

INFLUÊNCIA DA MANIPULAÇÃO GENÉTICA DO TEOR DE ACUMULAÇÃO DE AMIDO NA RAIZ SOBRE A FENOLOGIA DO ALGODÃO¹

JOSÉ GOMES DE SOUZA² e JORGE VIEIRA DA SILVA³

RESUMO - A produção por seleção recorrente de linhas com teor elevado ou baixo de amido nas raízes do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch.) teve profundas conseqüências fenológicas. A precocidade, tamanho das cápsulas e produção de algodão em caroço por unidade de superfície foliar, foram aumentadas na linha alto amido, diminuídos na linha baixo amido. O número de ramos, a altura do primeiro nó frutífero, a altura da planta, a área foliar e o número de cápsulas são reduzidos pela seleção para alto amido e aumentados na linha baixo amido. A manipulação do dreno-raiz parece, assim, ter afetado a partição de carboidratos e as relações de crescimento. Discutem-se as conseqüências fisiológicas e agrônômicas destas modificações.

Termos para indexação: fonte, dreno, reservas, morfologia.

GENETIC MANIPULATION OF STARCH CONTENT IN ROOTS, ON THE PHENOLOGY OF COTTON

ABSTRACT - Breeding by recurrent selection for high and low starch content in roots of cotton (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch.) had profound phenological consequences. Earliness, the size of bolls and the yield of seed cotton per unit of leaf area are increased in the high starch line and decreased in the low starch. Number of branches, height of first fruiting node, height of plant, leaf area and number of bolls are decreased in high root starch and increased in low root starch. It seems that manipulation of root sink strength has affected carbohydrate partition and patterns of growth. The physiological and agronomical consequences of these modifications are discussed.

Index terms: source, sink, reserves, morphology.

INTRODUÇÃO

As relações fonte-dreno têm sido largamente estudadas (Neales & Incoll 1968), sem que se tenha chegado a uma conclusão definitiva sobre a sua importância relativa na determinação da produtividade. São limitadas as informações sobre a quantidade de assimilados transferidos para o sistema radicular das plantas, quando se compara com a parte aérea, em razão, principalmente, da dificuldade de se obter a biomassa

completa da raiz (Kramer 1969). Por outro lado, a supressão da floração no algodoeiro herbáceo mostrou aumentos significativos na biomassa da raiz (Souza et al. 1984).

No caso das plantas nativas das regiões semi-áridas, em especial do Brasil, é freqüente a formação de órgãos de reserva subterrâneos ricos em amido (Duque 1973), e mesmo plantas cultivadas, como, especificamente, o algodão arbóreo, apresentam um teor elevado de amido na raiz (Souza et al. 1983).

Como o efeito de dreno constituído pelo conjunto dos frutos só entra em ação após a formação destes (Hearn 1969), o objetivo deste trabalho foi analisar as conseqüências do aumento do dreno raiz, ou da sua diminuição, no desenvolvimento do resto da planta.

¹ Aceito para publicação em 21 de janeiro de 1992

² Eng. - Agr., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPq), Caixa Postal 174, CEP 58100 Campina Grande, PB.

³ Eng. - Agr., Prof., Univ. Paris VII, 2 Place Jussieu, 70005, Paris-França. Consultor do Programa IICA/EMBRAPA.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se um experimento em casa de vegetação, em blocos inteiramente casualizados, com três genótipos e dez repetições. Foram utilizados os genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch): SU.AA₄, resultante de quatro ciclos de seleção recorrente, para aumentar as reservas amiláceas na raiz; SU.BA₄, selecionado com quatro ciclos, para diminuir essas reservas; e SU 0450/8909 (genótipo original), sem seleção. A seleção para alto e baixo amido na raiz foi realizada antes da floração das plantas. Retirou-se de cada planta, em uma população de 200 plantas, um pedaço, de 10 cm, da raiz principal. Em amostra seca de 0,1 g, foi determinado o teor de amido. Vinte por cento das plantas dessa população, com maior ou menor teor de amido na raiz, foram intercruzadas, obtendo-se o primeiro ciclo para alto ou baixo teor de amido nas raízes. Os demais ciclos seguiram a mesma metodologia. Após o desbaste, cada unidade experimental apresentou uma planta por vaso, com capacidade para 10 kg de solo. Aos 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 dias após o plantio, foram tomadas a altura de planta e a área foliar. Para o cálculo de área foliar utilizou-se a equação $\log y = 0,450 + 1,910 \log x$, onde "x" representa o comprimento da lâmina foliar em centímetros, e "y" representa a área (Wendt 1967). No final do ciclo foi determinado o peso seco das raízes. O teor do amido foi medido mediante solubilização, de acordo com o método de McCready et al. (1950) e dosado colorimetricamente pela antrona, de acordo com Ashwell (1957).

