

COMPARAÇÃO DAS TAXAS DE FOTOSSÍNTESE LÍQUIDA, RESISTÊNCIA ESTOMÁTICA E PRODUTIVIDADE DE DUAS CULTIVARES DE ALGODOEIRO SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO¹

CELSO JAMIL MARUR²

RESUMO - Trabalho conduzido no Instituto Agronômico do Paraná, em Londrina, PR, no qual comparou-se as cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) IAC 17 e IAC 20, submetidas às condições de disponibilidade normal de água (tratamento-testemunha) e de estresse hídrico (tratamento estressado), durante os primeiros 25 dias de florescimento. Durante este período, efetuaram-se medições da taxa de fotossíntese líquida (TFL) e da resistência estomática (RE) em folhas individuais e, ao final, do potencial da água na folha. Ao final do ciclo, comparou-se a produtividade e alguns de seus componentes. As TFL e RE, plotadas como função da radiação fotossinteticamente ativa, foram ajustadas através da função polinomial assimétrica $Y = a + b\sqrt{X} + cX$. Nos tratamentos-testemunhas e estressado não foram encontradas diferenças significativas, a 5%, entre as duas cultivares, com relação a TFL, RE e potencial da água na folha. Para o comprimento da fibra, número de capulhos por m² e produtividade, observaram-se diferenças significativas somente entre os tratamentos testemunha e estressado. Pode-se concluir que não houve diferença no comportamento das duas cultivares quando submetidas à condição de estresse hídrico no período estudado.

Termos para indexação: *Gossypium hirsutum*, potencial da água na folha, função polinomial assimétrica, caracteres tecnológicos da fibra.

COMPARISON OF THE NET PHOTOSYNTHETIC RATE, STOMATAL RESISTANCE AND TOTAL YIELD OF TWO COTTON CULTIVARS SUBJECTED TO WATER STRESS

ABSTRACT - This study was conducted at Instituto Agronômico do Paraná, in Londrina, PR, Brazil. Comparison was made between two cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars, IAC 17 and IAC 20, subjected to normal and stressed soil water availability conditions, for 25 days from the flowering onset. During this period, net photosynthetic rates (NPR) and stomatal resistance (SR) were monitored for individual leaves and, at the end, leaf water potential was also monitored. At the end of the crop cycle, yield and some yield components were compared. NPR, as well as the SR, plotted as function of photosynthetically active radiation, were fitted through the function $Y = a + b\sqrt{X} + cX$. In normal and in stressed conditions, there were not statistical differences, at 5% level, between both cultivars with respect to NPR, SR and leaf water potential. With respect to fiber length, number of boll per m² and yield, statistical differences were found only between normal and stressed conditions. Thus, it can be concluded that there was no difference in behavior between both cultivars when subjected to water stress during the studied period.

Index terms: *Gossypium hirsutum*, leaf water potential, assimetric polynomial function, technological characteristic of fiber.

INTRODUÇÃO

A região algodoeira do estado do Paraná situa-se numa zona de transição climática, sujeita à ocorrência de estiagens em períodos correspondentes a importantes fases fenológi-

¹ Aceito para publicação em 1º de novembro de 1990. Trabalho desenvolvido com suporte parcial da Canadian International Development Agency - CIDA.

² Eng. - Agr., M.Sc., Fundação Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Caixa Postal 1331, CEP 86001 Londrina, PR.

cas dessa cultura. A ocorrência de estiagens já foi objeto de estudos (Caramori & Faria 1987), com a conseqüente caracterização do seu efeito sobre as principais culturas em plantio no Estado.

Embora o algodoeiro seja considerado uma espécie que apresenta um elevado grau de tolerância à deficiência hídrica em certas fases do seu desenvolvimento (Doorenbos & Kassam 1979), a produção no estado do Paraná tem sido prejudicada, em alguns anos, em função da ocorrência dessa adversidade climática.

A recomendação oficial de variedades de algodoeiro no Paraná é atribuída à Fundação Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR). A cultivar de algodoeiro IAC 17, ao ser recomendada no estado do Paraná, há mais de dez anos, aumentou a produtividade em aproximadamente 30% (Reis et al. 1985), propiciando, com isso, maior retorno ao setor produtivo. Devido a problemas fitossanitários e de qualidade tecnológica da sua fibra (baixa resistência), esta cultivar cedeu lugar à IAC 20, substituição que acabou ocorrendo em sua totalidade na safra 1987/88. Coincidentemente, naquele ano ocorreu uma estiagem de, aproximadamente 60 dias no início do ciclo da cultura, o que fez com que muitos produtores atribussem os sintomas de deficiência hídrica a uma possível susceptibilidade da cultivar, e não ao rigor da estiagem. Entretanto, os bons níveis de produção obtidos no final daquela safra desfizeram aquela impressão.

