

PARTIÇÃO DE ASSIMILADOS NO ALGODOEIRO E O CRESCIMENTO DO FRUTO¹

JOSÉ GOMES DE SOUZA² e JORGE VIEIRA DA SILVA³

RESUMO - Por cruzamento ao acaso de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) de diversas variedades, foram criadas duas populações, denominadas como G-1 e G-2. A primeira apresentou, em relação à segunda, maior percentagem de fibra, menores peso de sementes e comprimento de fibras. A largura e o teor em proteína solúvel das folhas cotiledonárias da G-2 foram superiores em relação a G-1. O teor em proteína solúvel das sementes da maçã aumentou até o décimo dia após a floração e, em seguida diminuiu. Os carpelos apresentaram um decréscimo constante das mesmas substâncias com o aumento da idade. Os níveis de açúcares solúveis na folha do caule e carpelos no 1º fruto do 1º ramo frutífero apresentaram uma pequena variação aproximando-se o comportamento da folha ao dos carpelos. Os níveis de amido na folha do caule e carpelos tiveram o mesmo comportamento, aumentando, do 5º ao 10º dia, e decrescendo posteriormente, exceto na população G-2, que manteve o crescimento nos carpelos. Nas sementes, o teor em amido aumentou regularmente com o tempo, acompanhado, de modo geral, por uma diminuição dos açúcares solúveis.

Termos para indexação: percentagem de fibra, proteína solúvel, açúcares solúveis, amido, floração.

PARTITIONING OF ASSIMILATES IN COTTON AND BOLL DEVELOPMENT

ABSTRACT - By randomly crossbreeding of several selected cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch), two populations were established and designated G-1 and G-2. G-1 gave a higher ginning percentage, lower seed weight, and shorter lint than G-2. Width of fully expanded cotyledons and soluble protein content was higher in G-2 than in G-1. The soluble protein content in seeds of cotton bolls increases till the 10th day after flowering and decreases afterwards. In carpels the soluble protein content decreases constantly with increase of age. Soluble sugars in stems, leaves and carpels from the first cotton bolls follow the same pattern. The starch in stems, leaves and carpels content followed the same pattern, increasing from 5th to 10th day and decreasing afterwards, except in G-2 that continues to increase in the carpels. Starch content in seeds increased in both cultivars with time while the soluble sugars decreases.

Index terms: ginning percentage, soluble protein, soluble sugars, starch content, flowering.

INTRODUÇÃO

As reservas e distribuição de carboidratos e proteína no algodoeiro são muito variáveis, tan-

to entre as variedades como entre os órgãos de uma mesma planta (Souza & Silva 1987). McArthur et al. (1976) declaram que esta planta apresenta pequena quantidade de carboidratos. Ashley (1972) registra que 43% dos assimilados permanecem nas folhas após 24 horas de translocação. Por outro lado, Benedict & Kohel (1975) observam que cerca de 80% dos componentes radioativos desapareceram seis horas após a exposição das folhas ao ¹⁴CO₂. Todavia, Mauney et al. (1976) afirmam que o acúmulo de amido nas folhas implica inibição da fotossínte-

¹ Aceito para publicação em 30 de setembro de 1991.

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

³ Eng. - Agr., Prof., Universidade de Paris VII, 2 Place Jussieu, 75005 Paris, França. Consultor do Programa II/EMBRAPA.

