

**EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE PARÂMETROS
FISIOLÓGICOS DE DUAS CULTIVARES DE TRIGO
(*Triticum aestivum* (L.) THELL)**

**PAULO AUGUSTO MANFRON
Engenheiro Agrônomo**

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Ometto

**Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração:
Solos e Nutrição de Plantas.**

**P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 1992**

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

M276e Manfron, Paulo Augusto
Efeito do estresse hídrico sobre parâmetros
fisiológicos de duas cultivares de trigo (*Triticum
aestivum* (L.) THELL). Piracicabã, 1992.
81p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Trigo - Estresse hídrico 2. Trigo - Parâmetro
fisiológico I. Escola Superior de Agricultura Luiz de
Queiroz, Piracicabã

CDD 633.11

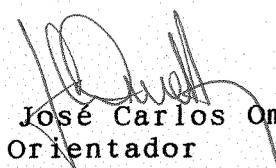
**EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE PARÂMETROS
FISIOLÓGICOS DE DUAS CULTIVARES DE TRIGO
(*Triticum aestivum* (L.) THELL)**

PAULO AUGUSTO MANFRON

Aprovado em 14.12.92

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Carlos Ometto	ESALQ/USP
Prof. Dr. Luiz Roberto Angelocci	ESALQ/USP
Prof. Dr. Paulo Leonel Libardi	ESALQ/USP
Prof. Dr. Galileo Adeli Buriol	UFSM
Prof. Dr. Mário José Pedro Júnior	IAC


Prof. Dr. José Carlos Ometto
Orientador

DEDICO a Iná, minha mãe;

a Melânia, minha esposa;

a Fernando, Rafael e Maurício, meus filhos.

In memoriam, de Augusto, meu pai.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Carlos Ometto, pela orientação, compreensão e amizade.

Aos professores dos Cursos de Pós-Graduação em Agrometeorologia e de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ/USP, pelos ensinamentos, colaboração e amizade.

Aos professores Valduíno Estefanel e Lindolfo Storck, da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM pela colaboração e amizade.

Aos colegas do Setor de Climatologia e Ecologia Agrícola/UFSM, pelo incentivo e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Física e Meteorologia, e da Divisão de Biblioteca e Documentação da ESALQ/USP, pela colaboração e amizade.

Aos funcionários do Instituto Agrônomo de Campinas/IAC, José Félix Filho e Severino Silva Nogueira, pela colaboração, convívio e amizade.

Aos colegas dos Cursos de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas e Agrometeorologia da ESALQ/USP, pelo convívio e amizade.

A Antonio Francisco Souza, Durval Dourado Neto, Cláudio Lazzarotto e Robinson Tuon, pelo incentivo, companherismo, colaboração e especial amizade.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), pela

assistência e oportunidades recebidas.

Ao Plano Institucional de Capitação Docente da CAPES/PICD, pelo apoio.

Em especial, ao Dr. Eduardo Caruso Machado, pela oportunidade, incentivo, sugestões, labuta diária e especial amizade.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Efeitos Ambientais no Desenvolvimento do Trigo.....	4
2.1.1. Água.....	5
2.1.2. Radiação solar.....	9
2.1.3. Temperatura.....	11
2.2. Parâmetros fisiológicos.....	14

3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.1. Localização da área experimental.....	24
3.2. Caracterização da área experimental.....	24
3.2.1. Dimensões.....	25
3.2.2. Solo.....	25
3.2.3. Planta.....	27
3.2.4. Clima.....	27
3.3. Instalação do experimento.....	28
3.3.1. Preparo do solo e semeadura.....	28
3.3.2. Práticas culturais.....	29
3.3.3. Fenologia.....	30
3.4. Determinações realizadas.....	31
3.4.1. Conteúdo de água no solo.....	31
3.4.2. Parâmetros auxiliares.....	32
3.4.3. Parâmetros fisiológicos.....	33
3.4.4. Componentes de produtividade.....	34
3.5. Tratamentos.....	35
3.5.1. Delineamento experimental.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5. CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
APÊNDICES.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 - Vista superior da disposição dos tratamentos e tanques semeados com trigo (<i>Triticum aestivum</i> (L.) THELL), cultivares IAC 287 e IAC 24 (C ₁ e C ₂) sem e com estresse hídrico (T ₁ e T ₂).	26
2 - Comportamento da fotossíntese líquida do trigo em $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 e IAC 24, com e sem estresse hídrico.	47
3 - Comportamento da condutância estomática do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 e IAC 24, com e sem estresse hídrico	53
4 - Comportamento da transpiração das folhas do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 e IAC 24, com e sem estresse hídrico	56

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1 - Principais propriedades física e químicas do solo estudado, Latossolo Roxo Distrófico. Campinas, SP, 1991.	29
2 - Valores médios diários do conteúdo de água no solo em g de água.g ⁻¹ de solo, considerando os respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem e com estresse hídrico; C ₁ I, C ₂ I, C ₁ N e C ₂ N). Campinas, SP, 1991.	38
3 - Valores médios diários das variáveis radiação solar (R _s) em μmol.m ⁻² .s ⁻¹ , temperatura do ar (T _{ar}) em °C e da temperatura da folha (T _f) em °C, considerando os tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem estresse hídrico). Campinas, Sp, 1991.	41
4 - Valores médios diários das variáveis radiação solar (R _s) em μmol.m ⁻² .s ⁻¹ , temperatura do ar (T _{ar}) em °C e da temperatura da folha (T _f) em °C, considerando os tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, com estresse hídrico). Campinas, SP, 1991.	42

5 - Valores médios diários da variável fotossíntese líquida em $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, considerando respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem e com estresse hídrico; C ₁ I, C ₂ I, C ₁ N e C ₂ N). Campinas, SP, 1991.	46
6 - Valores médios diários da variável condutância estomática em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, considerando respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem e com estresse hídrico; C ₁ I, C ₂ I, C ₁ N e C ₂ N). Campinas, SP, 1991.	51
7 - Valores médios diários da variável transpiração em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, considerando respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem e com estresse hídrico; C ₁ I, C ₂ I, C ₁ N e C ₂ N). Campinas, SP, 1991.	55
8 - Massa de matéria seca dos componentes de produtividade, nos diversos tratamentos com e sem estresse para os cultivares de trigo (<i>Triticum aestivum</i> (L.) THELL), IAC 287 e IAC 24. Campinas, SP, 1991.	58

9 - Valores médios dos componentes de produtividade e o índice de colheita, nos diversos tratamentos, com e sem estresse para os cultivares de trigo (<i>Triticum aestivum</i> (L.) THELL), IAC 287 e IAC 24. Campinas. SP, 1991.	60
10 - Valores médios de massa de matéria seca dos componentes de produtividade, nos diversos tratamentos, com e sem estresse para os cultivares de trigo (<i>Triticum aestivum</i> (L.) THELL), IAC 287 e IAC 24. Campinas. SP, 1991.	62

**EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE PARÂMETROS
FISIOLÓGICOS DE DUAS CULTIVARES DE TRIGO
(*Triticum aestivum* (L.) THELL)**

Autor: Paulo Augusto Manfron

Orientador: Prof.Dr. José Carlos Ometto

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido na área experimental da Seção de Fisiologia Vegetal do Instituto Agrônomo de Campinas, na cidade de Campinas, SP. O local situa-se a 674 m acima do nível do mar, numa latitude de 22° 54' S e numa longitude de 47°05' W. Os objetivos deste trabalho foram o de: (I) comparar fisiologicamente dois cultivares de trigo (*Triticum aestivum* (L.) THELL) (IAC 287 e IAC 24) sob estresse hídrico no estágio reprodutivo das plantas, e (II) avaliar os parâmetros fisiológicos durante o período de indução e recuperação do estresse hídrico, com a finalidade de indicar a cultivar mais adequada para a região. Nas condições deste experimento os resultados mostram que: a cultivar IAC 287 foi mais eficaz que a cultivar IAC 24 nos processos transpiratório e fotossintético durante os períodos de indução e recuperação do estresse hídrico, apresentou maior capacidade de

recuperação produzindo mais biomassa que a cultivar IAC 24 e, foi mais efetiva em termos de produtividade.