Uma variedade de algodoeiro deve atender aos segmentos da produção no campo, dos beneficiadores e das indústrias de fiação. Procurando atender ao segmento da produção, representado muitas vezes por pequenas propriedades, é interessante que um novo material, para ser recomendado, também seja testado sob condição de deficiência hídrica, para se evitar uma possível frustração de safra.

São vários os trabalhos que tratam das relações hídricas no algodoeiro; Boyer (1965), estudando plantas de algodoeiro em crescimento num meio simulando potencial hídrico de $-0,84$ MPa, verificou que as taxas de fotossíntese foram reduzidas em mais de 25%. Mu-

ramoto et al. (1965), estudando um grupo de variedades de algodoeiro, encontraram taxas de fotossíntese líquida entre 1,1 e 1,5 mg $\text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Num estudo comparativo, Inforzato & Fuzatto (1967) observaram uma possível maior resistência à seca na variedade de algodoeiro IAC 13-1. Keppler et al. (1973) citam que o crescimento do algodoeiro começou a ser afetado cerca de quinze dias após o início de um período de estresse de água. Bicloraí & Hopmans (1975) verificaram que, enquanto a diferença entre a temperatura do ar e da folha de plantas de algodão cultivadas em solo com potencial da água de $-0,02$ MPa foi de $0,5^\circ\text{C}$, em solo com potencial de $-1,6$ MPa, esta diferença foi de $2,5^\circ\text{C}$. Citam também que a taxa fotossintética das plantas num estado inicial de murchamento foi de apenas 30% das que se encontravam em condição hídrica normal. Jordan (1983) relata que a resistência estomática em folhas de algodoeiro varia numa faixa de 1 a 30 $\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$, dependendo da iluminação e do estado da água na planta.

Assim, o monitoramento dos parâmetros fisiológicos e ambientais permite o conhecimento do estado da planta, e possibilita a comparação do comportamento de diferentes materiais em relação a diferentes situações de umidade no solo.

O objetivo deste trabalho foi comparar as cultivares de algodoeiro IAC 17 e IAC 20 quando submetidas à condição de estresse hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Centro Experimental do IAPAR, em Londrina, PR ($23^\circ 23'S$, $51^\circ 11'W$ e 566 m de altitude), na safra 1988/89. A semeadura foi realizada em 16.09.88, em solo classificado como Latossolo Roxo Distrófico, com horizonte A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas sub-divididas; nas parcelas foram estudadas as condições normal (tratamento testemunha) e com deficiência hídrica (tratamento estressado), enquanto que nas sub-parcelas foram estudadas as cultivares de algodoeiro IAC 17 e IAC 20. Os quatro tratamentos tiveram 3 repetições.

As subparcelas constaram de 6 linhas de 8 m de comprimento, com espaçamento de 1 m; a área útil foi formada pelas duas linhas centrais.

A fim de proporcionar uma adequada condição de umidade no solo antes de iniciar-se o estresse na época desejada, efetuou-se uma irrigação de 35 mm em todos os tratamentos no dia 23.11.88.

Período do estresse

Estudou-se o efeito do estresse nas duas cultivares durante 25 dias, a partir do início do florescimento (24.11.88), fase esta tida como uma das mais críticas à deficiência hídrica, segundo Gridi-Papp (1965). O tratamento-testemunha foi mantido em condições de suficiente umidade no solo. Para a indução do estresse, as parcelas foram protegidas das precipitações pluviais ou irrigações, através de abrigos de plástico, com transmissividade de 90%. Depois de terminado o período de estresse, os abrigos protetores foram retirados e as parcelas passaram a receber novamente as precipitações pluviais.

Ao final do ciclo foram avaliados a produtividade, alguns dos seus componentes, e as características tecnológicas da fibra, através do teste F, a 5%. As colheitas foram realizadas em 20.02, 30.03 e 03.05.89.

Medições

Durante o período de estresse, a umidade do solo foi medida duas vezes por semana, através do método gravimétrico, nos primeiros 10 cm, bem como através de leituras com sonda de nêutrons (CPN Corp. modelo 503-R), previamente calibrada, nas profundidades de 25, 55, 85 e 105 cm. A cada dia, os valores obtidos nas diferentes profundidades foram integrados e obteve-se, ao final, a variação do volume de água armazenada no perfil de 120 cm de solo estudado.