se do algodoeiro. Entretanto, os níveis de carboidratos em açúcares solúveis e amido nas folhas do algodoeiro não são suficientes para atender à demanda por mais de um ou dois dias, sem conseqüências para o rendimento. Plantas de algodoeiro, quando colocadas no escuro por 48 horas, sofreram queda de maçãs jovens e botões florais, e suas folhas rapidamente tornaram-se cloróticas; entretanto, quando mantidas em ambiente com 1.000 ppm de CO_2 , apresentaram duas vezes mais maçãs em relação às mantidas a 330 ppm (McArthur et al. 1976). Por essa razão, Guinn (1974) declara que condições de ambiente que proporcionem mais fotossíntese, tais como altos níveis de CO_2 , longo fotoperíodo e alta irradiação, conduzem a uma baixa de abscisão na frutificação. Todavia, trabalhos anteriores, como de Masson (1922) e Addicott & Lynch (1955), relatam a clássica teoria do balanço nutricional da abscisão, que estabelece uma estreita relação entre a produção de carboidratos e o número de maçãs que permanecem na planta. No crescimento dos frutos do algodoeiro, a maior parte dos assimilados são oriundos das folhas do caule, e uma pequena parte vem das brácteas e carpelos (Ashley 1972, Elmore 1973, Morris 1965). Contudo, o papel dos carpelos como fonte de assimilados não está bem esclarecido, em razão de sua baixa capacidade de fixação do CO_2 e do baixo teor de clorofila. Elmore (1973) relata que os carpelos importam assimilados de outras partes fotossintetizantes da planta, e o transporte de assimilados das folhas ou brácteas completa-se quando os mesmos atingem a idade de 30 a 35 dias após o surgimento (Benedict et al. 1976).

O objetivo do presente trabalho foi estudar, em duas populações de algodoeiro herbáceo com características de fibra e peso de sementes diferentes, a partição dos assimilados nas folhas, carpelos e sementes e a influência no rendimento em condições de casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

Nos experimentos foram usadas duas populações: a G-1, resultante do inter cruzamento das cultivares

Acala 44, Deltapine 25, Hybee 100A e Big Mx, e a G-2, resultante do inter cruzamento das cultivares IAC 74-221, Delcot-277, Acala SJ5 e V5.

O experimento para caracterização de fibra, peso de capulho e sementes nas populações foi conduzido no campo experimental de Sousa, PB, em 1988, de onde foram coletadas 100 amostras de cada população e analisadas no laboratório de fibra do CNPA/EMBRAPA. As plantas do experimento em que foram estudadas a proteína solúvel das folhas cotiledonárias aos sete dias, e a área foliar e a largura dessas mesmas folhas aos 15 dias após a germinação, foram conduzidas em baldes de plástico com capacidade para 10 kg de solo, em casa de vegetação, em delineamento de blocos inteiramente casualizados, com os tratamentos G-1 e G-2 repetidos seis vezes. A área foliar total das plantas foi determinada medindo-se cada folha através de um medidor de área foliar, modelo LI-3000, LICOR. Inc.

As medidas de rendimento, número de ramos frutíferos e vegetativos, altura de planta e número de maçãs, foram realizadas em experimento de casa de vegetação de maneira idêntica à descrita acima, com onze repetições. O experimento no qual foram feitas as medidas de área foliar, proteína solúvel, açúcares solúveis e amido, determinadas no período de cinco a dezenove dias após a abertura da primeira flor no primeiro ou terceiro ramo frutífero, foi semelhante ao anterior, porém com quatro repetições para cada tratamento.

A proteína solúvel foi medida segundo metodologia de Lowry et al. (1951), com algumas modificações, separando-se proteína solúvel dos aminoácidos e peptídeos, através da precipitação destes com ácido tricloroacético a 10%. Os açúcares solúveis foram dosados pela antrona, pelo método de Ashwell (1957), e o amido, de acordo com McCready et al. (1950). Em todos os experimentos, cada unidade experimental consistiu de uma planta após o desbaste.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população G-2, utilizada nos experimentos, apresentou, em relação à G-1, maior peso de sementes, maior comprimento de fibra, e semelhante peso médio de capulho (Tabela 1). De modo semelhante, a G-2 mostrou teor mais elevado de proteína solúvel nas folhas cotiledonárias aos sete dias e maior largura e maior área dessas mesmas folhas aos 15 dias (Tabe-

TABELA 1. Características de fibra e de peso de capulhos e sementes das populações G-1 e G-2.

