

**INFLUÊNCIA DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO
TRIGO (*Triticum aestivum* (L.) THELL)¹.**

**EFFECT OF SOIL WATER DEFICIT ON GROWTH AND PRODUCTIVITY OF WHEAT
(*Triticum aestivum* (L.) THELL).**

Paulo Augusto Manfron², Eduardo Caruso Machado³, Danton Camacho Garcia⁴, Willyans Luiz Cella⁵

RESUMO

A cultivar de trigo IAC-287 foi submetida a deficiência hídrica (DH) no período reprodutivo das plantas visando identificar os possíveis efeitos no crescimento e produtividade. O trabalho foi conduzido em um solo classificado como Latossolo Distrófico, característico da região de Campinas, SP. Os tratamentos foram dois: T₁ - controle com irrigações periódicas mantendo o solo próximo a sua capacidade máxima de armazenamento de água durante o ciclo da cultura; T₂ - deficiência hídrica, imposta pela suspensão da irrigação entre o 1º e o 13º dia após a floração (DAF), para reiniciar a irrigação do 14º ao 24º DAF. A deficiência hídrica induziu queda significativa das taxas de fotossíntese, entretanto não representou perda total da produção, devido a um controle fisiológico eficiente das plantas na manutenção da turgescência das folhas.

Palavras-chave: fotossíntese, produtividade, trigo, potencial de água na folha, conteúdo relativo de água, condutância foliar, transpiração.

SUMMARY

¹Extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor. ESALQ/USP: Programa de Pós-graduação em Agronomia, dezembro/92.

²Engº Agrº, Doutor, Prof. Adjunto Departamento de Fitotecnia/CCR/UFSM. 97.119-900. Santa Maria/RS. Pesquisador do CNPq.

³Engº Agrº, Doutor, Pesquisador Científico (PqC), Seção de Fisiologia, Instituto Agronômico de Campinas (IAC)/SP. Pesquisador do CNPq.

⁴Engº Agrº, Mestre, Prof. Assistente Departamento de Fitotecnia/CCR/UFSM. 97.119-900. Santa Maria/RS.

⁵Bolsista PIBIC/CNPq, aluno do Curso de Agronomia/CCR/UFSM. 97.119-900, Santa Maria/RS.

The wheat cultivar IAC-287 was submitted to soil water stress (DH) aiming to identify possible effects on plant growth and reproduction. The experiment was conducted in a Distrofic Latosol soil that characterizes the Campinas (SP) region. The treatments were: T₁ - check with frequent irrigations that maintained the soil near field capacity during the entire growth season; T₂ - water deficit by interrupting the irrigation between the first and 13th after flowering (DAF) and then irrigating again between 14th and 24th DAF. It was observed that soil water deficit decreased significantly photosynthesis rate however this did not result in total yield loss due to an efficient physiological control in maintaining leaf turgescence of plants.

Key words: photosynthesis, productivity, wheat, water potential leaf, water realite content, leaf conductance, transpiration.

INTRODUÇÃO

A produtividade das plantas está diretamente relacionada com a capacidade de manter uma elevada atividade fotossintética das folhas e com a intensidade de crescimento dos grãos durante o período reprodutivo (MACHADO et al., 1990; SILVEIRA & MACHADO, 1990). Na maturação fisiológica, a relação entre a massa acumulada nos grãos e a massa seca total da planta varia significativamente com o genótipo e com o ambiente.

A fotossíntese, a formação e remobilização de metabólitos e o estabelecimento do número de grãos viáveis por espiga, são afetados durante a ocorrência de deficiência hídrica, acarretando variações no comportamento das relações fonte-dreno (GUSTA & CHEN, 1987). A relação da taxa fotossintética pode ter resposta na maior senescência (clorose e necrose) das folhas induzidas por uma deficiência hídrica acarretando uma diminuição de sua área ativa (MANFRON et al., 1996). HEITHOLT et al. (1991) constataram que em ambientes com deficiência hídrica, a troca gasosa em folhas é reduzida, diminuindo por conseguinte a fotossíntese líquida. A redução na produção de fotoassimilados pode estimular a remobilização de reservas para os grãos, ou reduzir o acúmulo destas reservas, dependendo da época de sua ocorrência. Sob deficiência hídrica a demanda transpiratória não é atendida e conseqüentemente, ocorre o fechamento dos estômatos e queda da fotossíntese (MACHADO et al., 1993; MANFRON et al., 1996), resultando na menor produção de fotoassimilados (HEITHOLT et al., 1991).

O efeito negativo da deficiência hídrica pode ocorrer devido à redução no processo de translocação de metabólitos e principalmente na taxa de fotossíntese. Embora cada fase do desenvolvimento seja representada pelo deslocamento e alocação de assimilados entre órgãos da planta, o número e a massa

de grãos dependerão da disponibilidade de carboidratos presentes nas folhas, colmo e raquis de cada planta (XU & ISHII, 1990).

A produção final pode ser avaliada através do balanço entre a sua capacidade em suprir fotoassimilados para os grãos e do seu potencial de utilização dos substratos disponíveis (FISHER, 1983). Identificam-se duas fontes principais de fotoassimilados para os grãos em crescimento: uma originada diretamente da fotossíntese e outra a partir da remobilização de fotoassimilados armazenados temporariamente em outros órgãos da planta, principalmente nos colmos (RAWSON et al., 1983; SIMMONS, 1987). As reservas são formadas principalmente, a partir do excedente da produção de fotoassimilados em relação á demanda dos grãos.

Neste trabalho objetivou-se quantificar os efeitos da deficiência hídrica em plantas de trigo, durante a fase reprodutiva, através de medidas da taxa de fotossíntese, potencial de água na folha, conteúdo relativo de água na folha, temperatura da folha, condutância foliar, transpiração e produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado em 12 tanques de alvenaria, sob um telado, no Centro Experimental do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), Estado de São Paulo. O solo utilizado nas parcelas experimentais foi um Latossolo Roxo Distrófico (Oxissol, segundo Soil Taxonomy, 1990), cujas características físicas e químicas são apresentadas na Tabela 1.

