

CRESCIMENTO VEGETATIVO E REPRODUTIVO DO ALGODOEIRO SOB ANOXIA TEMPORÁRIA

LUIS N. RODRIGUES¹, PEDRO D. FERNANDES², APARECIDA R. NERY³, AUREAN DE P. CARVALHO⁴, JOSÉ M. DA SILVA⁵

¹Engº Agrônomo, Prof. EAFC-PA, Doutorando UFCG, Bolsista CT-Hidro/CNPq. Fone: (0XX83) 3362-1649, luisnery@onwave.com.br;

²Engº Agrônomo, Prof. Doutor, DEAg/UFCG, ³Estudante de Agronomia, CCA/UFPB, ⁴Engº Ambiental, Mestrando de Engº Agrícola, UFCG, ⁵Licenciado em Química/LIS/UFCG.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa - PB

RESUMO: O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) é uma das plantas mais sensíveis ao estresse anoxítico, apresentando modificações no seu comportamento fisiológico quando cultivada em solo com deficiência de oxigênio. O algodoeiro pode sofrer profundas alterações no metabolismo, com redução da produção, dependendo do estágio fenológico, duração do estresse, tipo de solo, cultivar, etc. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de fitomassa da planta do algodoeiro, cultivar BRS Rubi, em ambiente protegido, submetido a estresse anoxítico por encharcamento temporário do solo em três fases fenológicas, vegetativa, botões florais e floração. O experimento foi conduzido no delineamento blocos casualizados, em esquema fatorial 5x3, com cinco níveis de encharcamento - E (E₁ - 0, E₂ - 2, E₃ - 4, E₄ - 6 e E₅ - 8 dias) e três fases fenológicas - F (F₁ - vegetativa, F₂ - botões florais e F₃ - floração) com quatro repetições. A condição de estresse imposta não teve influência significativa sobre as fitomassas de capulhos (MC) e da parte aérea (PA) bem como sobre a relação raiz/parte aérea (R/PA). Entretanto a fitomassa de raiz (R) foi afetada linearmente pelos níveis crescentes de anoxia e pelas fases fenológicas. Não se verificou diferença estatística entre as médias das variáveis nas fases fenológicas e nem interação dos fatores estudados.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum*, encharcamento, anoxia

GROWTH AND DEVELOPMENT OF ANNUAL COTTON UNDER PERIODIC FLOODING

ABSTRACT: Herbaceous cotton (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) it is very sensitive the temporary lack of oxygen in the soil, presenting modifications in your physiology when cultivated under soil anoxia. Cotton crop suffer intense modifications in your metabolism, happening reduction of production, depending on the phenological stage, duration of the stress, soil and cultivate characteristics. It is a sensitive plant to deficiency of oxygen in the soil, happening several alterations in the metabolism that affect the growth and development. The purpose of this work was to evaluate the phytomass production of annual cotton, genotype BRS Rubi, grown under protected ambient conditions and exposed to periodic flooding stress of the soil, in three phenological stages. The experiment was carried out in randomized complete blocks with five flooding levels (0 = control or not flooded, 2, 4, 6 and 8 days of waterlogging), three phenological stages (vegetative, flower-bud and flowering) with four replications. Studied variables, after harvest, bolls phytomass and shoot phytomass, as well as, root/shoot relationship did not suffer significant effect under periodic anoxia, however root phytomass decreased significantly with increment of waterlogging. There was not significant difference among the averages of the phenological phases, as well as, was not verified significant interaction among waterlogging and stages.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum*, waterlogging, anoxia