População	Comprimento (2,5% mm)	Uniformidade (50/2,5%)	Peso 100 sementes	Peso de capulho (g)	Finura	Resistência (lb/mg)	Fibra %
G-1	28,72b	55,91a	11,22b	5,76a	4,33a	7,64b	37,77a
G-2	33,16a	53,93b	14,91a	5,93a	4,66a	8,41a	32,73b
CV (%)	4,94	3,29	6,27	10,91	13,00	5,35	4,04
DMS	1,11	1,40	0,62	-	-	0,33	1,10

Valores seguidos de mesmas letras não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.

la 2). Com relação à proteína solúvel nas sementes, não houve diferença estatística entre as populações, e o maior peso das mesmas, encontrado na G-2, não influenciou no teor de proteína solúvel (Tabelas 1 e 3). Contudo, o maior peso de sementes encontrado na G-2 pode ter influenciado no crescimento da área foliar e na largura das folhas cotiledonárias dessa população. Kohel et al. (1985) estudaram várias classes de tamanho de sementes das cultivares Texas e Stoneville e mostraram que a Stoneville, com maiores sementes, apresentou embriões mais desenvolvidos, e que esse aumento no tamanho do embrião implicava mais rápida germinação e mais rápido crescimento da cultura.

Quando se estudou a área foliar das plantas adultas aos cinco, dez e dezenove dias após a

TABELA 2. Área foliar (cm²), largura máxima das folhas cotiledonárias (cm) e proteína solúvel (mg.cm⁻².área foliar), nas populações G-1 e G-2.

População	Proteína solúvel (aos 7 dias após o plantio)	Área foliar (aos 15 dias após o plantio)	Largura (aos 15 dias após plantio)
G-1	0,303b	26,89b	5,17b
G-2	0,362a	29,95a	6,18a
CV (%)	5,89	11,85	13,99
DMS	0,05	2,52	0,57
M.G.	0,333	28,42	5,67

Valores seguidos de mesmas letras não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.

abertura da primeira flor no primeiro ramo frutífero, não houve diferença entre as populações (Tabela 4), evidenciando-se apenas um aumento em função da idade das plantas, o que era esperado (Tabela 5). Houve, também, em condições de casa de vegetação, semelhante comportamento quanto ao rendimento, número de ramos frutíferos e vegetativos, altura de planta e número de frutos (Tabela 6). Na Fig. 1, pode-se observar, na folha do caule do primeiro e segundo ramos frutíferos, menor teor de proteína solúvel na população G-2, em relação à G-1. Esse comportamento no teor de proteína solúvel, encontrado nas folhas estudadas, não influenciou no rendimento em condições de plantio em vaso (Tabela 6); isto sugere um maior transporte de proteína solúvel das folhas para os carpelos na população G-2 (Fig. 2 e 3). O menor nível de proteína solúvel encontrado na folha da G-2 pode estar ligado a um maior consumo/ou menor produção na assimilação. Souza

TABELA 3. Proteína solúvel nas sementes das populações G-1 e G-2 (mg.proteína.g⁻¹.P.S.).

População	Média
G-1	77,86a
G-2	81,86a
CV (%)	3,9
M.G.	79,75

Valores seguidos de mesmas letras não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.

TABELA 4. Área foliar das populações G-1 e G-2 (após abertura da 1ª flor no 1º ramo frutífero).

População	Média
G-1	1912,19a
G-2	2117,01a
CV (%)	21,41
DMS	422,23
M.G.	2014,60

Valores seguidos de mesmas letras não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.

TABELA 5. Área foliar das populações G-1 e G-2 em função da idade (dias após abertura da 1ª flor no 1º ramo frutífero).

Idade	Média
5	1.607,03b
10	1.798,13b
19	2.637,82a
CV (%)	24,41
DMS	629,70
M.G.	2.014,60

Valores seguidos de mesmas letras não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.

& Silva (1987) também encontraram diferenças no teor de proteína solúvel em folhas entre cultivares de algodoeiro anual e perene. Nas duas populações, os níveis de proteína dos carpelos do primeiro fruto decresceram com o crescimento deste (Fig. 2). Esses resultados correspondem a uma diminuição do transporte dos assimilados nitrogenados das folhas para os carpelos, em razão, provavelmente, do decréscimo da assimilação das folhas, resultante do envelhecimento destas. Esses dados concordam com os de Tucker & Tucker (1968) e Bassett et al. (1970), no sentido de as plantas translocarem produtos nitrogenados das folhas para os carpelos. A transferência de assimilados nitrogenados das folhas para as maçãs também foi

TABELA 6. Comportamento das populações G-1 e G-2 em casa de vegetação quanto ao rendimento (g/vaso), ramos frutíferos/planta (nº), ramos vegetativos/planta (nº), altura de planta (cm), maçãs/planta (nº).