Cada tanque medindo 2,0 m de comprimento por 0,5 m de largura por 0,4 m de profundidade, representou uma parcela. Esses tanques foram dispostos paralelamente entre si, distanciados de 0,5 m.

O solo de cada tanque foi adubado incorporando-se a uma profundidade média de 0,05 m, quantidades proporcionais a: 90 ppm de fósforo na forma de superfosfato simples; 40 ppm de potássio, na forma de cloreto de potássio e 30 ppm de nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, efetuada no dia 11/05/1991.

Tabela 1. Principais propriedades físicas e químicas do solo estudado Latossolo Roxo Distrófico. Campinas, SP, 1991.

Prof. Hz (cm)	Granulometria % de peso			M.O. (%)	pH H ₂ O	meq/100 ml de T.F.S.A.			ppm de T.F.S.A.		pa*	pb*
	Areia	Silte	Argila			Al	Ca	Mg	K	P		
Ap 0-20	32,4	21,2	46,4	0,9	5,8	0,9	1,6	0,5	1,0	0,04	1,30	2,80

* pa e pb - Densidade do solo e partículas do solo, em g.cm⁻³.

Após 38 dias de emergência das plântulas em cada tanque procedeu-se a adubação de cobertura adicionando-se quantidade proporcional a 40 ppm de nitrogênio, na forma de sulfato de amônio. Aos 30 dias anteriores à semeadura o solo foi corrigido com aplicação de calcário proporcional à 3,0 t.ha¹.

A semeadura foi realizada no dia 21/05/91, em duas linhas espaçadas de 0,2 m, obtendo-se após a emergência (28/05/91) uma população proporcional de 180 plantas.m⁻² (90 plantas/metro linear). Foi utilizada a cultivar IAC 287, material que apresenta o nome vulgar de YACO “S” e proveniente do cruzamento entre HIM (Heima=Frances)/COC (Cocoraque=75-S=Mexicano)/NAC(Nacozari 76=Mexicano), cujo ciclo é de aproximadamente 105 dias, da emergência à maturação fisiológica.

Foram efetuados dois tratamentos: T₁ - controle, sem deficiência hídrica durante o ciclo da cultura mantendo-se o solo próximo a sua capacidade máxima de armazenamento de água através de irrigações efetuadas em dias alternados. T₂ - deficiência hídrica, imposta pela suspensão da irrigação entre o 1º e o 13º dia após a floração, correspondentes a 71 e 83 dias após a emergência das plantas (DAE). A partir do 14º dia após a floração (DAF), correspondente a 84 DAE, foram realizados turnos de rega, em dias alternados com a finalidade de reconduzir o solo a uma umidade próxima a sua capacidade máxima de armazenamento. Os níveis de armazenamento foram determinados experimentalmente para cada parcela durante 45 dias anteriores à implantação do experimento, definindo-se como valor máximo para os tanques, um nível de umidade acima de 30% (massa/massa) e valor mínimo com 19% (massa/massa).

Durante o período de suspensão e reinício da irrigação, foram monitorados durante 23 dias a umidade do solo (ϕ), o potencial de água na folha bandeira (Ψ_f), a taxa de fotossíntese da folha bandeira (tf), a condutância foliar (cf), o conteúdo relativo de água da folha (CRA), a variação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), a temperatura do ar (T) e a umidade relativa do ar (UR). A umidade do solo foi medida pelo método gravimétrico com amostras de solo coletadas com trado até profundidade de 0,2 m. O potencial de água na folha bandeira (Ψ_f) foi medido com higrômetros (C-30, Wescor, Inc.) acoplados a um microvoltímetro de ponto de orvalho (HR 33T, Wescor). As 8 e 14 horas amostras de 2,0 cm² da parte mediana da folha bandeira foram colhidas e acomodadas diretamente nos higrômetros. Após 3 h para entrada em equilíbrio determinou-se em laboratório o valor de potencial (Ψ_f) pelo método do ponto de orvalho. Cada medida foi efetuada com seis repetições. Os higrômetros foram calibrados anteriormente com soluções de cloreto de sódio. A taxa de fotossíntese foi determinada em um sistema fechado com um aparelho portátil para medida da fotossíntese (LI-6200, LICOR) com câmara de 0,25 L, no período diário compreendido entre 8 e 15 h, em intervalos de uma hora. O sensor do analisador foi sempre colocado em posição intermediária da folha bandeira em plantas marcadas no

início do período reprodutivo para as referidas determinações. A umidade relativa do ar na câmara de fotossíntese foi mantida em valores aproximadamente iguais aos do ar ambiente. A condutância foliar, a transpiração, a temperatura da folha e a radiação fotossinteticamente ativa foram também medidas com o mesmo equipamento (LI-6200). A determinação do conteúdo relativo de água das folhas (CRA) foi realizado às 8 e 14 horas de cada dia, em dois grupos distintos de amostragens, correspondentes aos tratamentos estudados. Para análise foram utilizadas as folhas bandeiras, através do seguinte procedimento: após o corte as folhas foram rapidamente colocadas em vidros hermeticamente fechados e com seu interior envolto em papel filtro umedecido. Em laboratório foram coletados discos das folhas com 0,9 cm de diâmetro utilizando-se de um vasador. Os discos foram pesados em balança analítica de precisão, na condição de massa verde, após três horas em água destilada (massa túrgida) e após 48 horas em estufa de ventilação forçada à 60°C (massa seca). Os valores obtidos nestas pesagens foram utilizados na seguinte expressão (WERTHERLEY, 1950), para se obter o CRA (%):

$$CRA(\%) = \frac{M_v - M_s}{M_t - M_s} \times 100$$

onde, M_t é a massa túrgida, M_s a massa seca e M_v a massa verde.