A partir de uma semana antes e durante o período de estresse, realizaram-se medições da taxa de fotossíntese líquida (TFL) e da resistência estomática (RE) em plantas localizadas na área útil de cada subparcela; no final do período de estresse, efetuou-se a medição do potencial da água nas folhas.

As medidas da TFL em folhas individuais foram obtidas através de um sistema portátil de fotossíntese (LI-COR modelo 6200 e analisador de gás LI-6250), baseadas na mudança da concentração de dióxido de carbono numa câmara fechada. As medidas foram sempre realizadas na última folha verdadeira mais desenvolvida (normalmente a ante-penúltima

folha verdadeira da planta), completamente exposta à radiação solar; esta folha se posicionou inicialmente junto ao sétimo ramo frutífero. Foi utilizada uma câmara com volume de um litro, e a área foliar fotossintetizante foi de, aproximadamente, 14 cm²; o sistema foi programado para que as leituras fossem realizadas em 20 segundos. Na parte superior da câmara, encontra-se um sensor para medição de radiação fotossintética ativa (RFA); a câmara possui também termopares para medição da temperatura do ar e da lâmina foliar.

Entre um e dois minutos após a medida da TFL numa folha, procedeu-se à leitura da sua RE, através de um porômetro "Steady state" (LI-COR modelo 1600). As leituras foram realizadas somente na face inferior da folha. A fim de que as medições de TFL e RE fossem obtidas em densidades de radiação comparáveis, efetuou-se a intercalação da leitura de duas plantas por subparcela.

O potencial de água nas folhas foi obtido através de uma câmara de pressão (Soilmoisture Equipment Corp. modelo 3000). Estas medidas foram obtidas somente no final do período de estresse, a fim de evitar uma desfolha excessiva nas plantas.

Análise

Dwyer & Stewart (1986) relatam que as TFL, plotadas como função da RFA, podem ser ajustadas numa função hiperbólica retangular. No entanto, como esta função não se ajustou bem aos pontos observados no tratamento estressado, foi adotada, nos ajustes dos dois tratamentos, a função polinomial assimétrica.

$$Y = a + b \cdot \sqrt{X} + c \cdot X,$$

que é discutida por Pereira & Arruda (1987); esta função também foi adotada para ajuste dos pontos de RE. Deve-se ressaltar o fato de que ficou patente a similaridade do formato dos ajustes entre as duas funções (a hiperbólica retangular e a polinomial assimétrica) para os pontos de TFL obtidos no tratamento-testemunha (comparações não apresentadas no trabalho).

A fim de se verificar a similaridade, ou não, do comportamento das duas cultivares dentro de um tratamento ao longo de um dia, fez-se a comparação das suas linhas de regressão através do teste F, ao nível de 5%, discutido por Neter & Wasserman (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Taxa de fotossíntese líquida e resistência estomática

O tratamento-testemunha teve sempre o mesmo comportamento em relação à TFL e à RE ao longo do experimento (Fig. 1, 3-a, 4-a, 6-a e 7-a). Pode ser verificado que a máxima TFL foi de, aproximadamente, 1,5 mg CO₂.m⁻².s⁻¹, valor que se encontra na faixa obtida por Muramoto et al. (1965), numa densidade de fluxo de RFA em torno de 2000 μmol.m⁻².s⁻¹. A aplicação do teste F, ao nível de 5%, mostrou não ter havido diferença significativa entre as linhas de regressão das duas cultivares, em cada um dos diferentes dias, com relação à TFL, os valores calculados de F, nestas comparações, encontram-se na Tabela 1. Ao longo do dia, os valores de RE estiveram entre 2 a 3 s.cm⁻¹, e pode-se verificar uma proximidade bastante estreita entre os dados observados das duas cultivares.

Até 08.12.88, décimo-quarto dia após a última irrigação, não foram notadas diferenças entre os tratamentos estressado e testemunha, conforme pode ser verificado nas Fig. 1 e 2.

As leituras realizadas em 13.12.88 (décimo-nono dia após o início do estresse) indicam que as duas cultivares passaram a mostrar um aumento nos valores de RE no tratamento es-

tressado (Fig. 3-b). Como consequência, notou-se também uma acentuada redução na TFL das duas cultivares neste tratamento (Fig. 4-b). Nas leituras realizadas nos dias 15 e 18.12.88 (Fig. 5, 6-b e 7-b), observa-se que houve um gradativo aumento no estado de deficiência hídrica, verificado pelo aumento nos valores de RE, que chegaram próximos de 20 s.cm⁻¹, e por uma gradativa diminuição da TFL. Os valores de TFL no tratamento estressado, em 18.12.88, estiveram em torno de 30% dos observados no tratamento-testemunha, indicando uma redução maior que a observada por Boyer (1965), e semelhante à relatada por Bicloraí & Hopmans (1975).