PHYSIOLOGICAL EVALUATION OF TWO WHEAT
(*Triticum aestivum* (L.) THELL) VARIETIES
UNDER WATER STRESS

Author: Paulo Augusto Manfron

Adviser: Prof.Dr. José Carlos Ometto

SUMMARY

The work was carried out in the experimental area of the Plant Physiology Section of the State of São Paulo Agronomic Institute, Campinas (SP), Brazil (22°54'S; 47°5'W; 674 m above sea level). Its objectives were (I) to compare, from the physiological point of view, two wheat varieties (IAC 287 and IAC 24) under water stress in the reproductive phase of the plant, and (II) to evaluate the physiological parameters during the phase of induction and the phase of recovery of the water stress in order to indicate the most adequate variety to the region. Under the experiment conditions results have shown that: the variety IAC 287 was more efficient than the IAC 24 in the transpiratory and photosynthetic processes during the phase of induction and the phase of recovery of the water stress, showed the higher capacity of recovery; it also produces more biomass than variety IAC 24 and was more effective in terms of productivity.

1. INTRODUÇÃO

O trigo é um dos cereais mais cultivados pelo homem que apresenta grande importância econômica e na alimentação humana. Entre os cereais é o que dispõe de maior teor de proteína. Sua evolução tecnológica proporcionou a definição de tipos conforme o seu uso mais adequado, 90% do que se produz é o trigo farináceo (*Triticum aestivum*), 5% se constitui de trigo duro (*Triticum durum*) cuja utilização se dá para a fabricação de massas e 5% de outros tipos (*Triticum compactum* e outros).

De origem asiática, apresenta uma ampla adaptação, tem uma maior concentração de cultivo entre 20° e 55° de latitude norte e sul, com uma produtividade variável de menos de 1.000 Kg.ha⁻¹ a 10.000 Kg.ha⁻¹ nas áreas irrigadas da Europa.

Em termos de produção no Brasil, a cultura do trigo tem amplas possibilidades de expansão, tanto nas áreas tradicionais de cultivo quanto na região central do país, dependendo apenas da disposição do governo em buscar a autosuficiência.

A produção nacional é ainda insuficiente para atender às necessidades de consumo, que é 6,8 milhões

de toneladas. Atualmente, os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Sul do Paraná detêm cerca de 50% da área cultivada e 45% da produção nacional, enquanto o norte do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo detêm cerca de 47% da área e 53% da produção.

O cultivo de trigo no estado de São Paulo é realizado durante o inverno devido às exigências climáticas da cultura, que necessita de irrigação como suprimento hídrico, para que possa atingir índices satisfatórios de produtividade, principalmente no período que compreende a formação de órgãos reprodutivos e floração.

O comportamento fisiológico do trigo e os seus efeitos durante um déficit hídrico nas fases críticas para as plantas, bem como, seus efeitos durante o período de recuperação, são processos ainda pouco conhecidos. Há, portanto, um exaustivo trabalho de melhoramento e adaptação de cultivares às nossas condições climáticas, por não ser viável a mera introdução de variedades estrangeiras.

Os objetivos deste trabalho foram o de: (I) comparar fisiologicamente dois cultivares de trigo (*Triticum aestivum* (L.) THELL) (IAC 287 e IAC 24) sob estresse hídrico no estágio reprodutivo das plantas, e (II) avaliar os parâmetros fisiológicos durante o período de indução e recuperação do estresse hídrico, com a finalidade de indicar a cultivar mais adequada para a região.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O trigo é um cereal que prefere climas temperados e moderadamente secos, apesar de ser cultivado em todos os continentes, nas quatro estações do ano. Segundo DOORENBOS & KASSAM (1979), o conhecimento das características genéticas aliadas as formas de crescimento desta cultura é essencial para atender ao conjunto das necessidades meteorológicas durante as fases de desenvolvimento e na formação de grãos.

Os trabalhos de melhoramento genético, entretanto, têm criado cultivares capazes de um comportamento relativamente bom em outras condições climáticas, como a zona subtropical úmida na região meridional do Brasil, que concentra a maior parte da produção tritícola nacional. Atualmente, o trigo está sendo desenvolvido no cerrado brasileiro. As cultivares utilizadas no Brasil pertencem ao grupo denominado "trigos de primavera". Segundo DOORENBOS & KASSAM (1979), essas cultivares têm ciclo total de 100 a 130 dias, não necessitam de frio para o desenvolvimento da espiga e são indiferentes ao fotoperíodo.

2.1. Efeitos ambientais no desenvolvimento do trigo

A produtividade de uma cultura depende de uma série de interrelações complexas entre plantas individuais, comunidade de plantas e meio ambiente. Segundo WATSON (1952), o crescimento e desenvolvimento da planta são fenômenos complexos, pois envolvem o efeito de fatores externos nos processos fisiológicos, interrelações entre diferentes processos planta-ambiente e sua dependência dos fatores internos determinados pela constituição genética da planta. Muitos fatores externos como condições meteorológicas e do solo, principalmente a radiação solar e a disponibilidade de água, influenciam a produtividade.

Engledow & Wadham (1923), citados por MEDEIROS & SCHLEHUBER (1971) estudaram a produção e seus componentes em cereais, isto é, o número de plantas por unidade de área, o número de espiguetas por plantas, o número de grãos por espiguetas e a massa de grãos. Eles tentaram, através de um sistema de síntese de hibridação, acumular numa planta uma combinação ótima dos componentes da produção. WATSON (1952) determinou que tais estudos não definiam os caracteres que controlam a produção. STOSKOFF & REINBERGS (1966) fizeram uma severa crítica aos chamados componentes da produção, afirmando que eles não determinam a produção, pois são a própria produção. BONNER & GALSTON (1955) ressaltam que no crescimento das plantas e de suas partes, além de substâncias minerais, absorvidas pelas

raízes e hidratos de carbono, sintetizados nas folhas, existe a influência de substâncias químicas especiais, os fitohormônios, que determinam a correlação entre as partes da planta em crescimento.

2.1.1. Água

Entre os elementos meteorológicos adversos para o trigo pode-se citar o excesso de precipitação que provoca a erosão, lixiviação e, em solos de má drenagem natural, deficiência de aeração. O excesso de chuva na fase de maturação determina a quebra física da produção, a diminuição do peso hectolítrico e prejuízos no aspecto do grão. LUZ (1982), conclui que a chuva provoca um decréscimo no número de grãos por espiga, no peso de mil sementes e na produção do trigo. O excesso de umidade relativa do ar após o florescimento também é prejudicial. Primaveras quentes e chuvosas são prenúncios de lavouras muito atacadas por doenças e produção de baixo peso específico. Mas, sem dúvida nenhuma, um fator importante para o trigo, responsável pelo aumento de produção, é a disponibilidade de água.

Nas regiões onde a prática da irrigação não tenha sido difundida ou mesmo não exista possibilidade para tal, a distribuição das chuvas é a condição fundamental para que não aconteça estresse hídrico em períodos críticos para a cultura. A irrigação, segundo DOPPLER (1983), é a base do desenvolvimento, pois permite regular o fator água

da produção, não permitindo que a água disponível no solo possa ser reduzida a níveis que representem um estado de estresse hídrico na planta, com conseqüências negativas na produção e formação de grãos.

FREITAS et al (1985) em experimento conduzido em vasos, para três cultivares de trigo irrigado, sugerem um manejo de água que mantenha o solo com 60% a 80% da sua capacidade de armazenamento até a emergência da folha bandeira. A partir daí, durante a fase reprodutiva até a fase farinácea dos grãos, sugerem um percentual de 80% a 100% da capacidade de armazenamento do solo.

TAVELLA (1988) afirma que níveis de água próximos a saturação do solo, são mais prejudiciais no crescimento e desenvolvimento das plantas do que uma possível deficiência no período de máxima demanda.

FISCHER & MAURER (1978) afirmam que a susceptibilidade do trigo ao estresse hídrico depende da cultivar e do momento de sua ocorrência. Estresse hídrico na fase de alongação impede alguns perfilhos de produzir espigas (FISCHER, 1973), embora isso não represente totalmente uma perda de produção, pois antes de sua senescência todos os assimilados são transportados para os perfilhos férteis e vão contribuir para aumentar o tamanho das espigas (PITTER, 1977).

JOFFE & SMALL (1964) concluem que estresse hídrico aplicado no início do perfilhamento interrompe imediatamente o desenvolvimento de novos perfilhos, e que

existe um aumento significativo no perfilhamento de plantas, recuperadas do estresse hídrico; entretanto, o incremento nunca será o mesmo que de plantas não estressadas. Por outro lado, um estresse hídrico permanente no estágio de perfilhamento tem efeito negativo na produção de perfilhos, no peso de matéria seca da parte aérea e no número e espigas por plantas, mas não na estatura das plantas.