INTRODUÇÃO: São poucas as informações a respeito do efeito do encharcamento do solo na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch), ao contrário do que se conhece sobre os efeitos do déficit hídrico e do estresse salino. É uma planta considerada sensível ao encharcamento do solo (FISHER & HAGAN, 1965; HACK, 1970; HEARN, 1975), dependendo de uma série de fatores, como: estágio fenológico, duração do estresse, tipo de solo, etc (ALBERT & ARMSTRONG, 1931; TACKETT & PEARSON, 1964; HUCK, 1970). Segundo BARROS & SANTOS (1997), o Brasil passou para a condição de grande importador de pluma devido à abertura do mercado ao produto importado com baixas taxas de juros anuais e, em função das adversidades climáticas, políticas agrícolas, e problemas fitossanitários, a exemplo do bicudo (*Anthonomus grandis* Boheman). Recentemente tem ocorrido uma recuperação da safra nacional; em 2002/2003 a área plantada com o algodoeiro, no Brasil, foi de 715.000 ha com uma produção de 808,6 mil toneladas de pluma e uma produtividade média, expressa em algodão em caroço, de 2,972 Mg ha⁻¹ (CONAB, 2003). Tradicionalmente, a cotonicultura nordestina é baseada na exploração de sequeiro; no entanto, as plantas estão sujeitas a encharcamentos temporários o que promove a falta de oxigênio ou anoxia no ambiente edáfico. O estresse anoxítico, sob condições naturais, inclui vários estados de transição (hipoxia, anoxia e reoxigenação) caracterizados por diferentes concentrações de O₂ (BLOKHINA; VIROLAINEN & FAGERSTED, 2003). Considerando a escassez de resultados de pesquisa a respeito dos efeitos do encharcamento do solo sobre a produção final de biomassa do algodoeiro e por se tratar de uma opção agrícola para a irrigação no Nordeste brasileiro conduziu-se este trabalho objetivando testar a capacidade produtiva da cultivar BRS Rubi, sob encharcamento temporário do solo.

MATERIAL E MÉTODOS: Foi conduzido durante o período de julho a dezembro/2004, em instalações da UFCG-PB, um experimento em vasos sob ambiente protegido. Foi adotado o delineamento blocos casualizados (blocos dispostos conforme a incidência da irradiação solar), em esquema fatorial 5x3, com cinco níveis de encharcamento - E, três fases fenológicas - F e quatro repetições. A parcela foi constituída de uma planta por vaso. Os tratamentos 'E' - níveis de encharcamento (E₁ = 0 dia, capacidade de campo - CC; E₂ = 2; E₃ = 4; E₄ = 6 e E₅ = 8 dias de encharcamento) foram aplicados entre 28 e 36 dias após sementeira - DAS (fase vegetativa - F₁), entre 55 e 63 DAS (fase de botões florais - F₂) e entre 76 e 84 DAS (fase de floração - F₃). O solo utilizado como substrato foi um argissolo, não-salino, não-sódico, franco-arenoso, densidade global 1,40 kg dm⁻³. O material de solo apresentou as seguintes características químicas do complexo sortivo: 5,99 cmol_c kg⁻¹ de Ca+Mg, 0,20 cmol_c kg⁻¹ de Al, 21,5 mg kg⁻¹ de P, 86,02 mg kg⁻¹ de K, 14,8 g kg⁻¹ de matéria orgânica e pH = 5,6. Previamente ao preenchimento (26 kg de material de solo por vaso) fez-se o peneiramento, a calagem adicionando-se 18 g de calcário. As adubações de correção e de manutenção de fertilidade foram realizadas de acordo com metodologia recomendada para ambientes controlados (NOVAIS; NEVES & BARROS, 1991). A fim de assegurar a umidade necessária para a germinação das sementes da cultivar BRS Rubi, as unidades experimentais foram irrigadas antes da sementeira e em cada unidade (vaso) foram semeadas 5 sementes previamente tratadas. Aos 22 DAS efetuou-se o desbaste, deixando-se 1 planta por vaso. As irrigações foram realizadas utilizando-se de proveta volumétrica mantendo-se a umidade do solo próximo a CC, exceto quando e para as parcelas submetidas aos encharcamentos, em que o sistema de drenagem era mantido fechado, mantendo-se o ambiente edáfico constantemente encharcado. Foram feitos tratamentos fitossanitários a cada 21 dias. A colheita ocorreu de forma escalonada, entre 144 e 175 DAS. Ao final do ciclo foram avaliadas as biomassas de capulhos (MC), de raízes (R) e da parte aérea (PA) bem como a relação R/PA. As análises estatísticas foram realizadas segundo os métodos convencionais em que os encharcamentos (E) e as fases fenológicas (F) foram considerados como sendo de caráter quantitativo e qualitativo, respectivamente (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Analisando-se os resultados estatísticos da análise de variância apresentados na Tabela 1, tanto para o fator 'encharcamento' como para o fator 'fases', verifica-se que somente a fitomassa de raízes (R) sofreu efeito significativo, ao nível de 5 % de probabilidade, indicando que o sistema radicular da cultivar 'BRS Rubi' foi afetado pelo encharcamento temporário com comportamento linear (quadrado médio da regressão não apresentado). As raízes são diretamente

