

# Interceptação de luz, matéria seca e área foliar de linhagens de algodoeiro herbáceo<sup>1</sup>

Canopy light interception, dry weight and leaf area of upland cotton lines

Analice Fernandes da Silva<sup>2</sup>, Fanuel Pereira da Silva<sup>3</sup>, João Bosco Pitombeira<sup>3</sup>,  
Levi de Moura Barros<sup>4</sup> e Ana Paula Leite Bezerra<sup>5</sup>

## RESUMO

O desenvolvimento de novas variedades de algodoeiro herbáceo, *Gossypium hirsutum* L., contendo características morfológicas diferenciadas, poderá ajudar a minimizar os riscos de frustração das safras provocadas por insetos e doenças. O programa de melhoramento genético conduzido pela Universidade Federal do Ceará desenvolveu oito linhagens experimentais contendo mutantes morfológicas para forma de folha, tipo de bráctea e cor da planta. Os objetivos da presente pesquisa foram avaliar os padrões de crescimento e a quantidade de interceptação de luz de oito linhagens experimentais do programa mencionado. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída de quatro linhas, com trinta plantas espaçadas de 0,8 x 0,2 m. As linhagens com as combinações folha normal, bráctea frego e cor verde apresentaram a maior percentagem de interceptação de luz, com valor igual a 45,3% aos 90 dias após o plantio, enquanto a linhagem com as combinações folha okra, bráctea frego e cor verde apresentou o menor percentual, em torno de 22%. Com relação a matéria seca, a cultivar CNPA-7H usada como testemunha, apresentou 87 gramas/planta, enquanto a linhagem com folha okra, bráctea frego e cor verde, com apenas 48 gramas/planta. Todas as linhagens com folha okra apresentaram menores áreas foliares em todas as fases de avaliação.

**Termos para indexação:** *Gossypium hirsutum*, folha okra, bráctea frego, planta vermelha, mutantes.

## ABSTRACT

The development of new cultivars of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. with the mutants okra leaf (L<sup>0</sup>), frego bract (fg) and red plant color (R<sub>1</sub>) may help to minimize the harvest lost caused by insects damages. The cotton breeding program conducted by the Universidade Federal do Ceará, Brazil developed eight experimental lines containing mutants for leaf shape, bract type and red plant body. The objectives of this study were to determine the canopy light interception, plant dry weight and leaf area of the lines described above. The experimental design utilized was a randomized complete blocks with nine treatments and four replications. Each experimental plots had four lines with 30 plants in each arranged in a 0,8 x 0,2 m spacing. The lines with combination normal leaf, frego bract and green plant body showed the greatest percentage of light interception (45,8%) at the 90 days after planting, while the line with okra leaf, frego bract and green plant body, showed the least percentage (22%). At 90 after planting, the check variety showed 87 grams/plant of dry weight, while the line with okra leaf, frego bract and green plant body only 48 grams/plant. All lines containing okra leaf showed the lowest leaf area in all stages of evaluation.

**Index terms:** Upland cotton, okra leaf, frego bract, red plant, mutants.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em: 05/04/2004.

Aprovado em: 19/10/2004.

<sup>2</sup> Engo. Agro. M.Sc. em Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, aninhagro@hotmail.com

<sup>3</sup> Engo. Agro. Ph.D.. Universidade Federal do Ceará, fanuel@ufc.br; pitomba@ufc.br

<sup>4</sup> Engo. Agro. Doutor. Embrapa-CNPAT; levi@embrapa.cnpat.br

<sup>5</sup> Estudante de Mestrado em Fitotecnia, UFC. paulinha103@yahoo.com.br

## Introdução

A análise de crescimento é definida como sendo um método descritivo das condições morfofisiológicas das plantas e estuda a dinâmica da produção fotossintética (Magalhães, 1979). Ela se baseia, fundamentalmente, no fato de que cerca de 90% da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento resulta da atividade fotossintética (Benincasa, 1986). De acordo com o autor, do ponto de vista agrônomo, a análise de crescimento atende àqueles pesquisadores que estão interessados em conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie, de forma a poder selecioná-los para melhor atender aos seus objetivos ou mesmo aplicá-los em programas de melhoramento genético.