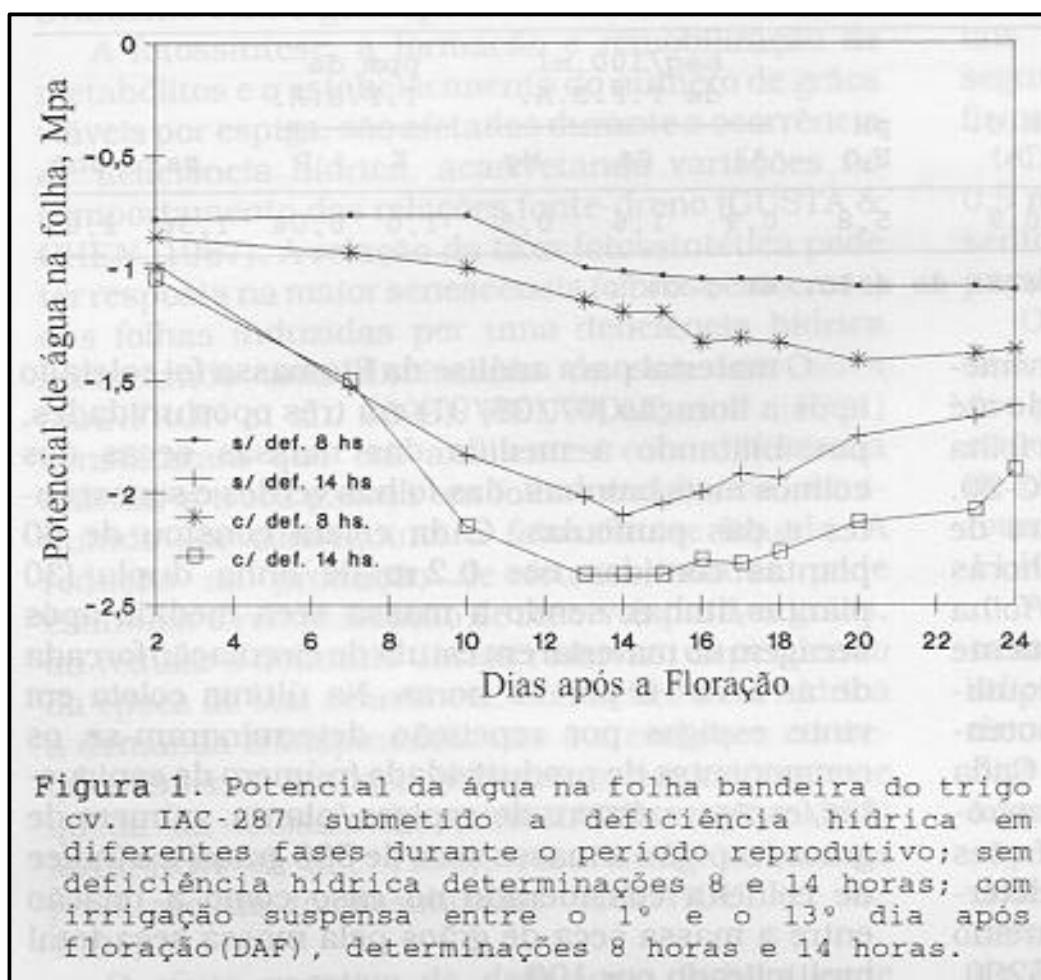
O material para análise da fitomassa foi coletado após a floração (07/08/91) em três oportunidades, possibilitando a medida das massas secas dos colmos mais bainhas, das folhas verdes e senescentes e das panículas. Cada coleta constou de 60 plantas contidas nos 0,2 m de linha dupla (30 plantas/linha), sendo a massa seca medida após secagem do material em estufa de circulação forçada de ar à 70° C por 72 horas. Na última coleta em vinte espigas por repetição determinaram-se os componentes de produtividade (número de espiguetas/espiga, número de espigas/planta, número de grãos/espiga e a massa seca de 500 grãos) e o índice de colheita considerado no caso como a relação entre a massa seca de grãos pela massa seca total multiplicado por 100.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas e seis repetições, sendo as parcelas principais representadas pelos tratamentos e as sub-parcelas pelas coletas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suspensão da irrigação no tratamento com deficiência hídrica provocou uma queda do potencial da água na folha (Ψ_f) em relação às plantas do tratamento sem deficiência hídrica (Figura 1). A queda do potencial de água nas folhas das plantas sem deficiência hídrica deve-se certamente à tendência natural de diminuição com a idade da folha.

No tratamento com deficiência hídrica o solo atingiu o nível crítico de 19% de umidade (0,19 kg de água/kg de solo) após o 11º dia sem irrigação, sendo que o efeito visual nas plantas ocorreu após 48 horas. Os sintomas de deficiência hídrica nas plantas começaram a aparecer, quando o Ψ_f atingiu valor de -1,8 Mpa, correspondente à sete dias após floração. No 13º dia após a floração este tratamento atingiu o valor mínimo de -3,1 Mpa, quando então foi realizada irrigação até o solo atingir a umidade de 30% (0,3 kg de água/kg de solo). Portanto neste tratamento a deficiência hídrica ocorreu desde o 71 DAE, prolongando-se por 15 dias do desenvolvimento dos grãos, sendo mais acentuada aos 83 dias após emergência. Comparativamente, o Ψ_f às 14 h atingiu valores menores que às 8h, em função da maior demanda respiratória e o comportamento diário da temperatura do ar. O potencial de água da folha no tratamento com deficiência às 14 h recuperou-se parcialmente após seis dias do reinício da irrigação, porém não apresentando uma recuperação total (Figura 1), devido basicamente ao efeito drástico do estresse hídrico e a idade avançada das folhas.