O efeito negativo do estresse hídrico este pode ser devido a redução no processo de translocação de metabólitos e principalmente na taxa de fotossíntese. Segundo BEADLE et al (1985), o estresse hídrico provoca uma redução na capacidade fotossintética pelo aumento da resistência mesofílica à passagem de CO_2 da atmosfera para os sítios de carboxilação e também pelo fechamento dos estômatos pela perda de turgescência das células guardas, aumento da concentração de ácido abscísico que pode dificultar a reabertura dos estômatos, por vários dias após o retorno da planta a um potencial hídrico elevado.

A senescência das folhas é retardada quando o estresse hídrico dá-se no início do desenvolvimento da planta, principalmente se a quantidade e o tamanho das espigas e grãos for reduzido pelo estresse (FISCHER, 1973). Já, JOFFE & SMALL (1964) relatam que o maior efeito do estresse hídrico foi a estimulação da senescência das partes verdes durante o período de estresse, independente do estágio de desenvolvimento da cultura. Entretanto, plantas submetidas a estresse hídrico nos estádios finais consumiram

a mesma quantidade de águas que as plantas irrigadas, enquanto que as submetidas a estresse no início do ciclo usaram aproximadamente 22% a mais (PINTER Jr. et al, 1970); isto porque o estresse hídrico, quando interrompido por uma irrigação não tem mais efeito sobre a senescência (FISCHER & SANCHEZ, 1979).

Na determinação da produtividade do trigo, a maior ênfase deve ser dada a estrutura das plantas e ao tamanho das espigas nos períodos críticos, principalmente na antese, pois esses são os determinantes do número de grãos por metro quadrado (FISCHER, 1985). Embora, cada fase de desenvolvimento seja representada pelo deslocamento e alocação de assimilados ou matéria seca entre órgãos da planta (SPIERTZ, 1974) e o número e a massa de grãos depende da disponibilidade de carboidratos presentes nas folhas, colmo e raquis de cada planta (SPIERTZ, 1974; XU e ISHII, 1990). De acordo com Frank et al (1989), citado por DIDONET (1991), os carboidratos produzidos no período pré-antese contribui com cerca de 50% para a produção de grãos.

BLUM et al (1991) relatam que quando um estresse de água foi aplicado ao solo em 57 dias após a emergência das plantas, os componentes de produtividade não foram afetados pelo estresse de água no solo, provavelmente por esse ter sido aplicado nesta fase do ciclo. Certamente, uma posterior recuperação deve ter ocorrido, através de algum mecanismo fisiológico de adaptação "feed-back".

2.1.2. Radiação solar

LOOMIS & WILLIAMS (1963) estimaram o potencial de produtividade das culturas, baseado na quantidade total de energia solar que pode ser utilizada pelas plantas no processo fotossintético, considerando perdas por albedo, absorção inativa e respiração. Para uma superfície que recebe $500 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ de radiação solar, no estágio vegetativo, a estimativa é de uma produção de massa de matéria seca de 71 g.m^{-2} de superfície cultivada por dia. Se a contribuição dos constituintes inorgânicos consiste em 8% da massa de matéria seca, o potencial de produtividade será então $77 \text{ g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, o que corresponde a $770 \text{ Kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. O auto-sombreamento das folhas e mesmo estruturas não fotossintetizadoras, como as panículas do trigo, podem representar um fator de diminuição da quantidade de radiação disponível para a fotossíntese.

Em muitos estudos relacionados com o efeito da densidade de semeadura, o fornecimento da água tem sido geralmente suficiente para satisfazer as necessidades da cultura. Conseqüentemente, a teoria de que uma elevada população de plantas aumenta a produtividade, devido à maior exposição à radiação solar e CO_2 , pode não ser aplicada em regiões onde a água pode limitar a produção das culturas. Em situações sem limitações de água, o crescimento da planta é determinado, principalmente pela temperatura e pela intensidade luminosa (SPIERTS, 1974). Esse crescimento é

fundamental para produção de grãos, pois maior área foliar representará maior interceptação da radiação e, por conseguinte, mais fotossintetizados.

A intensidade luminosa tem significativa importância no desenvolvimento do trigo. A área foliar nos períodos que antecedem a formação das espigas tem papel determinante na sua formação, pois representa a percentagem de radiação solar que pode ser interceptada pelas folhas que, junto com a taxa fotossintética e a duração do período, determina o crescimento total da cultura. Durante a alongação, a intensidade luminosa determina o número de espigas por planta e o desenvolvimento das espiguetas (SPIERTZ, 1974). Esse mesmo autor cita que, a competição pela luz durante a fase de pré-floração é mais crítica para a produção de grãos do que nos estádios posteriores, inclusive, no período de enchimento de grãos não há necessidade de alta intensidade luminosa.

WATSON (1956) constatou que a fotossíntese realizada pela folha não é o único fator determinante na produção de grãos, pois este processo, nas espigas do trigo, produz cerca de um terço de matéria seca dos grãos, sendo que os pedúnculos e bainhas das folhas também contribuem para o enchimento dos grãos. ALLISON (1964) e MONTEITH (1969) definiram que a taxa de produção de matéria seca para uma cultura pode ser expressa como o produto da área foliar pela taxa de assimilação líquida. Existe, entretanto, uma relação inversa entre o índice de área foliar e a taxa de

assimilação líquida; para valores mais elevados do índice de área foliar, ocorre mútuo sombreamento das folhas. Portanto, um aumento na área foliar não ocasiona necessariamente acréscimo de produção de matéria seca em culturas adubadas e irrigadas.

Para determinada condição de solo, clima, cultivar e tratos culturais, existe um número de plantas por unidade de área que conduz à mais alta produção. Considera-se como limite, o número máximo de plantas que não concorrem entre si por nutrientes, água e luz. Portanto, locais onde o solo é mais fértil e não esteja sujeito à seca, comportam maior número de plantas. É importante que o trigo, em função do arranjo de plantas, do número de plantas e perfilhos e do desenvolvimento foliar, cubra todo o solo a fim de evitar o surgimento de ervas daninhas (LEWIS & LEGUIZAMON, 1991) e intercepte o máximo da radiação solar (SPIERTZ, 1974) o que contribui também para reduzir a evaporação de água do solo.

2.1.3. Temperatura

Nas regiões tropicais, o solo pode atingir 10 a 15°C acima da temperatura máxima do ar, alcançando nos primeiros centímetros, 45 a 50°C (FISCHER, 1985), o que é bem superior à temperatura máxima tolerada pela semente para germinar, que é de 34°C. A consequência desse fato passa por um secamento bastante rápido do solo causando uma má

germinação, falhas de emergência de plântulas e uma desuniformidade na população de plantas.

Não obstante, temperaturas altas reduzem o período de formação do tecido (FISCHER, 1985; XU et al, 1990), e conseqüentemente a produção de grãos, possivelmente porque o índice de área foliar é insuficiente para interceptar toda a radiação necessária para a planta crescer e frutificar adequadamente (FISCHER, 1985). Segundo PITTER (1977), temperaturas altas no início do ciclo representam efeito positivo na produção, por possibilitarem uma maior velocidade de crescimento, desde que não estejam associadas com escassez de água disponível para as plantas, o que resulta num severo estresse comprometendo a produção. Para as plantas, uma temperatura não é alta enquanto não inibir a produção de clorofila, de modo que, apesar da temperatura da folha ser maior que a do ar, é improvável que a temperatura, por si só, iniba a fotossíntese do trigo (FISCHER, 1985). Segundo SPIERTZ (1974), a produção de grãos é parcialmente determinada no período pré-floral pelo tamanho da área fotossintética e, principalmente, no período pós-floral pela taxa e duração do crescimento dos grãos, ambos diretamente influenciados pela temperatura.

Na faixa intertropical úmida a agricultura é realizada na estação das chuvas, que está sujeita a diferentes combinações de temperatura e luz (BASTOS & SÁ, 1971). Estas combinações podem ser extremamente desfavoráveis ao crescimento das plantas (Ex.: altas

temperaturas e baixa luminosidade), resultando em baixa produção de carboidratos. Isso mostra que, todos os processos fisio-metabólicos das plantas sofre uma influência da temperatura, seja de uma forma isolada ou em sinergia com outros fatores ambientais.