O conhecimento da relação entre características de crescimento e desenvolvimento da planta com componentes do rendimento dos genótipos é determinante para a definição de um tipo de planta mais produtiva (Costa e Navarro Jr., 2002).

A área foliar de uma cultura é conhecida como sendo um parâmetro indicativo de produtividade, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e a sua conversão em energia química (Favarin et al., 2002). Desta forma, a superfície foliar de uma planta é a base do rendimento de uma cultura (Pereira et al., 1997). O conhecimento deste parâmetro permite a estimativa da perda de água, já que as folhas são os principais órgãos participantes no processo da transpiração, sendo também responsáveis pelas trocas gasosas com o ambiente.

Alves et al. (1997) avaliaram a influência da área foliar sobre a abertura dos capulhos de genótipos de algodão com folha normal, folha intermediária e folha okra e constataram que o genótipo com folha okra diferiu significativamente dos demais por apresentar a maior percentagem de capulhos sadios (73,69%) e uma menor percentagem de carimã. Este genótipo também apresentou a menor área foliar, tendo atingido um valor próximo a 2.000 cm<sup>2</sup> por planta, enquanto os genótipos com folha normal e intermediária alcançaram 4.000 cm<sup>2</sup> de área foliar.

De acordo com Azevedo et al. (1999) a curva de crescimento do algodoeiro herbáceo caracteriza-se por um início lento e uma fase de crescimento quase linear, muito rápida, que termina no

início da floração e que o algodoeiro para germinar, crescer, desenvolver-se e produzir economicamente depende, basicamente de três fatores climáticos: umidade, temperatura e luminosidade. Para estes autores, a luminosidade é um fator climático de fundamental importância para o crescimento, desenvolvimento e produção do algodoeiro, exercendo ainda função básica sobre o potencial produtivo dessa malvacea.

Os trabalhos de Karami e Weaver Jr., (1972) sobre análise de crescimento em algodoeiro herbáceo, com diferentes formas e cores de folhas, mostraram que não houve interação significativa entre os caracteres cor e forma de folha. No entanto, os autores encontraram efeito significativo na produção total em plantios muito adensados.

Após a introdução do conceito de área foliar pelos fisiologistas houve melhora no entendimento da competição em uma comunidade vegetal quanto à luminosidade, pois este parâmetro expressa a relação entre a área foliar e a área do solo compreendida pela cultura, medindo assim o tamanho do sistema assimilatório (Carvalho, 1995).

Em condições satisfatórias de cultivo, geralmente uma comunidade algodoeira atinge o valor de área foliar igual a 1 após seis a oito semanas de emergência das plantas. As cultivares de ciclo intermediário podem chegar ao valor de 5 após cinco a seis semanas (Beltrão e Azevedo, 1993).

Segundo Ashley et al. (1965), há uma correlação estreita entre a produtividade da cultura e a quantidade de folhas presente no início do crescimento. Os autores citados encontraram uma correlação negativa entre o índice de área foliar e o número de capulhos quando se considera o período final de crescimento e do desenvolvimento das plantas.

No algodoeiro de crescimento indeterminado, frutos em crescimento junto de folhas velhas, não apresentam uma sincronia entre as fontes e os drenos úteis do ponto de vista econômico (Constable e Rawson, 1980; Wullschleger e Oosterhuis, 1990). O tamanho e o número de folhas por planta, bem como a área foliar por planta são características de elevada herdabilidade. Como as folhas são pouco distantes, elas promovem um maior ângulo de oclusão da luz, conseqüentemente, diminuindo a taxa fotossintética do estande de plantas e proporcionando baixa taxa de crescimento da cultura (Keim et al., 1985).

O objetivo do presente trabalho foi verificar a percentagem de interceptação de luz e o comporta-

mento de crescimento de oito linhagens de algodoeiro envolvendo as características folha okra, bráctea frego e cor vermelha da planta, na intenção de identificar combinações que possam ser úteis aos melhoristas desta malvácea.

## Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de junho a outubro de 2001, em área pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, apresentando as seguintes coordenadas geográficas: 3° 44' 00" latitude S e 38° 33' 00" longitude W Greenwich.

