30,28b	452,41a	197,74a	10,02b	29,11a
Déficit	16,86b	51,33a	33,64a	496,16a	177,63a	19,12a	33,56a
Fatorial	20,37b	47,32a	31,96a	474,29a	187,69b	13,72a	31,34a
Testemunha	26,61a	33,61a	24,58b	437,63a	241,27a	6,92b	18,31b

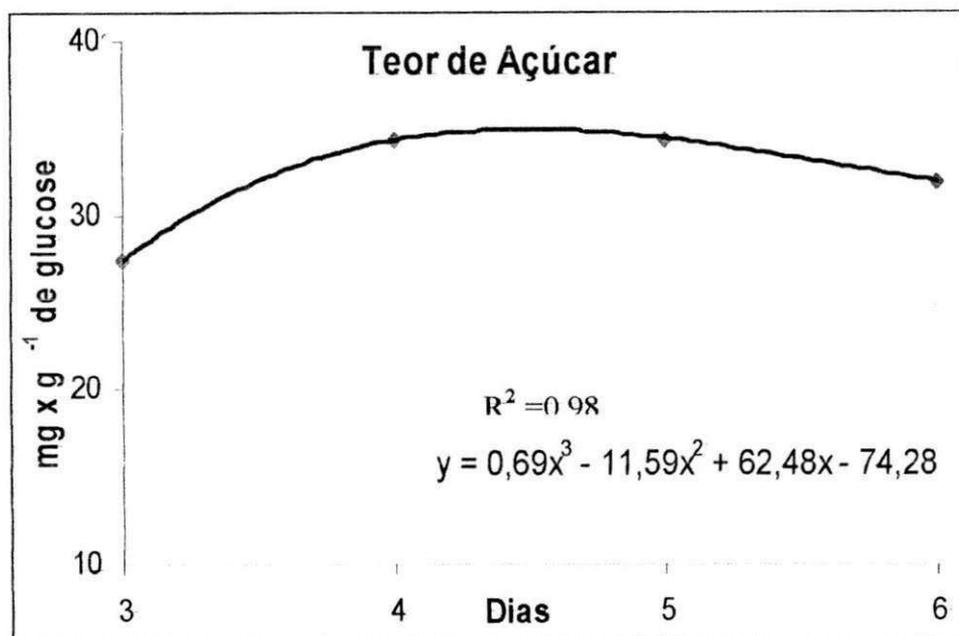
Médias seguidas pela mesma letra (na coluna) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação às demais variáveis computadas na Tabela 4 podem ser vistos os resultados obtidos, com praticamente poucos efeitos da duração do estresse, independente de ser por excesso ou por deficiência. O excesso de água no solo reduziu a taxa fotossintética e o potencial hídrico foliar bem mais do que a deficiência hídrica, prejudicando mais o metabolismo das plantas. O estresse hídrico reduziu a atividade da  $\beta$ -amilase e não alterou os teores de proteínas e de amido nas folhas, diferente do que foi verificado por Souza et al.(1997) com a cultivar CNPA 7 H.

Nas Figuras 2 e 3 tem-se a relação entre os teores de amido e de açúcares solúveis com a duração de estresse hídrico, respectivamente, independente da natureza do agente estressor, por déficit hídrico ou excesso (anoxia), com deficiência de oxigênio. O teor de amido, que é uma substância de reserva, varia de acordo com o tempo de estresse, denotando a capacidade de ajustamento osmótico da planta do algodão herbáceo. Já os açúcares solúveis, que são osmoticamente ativos, regula o potencial hídrico interno das plantas alterando o gradiente do potencial hídrico no sistema solo-planta-atmosfera.