População	Características				
	Rendimento	Ramos frutíferos ¹	Ramos vegetativos ¹	Altura de planta	Nº de maçãs ¹
G-1	40,29a	3,01a	1,03a	71,63a	2,98a
G-2	43,86a	3,07a	1,24a	77,27a	3,11a
CV (%)	14,06	5,66	24,00	14,17	7,00
M.G.	42,07	3,04	1,13	74,45	3,05

¹ Médias expressas em $\sqrt{x + 0,3}$.

Valores seguidos de mesmas letras não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey.

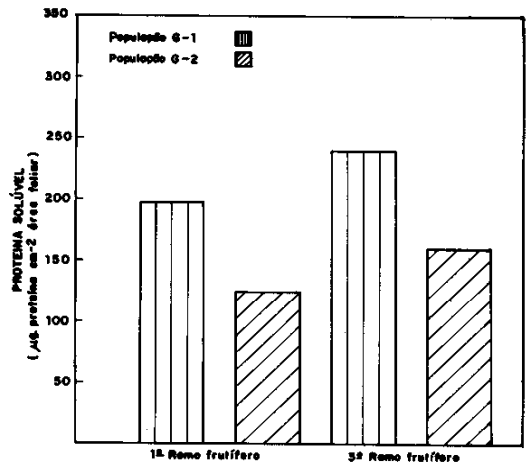


FIG. 1. Proteína solúvel na folha do caule do 1º e 3º ramos frutíferos nas populações G-1 e G-2.

explicada pelos resultados de Souza et al. (1984), onde as plantas sem maçãs e flores aumentaram o teor de proteína solúvel em mais de duas vezes em relação à testemunha. Entretanto, com relação à proteína solúvel nas sementes, os resultados mostraram, em ambas as populações, a partir do quinto dia, um cresci-

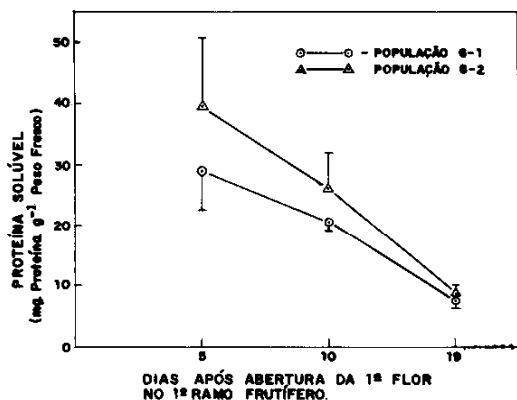


FIG. 2. Proteína solúvel nos carpelos do 1º fruto, no 1º ramo frutífero, em função da idade nas populações G-1 e G-2 de algodoeiro herbáceo. As meias-barras representam o valor absoluto do erro padrão da média.

mento até o décimo dia, e, em seguida, um decréscimo (Fig. 3). Leffler & Tubertini (1976) também observaram uma diminuição constante do teor de N nos carpelos, com o crescimento da maçã.

Em relação aos açúcares solúveis e amido na folha do caule e carpelos do primeiro ramo frutífero (Fig. 4 e 5), os resultados mostraram, no período estudado, pequena variação nos níveis de açúcares solúveis, aproximando-se o comportamento da folha ao dos carpelos. Quanto ao amido, também o comportamento da folha foi semelhante ao dos carpelos, ocorrendo um aumento a partir do quinto dia, e decréscimo a partir do décimo dia, exceto na população G-2, que continuou a crescer nos carpelos. O teor de amido, tanto na folha como nos carpelos, foi sempre mais elevado, comparando-se ao de açúcares solúveis (Fig. 4 e 5). O maior acúmulo de amido em relação aos açúcares solúveis está de acordo com os resultados de Souza & Silva (1987), em trabalhos de pesquisa com a cultivar SU 0450/8909, e com Mauney et al. (1979), no algodoeiro anual. Os resultados (Fig. 4 e 5) mostraram que os carpelos apresentaram maiores teores de amido e açúcares solúveis, em relação à folha estudada, embora os