A análise estatística do número de nós para o primeiro ramo frutífero e vegetativo foi efetuada com uma transformação das variáveis usando-se $\sqrt{x+1}$. O número de dias para o aparecimento da primeira flor, do primeiro capulho, o número de frutos produzidos no ciclo, frutos que sofreram abscisão e frutos produzidos no final, foram analisados após a transformação usando-se \sqrt{x} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A modificação do teor de amido na raiz do algodoeiro após quatro ciclos de seleção recorrente (Souza et al. 1983) conduziu a uma alteração importante nas relações fonte-dreno (source-sink) e na fenologia da planta. Com efeito (Tabela 1), a relação raiz/área foliar tende a diminuir na seleção para baixo amido, embora não significativamente, mas o peso médio de algodão em caroço por cápsula é consideravelmente aumentado na seleção para alto amido, e diminuído na seleção para baixo amido.

É interessante notar que a dosagem do teor de amido da raiz, durante o processo de seleção, foi sempre efetuada logo antes do aparecimento da primeira flor. Ela poderia, assim, representar ou a capacidade fisiológica da raiz para receber e acumular amido, ou a capacidade da folha para exportar produtos da fotossíntese, ou os dois processos simultaneamente (Neales & Incoll 1968).

TABELA 1. Área foliar, teor de amido na raiz (mg-glucose/g m.s.), produção (g/vaso), peso médio de capulho (g), número de frutos produzidos no ciclo, número de frutos que sofreram abscisão e número de frutos no final do ciclo de genótipos de algodoeiro selecionados para acúmulo e decréscimo de reservas amiláceas na raiz.

Genótipos	Teor de amido na raiz	Produção	Peso médio de capulho	Frutos produzidos no ciclo	Abscisão de frutos	Frutos no final do ciclo
SU 0450/8909	143,6b	84,03a	4,86b	42,00b	24,70b	17,29a
SU.AA ₄	210,1a	84,20a	5,82a	28,30c	13,84c	14,47b
SU.BA ₄	105,1b	78,20a	4,03c	51,55a	32,15a	19,40a
CV (%)	22,29	7,33	11,56	6,31	9,17	5,45
MG	152,9	82,14	4,90	40,62	23,56	17,05

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

Como nenhuma seleção fora efetuada para o tamanho da cápsula, pode-se pensar que o mesmo processo que aumentaria a concentração de assimilados no dreno-raiz seria o mesmo que aumentaria o tamanho do dreno-fruto: possivelmente, um aumento de eficiência em relação à fotossíntese.

Embora este fenômeno não tenha sido medido neste experimento, verifica-se que a produção de algodão em caroço por unidade de área foliar está linearmente relacionado com o teor de amido na raiz (Fig. 1). Uma menor área foliar corresponde à seleção para alto teor de amido, e uma maior, para a seleção para baixo amido (Fig. 2).

A seleção para baixo amido aumentou o número de ramos, particularmente os frutíferos, e a área foliar (Fig. 2 e Tabela 2), portanto, o

número de pontos frutíferos, pois facilitou o desenvolvimento vegetativo. A seleção para teor elevado de amido diminui o número de ramos, a área foliar, assim como o número de pontos frutíferos, mas estes não só tiveram menor abscisão (-10%) que os da testemunha, mas também formaram, como foi indicado, cápsulas maiores (Tabelas 1 e 2).

O menor desenvolvimento vegetativo da seleção para alto amido conduziu a uma maior precocidade na floração, a uma instalação mais precoce do primeiro ramo frutífero e à formação da primeira cápsula. O efeito da seleção para baixo amido foi o oposto (Tabela 2).