As curvas de fotossíntese nas plantas em condições naturais sem deficiência hídrica, independente-

mente da idade da folha bandeira, descritos na literatura para o trigo e outras espécies com metabolismo fotossintético do tipo C_3 (MACHADO et al., 1993) apresentam a forma de uma hipérbole regular. No presente caso são apresentados os incrementos de fotossíntese, em observações realizadas das 8 às 15 horas, no tratamento com deficiência hídrica, desconsiderando o decaimento diário da fotossíntese e irradiância, o que ocorre mesmo em dias considerados límpidos (Figura 2). Tal comportamento está de acordo com os obtidos para outras cultivares de trigo (RAWSON et al., 1983). Porém, tanto o valor máximo da fotossíntese como a irradiância em que ocorreu a saturação lumínica, decresceu com a idade da folha, não havendo recuperação nos dias 14, 15, 16 e 17 após a floração e permanecendo num patamar baixo e quase constante no final do ciclo, dia 24.

A taxa de fotossíntese aumentou com a irradiância, cujos valores mais elevados ocorreram em horários próximos às 13 h, quando as temperaturas foram mais elevadas e a umidade relativa do ar menor (Figura 3), tendo como consequência, maior demanda transpiratória das plantas. Porém, sob deficiência hídrica a demanda transpiratória não é atendida e conseqüentemente, ocorre o fechamento dos estômatos e queda da fotossíntese (MACHADO et al., 1993).

Na Figura 2 verifica-se que a partir do primeiro dia de suspensão da irrigação foi obtido em média um valor de $24,9 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, cujos valores decresceram para 23,8 aos 7 DAF; 21,2 aos 10 DAF e $14,6 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 13 DAF, considerado o dia crítico em termos de deficiência hídrica. Os incrementos da taxa fotossintética diminuíram à medida que aumentou a deficiência hídrica, sendo respectivamente, de $12,6 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ no primeiro DAF e $4,5 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 13 DAF.

Os valores máximos da taxa fotossintética apresentados foram: $14,3 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 14 DAF; $11,2 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 15 DAF; $12,8 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ a os 16 DAF e $12,9 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 17 DAF. Interessante observar que, mesmo reiniciando a irrigação aos 14 DAF o efeito mais drástico da deficiência hídrica na planta se manifestou somente aos 16 DAF, para posteriormente apresentar uma tendência de recuperação, o que pode ser notado pelos respectivos incrementos diários da taxa de fotossíntese, de $4,5 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 14 DAF; $3,4 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 15 DAF; $3,0 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 16 DAF e $3,0 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 17 DAF. Nos demais dias ocorreu comportamento similar na taxa de fotossíntese com valores máximos de $13,5 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 18 DAF; $14,1 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 20 DAF; $14,1 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 23 DAF e $14,2 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 24 DAF.