O material vegetal utilizado no presente estudo constou de oito linhagens mutantes morfológicas e a cultivar CNPA-7H usada como testemunha. As linhagens foram obtidas a partir do cruzamento entre mutante bráctea frego encontrada num campo comercial de algodoeiro herbáceo, em Patos-PB, uma cultivar americana, Stoneville 7A portadora de folha okra, e uma linhagem oriunda do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão-Campina Grande-PB, introduzida dos Estados Unidos da América, denominada de planta vermelha (PV), pois todas as suas partes contêm cores avermelhadas. O trabalho que originou as linhagens foi iniciado no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará, em 1995. Os genótipos identificados com relação às características morfológicas estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** - Descrição fenotípica e genotípica de linhagens mutantes morfológicas de algodoeiro herbáceo e da cultivar CNPA-7H. Fortaleza-CE. 2003.

Fenótipos	Genótipos
1- Folha normal, bráctea normal e cor verde (aBd)	$(l_2 l_2 F_g F_g r_1 r_1)$
2- Folha normal, bráctea normal e cor vermelha (aBD)	$(l_2 l_2 F_g F_g R_1 R_1)$
3- Folha normal, bráctea frego e cor vermelha (abD)	$(l_2 l_2 f_g f_g R_1 R_1)$
4- Folha normal, bráctea frego e cor verde (abd)	$(l_2 l_2 f_g f_g r_1 r_1)$
5- Folha okra, bráctea normal e cor verde (ABd)	$(L_2^0 L_2^0 F_g F_g r_1 r_1)$
6- Folha okra, bráctea normal e cor vermelha (ABD)	$(L_2^0 L_2^0 F_g F_g R_1 R_1)$
7- Folha okra, bráctea frego e cor vermelha (AbD)	$(L_2^0 L_2^0 f_g f_g R_1 R_1)$
8- Folha okra, bráctea frego e cor verde (Abd)	$(L_2^0 L_2^0 f_g f_g r_1 r_1)$
9- Cultivar CNPA-7H (folha normal, bráctea normal e cor verde)	$(l_2 l_2 F_g F_g r_1 r_1)$

O preparo da área para o plantio constou de uma roçagem, seguida por duas gradagens cruzadas. O plantio foi realizado manualmente, colocando-se 5 sementes por cova. Trinta dias após o plantio procedeu-se o desbaste, deixando-se uma planta por cova. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 9 tratamentos e 4 repetições.

Cada parcela experimental foi representada por 4 fileiras, com 30 plantas por fileira, sendo considerada como área útil as duas fileiras centrais.

O espaçamento adotado foi de 0,80 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas.

As análises físicas e químicas do solo foram realizadas no Laboratório do Departamento de Ciências do Solos da Universidade Federal do Ceará, conforme metodologia descrita no manual de métodos e análise de solo (Embrapa, 1997). A fórmula de adubação sugerida foi 80-50-30. O nitrogênio foi aplicado em 3 parcelas, sendo 20 kg.ha<sup>-1</sup> 15 dias após o plantio, 30 kg.ha<sup>-1</sup> no aparecimento dos primeiros botões florais e 30 kg.ha<sup>-1</sup> na floração. Todo

o fósforo e 15 kg.ha<sup>-1</sup> de potássio foram aplicados aos 15 dias após o plantio. O restante do potássio foi aplicado no aparecimento dos primeiros botões florais juntamente com o nitrogênio.

A irrigação da área experimental foi feita por aspersão convencional, utilizando-se 9 aspersores, com turno de rega semanal, até o início da maturação dos capulhos.

As capinas foram realizadas manualmente sempre que o nível de infestação das ervas daninhas davam sinais de competição com a lavoura. Não foi necessária aplicação de inseticida.

As avaliações foram realizadas em 10 plantas, selecionadas ao acaso dentro da área útil de cada parcela.