**Figura 2-** Relação entre o teor de amido e o tempo de duração do estresse hídrico. Campina Grande, 2003.



**Figura 3.** Relação entre o teor de açúcares e o estresse hídrico. Campina Grande, 2003.

## 6 – CONCLUSÕES

- O genótipo de algodão herbáceo denominado provisoriamente de Precoce Cluster marrom mostrou-se sensível ao estresse hídrico, tanto por deficiência, como por excesso;
- O genótipo em estudo teve sua taxa fotossintética reduzida em mais de 25% quando foi submetida ao estresse hídrico, independente da natureza do agente estressor (déficit ou excesso) e da duração dele, de três a seis dias;
- A taxa respiratória na condição de excesso de água no ambiente edáfico foi aumentada com o incremento da duração do estresse hídrico de três para seis dias, fato que não ocorreu na condição de estresse por deficiência hídrica;
- Os teores de amido e de proteínas nas folhas do genótipo em estudo não foram alterados pelo estresse hídrico, tanto por deficiência como por excesso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O.A. de; BELTRÃO, N.E. de M.; GUERRA, H.O.C. Crescimento, desenvolvimento e produção do algodoeiro herbáceo em condição de anoxia do meio edáfico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.9, p.1259-1272, 1992.

ASHWEL, G. Colorimetric analysis of sugar. In: COLOWICK, A.; KAPLAN, B. (eds). **Methods of enzymology**. New York: Academic Press, 1957. v.3, p.85-86.

BHARAMBE, P.R.; VARADE, S. B. Effect of water submergence periods on yield and biochemical change of cotton plant. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.33, n.3, p. 179-181, 1983.

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, PB. EMBRAPA – CNPA. 1993. 108p. (EMBRAPA – CNPA. Documentos 39).

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de; NÓBREGA, L. B. da; SANTOS, J. W. dos Modificações no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro herbáceo sob saturação hídrica do substrato em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n.4, p.391-397. Brasília. 1997

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. G. Fitologia do algodão herbáceo(sistemática, organográfica e anatomia). In: Beltrão, N. E. de M.(org). **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa, Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999, v.1(2v), pg. 55-86.

BERNFEELD, P. Anylases á e â. In: Colowick, A.; KAPLAN, B. (eds). **Methods of enzymology**. New York: Academic Press, 1955. v.1. p.149-158.

CANALTUR. **Mapa da Paraíba** < [http:// www.canaltur.com.br/estadopb.htm](http://www.canaltur.com.br/estadopb.htm) . Acesso em 03 de Fevereiro de 2004, 09: 35: 15.

CARVALHO, M.G.R.F. de Estado da Paraíba: **Classificação Geomorfológica**. João Pessoa, Editora Universtária/ UFPB. 1982.72p.

CARVALHO, P. P. **Manual do algodoeiro**. Lisboa, 1996. 282p.

CHERRY, J.P.; LFFFER, H.R. Seed. In: LEWIS, C.F.; KOHEL, R.J. **Cotton**. Madisan, Wisconvim, USA. Americam Society of Agrommy, Inc. 1984. p.512-570.

CHERRY, J.P. **Food and feeling quality of cottonseed**. In: MAUNEY, J.R.; STEWART, J. McD. ( eds). Cotton physiology. Memphis Tennessee, USA. The Cotton Foundation, Publisher. 1986. p.557-596.

CORRÊA, J. R. V. **Algodoeiro: Informações básicas para o cultivo**. EMBRAPA – UEPAE. Belém, 1989.29p.

DELOUCHE, J.C. **Post-harvest factors affecting seed quality**. In: MAUNEY, J.R.; STEWART, J. McD (eds). Cotton physiology. Memphis Tennessee, USA. The cotton foundation, Publisher. 1986. p.483-498.

DOORENBOS, J. & KASSAM, A H. **Yield response to water**. Roma: FAO, 1979. (Irrigation & Drainage paper, 33). 193p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H.; tradução de GHEYI, H.R.; SOUSA, A A de; DAMASCENO, F.A V.; MEDEIROS, J. F. de **Efeito da água no rendimento das culturas**: UFPB. Campina Grande. 1994.

FERREIRA, L. G. R.; SOUZA, J. G. de; PRISCO, J. T. **Effects of water deficits on proline accumulation and growth of two cotton genotypes of different drought resistances.** Biol. S. 1979. p. 189-199.