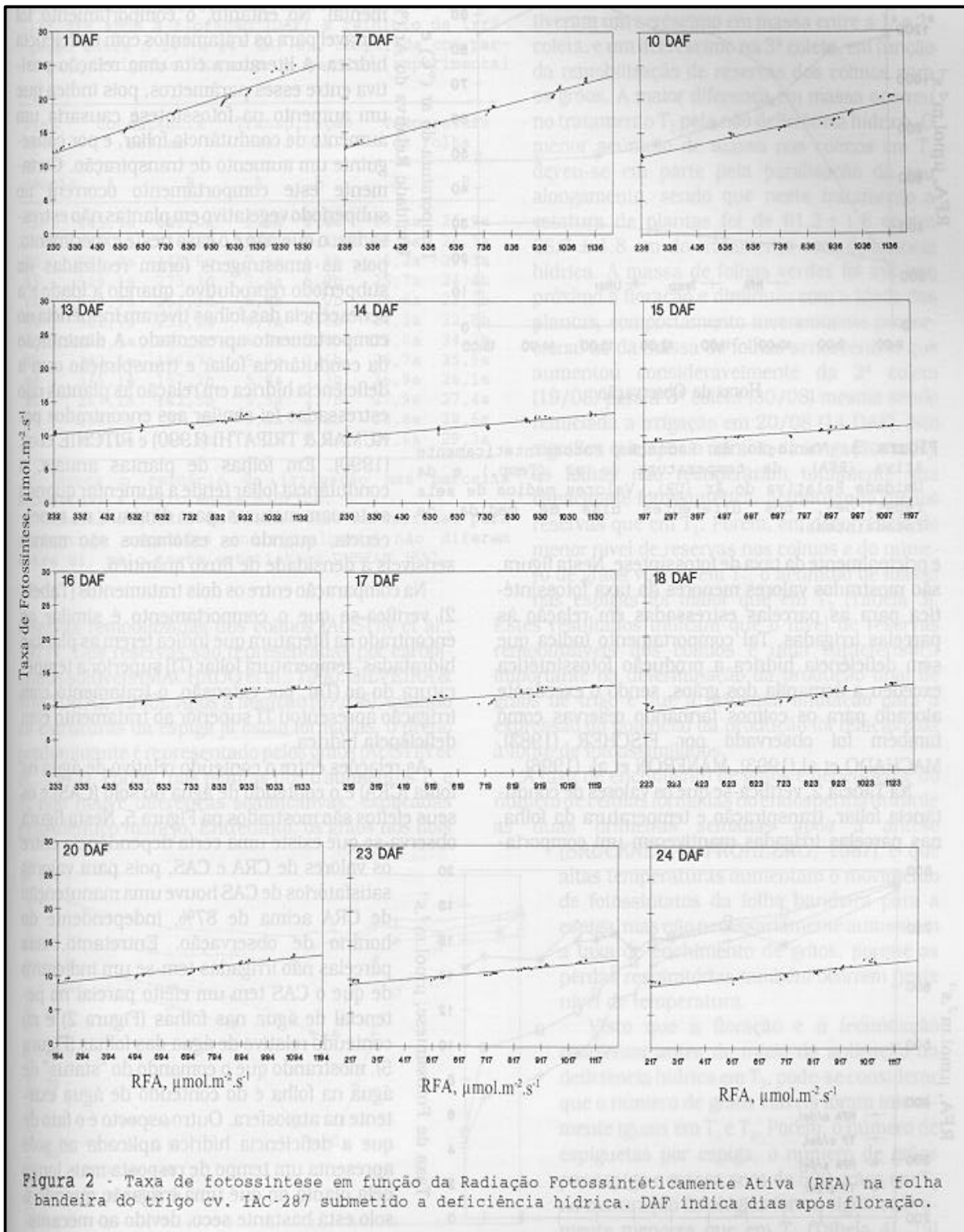


Figura 2 - Taxa de fotossíntese em função da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) na folha bandeira do trigo cv. IAC-287 submetido a deficiência hídrica. DAF indica dias após floração.

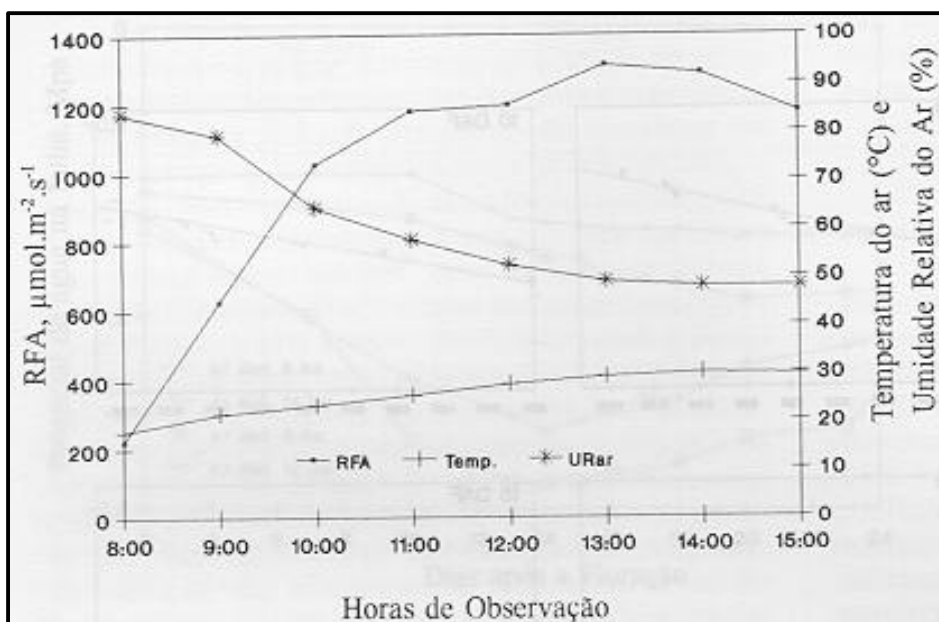


Figura 3. Variação da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA), da temperatura do ar (Temp.) e da Umidade Relativa do Ar (UR). Valores médios de seis repetições, nos diferentes dias de medida de fotossíntese.

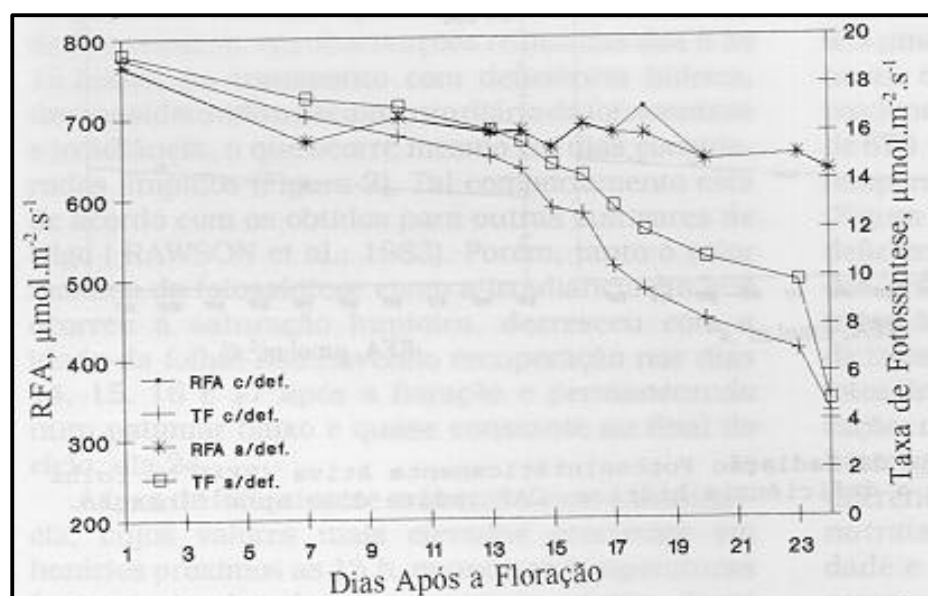


Figura 4. Valores médios diários da Taxa de Fotossíntese (TF) em função da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) na folha bandeira do trigo cv. IAC-287 submetido a deficiência hídrica entre o 1° e o 13° dia após floração (DAF) e reinício da irrigação entre o 14° e 24° DAF, comparada com parcelas irrigadas durante o período experimental.