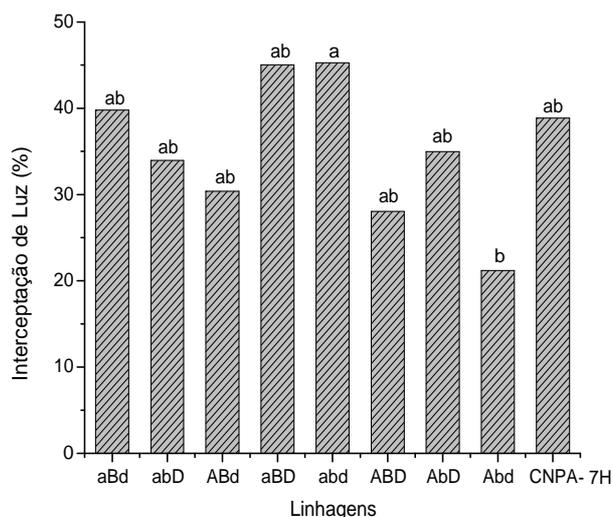
Para se obter uma média da percentagem da luz solar, foram feitas duas medidas, aos 60 e 90 dias após o plantio (DAP). Para esse procedimento, utilizou-se uma régua de 80 cm, a qual foi dividida em quatro partes de 20 cm de modo que se fizesse cinco leituras. A régua foi colocada no sentido perpendicular à linha de plantio e, em seguida, foram feitas as leituras, sendo quatro leituras nas entrelinhas e uma no colo da planta. Foi feita uma leitura acima da planta e, em função dessa leitura, calculou-se a percentagem de radiação. Todas as leituras foram realizadas no horário entre onze e treze horas, sempre sem a presença de nebulosidade. O aparelho utilizado nessa avaliação foi o fotômetro de fabricação alemã, modelo Panlux, com capacidade para medir até 12 x 10<sup>4</sup> lux.

Para determinação da matéria seca, as plantas foram coletadas e levadas para o laboratório em sacos de papel devidamente identificados, para determinação do peso seco. O material foi colocado numa estufa a 80°C durante 24 horas, tempo suficiente para atingir o peso seco constante. A área foliar foi determinada através do método da quadrícula (Cock, 1976). Para essa determinação utilizou-se dispositivo constituído por uma base de madeira com dimensão de 50 x 80 cm, com a parte inferior confeccionada em isopor, e a parte superior com vidro transparente. A parte de vidro era marcada com quadrículas de 2 cm de lado. As folhas, sem os pecíolos foram dispostas sobre a superfície de isopor, lado a lado, tendo-se o cuidado para uma não sobrepor a outra, sendo comprimidas com a moldura de vidro. Em seguida, contou-se o número de vértices das quadrículas que se sobrepunham a área das folhas dispostas na prensa. A área foliar foi determinada multiplicando-se o número de áreas superpostas a área foliar por 4 cm<sup>2</sup> (área unitária de cada quadrícula).

## Resultados e Discussão

### Percentagem de interceptação de luz aos 60 e 90 DAP

Aos 60 DAP, embora não tenha sido detectada diferenças, a linhagem folha normal, bráctea frego e cor verde abd, apresentou a maior taxa de interceptação de luz (65%), seguida da linhagem folha normal, bráctea normal e cor vermelha aBD (54,7%), enquanto que na linhagem folha okra, bráctea frego e cor verde Abd foi constatada a menor percentagem (34,61%). Aos 90 DAP (Figura 1), os dados indicam diferenças estatisticamente significativas com relação à percentagem de luz. Essas diferenças entre as linhagens abd e Abd, com relação às percentagens de interceptação de luz podem ter sido ocasionado pelo formato da folha (normal vs. okra), pois esta característica é a única a diferenciar as duas linhagens. Por outro lado, as linhagens aBD e Abd, embora não tenham se diferenciado significativamente em relação ao parâmetro mencionado, os dados indicam efeitos cumulativos das mutações formato de bráctea e cor da planta.



**Figura 1-** Percentagem de interceptação de luz aos 90 DAP em linhagens mutantes de algodoeiro herbáceo e a cultivar CNPA-7H. Fortaleza-CE, 2003. Legenda (a = folha normal; A = folha okra; b = bráctea frego; B = bráctea normal; d = cor verde e D = cor vermelha da planta).

O algodoeiro é uma planta do tipo C<sub>3</sub>, com elevada taxa de fotorrespiração e alto ponto de compensação de CO<sub>2</sub>, sendo portanto sensível a falta de luminosidade (Rosolem, 1999). Os resultados encontrados nesta pesquisa mostram que os mutantes com

folha okra apresentaram menor interceptação de luz, e isso pode afetar negativamente caracteres agrônômicos relacionados com a produtividade.