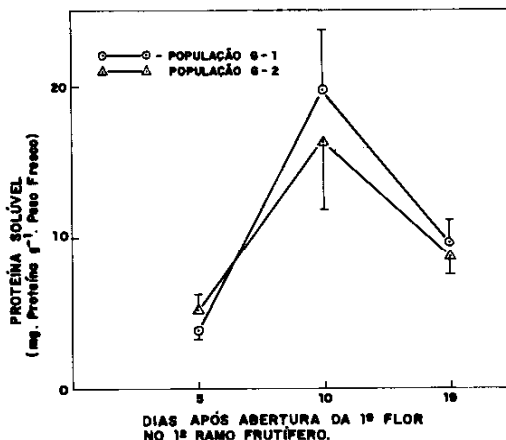


FIG. 3. Proteína solúvel nas sementes do 1º fruto, no 1º ramo frutífero, em função da idade nas populações G-1 e G-2 de algodoeiro herbáceo. As meias-barras representam o valor absoluto do erro padrão da média.

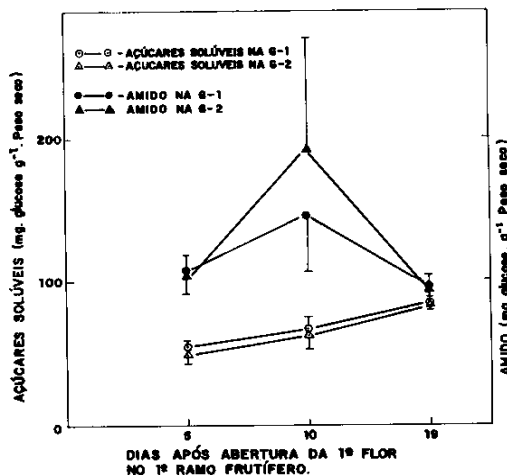


FIG. 4. Açúcares solúveis e amido na folha do caule do 1º ramo frutífero em função da idade nas populações G-1 e G-2 de algodoeiro herbáceo. As meias-barras representam o valor absoluto do erro padrão da média.

carpelos sejam responsáveis pela elaboração de uma pequena parte dos assimilados (Morris 1965). Tal fato demonstra que os carboidratos

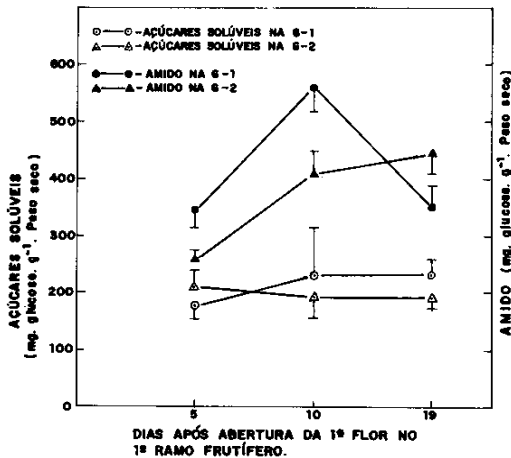


FIG. 5. Açúcares solúveis e amido nos carpelos do 1º fruto do 1º ramo frutífero, em função da idade nas populações G-1 e G-2 de algodoeiro herbáceo. As meias-barras representam o valor absoluto do erro padrão da média.