Notou-se, nos dias 13, 15 e 18.12.88, que o efeito do estresse pa sou a ser sentido em valores de RFA a partir de, aproximadamente, 900 μmol.m⁻².s⁻¹, ocorridos em torno das oito horas da manhã. Em todos os casos, também

TABELA 1. Graus de liberdade (g.l.) e valores de F, ao nível de 5%, calculados nos testes de comparação entre as linhas de regressão das duas cultivares, para taxa de fotossíntese líquida (TFL) e resistência estomática (RE).

	TFL		RE	
	g.l.	F	g.l.	F
25.11.88 - Testemunha	2 e 19	2,61		
08.12.88 - Estressado	2 e 45	1,11		
13.12.88 - Testemunha	2 e 16	0,54		
13.12.88 - Estressado	2 e 19	2,61	2 e 28	0,50
15.12.88 - Estressado	2 e 21	0,58	2 e 21	2,40
18.12.88 - Testemunha	2 e 18	1,01		
18.12.88 - Estressado	2 e 35	1,35	2 e 34	0,45

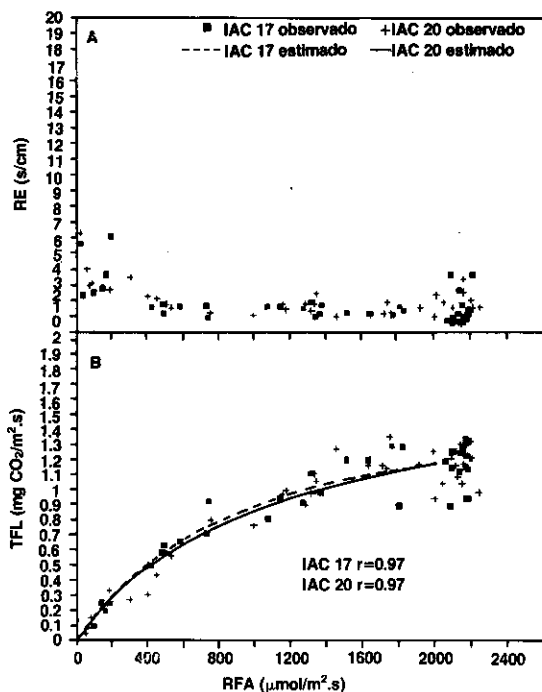


FIG. 1. Valores de resistência estomática RE (A) e de taxa de fotossíntese líquida TFL (B) plotados como função da radiação fotossinteticamente ativa RFA, observados no tratamento testemunha em 25.11.88.

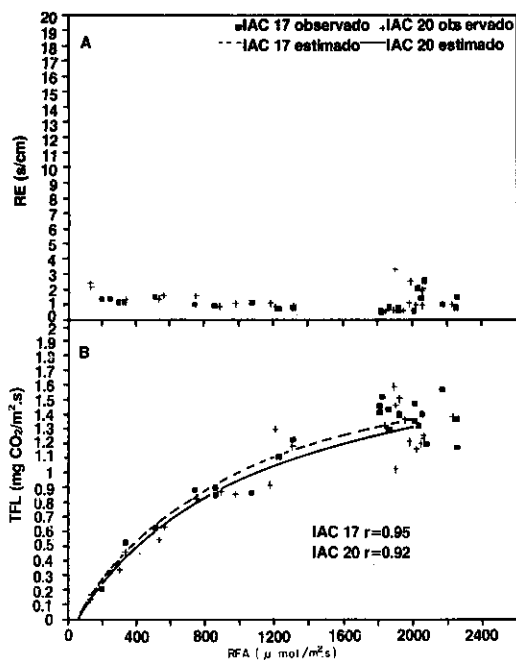


FIG. 2. Valores de resistência estomática RE (A) e de taxa de fotossíntese líquida TFL (B) plotados como função da radiação fotossinteticamente ativa RFA, observadas no tratamento estressado em 08.12.88.

TABELA 2. Coeficientes da equação $Y = a + b\sqrt{X} + cX$, ajustados para os valores de taxa de fotossíntese líquida (TFL) e resistência estomática (RE) plotados como função da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), obtidos com todos os dados observados das duas cultivares, nos correspondentes dias e tratamentos. Ao lado de cada um dos 3 coeficientes, encontram-se os seus desvios-padrão (s); r = coeficiente de correlação.