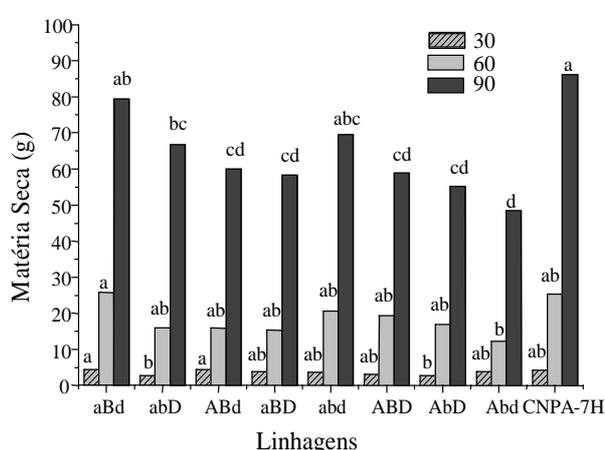
Do ponto de vista da captura, interceptação e distribuição da radiação solar no algodoeiro herbáceo, em especial da faixa espectral de 400 a 700 nm no dossel vegetal, principalmente se a planta é portadora de folha normal, são consideradas ineficientes em virtude de apresentar a estrutura do dossel extremamente planofoliar (Hearn, 1976). Dessa forma, a luz que sofre gradiente energético ao longo do dossel é capturada principalmente pelas folhas superiores, ficando pouca energia para as folhas do interior da copa e partes baixas do dossel.

### Produção de matéria seca aos 30, 60 e 90 DAP

A produção de matéria seca entre os mutantes aos 30, 60 e 90 DAP foi significativamente diferente aos níveis de 5 e 1% de probabilidade (Figura 2). A maior quantidade de matéria seca aos 30 dias após o plantio foi produzida pelas linhagens folha normal e cor verde aBd, folha okra, bráctea normal e cor verde ABd, diferindo estatisticamente das linhagens folha okra, bráctea frego e cor vermelha AbD e folha okra, bráctea frego e cor verde Abd. Aos 60 dias após o plantio, maior desempenho foi para a linhagem folha normal, bráctea normal e cor verde aBd, seguido da cultivar CNPA-7H (25, 78 e 25, 39 g), respectivamente. Estes resultados mostram que dos 30 aos 60 DAP, houve um incremento na quantidade de matéria seca de 82,81% e 83,45% na linhagem aBd e na cultivar testemunha, respectivamente. No entanto, as mesmas diferiram significativamente apenas da linhagem Abd, associado a folha okra, bráctea frego e cor verde da planta, que expressou-se mais negativamente. Analisando os resultados aos 90 DAP, podemos observar uma grande variação no comportamento dos genótipos. Nesta fase de avaliação, a cultivar CNPA-7H destacou-se entre as demais, mas não diferiu estatisticamente das linhagens aBd e abd. A linhagem ABd apresentou comportamento semelhante ao observado nas outras épocas de avaliação, ou seja, obteve menor quantidade de matéria seca, o que mostra menos eficiência desse genótipo para o parâmetro em estudo.

A matéria seca total acumulada pelas plantas que fazem parte da população de uma cultura é o resultado da fotossíntese que se processa no dossel, sendo associado ao índice de colheita. Deste modo, esta matéria seca acumulada em determinada área é

o resultado da transformação da radiação incidente (Portal do Campo, 2003). Alves (1998) encontrou o valor para matéria seca da parte aérea de 99,3 g.planta<sup>-1</sup> para a linhagem REBA-Okra nas condições de Viçosa-MG. No referido trabalho, a variedade CNPA-Precoce 1 apresentou peso de matéria seca inferior ao da linhagem Reba-okra. O autor atribuiu esse resultado ao fato de que a variedade CNPA-Precoce 1 tem crescimento mais determinado porte baixo e pequena área foliar. Os valores encontrados no presente trabalho variaram de 48 a 85 g.planta<sup>-1</sup>, respectivamente. A planta mais vigorosa produz mais matéria seca, no entanto, a maior quantidade de matéria seca não implica, necessariamente, em uma maior produção de capulhos.