expostas ao ambiente anoxítico, o que, provavelmente, levou a paralisação do crescimento e conseqüentemente redução da fitomassa radicular. Segundo TACKETT & PEARSON (1964); HUCK (1970) em condições de anaerobiose edáfica, causada tanto pela saturação quanto por compactação, as raízes do algodoeiro não respiram oxidativamente, via mitocôndria, e a planta paralisa o crescimento, em especial o radicular. De acordo com SCOTT & EVANS (1955), quando o solo é inundado, o oxigênio dissolvido decresce imediatamente e, após dez horas, desaparece completamente. Analisando-se os valores médios contidos na Tabela 1, constata-se que ocorreram os seguintes decréscimos na fitomassa de raízes, 11,05, 13,15, 20,02 e 21,04 % entre os níveis de encharcamento (E₂, E₃, E₄ e E₅), comparados ao controle (E₁). Com base na curva de ajuste obtida ($y = 35,082 - 0,921x$), verifica-se que a fitomassa de raízes decresce 0,92 g/planta para cada dia de encharcamento. Segundo o teste de Tukey, a fitomassa média de raízes das plantas encharcadas na fase vegetativa foi significativamente maior que a fitomassa das plantas encharcadas na fase de floração (Tabela 1). Os encharcamentos não exerceram nenhum efeito sobre as demais variáveis, não afetando a produção de algodão em caroço (massa de capulhos - MC), nem a fitomassa da parte aérea (PA) e nem a relação R/PA, o que nos permite inferir que a cultivar BRS Rubi mostrou-se tolerante ao encharcamento temporário com duração de até 8 dias.

Tabela 1. Resumo da análise da variância e médias para massa de capulhos (MC), fitomassa de raízes (R), fitomassa da parte aérea (PA) e relação raiz parte aérea (R/PA) do algodoeiro, em função dos fatores estudados.

FV	GL	Quadrados Médios			
		MC	R	PA	R/PA
Encharcamentos (E)	4	177,73 ^{NS}	111,98*	2474,59 ^{NS}	0,0004 ^{NS}
Blocos	3	404,13 ^{NS}	59,87 ^{NS}	4641,52 ^{NS}	0,0002 ^{NS}
Fases fenológicas (F)	2	163,40 ^{NS}	107,76*	305,20 ^{NS}	0,0005 ^{NS}
Interação (ExF)	8	579,21 ^{NS}	48,40 ^{NS}	1512,64 ^{NS}	0,0003 ^{NS}
Resíduo	42	614,82	32,06	2052,68	0,0002
CV(%)	-	18,18	18,04	1,74	18,50

Encharcamentos (E)	Médias			
	(g/planta)	(g/planta)	(g/planta)	-
E ₁ (capacidade de campo)	142,00	36,11	403,84	0,089
E ₂ (2 dias de encharcamento)	133,50	32,12	392,64	0,082
E ₃ (4 dias de encharcamento)	134,92	31,36	379,71	0,083
E ₄ (6 dias de encharcamento)	138,67	28,88	387,19	0,075
E ₅ (8 dias de encharcamento)	132,92	28,52	365,46	0,078