Dia	Tratamento	a	s	b	s	c	s	r
TFL								
25/11	Testemunha	-0,3058	0,0629	0,04834	0,00502	-0,00034	0,00009	0,96
08/12	Estressado	-0,5702	0,1609	0,06473	0,01144	-0,00048	0,00018	0,95
13/12	Testemunha	-0,0992	0,1926	0,02838	0,01467	-0,00009	0,00024	0,98
13/12	Estressado	-0,6615	0,1838	0,09963	0,01699	-0,00162	0,00035	0,87
15/12	Estressado	-0,0279	0,4161	0,18328	0,03091	-0,00275	0,00051	0,84
18/12	Testemunha	-0,4736	0,1806	0,05635	0,01267	-0,00042	0,00020	0,96
18/12	Estressado	-0,6417	0,1895	0,09439	0,01531	-0,00152	0,00027	0,74
RE								
13/12	Estressado	11,0901	1,569	-0,7982	0,14171	0,01612	0,00292	0,72
15/12	Estressado	29,3664	3,869	-1,9566	0,28736	0,03253	0,00471	0,83
18/12	Estressado	24,4835	3,628	-1,5629	0,29753	0,02711	0,00531	0,66

não foram encontradas diferenças significativas entre as duas cultivares quanto a TFL e à RE no tratamento estressado (Tabela 1).

Segundo Swamy & Mehta (1979), através da combinação de duas equações de regressão é possível obter estimativas mais eficientes do que as baseadas em cada uma separadamente. Assim, como em nenhuma das situações houve diferença significativa entre as duas cultivares, efetuou-se o ajustamento de uma única equação nos correspondentes dias e tratamentos. Os coeficientes de cada uma das funções, seguidos de seus desvios-padrão, podem ser observados na Tabela 2.

Potencial da água na folha, temperaturas e consumo de água

Na Tabela 3 encontram-se os valores do potencial da água na folha. Nota-se que estes foram inferiores no tratamento estressado mas, novamente, sem diferença entre as duas cultivares.

Na Fig. 8 observam-se as temperaturas do ar e das folhas (médias das duas cultivares) obtidas no dia 18.12.88, onde se verifica que o diferencial encontrado foi próximo do citado por Bicloraí & Hopmans (1975).

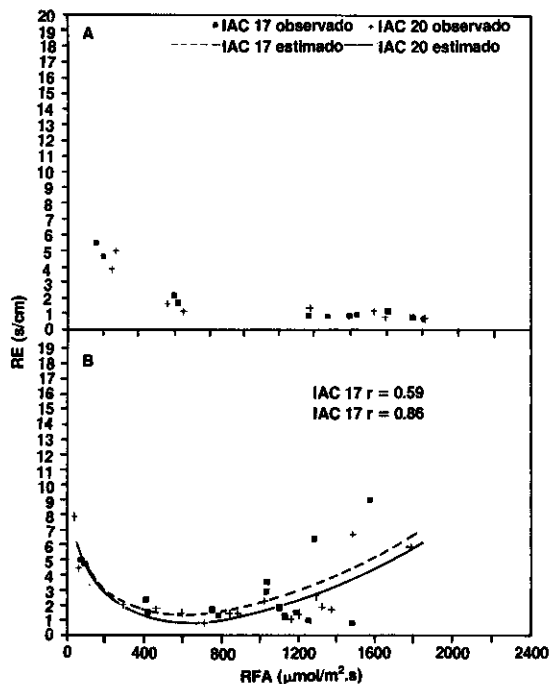


FIG. 3. Valores de resistência estomática RE plotados como função da radiação fotossinteticamente ativa RFA, observados nos tratamentos testemunha (A) e estressado (B) em 13.12.88.

TABELA 3. Valores do potencial da água na folha, em MPa, nos diferentes tratamentos, obtidos ao longo do dia 18.12.88.

Horário	Tratamentos			
	Testemunha		Estressado	
	IAC 17	IAC 20	IAC 17	IAC 20
9:00 h	-0,64	-0,69	-1,88	-1,93
9:45 h	-0,75	-0,80	-2,40	-2,42
11:00 h	-0,93	-0,97	-3,13	-3,34
14:00 h	-1,11	-1,02	-3,31	-3,34
17:00 h	-1,21	-1,14	-3,52	-3,48

Ao longo do período de estresse, não houve diferença no consumo de água entre as duas cultivares, o qual, até o final do período, foi de 70 mm para cada cultivar.

Características tecnológicas da fibra e produtividade

Entre as características tecnológicas, ocorreram diferenças significativas no comprimento e na resistência da fibra. O comprimento foi afetado no tratamento estressado (Tab. 4-a), o que está de acordo com Tharp (1960). Quanto à resistência, a diferença significativa ocorreu somente entre as cultivares (Tab. 4-b), com os maiores valores apresentados pela cultivar IAC 20.