A diminuição da altura das plantas na seleção para alto amido e o seu aumento na seleção para baixo amido (Fig. 3 e Tabela 3) confirmam o efeito fenológico destas seleções. A

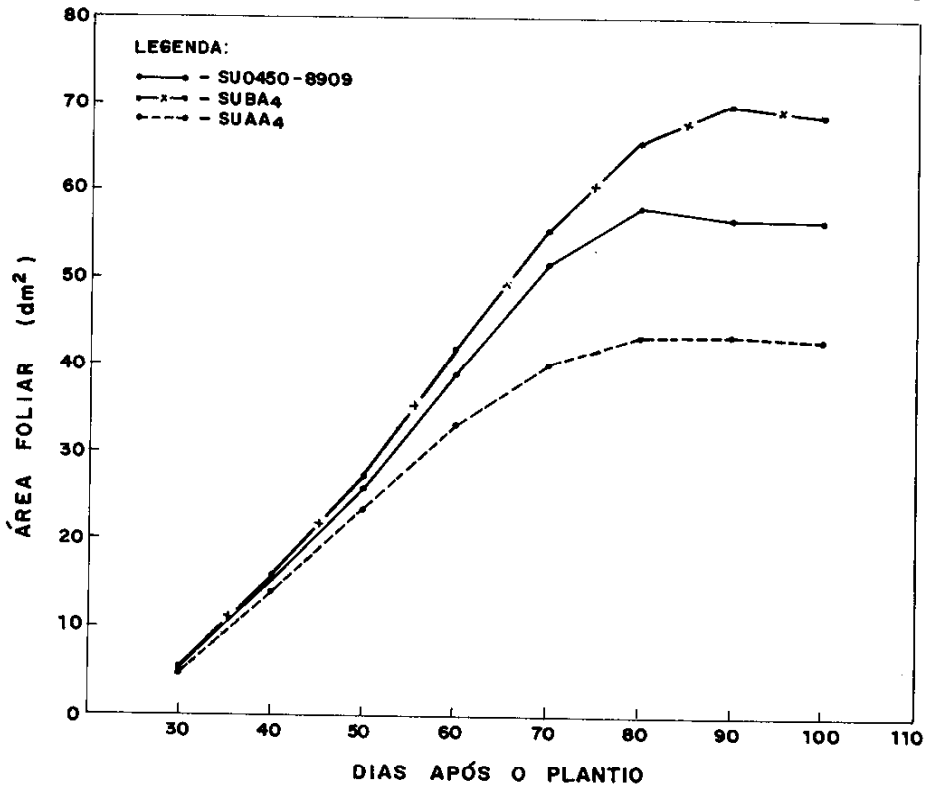


FIG. 1. Produção de algodão em caroço por dm^2 de área foliar, em função do teor em amido da raiz. As barras indicam o erro padrão da média.

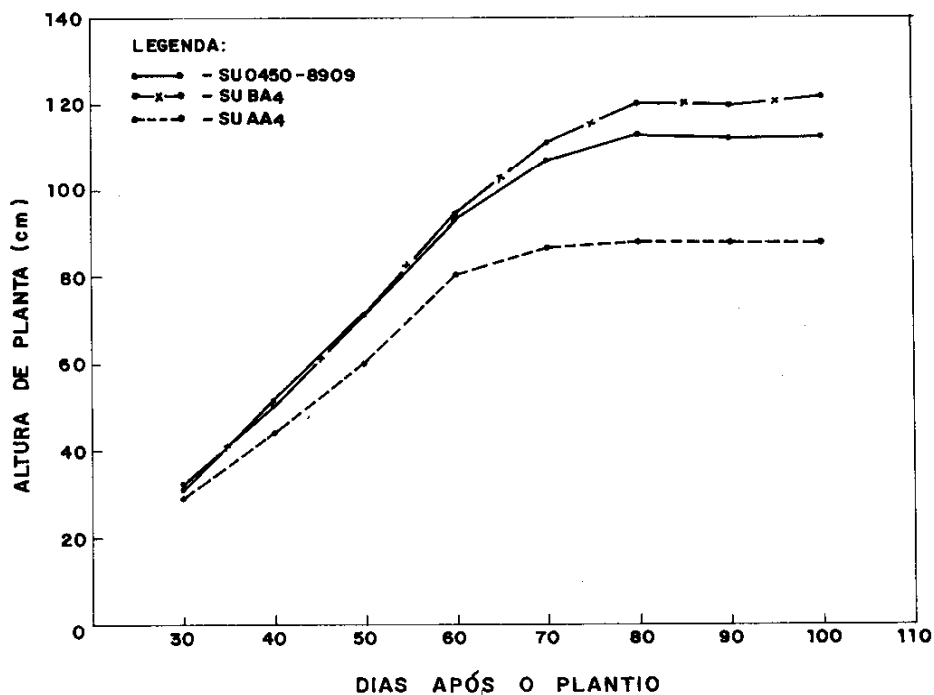


FIG. 2. Área foliar por planta durante as diferentes fases do crescimento em três genótipos de algodoeiro. Os dados representam a média de dez repetições.