O trigo dá-se bem em temperaturas baixas durante o perfilhamento, sendo favoráveis geadas no início do desenvolvimento, pois estacionam o crescimento vegetativo em favor do sistema radicular. Geadas tardias, no entanto, são totalmente desfavoráveis, pois podem alcançar o trigo na fase de floração, trazendo como consequência o abortamento das flores. Segundo SCHEEREN (1982), embora baixas temperaturas em determinados momentos sejam desejáveis, o trigo é sensível às geadas, cujos danos tomam diferentes formas, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta e da temperatura registrada durante a geada. Além da queima de folhas e estrangulamento de colmos, o mais grave dano que a geada pode causar ao trigo é atingindo os primórdios frutíferos impedindo a formação dos grãos. Entretanto, PITTER (1977), diz que nos estádios finais do ciclo da cultura, baixas temperaturas aumentam a produtividade pela melhoria na qualidade dos grãos.

Para o crescimento do trigo, a temperatura ideal está entre 20 e 25°C (FISCHER, 1985) ou, entre 15 e 20°C (DOORENBOS & KASSAM, 1979). Entretanto, DOORENBOS & KASSAM (1979) indicam uma temperatura mínima diurna de 5°C, enquanto FISCHER (1985) encontrou uma temperatura base de

2°C na fase inicial do desenvolvimento e de 9°C por volta do enchimento dos grãos. A vernalização ocorre quando a temperatura média é de aproximadamente 13°C com mínimas entre 8 e 2°C e tem efeito apenas até no momento da emergência da penúltima folha. XU et al (1990), encontraram uma prolongação no período de maturação dos grãos de pólen sob baixas temperaturas, que variaram desde 2 até 6,9 dias, dependendo da cultivar. Isto permitiria maior possibilidade de boa polinização, especialmente quando outros fatores como vento e baixa umidade não são favoráveis. FISCHER (1985) classifica o clima para trigo em relação à temperatura média do mês de julho (para o hemisfério sul) em "muito quente" quando maior que 22,5°C; "quente" entre 22,5 e 17,5 °C e "ameno" entre 17,5 e 12,5°C.

O efeito da temperatura sobre o desenvolvimento e a produção do trigo varia de cultivar para cultivar e os resultados serão positivos ou negativos dependendo do estágio de desenvolvimento que se encontrar as plantas.

2.2. Parâmetros Fisiológicos

A necessidade de um conhecimento fisiológico mais profundo frente as diversas situações ambientais que se apresentam, e o efeito causado no comportamento das plantas de uma comunidade vegetal com repercursão na produção final, foi o que levou inúmeros pesquisadores a estudarem: os

efeitos do estresse de água (QUATTAR et al, 1987; KIM et al, 1989; XU & ISHII, 1990, 1991; BLUM et al, 1991), os efeitos da temperatura (JENSEN et al, 1990; HURRY & HUNER, 1991; LI et al, 1991), os efeitos da respiração (BEEVERS, 1970; LAMBERS & STEINGROVER, 1978; MACCULLOUGH & HUNT, 1989), os efeitos dos potenciais da água e condutância foliar (GAUDILLÈRE & BARCELO, 1990; KUMAR & TRIPATHI, 1990; WHITFIELD, 1990), os efeitos no balanço de carbono (WILSON et al, 1980; MCCREE, 1983), os efeitos nas trocas gasosas e na fotossíntese (TAKEDA & MURATA, 1956; LONG, 1982; HENSON et al, 1989; RITCHIE et al, 1990; HEITHOLT et al, 1991; MORGAN & LeCAIN, 1991) e, finalmente os efeitos na fotossíntese e produtividade dos cereais (SESTAK et al, 1971; ZELICH, 1971; PENNING DE VRIES, 1975; TIESZEN, 1982; BLUM et al, 1989).

Em várias pesquisas realizadas foram medidas as taxas de fotossíntese em plantas do tipo C4 de idades diferentes e encontraram em todos os casos que ela decresce acentuadamente com a idade da planta (HARTT & BURR, 1965; KORTSCHAK & FORBES, 1969; BULL, 1969, 1971). Entretanto, quanto a respiração, DAVIDSON & PHILIP (1958); SAEKI (1960) e MONTEITH (1965), consideram-na proporcional a massa de matéria seca e/ou ao índice de área foliar enquanto FICK et al (1973, 1975) e BULL & TOVEY (1974) consideram-na proporcional à taxa de fotossíntese.

SUMAYO et al (1977) demonstraram que as taxas de fotossíntese e transpiração, em sorgo, reduzem

quando a disponibilidade de água no solo foi menor que 35% da disponibilidade máxima. ASHTON (1956) tinha verificado que a taxa de fotossíntese não decrescia antes que o conteúdo de água disponível no solo atingisse um determinado valor abaixo da capacidade de campo, e que esse ponto deveria corresponder ao valor no qual o conteúdo de água disponível fosse ao redor de 0,4 do conteúdo máximo de água no solo. Abaixo desse valor a taxa de fotossíntese decresce rapidamente. Isso no caso da taxa de perda da água por transpiração ser maior que a taxa de absorção de água pelas raízes, provocando fechamento dos estômatos, de modo que a transpiração possa ser drasticamente reduzida. Nesse caso também ocorre uma diminuição da taxa metabólica. LIVINGSTON & de JONG (1990) chamam a atenção para o cuidado que se deve ter, principalmente na fase de germinação e emergência das plântulas, porque alguns estudos têm indicado que o efeito da temperatura nessa fase pode ser confundido com o efeito do potencial de água no solo.

KUMAR & TRIPATHI (1990 e 1991a) verificaram que com a intensificação do estresse as diferenças entre o trigo irrigado e não irrigado foram grandes. A máxima diferença ocorreu em torno das 14:00 horas com 180 s.m^{-1} na resistência à difusão das folhas; $7,6 \mu\text{g.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ na taxa de transpiração e $3,8^{\circ}\text{C}$ na temperatura do dossel vegetativo aos 109 dias após a semeadura. A resistência à difusão foliar, taxa de transpiração e temperatura do dossel tiveram um incremento com a idade da cultura. A correlação linear foi

altamente significativa entre a resistência à difusão foliar e temperatura do dossel ($r = 0,89$), para as medidas realizadas durante 13:00 e 14:00 horas. Entretanto, a resistência à difusão foliar foram máximas e a temperatura do dossel e a taxa de transpiração foram mínimas durante 8:00 e 9:00 horas.

KUMAR & TRIPATHI (1991b) também verificaram existir correlação altamente significativas para as taxas de transpiração versus difusão de vapor pela folha e temperatura do dossel, diferença entre temperatura do dossel e do ar versus difusão de vapor da folha, quando os dados obtidos foram normalizados, subtraindo os valores dos tratamentos irrigados (sem estresse) dos valores dos tratamentos não irrigados (com estresse).

RITCHIE et al (1990) estudaram plantas de trigo cultivadas sob dois manejos de água (com e sem estresse hídrico) durante a fase da antese e período vegetativo. Para ambos estádios de desenvolvimento as cultivares mantiveram alta fotossíntese aparente na condição sem estresse em relação a com estresse.

LIU & CHEN (1990) aplicaram três tratamentos de estresse de água cujos conteúdos de água do solo variaram de 55-60%, 40-45% e 30-35% de sua capacidade máxima, nos diversos estádios de desenvolvimento das plantas. Verificaram que a taxa de transpiração e a fotossíntese decresceu ao contrário da concentração de CO_2 das folhas. O decréscimo da fotossíntese em folhas sob estresse de água

resulta numa inibição da carboxilase e transferência de elétrons do mesófilo.

HENSON et al (1989) verificaram o efeito de uma progressiva indução de estresse de água no solo, na condutância foliar e troca gasosa em tremoço ou lupino (*Lupinus consentini*) e trigo (*Triticum aestivum*) em casa de vegetação. A taxa de transpiração decresceu rapidamente em ambas espécies devido ao fechamento dos estômatos. A fotossíntese também declinou, mas de um modo menos intenso que a difusão de vapor. O decréscimo do conteúdo de água do solo e condutância estomática foram mais evidentes no trigo. Em ambas espécies, a condutância foliar decresceu linearmente com o conteúdo de água no solo e curvilinearmente com o potencial do solo, indicando que a absorção de água foi restrita para conteúdo de água e potenciais mátriciais similares.