O efeito dos tratamentos estudados com relação à produtividade e alguns dos seus componentes pode ser observado na Fig. 9. Na primeira apanha, e quando se somaram as três

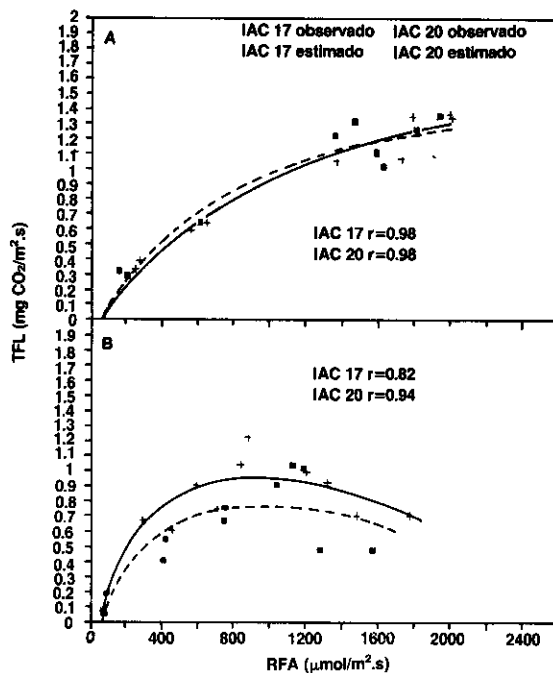


FIG. 4. Valores de taxa de fotossíntese líquida TFL plotados como função da radiação fotossinteticamente ativa RFA, observados nos tratamentos testemunha (A) e estressado (B) em 13.12.88.

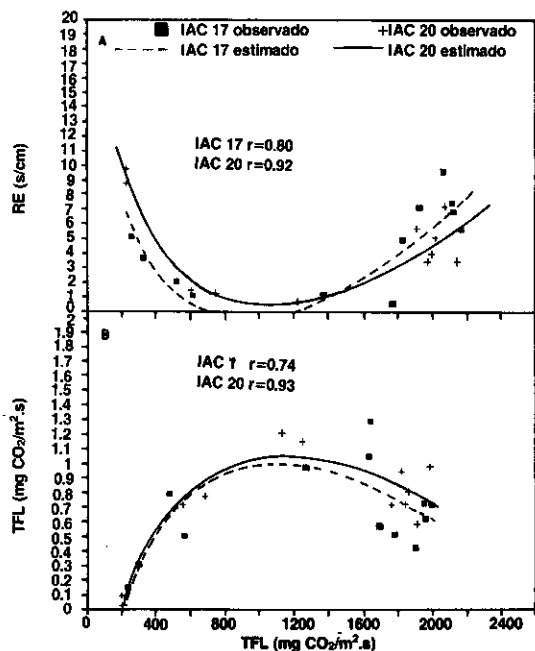


FIG. 5. Valores de resistência estomática RE (A) e de taxa de fotossíntese líquida TFL (B) plotados como função da radiação fotossinteticamente ativa RFA, observadas no tratamento estressado em 15.12.88.

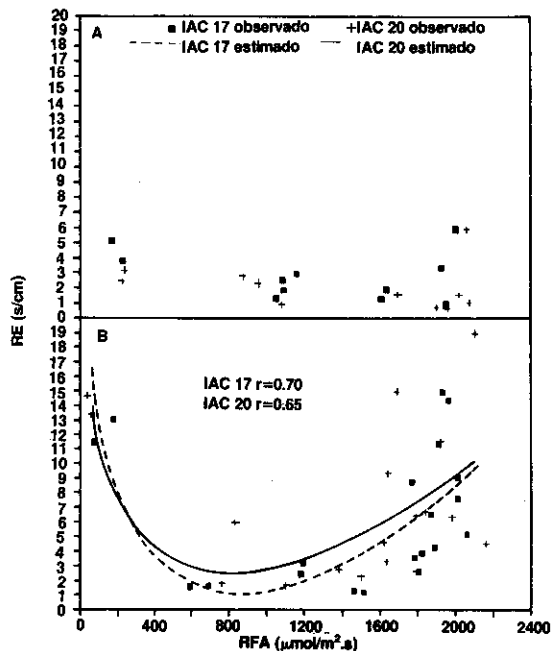


FIG. 6. Valores de resistência estomática RE plotados como função da radiação fotossinteticamente ativa RFA, observados nos tratamentos testemunha (A) e estressado (B) em 18.12.88.