TABELA 2. Número de dias após o plantio para a abertura da primeira flor e primeiro capulho, número de nós para o 1º ramo frutífero e número de ramos vegetativos e frutíferos.

Genótipos	Número dias 1ª flor	Número dias 1º capulho	Número nós/ 1º ramo frutífero	Número ramos vegetativos	Número ramos frutíferos
SU 0450/8909	55,6b	104,6b	6,06a	2,22a	11,96a
SU.AA ₄	52,8c	102,8b	4,98b	1,43b	8,92b
SU.BA ₄	57,2a	106,7a	5,90a	2,22a	12,46a
CV (%)	1,03	0,82	4,12	13,76	3,58
MG	55,2	104,7	5,65	1,96	11,11

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

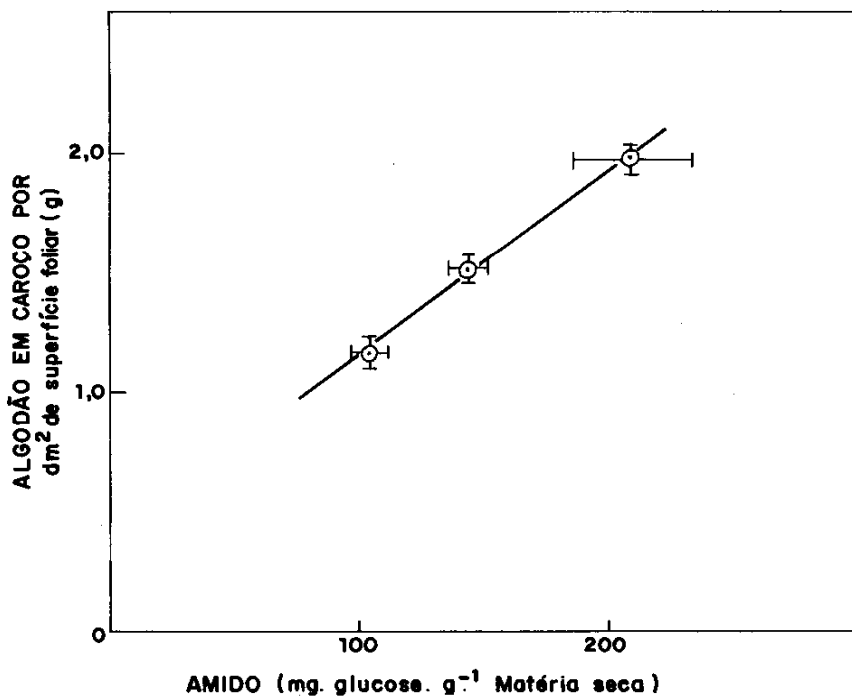


FIG. 3. Altura de planta durante as diferentes fases do crescimento em três genótipos de algodoeiro. Os dados representam a média de dez repetições.

ABELA 3. Comportamento de altura de planta (cm) de genótipos de algodoeiro selecionados para acúmulo e decréscimo de reservas amiláceas na raiz, em diferentes fases do crescimento.

Genótipos	Dias após o plantio							
	30	40	50	60	70	80	90	100
SU 0450/8909 (original)	31,35ab	51,20a	71,50a	93,30a	107,1a	113,0a	112,30a	128,80a
SU.AA ₄ (alto amido)	29,30b	44,40b	60,40b	80,60b	86,8b	88,1b	87,90b	88,10b
SU.BA ₄ (baixo amido)	32,35a	50,60a	71,50a	94,90a	110,8a	120,5a	119,60a	121,70a
CV (%)	7,91	8,85	7,96	7,91	8,17	8,13	8,10	8,18
MG	31,00	48,73	67,80	89,60	101,56	107,20	106,60	107,53

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

competição entre desenvolvimento reprodutivo e vegetativo para a obtenção de assimilados foi notada por Leonard (1962).