SRIVASTAVA & CHATURVERDI (1989) estudaram duas cultivares de trigo sob estresse hídrico, respectivamente, resistente (Kalyansana) e suscetível (C-306) ao déficit de água e, verificaram haver diferenças nas taxas de transpiração entre as plantas com e sem estresse. A diferença entre a temperatura da folha e a temperatura do ar foram grandes para as cultivares Kalyansana. A taxa de condutância abaxial e adaxial das folhas decresceu em ambos os cultivares sob condição de severo estresse.

Em ensaios com trigo realizados à campo sob condições de plantas estressadas e não estressadas, a

resistência à difusão de vapor na condição não estressada foi menor e a taxa de transpiração maior do que a condição estressada. A temperatura do dossel geralmente foi menor do que a temperatura do ar, sendo que, a temperatura do dossel na condição estressada foi 0,1 a 4,2°C maior do que a condição não estressada (SINGH et al, 1990). Entretanto, para uma condição de 40 a 75% do conteúdo máximo de água do solo, a fotossíntese decresce durante o dia, independente do estresse de água. A depressão foi grande nas folhas médias, especialmente nas inferiores, em relação as folhas superiores. Em dias claros com alta temperatura e baixa umidade relativa, a fotossíntese foliar decresce com a tempo. Sob déficit de água, a fotossíntese foliar foi menor do que sob condição satisfatória de água, onde conclui-se que a água facilmente disponível no solo dá condições de uma fotossíntese foliar ativa num sinergismo particular (XU et al, 1990).

XU & ISHII (1990, 1991) relatam que o efeito do déficit de água em plantas de trigo se faz sentir sobre as folhas bandeiras e folhas mais encobertas. O potencial de água nas folhas numa condição de equilíbrio dinâmico no solo foi menor nas partes superiores da planta em relação as partes inferiores, indicando existir um gradiente de potencial entre esses dois níveis do dossel vegetativo. A resistência estomática para um dado nível de potencial de água nas folhas foi maior nas partes inferiores em relação às superiores. Grande resistência estomática matinal (R_{sm})

nas partes inferiores sugerem que o fechamento matinal do estomato é devido a redução do potencial de água e um grande decréscimo de fotossíntese e transpiração em relação às partes superiores.

LU (1989) observando a resistência à difusão de vapor pelos estômatos nas duas superfícies da folha do trigo, para diferentes conteúdos de água do solo verificou que, os estômatos adaxial e abaxial apresentam diferentes sensibilidades ao estresse de água do solo. A resistência dos estômatos abaxial não decresce substancialmente com o decréscimo do conteúdo de água do solo. O incremento da resistência estomática na superfície abaxial foi maior do que na superfície adaxial sob condição de estresse. A taxa diária entre a resistência estomática abaxial e a resistência estomática adaxial (r_b/r_d) se mantém constante, aproximadamente 1,5; durante a maior parte da estação de crescimento na condição irrigada (conteúdo de água do solo maior que 75% de sua capacidade máxima). Quando a água do solo diminuí deste nível a taxa entre a resistência estomática abaxial (r_b)/resistência estomática adaxial (r_d) é grande e variável durante o dia.

EL-SHARKAWY (1990) fez medidas à campo em plantas de mandioca, crescidas em solos úmidos no nordeste da Colombia que demonstraram um decréscimo rápido de condutância estomática (de $6,7 \text{ mm.s}^{-1}$ à $1,4 \text{ KPa}$ no período matutino para $1,8 \text{ mm.s}^{-1}$ à $2,6 \text{ KPa}$ ao meio-dia) com aumento do gradiente de pressão de vapor do ar. A transpiração

também decresceu na mesma faixa do gradiente de pressão do vapor ar-folha, sem alteração no potencial da água na folha. A observação do fechamento estomático devido ao ar seco não foi associada com o aparente decréscimo do potencial de água da folha, tudo indica que a mandioca responde diretamente a umidade e não a um mecanismo de adaptação "feed-back" devido à redução do potencial de água na folha (MANSFIELD & DAVIES, 1981). Em condições naturais, a resposta da umidade atmosférica pode ser grandemente intensificada prevalecendo o vento, devido ao seu efeito sobre a umidade existente na camada limite adjacente da superfície foliar afetando a taxa de calor e transferência de massa entre a folha e o ar (WOOLLEY, 1961; NOBEL, 1981).

PORTO (1989) estudando a condutância foliar em cultivares de mandioca verificou que houve uma redução na condutância média destas e uma elevação da temperatura foliar com o avanço do período experimental, influenciado por menores valores de umidade atmosférica e maior número de horas de sol por dia.

Em trigo e inúmeras outras espécies, a variação na fotossíntese é muitas vezes correlacionada com o tamanho da folha, isto porque folhas menores apresentam altas taxas fotossintéticas por unidade de área (BHAGSARI & BROWN, 1986). A ocorrência de altas taxas fotossintéticas em folhas menores têm tido algumas hipóteses como: (I) incremento na condutância do CO_2 para o cloroplasto, (II) maior concentração do aparelho fotossintético.

Em relação ao CO₂ existem técnicas de medida no ar que permitem a detecção de pequenas variações na sua concentração, sendo estas utilizadas na estimativa dos fluxos tanto em pedaços de folhas como em órgãos e até plantas inteiras. Em geral, o material vegetal é encerrado em câmara hermética, sendo o fluxo de CO₂ determinado pela variação na concentração de CO₂ na atmosfera da câmara (SESTAK et al, 1971; LONG, 1982; MACHADO & PEREIRA, 1990). No entanto, a fotossíntese e a respiração variam com a condição ambiente (MCCREE, 1970; ZELICH, 1971), tais processos são quantificados em câmaras com controle interno de temperatura, umidade e irradiância. Medidas sob condições controladas permitem avaliar o efeito de cada fator do ambiente, bem como de suas interações, sobre os processos fisiológicos, além de serem reproduzíveis em diferentes locais e épocas (MACHADO & PEREIRA, 1990).

HEITHOLT et al (1991) estudaram em trigo, a limitação estomática para assimilação de CO₂ quando as plantas sofrem falta de nitrogênio e/ou estresse hídrico. Esses autores relatam que tanto fatores metabólicos como estomatais têm sido limitantes a troca gasosa em folhas, e que em ambientes com plantas sem estresse hídrico mas com limitação de N a concentração de N variou de 18,2 para 11,7 $\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Em ambientes somente com estresse de água baixa para 6,0 $\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Entretanto, se tiver estresse de água e limitação de N, a razão de troca de CO₂ cai para 3,1 $\mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

A variação diurna da condutância estomática em trigo durante o ciclo da cultura revelou que: a condutância estomática aumenta das 11:00 horas às 13:00 horas do dia, se mantém estável das 13:00 às 15:00 horas e decresce das 15:00 às 19:00 horas, e que valores elevados de condutância estomática são encontrados nas plantas não estressadas em comparação com as plantas estressadas (-1,5 MPa) (TEJ et al, 1989).

Portanto, por tudo que foi exposto pode-se dizer que a produção de grãos em cereais está diretamente relacionada com a capacidade de manutenção de elevada atividade fotossintética das folhas (fonte) e com a intensidade de crescimento dos grãos (dreno) durante o período reprodutivo (YOSHIDA, 1972; MACHADO et al, 1990; SILVEIRA & MACHADO, 1990). Na maturação, a relação entre a massa acumulada nos grãos e a massa seca total da planta define o índice de colheita, o qual varia significativamente com o genótipo e com o ambiente (TANAKA et al, 1966; MURATA & MATSUSHIMA, 1975; MACHADO et al, 1990).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização da área experimental

Os dados utilizados no presente estudo foram coletados no ano agrícola de 1991, num trabalho realizado no Centro Experimental, na área da Seção de Fisiologia Vegetal do Instituto Agronômico de Campinas, na cidade de Campinas, SP. O local situa-se a 200 metros do Posto Climatológico e encontra-se a 674 metros acima do nível do mar, na latitude de 22° 54' S e numa longitude de 47° 05' W.

3.2. Caracterização da área experimental

O local possui relevo levemente ondulado, mas a área experimental constituída de 24 tanques de alvenaria é totalmente plana. Os tanques foram cercados com estrutura de ferro e recobertos com telado de malha 0,2 mm cuja finalidade foi de evitar ataque de pássaros durante a fase reprodutiva do trigo (*Triticum aestivum* (L.) THELL). Após o início da coleta de dados, os tanques cujo tratamento foi estresse hídrico (deficiência de água), a cada ocorrência de precipitação (chuva) foram cobertos com

plástico branco transparente de polietileno com espessura de 0,15 mm.