TABELA 4. Valores das características tecnológicas da fibra nos tratamentos testemunha e estressado (A), e nas cultivares IAC 17 e IAC 20 (B). (Asteriscos ao lado dos valores de F e diferentes letras nos tratamentos indicam haver diferença significativa ao nível de 5%), CV = coeficiente de variação.

Tratamentos	Finura (micronaire)	Comprimento (mm)	Resistência (Pressley)	Uniformidade (%)	Maturidade (%)
(A) Testemunha	5,04	28,01 a	20,23	50,62	82,50
Estressado	4,46	26,92 b	18,62	49,25	82,25
F	7,59	18,04*	2,93	8,44	0,07
CV (%)	8,78	1,86	9,69	1,89	2,35
(B) IAC 17	4,81	27,29	18,81 b	49,62	82,37
IAC 20	4,69	27,65	20,05 a	50,25	82,38
F	1,46	2,57	24,28*	0,95	0,01
CV (%)	4,36	1,65	2,58	2,57	2,04

colheitas, houve diferenças significativas, ao nível de 5%, entre o tratamento-testemunha e o estressado, tanto para a produtividade como para o número de capulhos por m²; na segunda apanha, somente para o peso de um capulho foi encontrada diferença significativa entre os dois tratamentos.

Embora tenha sido observada ligeira superioridade da cultivar IAC 20 dentro do tratamento-testemunha, não foram encontradas diferenças significativas entre as duas cultivares, para a produtividade e para os seus componentes, tanto no tratamento-testemunha como no estressado. Vale ressaltar que as razoáveis produtividades obtidas pelas duas cultivares no tratamento estressado podem ser função dos bons índices de precipitação pluvial, temperatura e insolação após o período de estresse, o que possibilitou uma boa recuperação neste tratamento.

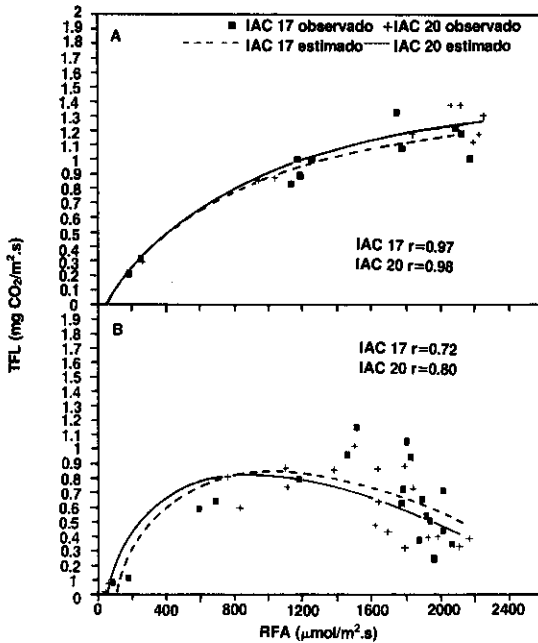


FIG. 7. Valores de taxa de fotossíntese líquida TFL plotados como função da radiação fóssinteticamente ativa RFA, observados nos tratamentos testemunha (A) e estressado (B) em 18.12.88.

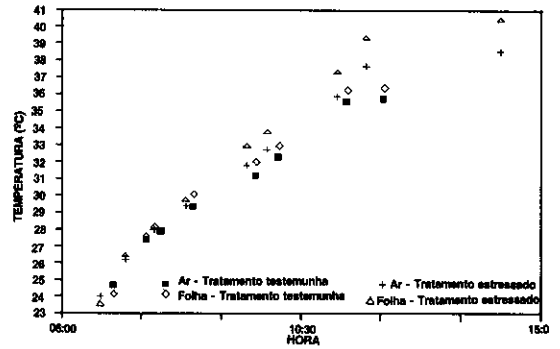


FIG. 8. Temperaturas do ar e de folhas de algodoeiro, nos tratamentos testemunha e estressado, observadas no dia 18.12.88.

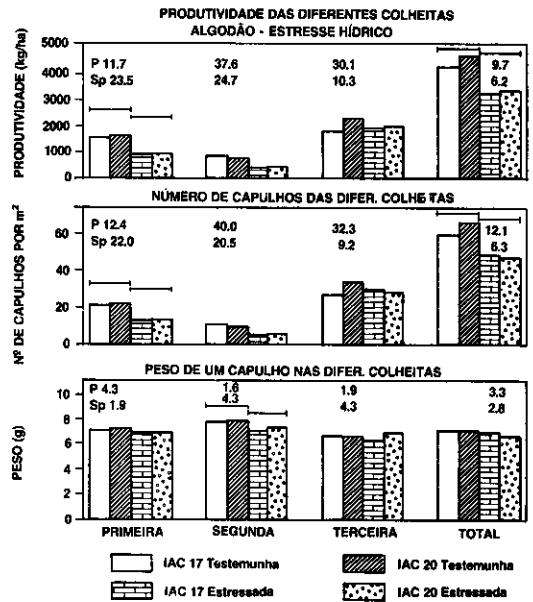


FIG. 9. Produtividade, número de capulhos por m² e peso de um capulho nas três apanhas e no total. (As barras horizontais indicam haver diferença significativa entre os tratamentos testemunha e estressado; P e Sp significam os valores dos coeficientes de variação na parcela e subparcela, respectivamente).