acumulados nos carpelos foram transportados das folhas para as maçãs, já que a principal fonte de assimilados para o desenvolvimento dos frutos são as folhas do caule, desde que as brácteas representam participação de apenas 5% (Benedict et al. 1973, Elmore 1973). Com referência aos açúcares solúveis e amido nas sementes (Fig. 6), os resultados evidenciaram que as sementes da primeira maçã do primeiro ramo frutífero, aos cinco dias após a fecundação, mostraram-se com altos teores de açúcares em relação ao amido, nas duas populações. Com o crescimento da maçã, estudada até 19 dias após a fecundação, pode-se observar uma rápida diminuição dos açúcares solúveis, e, como consequência, uma elevação dos níveis de amido (Fig. 6), apresentando correlação entre os açúcares solúveis e amido de $r = -0,994$ e $r = -0,998$ nas populações G-1 e G-2. O decréscimo dos açúcares solúveis verificado durante o período de crescimento das sementes (Fig. 6) deve-se à sua mobilização e maior utilização na síntese de celulose, maior componente encontrado nas fibras, representando cerca de 94% (Lagiere 1969). O transporte e utilização dos

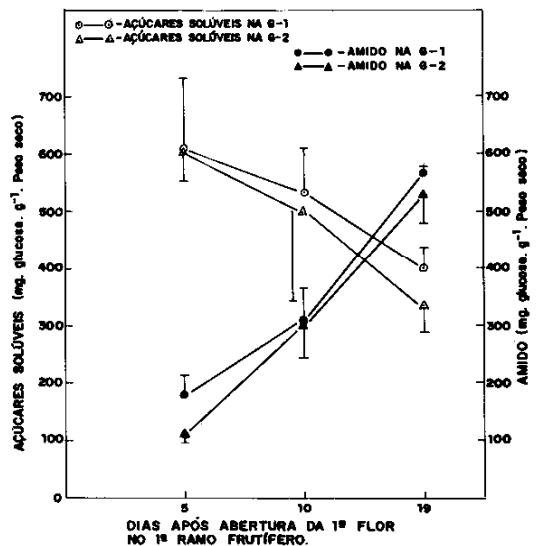


FIG. 6. Açúcares solúveis e amido nas sementes do 1º fruto do 1º ramo frutífero, em função da idade nas populações G-1 e G-2 de algodoeiro herbáceo. As meias-barras representam o valor absoluto do erro padrão da média.

carboidratos na elaboração das fibras se justifica, pelo fato de estas representarem cerca de 41% da matéria seca da maçã (Leffler 1976).

Na Fig. 5, onde foi estudado o comportamento dos açúcares solúveis e amido nos carpelos, observa-se que os açúcares nos carpelos dos grupos G-1 e G-2 não são significativamente diferentes. Há, no entanto, diferenças significativas para o amido. O grupo G-1 apresenta, já aos cinco e mesmo aos dez dias, um teor significativo mais elevado neste substância. Esse teor diminui com a síntese da celulose da fibra, chegando, aos 19 dias, a inverter-se a relação. Esta, provavelmente, é a razão da maior percentagem de fibra do grupo G-1.

Os resultados mostram que a partição dos assimilados solúveis ou mobilizáveis nos diferentes órgãos da planta poderá, em parte, explicar a quantidade e qualidade da colheita. Sugere-se, portanto, que estes estudos sejam prosseguidos em condições de campo, para confirmar a partição e mobilização de carboidratos, incluindo a atividade das enzimas responsáveis.

CONCLUSÕES

1. Os níveis de proteína solúvel dos carpelos do algodoeiro decrescem com o crescimento do fruto.

2. Os teores de carboidratos nos carpelos são mais elevados do que na folha, embora sejam responsáveis pela elaboração de uma pequena parte de assimilados.

3. As sementes do algodoeiro nos primeiros dias após a fecundação apresentam altos teores de açúcares solúveis em relação ao amido. Com o crescimento do fruto ocorre uma rápida diminuição dos açúcares e um aumento nos níveis de amido.