3.2.1. Dimensões

A área total de cada tanque é de 1,0 m², cujas dimensões são: 2,0x0,5x0,4 metros. O experimento foi composto de 24 parcelas, sendo que cada uma possui área útil de 0,8 m², com duas linhas de plantas, distribuídas em seis repetições para cada tratamento (Figura 1).

3.2.2. Solo

O solo original é um Latossolo Roxo Distrófico, e de acordo com a classificação americana é um Oxissol (ESTADOS UNIDOS, 1990). Por definição, este tipo de solo apresenta um perfil homogêneo e muito profundo, com o lençol freático a vários metros abaixo de sua superfície.

Este solo foi utilizado nos tanques, após ter sido peneirado e destituído do material grosseiro e orgânico não decomposto. Com o acomodamento natural do solo os tanques foram sendo completados até atingirem 0,5 cm do bordo superior. Isso permitiu condições edafológicas satisfatórias, tornando o desempenho do trigo dependente somente das condições meteorológicas e dos tratamentos empregados.

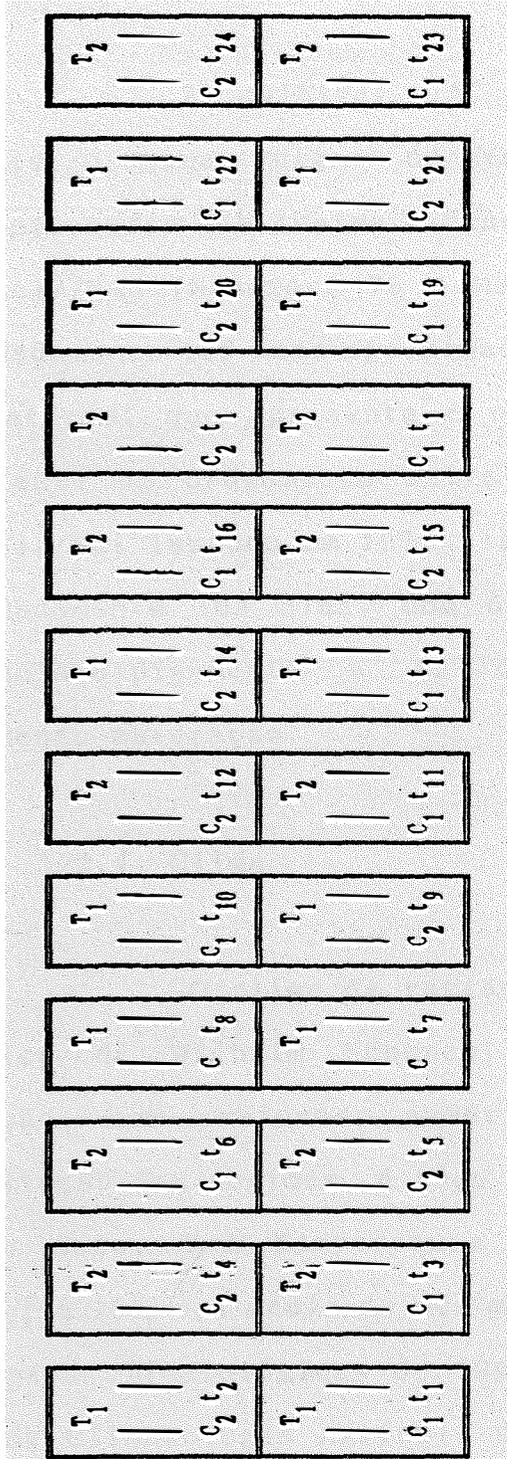


Figura 1. Esquema da estrutura dos tratamentos e tanques semeados com trigo (*Triticum aestivum* (L.) THELL), cultivares IAC 287 (C_1) e IAC 24 (C_2) sem (T_1) e com (T_2) estresse hídrico.

3.2.3. Planta

A cultivar IAC 287 é um material que apresenta o nome vulgar de YACO"S" é proveniente do cruzamento entre HIM (Heima = Fances)/COC (Cocoraque 75-S = Mexicano)//NAC (Nacozari 76 = Mexicano), cujo ciclo é de aproximadamente 105 dias aproximadamente. A cultivar IAC 24 é um material que apresenta o nome vulgar de Tucuruí, é proveniente do cruzamento entre Albatroz (IAS-51) e IRN (597/70). Foi lançado em 1971 (71/H.693), cujo ciclo é de aproximadamente 103 dias, com 61 dias para o subperíodo emergência-espigamento e 42 dias para o subperíodo espigamento-maturação.

3.2.4. Clima

O clima da região, segundo a classificação climática de Wilhelm Köeppen, que associa estudo da vegetação com valores numéricos de temperatura e precipitação das regiões, é tipo Cwa: sub-tropical úmido de inverno seco, com temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e a média do mês mais quente entre 22 e 24°C. As normais climatológicas de 1961 a 1990, fornecidas pela Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico de Campinas/SP, mostram que o total de chuvas do mês mais seco não ultrapassa 40 mm, com total anual oscilando entre 1300 e 1400 mm (1381,2 mm), e que a maior parte da precipitação

ocorre durante o verão (de outubro a março), principalmente como chuvas de alta intensidade e curta duração. Outros parâmetros climáticos normais podem ser observados como: a temperatura média anual é de 20,7°C, sendo que a mínima ocorre em julho e a máxima em fevereiro, na ordem de 11,9°C e 29,7°C, respectivamente. O período de brilho solar médio anual é de 7,2 h.dia⁻¹, a umidade relativa média anual é 72,1%, a velocidade do vento média anual é 2,0 m.s⁻¹ e a direção predominante do vento média é C SE.

3.3. Instalação do experimento

3.3.1. Preparo do solo e semeadura

A homogeneização do solo para semeadura foi realizada revolvendo e destorroando os 5,0 cm iniciais do perfil. As adubações foram realizadas segundo análise de solo feita pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto Agronômico de Campinas, cujas características físicas e químicas são apresentadas na Tabela 1.

A semeadura foi realizada no dia 21 de maio de 1991, manualmente em sulcos feitos longitudinalmente aos bordos dos tanques, com uma profundidade de 0,05 m. Os sulcos em número de dois distaram 0,15 m de cada bordo dando um espaçamento entre-linhas de plantas com 0,20 metros. A população de plantas foi proporcional a 900.000 plantas.ha⁻¹

ou 90 plantas.m⁻¹ linear, posteriormente à emergência.

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

Horizonte	Profundidade cm	Granulometria % em peso			Matéria orgânica %	PH água	meq/100 ml de T.F.S.A.			ppm de T.F.S.A.		ρ _a (*)	ρ _r (*)
		Areia	Silte	Argila			Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K	P		
A _p	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

(*) ρ_a e ρ_r - densidade solo e partículas do solo, em g.cm⁻³.

3.3.2. Práticas culturais

A adubação constou da aplicação de quantidades proporcionais a: 90 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples; 40 kg.ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio e 30 kg.ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio; e foi realizada dia 11 de maio de 1991. Após 38 dias da emergência das plântulas procedeu-se a adubação de cobertura adicionando-se quantidade proporcional a 40 kg.ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio. Aos 30 dias antes da semeadura o solo foi corrigido com a aplicação de calcáreo (Minercal) proporcional à 3,0 ton.ha⁻¹.

O desbaste foi realizado 20 dias após a emergência, na data em que foram marcados os perfilhos principais para posterior coleta de dados (17/06/91).

Os tanques foram sempre mantidos sem a presença de invasoras para evitar a competição com o trigo.

Para controle da ferrugem-do-colmo (*Puccinia graminis tritici*) e da ferrugem-das-folhas (*Puccinia rubigovera tritici*) foram realizadas duas aplicações do produto com princípio ativo Triadimefom na dosagem proporcional à 1,0 l.ha⁻¹. No controle das pragas do trigo (pulgões e lagartas) foi usado o produto com princípio ativo Malation em duas aplicações, uma na fase vegetativa e outra na fase de espigamento.

A irrigação foi realizada em todos os tanques até os 70 dias da emergência, em dias alternados, após foram efetuadas irrigações somente nos tratamentos sem estresse hídrico.