Porém, os valores do incremento diário da taxa de fotossíntese se mantiveram próximos dos valores de $5,7 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 18 DAF; $6,2 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 20 DAF; $6,2 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 23 DAF e $6,3 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ aos 24 DAF. Comparativamente, as taxas de fotossíntese diária apresentaram uma tendência a aumentar, a partir de irradiância acima de $670 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, relacionadas com o aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do ar (Figura 3). Apesar desta recuperação os efeitos da deficiência hídrica sobre o crescimento e pegamento dos grãos foram significativos. Após o reinício da irrigação houve uma leve tendência de recuperação da fotossíntese. A maior variabilidade dos valores de fotossíntese podem estar relacionados com a aceleração da senescência das folhas e pode indicar heterogeneidade na recuperação destes órgãos. As diferenças nos níveis de recuperação da fotossíntese no tratamento indica sua dependência sobre intensidade e época de ocorrência da deficiência hídrica, como sugeriu SLAVIK (1975), ao comparar parcelas irrigadas com parcelas submetidas a deficiência hídrica na cultura do trigo (Figura 4). Em função da radiação fotossinteticamente ativa, verifica-se que o efeito negativo da deficiência hídrica pode advir da redução no processo de translocação de metabólitos e principalmente da taxa de fotossíntese. Nesta figura, são mostrados valores menores da taxa fotossintética para as parcelas estressadas em relação às parcelas irrigadas. Tal comportamento indica que sem deficiência hídrica a produção fotossintética excedeu a demanda dos grãos, sendo o excedente alocado para os colmos formando reservas como também foi observado por FISCHER (1983), MACHADO et al.(1993), MANFRON et al. (1996).

Na Tabela 2, verifica-se que os valores de condutância foliar, transpiração e temperatura da folha, nas parcelas irrigadas mantiveram um comportamento homogêneo, não apresentando diferença significativa durante o período experimental. No entanto, o comportamento foi variável para os tratamentos com deficiência hídrica. A literatura cita uma relação positiva entre esses parâmetros, pois indica que um aumento na fotossíntese causaria um aumento de condutância foliar, e por conseguinte um aumento de transpiração. Certamente este comportamento ocorrerá no subperíodo vegetativo em plantas não estressadas, o que não é o caso neste experimento, pois as amostragens foram realizadas no subperíodo reprodutivo, quando a idade e a senescência das folhas tiveram influência no comportamento apresentado. A diminuição da condutância foliar e transpiração com a deficiência hídrica em relação às plantas não estressadas foi similar aos encontrados por KUMAR & TRIPATHI (1990) e RITCHIE et al. (1990). Em folhas de plantas anuais, a condutância foliar tende a aumentar quando se tornam maduras, para diminuir na senescência, quando os estômatos são menos sensíveis à densidade de fluxo quântico.

Na comparação entre os dois tratamentos (Tabela 2) verifica-se que o comportamento é similar ao

encontrado na literatura que indica terem as plantas hidratadas, temperatura foliar (Tf) superior a temperatura do ar (Ta), por extensão, o tratamento com irrigação apresentou Tf superior ao tratamento com deficiência hídrica.

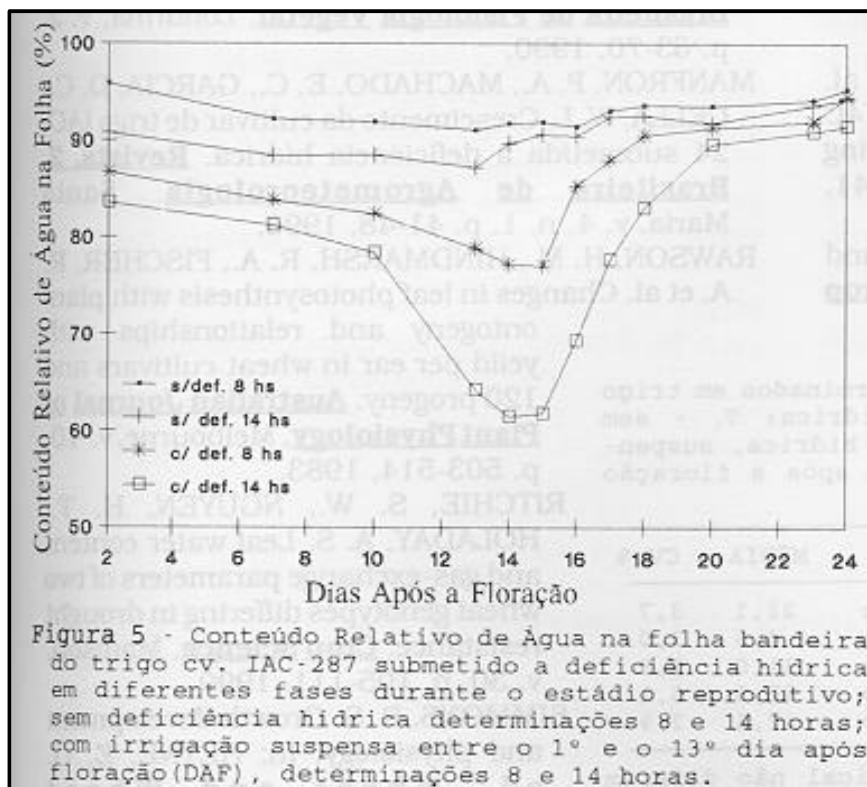


Tabela 2. Valores médios diários da condutância foliar e transpiração de folhas de trigo cv. IAC-287, em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e temperatura da folha, em $^{\circ}\text{C}$ submetidas à deficiência hídrica entre o 1° e o 13° dia após a floração (DAF) e reinício da irrigação entre o 14° e 24° DAF (B), comparada com parcelas irrigadas durante o período experimental (A).