REFERÊNCIAS

- ADDICOTT, F.T.; LYNCH, R.S. Physiology of Abscission. *Annual Review of Plant Physiology*, v.6, p.211-238, 1955.
- ASHLEY, P.A. ¹⁴C-label of photosynthate translocation and utilization in cotton plants. *Crop Science*, v.12, p.69-74, 1972.
- ASHWELL, G. Colorimetric analysis of sugars. In: COLOWICK, A.; KAPLAN, B. *Methods of enzymology*, New York: Academic Press, 1957. v.3, p.85-86.
- BASSETT, D.M.; ANDERSON, W.D.; WERKHOVEN, C.H.E. Dry matter production and nutrient uptake in irrigated cotton (*Gossypium hirsutum*). *Agronomy Journal*, v.62, p.299-303, 1970.
- BENEDICT, C.R.; HALL, J.D.; KOHEL, R.J. Transport of ¹⁴C-photosynthate from source leaves to different aged cotton boll sinks. In: BELTWIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, 1973, Phoenix, Arizona. *Proceedings...* Memphis, Tennessee: National Cotton Council, 1973. p.45.
- BENEDICT, C.R.; KOHEL, R.J. Export of ¹⁴C-assimilate in cotton leaves. *Crop Science*, v.15, p.367-372, 1975.
- BENEDICT, C.R.; KOHEL, R.J.; SCHUBERT, A.M. Transport of ¹⁴C-assimilates to cotton-seed: integrity of funiculus during seed filling stage. *Crop Science*, v.16, p.23-27, 1976.
- ELMORE, C.D. Contributions to the capsule wall and bracts to the developing cotton fruit. *Crop Science*, v.13, p.751-752, 1973.
- GUINN, G. Abscission of cotton floral buds and bolls as influenced by factors affecting photosynthesis and respiration. *Crop Science*, v.14, p.291-293, 1974.
- KOHEL, R.J.; GLUECK, J.; ROONEY, L.W. Comparison of cotton germplasm collections for seed-protein content. *Crop Science*, v.25, p.961-963, 1985.
- LAGIERE, R. *EL ALGODON*. Barcelona: Blume, 1969 292p.
- LEFFLER, H.R. Development of cotton fruit. I. Accumulation and distribution of dry matter. *Agronomy Journal*, v.68, p.855-857, 1976.
- LEFFLER, H.R.; TUBERTINI, B.S. Development of cotton fruit. II. Accumulation and distribution of mineral nutrients. *Agronomy Journal*, v.68, p.858-861, 1976.
- LOWRY, O.H.; ROSEBROUGH, M.J.; FARR, A.L.; RAMDALL, R.J. Protein measurements with the folin phenol reagent, *Journal Biological Chemistry*, v.193, p.265-275, 1951.
- MASSON, T.G. Growth and abscission in sea island cotton. *Annals of Botany*, v.36, p.457-483, 1922.
- MAUNEY, J.R.; GUINN, G.; FRY, K.E.; HESKETH, J.D. Correlation of photosynthetic carbon dioxide uptake and carbohydrate accumulation in cotton, soybean, sunflower, and sorghum. *Photosynthetica*, v.13, p.260-266, 1979.
- MAUNEY, J.R.; GUINN, G.; HESKETH, J.D.; FRY, K.E.; RADIN, J.W. Inhibition of photosynthesis by leaf starch. In: BELTWIDE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, 1976, Las Vegas, Nevada. *Proceedings*. Memphis, Tennessee: National Cotton Council, 1976. p.60.
- MCARTHUR, J.A.; HESKETH, J.D.; BAKER, D.N. Cotton. In: EVANS, E. *Crop Physiology*. London: Cambridge University Press, 1976. p.297-325.
- MCCREADY, R.M.; GOGGOLZ, A.; SILVEIRA, V.; OWENS, H.S. Determination of starch and amylose in vegetables; application to peas. *Analytical Chemistry*, v.22, p.1156-1158, 1950.

- MORRIS, D.A. Photosynthesis by the capsule wall and bracteoles of the cotton plant. **Empire Cotton Growing Review**, v.42, n.1, p.49-51, 1965.
- 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.
- SOUZA, J.G. de; SILVA, J.V. da. Partitioning of carbohydrates in annual and perennial cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Journal of Experimental Botany**, v.38, p.1211-1218, 1987.
- TUCKER, T.C.; TUCKER, B.B. Nitrogen nutrition. In: ELLIOTT, F.C. et al. **Advances in production and utilization of quality cotton; principles and practices**. Ames: Iowa Univ. Press., 1968. p.183-211.