3.3.3. Fenologia

O acompanhamento diário do ciclo da cultura (*Triticum aestivum* (L.) THELL) foi realizado através de observações fenológicas, proposta por Feeks-Large (1954), que permitem a identificação dos estádios de desenvolvimento da cultura durante o ciclo. A emergência ocorreu no sétimo dia após a semeadura (28/05/91), e foi considerada quando 75% ou mais das plântulas tinham 0,05 m acima da superfície do solo.

3.4. Determinações realizadas

3.4.1. Conteúdo de água no solo

Os tanques foram mantidos com um armazenamento entre 24 e 27% de umidade, e a partir dos 71 dias após a emergência foram aplicados os tratamentos. Os tanques sem estresse tiveram sua umidade elevada acima de 30%, enquanto que nos tanques com estresse foi permitida a diminuição da umidade até próximo de 18%. A manutenção destes níveis de umidade foram realizados através de irrigações periódicas, com intervalos de 24 horas, durante cinco minutos por parcela. As irrigações foram realizadas com o auxílio de mangueira de borracha ligada a uma torneira.

Nas fases críticas da indução e recuperação do estresse hídrico foram realizadas amostragens de solo por gravimetria, para determinação da umidade do solo e controle do estresse hídrico. Neste estudo foi admitido que acima de 30% de umidade do solo, os tanques estariam próximos a sua capacidade máxima de armazenamento ($x = 33,9\%$) e abaixo dos 19% estariam próximos ao estresse máximo para as plantas, isto é, ao redor de sua capacidade mínima de armazenamento ($x = 16,6\%$). Os níveis de umidade foram definidos através de amostragens gravimétricas do solo realizadas em cada tanque, anteriormente ao início da fase experimental. Os tanques foram colocados inicialmente numa

condição de saturação através de constantes irrigações para após serem retiradas amostragens definindo a capacidade máxima de armazenamento. Em seguida, foram suspensas as irrigações durante um período de 45 dias, para a retirada de amostras definindo a capacidade mínima de armazenamento. Nesse caso os tanques foram recobertos com lona plástica a cada possibilidade de chuva.

As amostras de solo foram retiradas com o auxílio de um trado, colocadas em latas de alumínio herméticamente fechadas até pesagem em balança analítica com aproximação decimal, onde foram obtidas as massas de solo úmido. Após as amostras foram colocadas em estufa de ventilação forçada à 105°C por 72 horas, para serem pesadas novamente onde foram obtidas as massas secas de solo. Através da relação usada em LIBARDI (1992), foram obtidas as umidades do solo em percentagem (U%):

$$U\% = \frac{M_U - M_S}{M_S - T} \times 100 \quad (1)$$

onde, M_U é a massa de solo úmido, em gramas; M_S é a massa de solo seco em gramas e T é a tara da lata de alumínio em gramas.

3.4.2. Parâmetros auxiliares

Para melhor caracterizar a condição

experimental e facilitar o entendimento do comportamento dos parâmetros fisiológicos, foram realizadas determinações de: quantum de energia (fótons fotossinteticamente ativos) denominados no trabalho de radiação solar, em $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$; da temperatura do ar na câmara foliar, em °C; e da temperatura da folha na câmara foliar, em °C; todos com o auxílio do LI-6200 Portable Photosynthesis System, LI-COR (Lincoln, Nebraska, USA).

3.4.3. Parâmetros fisiológicos

A utilização de um LI-6200 Portable Photosynthesis System, cedido pela Seção de Fisiologia Vegetal do Instituto Agronômico de Campinas, também permitiu a determinação de parâmetros fisiológicos básicos como: a fotossíntese líquida em $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, a condutância estomática em $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, e a transpiração em $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Para a determinação destes parâmetros foram escolhidos os perfilhos principais das respectivas plantas e marcadas as folhas bandeiras. A posição foliar em que o sensor do analisador de fotossíntese foi colocado para as leituras diárias, durante a fase reprodutiva da cultura nas parcelas em estudo, também foi definida previamente. As leituras foram realizadas das 8:00 às 15:00 horas, com intervalos horários regulares, durante 12 dias. Para as primeiras quatro coletas de dados, referentes aos dias 73,

77, 80 e 83 após a emergência das plantas; foram realizadas observações às 8:00, 9:00, 10:00, 11:00, 13:00, 14:00 e 15:00 horas. Entretanto, para as cinco coletas finais, referentes aos dias 86, 87, 88, 93 e 94 após a emergência das plantas; foram realizadas observações às 9:00, 11:00, 14:00 e 15:00 horas.

3.4.4. Componentes de produtividade

A determinação dos componentes de produtividade foi realizada em 20 espigas por repetição, nos tratamentos com e sem estresse hídrico, no dia da colheita. O material coletado correspondeu à 2 linhas de 1,6 metros de comprimento por tanque, sendo que cada tanque possui 2,0 x 0,5 m, descontados 0,20 m² de bordadura, totalizando 0,80 m² de área útil. Os componentes analisados foram: a massa de matéria seca das folhas, a massa de matéria seca dos colmos, a massa de matéria seca das panículas, a massa de matéria seca total, a massa de matéria seca dos grãos, a massa de matéria seca por 500 grãos e a massa de matéria de grãos por massa de matéria seca de espiga. As amostras de parcelas foram coletadas separadamente e levadas ao laboratório, onde suas partes foram separadas e acondicionadas em saco de papel devidamente identificado os tratamentos. Após, as amostras foram colocadas em estufa de ventilação forçada à 60°C por 72 horas, para serem posteriormente pesadas em

balança analítica de precisão, onde foram obtidas as massas de matéria seca das partes das plantas, em gramas. Para o número de grãos por espiga, o número de grãos por espiguetas e o número de espiguetas por espiga, foram efetuadas contagens para cada tratamento separadamente.

O índice de colheita neste ensaio foi considerado como sendo a relação entre a massa de matéria seca dos grãos pela massa de matéria seca total vezes 100.

3.5. Tratamentos

Neste trabalho, foram realizados quatro tratamentos a seguir relacionados: duas cultivares de trigo (*Triticum aestivum* (L.) THELL) (IAC-287 e IAC-24) e dois níveis de umidade do solo dos tanques, com efeito direto na disponibilidade de água para as plantas (com e sem estresse hídrico).

3.5.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental usado foi o de um ensaio em parcelas subdivididas, com duas parcelas (com e sem estresse hídrico) e duas subparcelas (cultivar IAC-287 e cultivar IAC 24), num delineamento inteiramente ao acaso.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cultivares de trigo (*Triticum aestivum* (L.) THELL) escolhidos foram o IAC 287 e o IAC 24, materiais com boa capacidade de produção e que se adaptam bem as condições ambientais e, por isso bastante aceitos na região.

O cultivar IAC 287 é um material recente, fixado e lançado oficialmente em 1992, com bastante aceitação entre agricultores, com características de não tolerante ao estresse hídrico, sensível ao alumínio, exigente em solos que deverão ser corrigidos.

O cultivar IAC 24 é um material tradicional entre os triticultores da região, lançado em 1971, com características de ser tolerante ao estresse hídrico e ao alumínio e, mediantemente exigente em solos que deverão ser corrigidos. Na verdade, é o material que serviu de contraste para que IAC 287 por ser bem conhecido.

Para avaliação dos efeitos da indução e recuperação de um estresse hídrico nas cultivares IAC 287 e IAC 24, efetuaram-se determinações a nível de campo e laboratório em diversos momentos na fase reprodutiva das

plantas de acordo com os objetivos do trabalho,

determinando-se os efeitos dos tratamentos e/ou interação destes fatores sobre as plantas das cultivares testadas.

Embora, os dados obtidos em várias determinações tenham sido apresentados como valores médios, os resultados foram assim apresentados com a finalidade de permitir uma melhor interpretação dos parâmetros avaliados.

Os dados médios diários do conteúdo de água no solo, considerando os respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem e com estresse hídrico) estão apresentados na Tabela 2. Para o parâmetro conteúdo de água no solo observou-se uma diferença estatística significativa, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, entre os tratamentos sem e com estresse hídrico para os dias 73, 76, 78, 80 e 83 após a emergência das plantas. Os valores máximos foram de 0,3276 e 0,3298 g.g⁻¹ para os tratamentos sem estresse hídrico C₁N e C₂N aos 83 dias após a emergência das plantas.

A indução do estresse hídrico nos tratamentos C₁N e C₂N iniciou a partir de 71 dias após a emergência das plantas, quando o conteúdo de água no solo atingiu o valor mínimo de controle percentualmente em todos os tratamentos. Esse manejo foi até os 83 dias após a emergência das plantas para C₁N e C₂N quando foi iniciada a recuperação hídrica das plantas até atingir valores superiores a 30% do conteúdo de água no solo.