Mostra-se, assim, que pela manipulação genética dos drenos de assimilados, é possível modificar a morfologia e a fenologia da planta.

A manipulação dos drenos por supressão floral, efetuada anteriormente por Dale (1959) e Souza et al. (1984), tinha aumentado o desenvolvimento vegetativo e alterado a taxa de assimilação líquida. No entanto, é de assinalar que se trata, neste trabalho, de uma primeira mani-

pulação genética efetuada num dreno pouco estudado, a raiz.

É de notar, também, que o índice de área foliar de 3, suposto ideal na maioria dos casos, para uma boa interceptação luminosa (Hearn 1976),

se obtém com densidades de plantas diferentes: SU 0450/8909, 52.500 plantas/ha⁻¹; SU.AA₄, 69.000 plantas/ha⁻¹ e SU.BA₄, 43.000 plantas/ha⁻¹, que podem ser deduzidas dos dados da Tabela 4 e da Fig. 2.

TABELA 4. Comportamento da área foliar (dm²) de genótipos de algodoeiro selecionados para acúmulo e decréscimo de reservas amiláceas na raiz, em diferentes fases do crescimento.

Genótipos	Dias após o plantio							
	30	40	50	60	70	80	90	100
SU 0450/8909 (original)	5,24a	15,57a	25,80ab	38,99a	51,60a	58,23b	57,21b	56,64b
SU.AA ₄ (alto amido)	4,96a	14,38a	23,55b	33,20b	40,20b	43,60c	43,60c	42,94c
SU.BA ₄ (baixo amido)	5,32a	16,10a	27,45a	41,95a	55,56a	65,88a	70,05a	68,73a
CV (%)	11,14	13,97	11,15	10,70	11,58	10,63	12,69	15,33
MG	5,17	15,35	25,60	38,05	49,13	55,85	56,95	56,10

As médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados, pode-se inferir que a manipulação genética da raiz afetou a partição dos assimilados e o comportamento do crescimento no algodoeiro herbáceo, cultivar SU 0450/8909.

REFERÊNCIAS

- ASHWELL, G. Colorimetric analysis of sugars. In: COLOWICK, A.; KAPLAN, B. *Methods of enzymology*. New York: Academic Press, 1957. v.3, p.85-86.
- DALE, J.E. Some effects of the continuous removal of floral buds on the growth of the cotton plant. *Annals of Botany*, v.23, p.636-649, 1959.
- DUQUE, G.O. *O Nordeste e as lavouras xerófitas*. Fortaleza: BNB, 1973. 238p.
- HEARN, A.B. Crop physiology. In: ARNOLD, M.H. *Agricultural research for development*. [s.l.]: Cambridge Univ. Press, 1976. p.77-122.
- HEARN, A.B. Growth and performance of cotton in a desert environment. I. Morphological development. II. Dry matter production. III. Crop performance. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v.72, p.65-97, 1969.
- KRAMER, P.J. *Plant & soil water relationships: a modern synthesis*. New York: McGraw-Hill, 1969. 482p.
- LEONARD, E.R. Inter-relations of vegetative and reproductive growth with special reference to indeterminate plants. *Botanical Review*, v.28, p.353-410, 1962.
- MCCREADY, R.M.; GUGGOLZ, A.; SILVEIRA, V.; OWENS, H.S. Determination starch and amylose in vegetables application to peas. *Analytical Chemistry*, v.22. p.1156-1158, 1950.
- NEALES, T.F.; INCOLL, L.D. The control of leaf photosynthesis rate by level of assimilate concentration in the leaf: a review of the hypothesis. *Botanical Review*, v.34, p.107-125, 1968.
- SOUZA, J.G. de; BARROS, A.C.Q.T.; SILVA, J.V. da. Reservas de hidratos de carbono e resistência do algodoeiro à seca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.3, p.269-273, 1983.

- SOUZA, J.G. de; BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, J.V. da. Supressão da floração na assimilação, crescimento e nutrição mineral do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.11, p.1327-1333, 1984.
- WENDT, C.W. Use of relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castors (*Ricinus communis* L.), and sorghum (*Sorghum vulgare* L.). **Agronomy Journal**, v.59, p.484-486, 1967.