Dias após emergência	Condutância foliar		Transpiração da folha		Temperatura da Folha	
	A	B	A	B	A	B
72	445,1a	440,0a	9,6a	9,4a	28,1a	26,9a
77	548,2a	426,1b	9,0a	6,4b	27,3a	26,1a
80	586,0a	340,6c	7,6a	6,0b	26,2a	25,3a
83	529,1a	273,3d	7,4a	5,9b	25,7a	24,4b
84'	639,7a	251,3d	6,8a	5,0b	24,6a	23,1b
85	622,7a	251,1d	6,7a	4,5b	24,2a	22,8b
86	466,6a	191,4c	6,0a	3,8b	26,0a	24,2b
87	343,1a	189,7c	5,9a	3,6b	26,7a	25,8a
88	311,1a	157,2b	5,8a	3,3b	26,9a	26,1a
90	267,1a	142,5b	5,5a	2,7b	27,9a	27,4a
93	238,8a	137,8b	5,3a	2,2b	28,8a	28,6a
94	209,2a	134,8b	5,2a	1,2c	29,6a	29,3a

' Marca o reinício da irrigação nas parcelas submetidas a deficiência hídrica.

* Números seguidos da mesma letra na vertical para parâmetros estudados individualmente não diferem entre si, pelo teste estatístico DUNCAN (5%).

As relações entre o conteúdo relativo de água na folha (CRA) e o conteúdo de água no solo (CAS) e os seus efeitos são mostrados na Figura 5. Nesta figura observa-se que existe uma certa dependência entre os valores de CRA e CAS, pois para valores satisfatórios de CAS houve uma manutenção de CRA acima de 87%, independente do horário de observação. Entretanto, nas parcelas não irrigadas tem-se um indicativo de que o CAS tem um efeito parcial no potencial de água nas folhas (Figura 2) e no conteúdo relativo de água das folhas (Figura 5), mostrando que o comando do “status” de água na folha é do conteúdo de água existente na atmosfera. Outro aspecto é o fato de que a deficiência hídrica aplicada ao solo apresenta um tempo de resposta mais longo pela planta do que uma irrigação quando o solo está bastante seco, devido ao mecanismo de defesa da planta. As tendências observadas nos resultados deste trabalho são similares as encontradas por RITCHIE et al. (1990) e XU & ISHII (1990,1991), ao estudarem o comportamento de plantas de trigo submetidas a deficiência hídrica.

Em trigo cerca de 10 a 60% da massa acumulada nos grãos pode ser originada de reservas remobilizadas dos colmos (AUSTIN et al., 1977). Tais reservas são representadas por carboidratos solúveis (MACHADO et al., 1990; SILVEIRA & MACHADO, 1990). Após a floração (07/08), quando as estruturas da espiga já estão formadas, o dreno predominante é representado pelos grãos (AUSTIN et al., 1977). Porém, nas plantas dos tratamentos T₁ e T₂ não houve diferenças significativas, explicadas pelo idêntico manejo. Entretanto, os grãos nos dois tratamentos apresentaram significantes incrementos em massa entre a 1^a e 3^a coleta de material. Na Tabela 3, verifica-se que os colmos tiveram um acréscimo em massa entre a 1^a e 2^a coleta, e um decréscimo na 3^a coleta, em função da remobilização de reservas dos colmos para os grãos. A maior diferença em massa ocorreu no tratamento T₁ pela não deficiência hídrica. O menor acúmulo de massa nos colmos em T₂ deveu-se em parte pela paralisação do seu alongamento, sendo que neste tratamento a estatura de plantas foi de 61,2 ± 1,6 contra 68,7 ± 1,8 cm do tratamento com deficiência hídrica. A massa de folhas verdes foi máximo próximo a floração e diminuiu com a idade das plantas, comportamento inversamente proporcional ao da massa de folhas senescentes, que aumentou consideravelmente da 2^a coleta (19/08) para a 3^a coleta (30/08) mesmo sendo reiniciada a irrigação em 20/08 (14 DAF). Isto significa que após o reinício da irrigação em T₂, as folhas não recuperaram totalmente sua capacidade fotossintética, acumulando menos reservas que em T₁. Porém, em decorrência do menor nível de reservas nos colmos e do número de grãos viáveis em T₁, o acúmulo de massa nas espigas foi maior que em T₂ (Tabela 3). Estes resultados indicam que o nível de reservas remobilizáveis dos colmos é uma característica importante na determinação da produção final de grãos de trigo e que a principal limitação para a expressão do potencial da produção foi relacionada à fonte de fotoassimilados.

A taxa de enchimento de grãos é dependente do número de células formadas no endosperma durante as duas primeiras semanas após a antese (BRUCKNER & FROHBERG, 1987) e que altas

temperaturas aumentam o movimento de fotossintatos da folha bandeira para a espiga, mas não necessariamente aumentam a taxa de enchimento de grãos, porque as perdas respiratórias também ocorrem neste nível de temperatura.

Visto que a floração e a fecundação ocorreram antes do início da aplicação da deficiência hídrica em T₂, pode-se considerar que o número de grãos viáveis foram inicialmente iguais em T₁ e T₂. Porém, o número de espiguetas por espiga, o número de grãos por espiga e massa seca de 500 grãos em T₂ na maturação fisiológica foram significativamente menores que em T₁ (Tabela 4). Tal resultado pode indicar que, mesmo após a ocorrência da fecundação, o número de grãos que completam seu desenvolvimento pode diminuir em consequência da ocorrência de deficiência hídrica. O índice de colheita maior no tratamento T₁ em relação ao T₂ é um indicativo de que a translocação de carboidratos de outras partes da planta para os grãos foi mais eficaz neste tratamento. Em decorrência de uma menor capacidade fotossintética em T₂ e de sua lenta recuperação após o reinício da irrigação, foram obtidos índices não satisfatórios de produtividade (Tabela 3).

Tabela 3. Distribuição de massa seca nos diferentes órgãos da planta de trigo cv. IAC-287 em g.m² submetidas a deficiência hídrica: T₁ - sem deficiência hídrica; T₂ - com deficiência hídrica, suspensão da irrigação entre o 1º e o 13º dia após a floração (DAF), reiniciando no 14º DAF.