CONCLUSÕES

1. As duas cultivares em estudo não se mostraram diferentes com relação à taxa de fotossíntese líquida, resistência estomática e potencial da água na folha, tanto no tratamento testemunha como no estressado;

2. O comprimento da fibra foi afetado significativamente pelo tratamento estressado, ao passo que para a resistência desta houve diferença significativa entre as duas cultivares.

3. O tratamento estressado afetou significativamente o número total de capulhos por m² e a produtividade.

4. Não houve diferença significativa entre as duas cultivares, tanto para a produtividade como para alguns de seus componentes, nos dois tratamentos estudados.

Conclusão geral: Não houve diferença entre o comportamento das cultivares IAC 17 e IAC 20, quando submetidas à condição de estresse hídrico na fase inicial do florescimento.

AGRADECIMENTOS

Aos biólogos Carlos Roberto Silva Menezes e Frank Hoichi, e ao técnico-agrícola Valdenir Marques Evangelista, pela colaboração na instalação e condução do experimento.

REFERÊNCIAS

BICLORAI, H.; HOPMANS, P.A.M. Recovery of leaf water potential, transpiration, and photosynthesis of cotton during irrigation cycles. *Agronomy Journal*, v.67, p.629-632, 1975.

BOYER, J.S. Effects of osmotic water stress on metabolic rates of cotton plants with open stomata. *Plant Physiology*, v.10, p.229-234, 1965.

CARAMORI, P.H.; FARIA, R.T. de. **Frequência de períodos de 10 dias consecutivos com deficiência hídrica (veranicos) para Londrina e Ponta Grossa.** Londrina: IAPAR, 1987. 24p. (IAPAR. Boletim técnico, 20).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water.** Rome: [s.n.], 1979. 179p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).

DWYER, L.M.; STEWART, D.W. Effect of leaf age and position on photosynthetic rates in maize. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.37, p.29-46, 1986.

GRIDI-PAPP, I.L. Botânica e Genética. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA (São Paulo). **A Cultura e Adubação do Algodoeiro.** São Paulo, 1965. p.117-160.

INFORZATO, R.; FUZATTO, M.G. Estudo comparativo de transpiração em três variedades paulistas de algodoeiro. *Bragantia*, v.26, p.LIX-LXI, 1967. (Nota, 18).

JORDAN, W.R. Cotton. In: TEARE, I.D.; PEET, M. (ed.). **Crop-water relations.** [S.L.]: John Wiley & Sons Inc., 1983. p.214-254.

KEPPLER, B.; TAYLOR, H.M.; HUCK, M.G.; FISCUS, E.L. Water relations and growth of cotton in drying soil. *Agronomy Journal*, v.65, p.307-310, 1973.

MURAMOTO, H.; HESKETH, J.; EL-SHARKAWAY, M. Relationships among rate of leaf area development, photosynthesis rate, and rate of dry matter production among American cultivated cottons and other species. *Crop Science*, v.5, p.163-166, 1965.

NETER, J.; WASSERMAN, W. Topics in Regression Analysis - I. In: APPLIED linear statistical models; regression, analysis of variance, and experimental designs. Illinois: R.D. Irwin Inc., 1974. p.140-213.

PEREIRA, A.R.; ARRUDA, H.V. **Ajuste prático de curvas na pesquisa biológica.** Campinas: Fundação Cargill, 1987. 50p.

REIS, A.A.; ZAMPARETTI, A.F.; ZANCHET, M.S.; SILVA, O.H.; SILVA, R.L. Mudanças técnicas e relações de trabalhos no café, algodão e soja no norte paranaense. In: RELATÓRIO Anual da Secretaria de Estado da Agricultura-1985. Curitiba: Departamento de Economia Rural, 1985. 217p.

SWAMY, P.A.V.; MEHTA, J.S. Estimation of common coefficients in two regression equations. *Journal of Econometrics*, v.10, p.1-14, 1979.

THARP, W.H. **The cotton plant.** How it grows and why its growth varies. [S.L.]: USDA Agric., 1960. 17p. (Handbook, 178).