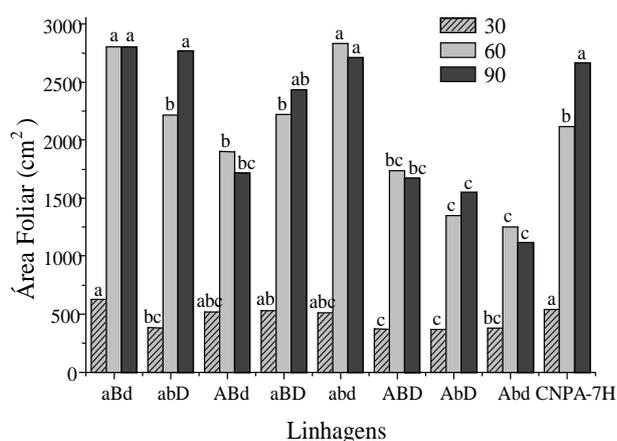


**Figura 2** - Matéria seca aos 30, 60 e 90 DAP em linhagens mutantes de algodoeiro herbáceo e a cultivar CNPA-7H. Fortaleza-CE, 2003. Legenda (a = folha normal; A = folha okra; b = bráctea frego; B = bráctea normal; d = cor verde e D = cor vermelha da planta).

### Área foliar aos 30, 60 e 90 dias após o plantio

Os dados referentes a área foliar contidos na Figura 3, indicam diferenças para este parâmetro em todas as fases de avaliação. Aos 30 dias após o plantio, observou-se que a linhagem aBd = 631 cm<sup>2</sup> e a cultivar CNPA-7H = 542 cm<sup>2</sup> apresentaram maior área foliar, embora diferindo estatisticamente apenas das linhagens Abd = 383 cm<sup>2</sup>, ABD = 372 cm<sup>2</sup>, AbD = 370 cm<sup>2</sup>, e abd = 384 cm<sup>2</sup>. A linhagem abd, mesmo tendo folha normal, mostrou-se com área foliar reduzida, apesar de ter um porte relativamente alto. Este comportamento pode ter sido influenciado pelo tipo de bráctea e pela cor da planta (okra e vermelha), havendo uma tendência para redução da

área foliar nos genótipos com folha okra, exceto na linhagem **AbD**. Em termos de percentagem nesta fase de avaliação, constatou-se um decréscimo de 41,25% em relação a linhagem que apresentou maior área foliar. Para as avaliações efetuadas aos 60 dias após o plantio, os maiores valores encontrados foram  $abd = 2836 \text{ cm}^2$  e  $aBd = 2807 \text{ cm}^2$ , que diferiram estatisticamente dos demais tratamentos.



**Figura 3** - Área foliar em linhagens mutantes de algodoeiro herbáceo e a cultivar CNPA-7H 30, 60 e 90 DAP. Fortaleza-CE, 2003. Legenda (a = folha normal; A = folha okra; b = bráctea frego; B = bráctea normal; d = cor verde e D = cor vermelha da planta).

Os menores valores continuaram com as linhagens  $ABd = 1738 \text{ cm}^2$ ,  $AbD = 1352 \text{ cm}^2$  e  $Abd = 1255 \text{ cm}^2$ . Mais uma vez observou-se uma redução no valor da área foliar para o caráter folha okra, principalmente quando associado a bráctea frego. Aos 90 dias após o plantio, a maior área foliar foi novamente observada na linhagem **aBd**, e os menores resultados foram semelhantes aos encontrados aos 30 e 60 dias após o plantio. Nesta fase de avaliação foi observado que alguns genótipos apresentaram uma menor área foliar em comparação aos 60 dias. Este resultado pode estar relacionado ao fato de que no algodoeiro herbáceo as folhas tem pequena duração, podendo, a partir dos 80 dias haver uma drástica redução no número de folhas por planta. As folhas são órgãos fotossintetizantes mais ativos nas plantas, sendo, também, o principal lugar de produção da matéria seca e isso leva alguns pesquisadores a enfatizar a importância do desenvolvimento da área foliar (Ibrain e Buxton, 1981). Os referidos autores encontraram diferenças significativas nas taxas de crescimentos das áreas das folhas entre os tipos normal e super okra.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que algumas linhagens poderiam ser úteis para alguns caracteres, com a inclusão dos mesmos em cruzamentos futuros de programas de melhoramento.