Parâmetros	07/08 (1ºDAF)		19/08 (13ºDAF)		03/08 (24ºDAF)	
	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂
Folhas verdes	317 a	311 a	293 a	245 b	232 a	213 b
Folhas senescentes	21 a	23 a	36 b	47 a	62 b	73 a
Colmos	312 a	309 a	345 a	310 b	298 a	270 b
Espiga	97 a	95 a	281 a	242 b	418 a	316 b
Total	747 a	738 a	955 a	844 b	1010 a	872 b

* Massa seca dos órgãos das plantas seguidas da mesma letra na horizontal não diferem entre si, pelo teste estatístico DUNCAN (5%), considerando-se seis repetições e datas de coleta do material individualis.

Tabela 4. Componentes de produtividade determinados em trigo cv. IAC-287 submetidos a deficiência hídrica: T₁ - sem deficiência hídrica; T₂ - com deficiência hídrica, suspensão da irrigação entre o 1º e o 13º dia após a floração (DAF), reiniciando no 14º DAF.

Parâmetros	T ₁	T ₂	MÉDIA	CV %
Nº de espiguetas/espiga	23,5 a	18,7 b	21,1	3,7
Nº de espigas/planta	4,8 a	4,4 a	4,6	3,0
Nº de grãos/espiga	33,2 a	28,8 b	31,0	2,8
Massa seca de 500 grãos (g)	26,4 a	19,2 b	22,8	5,1
Índice de Colheita	48,9 a	46,3 b	47,6	2,9

* Números seguidos da mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste estatístico DUNCAN (5%).

CONCLUSÕES

A deficiência hídrica induz queda significativa das taxas de fotossíntese na cultivar de trigo IAC-287. A susceptibilidade à deficiência hídrica não representa perda total de produção e apresenta um controle fisiológico eficiente na manutenção da turgescência das folhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTIN, R. B., EDRICH, J. A., FORD, M.A. et al. The rate of the dry matter, carbohydrates and 14C lost from the leaves and stems of wheat during grain filling. Annals of Botany, Oxford, v. 41, p. 1309-1321, 1977.
- BRUCKNER, P. L., FROHBERG, R. G. Rate and Duration of Grain Fill in Spring Wheat. Crop Science, Madison, v. 27, n. 3, p. 451, 1987.
- FISCHER, R. A. Wheat. In: Symposium on Potential Productivity Field Crops Under Different Environments, Las Banas, Philippines, 1983, p. 524.
- GUSTA, L. V., CHEN, T. N. H. The physiology of water and temperature stress. In: HEYNE, E. G. ed. Wheat and Wheat Improvement. ASA. Madison, Wisconsin, p. 115-150, 1987.
- HEITHOLT, J. J., JOHNSON, R. C., FERRIS, D. M. Stomatal Limitation to Carbon Dioxide Assimilation in Nitrogen and Drought-Stressed Wheat. Crop Science, Madison, v. 31, p. 133-139, 1991.
- KUMAR, A., TRIPATHI, R. P. Relation of leaf-water potencial, diffusice resistance, transpiration rate and canopy temperature in bread wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agricultural

- Sciences, New Nelli, v. 60, n. 2, p. 128-131, feb. 1990.
- MACHADO, E. C., LAGÔA, A. M. M. A., TICELLI, R. Relações Fonte-Dreno em Trigo Submetido a Deficiência Hídrica no Estádio Reprodutivo. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal. São Carlos, v. 5, n. 2, p. 145-150, 1993.
- MACHADO, E. C., SILVEIRA, J. A. G. da, BASTOS, C. R. Trocas de CO₂, acúmulo de fitomassa e remobilização de reservas durante o crescimento de panículas de duas cultivares de arroz. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina, v. 2, p. 63-70, 1990.
- MANFRON, P. A., MACHADO, E. C., GARCIA, D. C., CELLA, W. L. Crescimento da cultivar de trigo IAC-24 submetida a deficiência hídrica. Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 41-48, 1996.
- RAWSON, H. M., HINDMARSH, R. A., FISCHER, R. A. et al. Changes in leaf photosynthesis with plant ontogeny and relationships with yeild per ear in wheat cultivars and 120 progeny. Australian Journal of Plant Physiology, Melbourne, v. 10, p. 503-514, 1983.
- RITCHIE, S. W., NGUYEN, H. T., HOLADAY, A. S. Leaf water content and gas-exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, Madison, v. 30, p. 105-111, 1990.
- SIMMONS, R. S. Growth development and physiology. In: HEYNE, E. G. ed. Wheat and Wheat Improvement. ASA. Madison, Wisconsin, p. 77-113, 1987.
- SILVEIRA, J. A. G. da, MACHADO, E. C. Mobilização de nitrogênio e de carboidratos durante o desenvolvimentode panículas de duas cultivares de arroz. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina, v. 2, p. 37-46, 1990.
- SLAVIK, B. Water stress photosynthesis and the use of photosynthates. In: COOPER, J. P. ed. Photosynthesis and Productivity in Different Environments. Cambridge University Press, Cambridge, p. 511-536, 1975.
- USDA-SMSS. ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Management Support. Services. Keys to soil taxonomy. Washington, 1990. 422 p.
- WERTHERLEY, P. E. Studies in the water relations of cotton plant. I-The field measurement of water deficits in leaves. New Phytologist, Cambridge, v. 49, p. 81-97, 1950.
- XU, H., ISHII, R. Effects of water deficits on photosynthesis in wheat plants: V Difference among plant in water relations. Japanese Journal of Crop Science, Tokyo, v. 59, n. 2, p. 384-389, 1990.
- XU, H., ISHII, R. Effects of water deficits on photosynthesis in wheat plants: VI Capacitance and resistance of transpiratory water flux in different plant parts. Japanese Journal of Crop Science, Tokyo, v. 6, n. 1, p. 75-81, 1991.