FERREIRA, I. C. **Estatística do mercado físico de algodão: Janeiro de 1990 a Agosto de 1997.** São Paulo: Bolsa de Mercadoria & Futuro, 1997. 62p.

FREIRE, E.C. Algodão colorido. **Biotecnologia, Ciência & desenvolvimento**, ano 2, n.9, p.36-39, 2000.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 11<sup>a</sup> ed. Piracicaba: Nobel, 1985. p.466.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **Atlas Geográfica do estado da Paraíba.** Secretária do Estado da Paraíba/UFPB. João Pessoa. PB, 1987.

GRIDI-PAPP, I.L. Botânica e Genética. In: NEVES, O. da S. (ed). **Cultura e a adubação do algodoeiro.** São Paulo, SP. Instituto Brasileiro de Potassa. 1965. p.117-160.

HODGSON, A. E. The effect of duration, timing and chemical amelioration of short-term water logging during furrow irrigation of cotton in a cracking grey clay. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.33, 1982. p.1019-1028.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia da Agricultura e Reforma Agrária. Normais Climáticas(1961/1990). **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação.** Departamento Nacional de Meteorologia. 1992.

INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE. **Cotton: Review of the world situation.** Washington, USA. ICAC. v.55, n.3, Jan-Feb, 2002. p.19.

KRAMER, P. J. Plant and Soil water relationships. **A modern synthesis**. McGraw-Hill. New York, 1969.

LOWRY, O.H.; ROSEBROUGH, M.J.; FARR, A.L.; RANDALL, R.J. Protein measurements with the folinphenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, MD. v.193, p.265-275, 1951.

LUZ, M.J. da S.S.; BEZERRA, J.R.C.; BARRETO, A.N. et all. **Efeito do estresse hídrico em diversas fases do ciclo do algodoeiro sobre a fenologia e a eficiência do uso de água da cultivar BR 1, em Condado, PB. Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, 1998. V.2, n.3, p. 209-214.

MATOS, J. C. V de. **Classificação do algodão em Mato Grosso** In: Seminário Estadual com a cultura do algodão em Mato Grosso, 3., 1996, Cuiabá. **Anais...Cuiabá: EMPAER - MT**, 1996. p.133-139.

Mc CREADY, R.M.; GUGGOLZ, A.; SILVEIRA, V.; OWENS, H.S. **Determination of starch and amylase in vegetables; application to peas**. Analytical Chemistry, Washington, DC, v.22, p.1156-1958,1950.

PASSOS, S.M. de G. **Algodão**. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977. pg 1 - 9.

PERCY, R.G.; KOHEL, R.J. Qualitativa genética. In: SMITH, C.W.; COTHREN, J.T. (eds). **Cotton: Origin, history, technology and production**. New York, USA: John Wiley & Sans, Inc.1999. p.319- 360.

RAMEY, Jr.; H. H. **Stress influences on fiber development**. In: MAUNEY, J. R.; STEWART, J. McD (eds). **Cotton physiology**. Memphis, Tennessee, USA. The cotton foundation, Publisher. 1986. p. 351-360

SEBRAE ( João Pessoa, PB) **Estudo de oportunidade de beneficiamento do algodão no Estado da Paraíba**. João Pessoa, 1995. 91p. (SEBRAE. Série Estudos)

SILVA, L.C. **Respostas ecofisiológicas e desempenho agrônômico do amendoim cultivar BR 1, submetido a diferentes lâminas e intervalos de irrigação**. Campina Grande, 1997. 126p. (Tese de Doutorado)

SOUZA, J.G. de; BELTRÃO, N.E.de M.; SANTOS, J.W. dos. Influência da situação hídrica do solo na fisiologia do algodão em casa de vegetação. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. v.1, n.1, p.63-71, 1997.

WALKER, G. Colorimetric Analysis of sugar. In: COLOWICK, A.; KAPLAN, B. (eds). **Methods of enzymology**. New York: Academic Press, 1957. v.3, p.85-86.

WAREING, P.F & PHILLIPS, I.D.J. **Growth and differentiation in plants**. 3 Edição, Oxford, England, Pergamon Press, 1981. P.142.