## Conclusões

A percentagem de interceptação de luz é influenciada pelo tipo de folha;

A quantidade de matéria seca é influenciada por todas as características morfológicas, principalmente quando a folha okra está associada a bráctea frego;

A folha okra e bráctea frego afetam a área foliar, enquanto a coloração da planta não interfere nesse parâmetro.

## Referências Bibliográficas

ALVES, J. M. A.; SEDIYAMA, T.; SAMPAIO, N. F. Influência da área foliar na abertura dos capulhos de genótipos de algodão, *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1., 1997, Fortaleza. **Anais...** EMBRAPA-CNPA, 1997. p.58-60.

ALVES, J. M. A. **Contribuição do caráter okra nos fatores relacionados à produção do algodoeiro herbáceo.** 1998. 92 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ASHLEY, D. A.; DOSS, B. D.; BENNETT, O. L. Relation of cotton leaf index to plant growth and fruiting. **Agronomy Journal**, Madison. v.57, p.61-64, 1965.

AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J.; NÓBREGA, L. D. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Org). **O agronegócio do algodão no Brasil.** Brasília: Embrapa. Comunicação para transferência de Tecnologia, p.509-551. 1999.

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. **Defasagem entre produtividade real e potencial do algodoeiro herbáceo: limitações morfológicas e ambientais.** Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1993. p.108. (EMBRAPA-CNPA. Documento 39).

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1986. 41p.
- CARVALHO, W. P de. **Efeito da densidade de plantio em cultivares de feijão de corda (*Vigna unguiculata* (L) Walp) sob condições de irrigação**. 1995. 134 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- COCK, J. H. Characteristics of high yielding cassava varieties. **Experimental Agriculture**, v.12, n.2, p.135-143, Great Britain, UK (Reino Unido), Abril. 1976.
- CONSTABLE, G. A.; RAWSON, H. M. Effects of leaf position, expansion and age on photosynthesis, transpiration and water use efficiency of cotton. **Australian Journal Plant Physiology**, Melbourne. v.7, n.1, p.89-100, Fev. 1980.
- COSTA, J. A.; NAVARRO JÚNIOR, H. M. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção em grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.37, n.3, p.269-274, Mar. 2002.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: CNPS / EMBRAPA, 1997. 212 p.
- FAVARIN, J. L.; NETO, D. D.; GARCIA, A. G.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G.G. Equações para a estimativa do índice de área foliar para o cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.27, n.6, p.769-773, Jun. 2002.
- HEARN, A. B. Crop physiology. In: ARNOLD, M. H. (Ed.). **Agricultural research for development; the namulonge contribution**. London: Cambridge University Press, p.227-295.1976.
- IBRAIN, M. E.; BUXTON, D. R. Early vegetative of cotton as influenced by leaf type. **Crop Science**, Madison. v.21, n.5, p.639-643, Set/Out. 1981.
- KARAMI, E.; WEAVER, J. B. Growth analysis of American upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. with different leaf shapes and colors. **Crop Science**, Madison. v.12, p.317-320, Mai/Jun. 1972.
- KEIM, K. R.; QUISENBERRY, J. E.; RAY, C. A. Heritability of leaf characteristics in upland cotton. **Crop Science**, Madison. v.25, p.291-293, Jan/Fev. 1985.
- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa de crescimento. IN: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Editora pedagógica universitária, 1979. p.331-50.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: Fealq, 1997. 183p.
- PORTAL DO CAMPO. **Exigências básicas para a produção do algodoeiro**. Disponível em : < <http://www.desenvolvimentoagrario.gov.br/espaco/pcampo/pcampo.html>. > acesso em 13/fev./2003.
- ROSOLEM, C. A. **Ecofisiologia e manejo cultural do algodoeiro**. Mato Grosso: EMBRAPA; Fundação Mato Grosso, 1999. 182p. (Boletim n.3).
- WULLSCHLEGER, S.D.; OOSTERHUIS, D. M. Photosynthetic carbon production and use by developing cotton leaves and bolls. **Crop Science**, Madison. v.30, p.1259-1264, Nov/Dez. 1990.