Fases fenológicas (F)				
F1 (Vegetativa)	138,00 a	33,47 a	387,40 a	0,086 a
F2 (Botões)	138,10 a	31,84 ab	388,59 a	0,082 a
F3 (Floração)	133,10 a	28,89 b	381,31 a	0,077 a
DMS	19,04	4,35	34,79	0,012

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

^{NS} Efeito não significativo ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas por letras diferentes, na vertical, diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

BELTRÃO et al. (1997) concluíram, porém, que a cultivar CNPA Acala I é sensível ao encharcamento, apresentando redução de 40 % na produção econômica, dependendo da duração do estresse e do estágio fenológico. Por outro lado ALMEIDA et al. (1992) verificaram, nas cultivares CNPA Precoce I e CNPA 3H, que o encharcamento temporário (120 horas) na fase de floração não reduziu a produção do algodoeiro enquanto na fase de botão floral, provocou redução da fitomassa da

parte aérea. Assim, constata-se que o algodoeiro é sensível ou não ao encharcamento do solo, dependendo de vários fatores, como: estágio fenológico, duração do estresse, tipo de solo e cultivar. Não se verificou interação significativa entre os fatores para as variáveis estudadas, refletindo a independência dos efeitos dos fatores ‘encharcamentos’ e ‘fases fenológicas’.

CONCLUSÕES: O encharcamento temporário do solo por até oito dias nas fases vegetativa, botão floral e floração, embora afetando o sistema radicular, não reduz a produção da cultivar de algodoeiro BRS Rubi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALBERT; W. B.; ARMSTRONG, G. M. Effects of high soil and lack of soil aeration upon fruiting behavior of young cotton plants. **Plant Physiology**, v. 65, p. 585-591, 1931.
- ALMEIDA, O. A.; BELTRÃO, N. E. M.; GUERRA, H. O. C. Crescimento, desenvolvimento e produção do algodoeiro herbáceo em condições de anoxia do meio edáfico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 9, p. 1259-1272. 1992.
- BARROS, M. A.L.; SANTOS, R. F. Aspectos econômicos e sociais da produção de algodão arbóreo no Nordeste do Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1, 1997. Fortaleza. **Anais**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1997. p.82-84.
- BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P.; NÓBREGA, L. B.; SANTOS, J. W. Modificações no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro herbáceo sob saturação hídrica do substrato em casa-de-vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.32, n.4, p.391-397, abr.1997.
- BLOKHINA, O.; VIROLAINEN, E.; FAGERSTED, K. V. Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: a Review. **Annals of Botany**, v.91, p.179-194, 2003.
- CONAB – Indicadores da Agropecuária. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento. www.conab.gov. 20 de novembro de 2003.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 2.ed. Revisada e ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437 p.
- FISHER, R. A.; HAGAN, R. M. Plant water relations. Irrigation management and crop yield. **Experimental Agriculture**, v. 1, p. 101-117, 1965.
- HACK, H. R. B. Emergence of crops in clay soils on the Central Sudan rainlands in relation to soil water and air-filled pore space. **Experimental Agriculture**, v. 6, n. 4, p. 287-302, 1970.
- HEARN, A. B. Response of cotton to water and nitrogen in tropical environment. I. Frequency of watering and method of application of nitrogen. **Journal of Agricultural Science**, v. 84, p. 407-417, 1975.
- HUCK, M. G. Variation in taproot elongation rate as influenced by composition of the soil air. **Agronomy Journal**, v. 62, p. 818-828, 1970.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. *In*: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D.; LOURENÇO, S. (Coord.) **Métodos de pesquisa em ambiente controlado**. Brasília: Embrapa. 1991. p.189-273. (Documentos, 3).
- SCOTT, A. D.; EVANS, D. D. Dissolved oxygen in saturated soil. **Soil Science Society of America Journal**. v.19, n.1, p.7-12, 1955.
- TACKETT, J. L.; PEARSON, R. W. Oxygen requirements of cotton seedling roots for penetration of compacted soil cores. **Soil Science Society of America Proceedings**, v. 29, n. 5, p. 600-605, 1964.