Tabela 2 - Valores médios diários do conteúdo de água no solo em g de água.g⁻¹ de solo, considerando os respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem e com estresse hídrico; C₁I, C₂I, C₁N e C₂N). Campinas, SP, 1991.

Dias	Tratamentos			
	C ₁ I	C ₂ I	C ₁ N	C ₂ N
66	0,2505 a	0,2524 a	0,2596 a	0,2557 a
69	0,2860 a	0,2899 a	0,3014 a	0,2859 a
71	0,2365 a	0,2527 a	0,2615 a	0,2558 a
73	0,2956 a	0,2956 a	0,2251 b	0,2198 b
76	0,3189 a	0,3174 a	0,2234 b	0,2221 b
78	0,3107 a	0,3127 a	0,2067 b	0,2064 b
80	0,3136 a	0,3151 a	0,1991 b	0,1973 b
83	0,3146 a	0,3096 a	0,1849 b	0,1808 b
85	0,3270 a	0,3269 a	0,3076 a	0,3121 a
87	0,3276 a	0,3298 a	0,3181 a	0,3209 a
90	0,3196 a	0,3205 a	0,3145 a	0,3143 a
92	0,3246 a	0,3216 a	0,3206 a	0,3193 a

Obs.: As variáveis diárias seguidas da mesma letra na horizontal não diferem entre si (DUNCAN 5%).

O que chama a atenção são os valores do conteúdo de água do solo para os dias 66 e 69 após a emergência das plantas nos tratamentos (C₁I, C₂I, C₁N e C₂N), onde os tratamentos vinham sendo submetidos ao mesmo manejo. Nos valores verifica-se que houve uma tendência dos tratamentos C₁N e C₂N apresentarem um maior conteúdo de água no solo em relação aos tratamentos C₁I e C₂I. Isso deve ter ocorrido por um manejo de água deficiente devido ao sistema de irrigação utilizado ou a uma desuniformidade física dos solos nos diversos tanques, o que não permitiu um controle mais eficaz da umidade do solo.

Com relação a precipitação pluviométrica ocorrida, pode-se afirmar que sua quantidade foi muito pequena (3,0 mm no dia 05/08) para suprir as necessidades hídricas do trigo, e não satisfatórias para o mês de agosto no local (37,4 mm). Sob condição de lavoura, torna-se imperiosa a suplementação de água para o trigo através de irrigação, principalmente no subperíodo em que se encontrava a cultura (floração-enchimento de grãos). Todavia, para as condições de estudo, esse fato auxiliou na aplicação do estresse hídrico nos respectivos tratamentos.

Os valores diários da radiação solar global no mês de agosto de 1991 variaram de 432,5 a 636,8 cal.cm⁻².dia⁻¹. Observa-se pelos dados mencionados, que a radiação solar global durante a fase reprodutiva das plantas, em termos quantitativos, foi suficiente para um bom desenvolvimento da cultura.

Os dados médios diários das variáveis radiação solar ao nível do dossel de plantas (fótons fotossinteticamente ativos), temperatura do ar na câmara foliar e da temperatura da folha na câmara foliar, estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente, para os tratamentos sem e com estresse hídrico.

Os valores de radiação solar do tratamento com deficiência hídrica foram na maioria dos dias inferiores ao tratamento sem deficiência hídrica, com exceção feita aos dias 72, 85, 88 e 93 após a emergência das plantas. Entretanto, quando avalia-se somente o tratamento sem estresse hídrico, verifica-se que a cultivar IAC 287 teve valores maiores do que a cultivar IAC 24 somente nos dias 83, 84, 86, 87 e 94 após a emergência das plantas. Para o tratamento com estresse hídrico, a cultivar IAC 287 apresentou um único dia (85 após a emergência das plantas) onde o valor de radiação solar foi mais elevado. A causa dessa variabilidade entre os dados de radiação solar nos tratamentos estudados, seguramente podem ser explicados pela localização e orientação dos tanques que favoreciam uma chegada de energia diferenciada entre as parcelas durante o dia. Entretanto, outro fato que colaborou para a discrepância entre os valores de um mesmo grupo de repetições, foi o tempo decorrido entre uma leitura e outra nas parcelas do mesmo tratamento.

Tabela 3 - Valores médios diários das variáveis radiação solar (R_s) em $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, temperatura do ar (T_{ar}) em $^{\circ}\text{C}$ e da temperatura da folha (T_f) em $^{\circ}\text{C}$, considerando os tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem estresse hídrico). Campinas, Sp, 1991.

Dias após Emergência	IAC 287			IAC 24		
	R_s	T_{ar}	T_f	R_s	T_{ar}	T_f
72	625,7	28,1	27,1	643,9	27,7	26,3
77	528,4	26,2	24,6	560,7	26,6	25,0
80	545,4	27,3	26,2	582,0	26,8	25,8
83	654,7	24,1	23,1	652,2	24,0	23,2
84	729,6	27,6	26,2	704,5	25,4	24,3
85	521,3	24,9	23,9	597,3	25,2	24,1
86	1075,8	26,0	25,1	992,8	26,6	25,5
87	1112,7	25,7	25,1	1100,6	26,0	25,3
88	1115,1	26,7	26,4	1124,2	26,5	25,9
90	1240,9	29,7	29,4	1283,8	29,9	29,5
93	1068,6	28,8	28,5	1078,3	29,4	29,4
94	957,0	29,6	29,3	918,2	29,6	29,7

No 57034
 SP - Campus de Piracicaba
 DIVISÃO DE BIBLIOTECA
 E DOCUMENTAÇÃO

Tabela 4 - Valores médios diários das variáveis radiação solar (R_s) em $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, temperatura do ar (T_{ar}) em $^{\circ}\text{C}$ e da temperatura da folha (T_f) em $^{\circ}\text{C}$, considerando os tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, com estresse hídrico). Campinas, SP, 1991.

Dias após Emergência	IAC 287			IAC 24		
	R_s	T_{ar}	T_f	R_s	T_{ar}	T_f
72	841,6	27,1	26,1	845,5	27,3	26,4
77	396,9	27,0	26,1	675,9	26,0	25,2
80	391,8	27,6	26,1	703,5	26,2	25,3
83	598,2	24,2	24,4	655,7	24,8	25,0
84	576,4	24,2	24,1	766,6	26,5	26,4
85	755,4	25,3	25,0	640,7	26,1	25,6
86	1063,8	27,4	26,9	1144,5	27,3	27,0
87	1072,4	26,1	25,7	1113,0	26,4	26,2
88	1118,2	26,8	26,7	1188,8	26,8	26,8
90	1236,7	30,4	30,1	1298,2	30,3	30,2
93	1087,4	29,6	29,5	1127,8	29,8	29,8
94	862,8	30,0	30,0	909,4	29,8	30,0

Os valores de temperatura do ar na câmara foliar no tratamento sem estresse hídrico apresentou valores mais elevados para a cultivar IAC 287 nos dias 72, 80, 83, 84 e 88 após a emergência da plantas, sendo que, no dia 94 os valores foram idênticos nas duas cultivares. Já os valores de temperatura da folha na câmara foliar foram mais elevados para a cultivar IAC 287 em relação a cultivar IAC 24 nos dias 72, 80, 84 e 88 após a emergência das plantas; seguindo a mesma tendência da temperatura do ar na câmara foliar com exceção do dia 83 após a emergência das plantas.

No tratamento com estresse hídrico verificou-se valores mais elevados da temperatura do ar na câmara foliar para a cultivar IAC 287 nos dias 77, 80, 86, 90 e 94 após a emergência das plantas; sendo que no dia 88 os valores foram idênticos nas duas cultivares. Entretanto, os valores de temperatura da folha na câmara foliar neste tratamento foram mais elevadas para a cultivar IAC 287 nos dias 77, 80 e 93 após a emergência das plantas; e, no dia 94, foram semelhantes. Quando analisados os dados de temperatura do ar na câmara foliar versus a temperatura da folha na câmara foliar para as duas cultivares IAC 287 e IAC 24, verificou-se que, para o tratamento sem estresse hídrico, os valores de temperatura do ar foram sempre mais elevados do que os valores de temperatura da folha na câmara foliar, com exceção do dia 94 após a emergência das plantas para a cultivar IAC 24 e, no dia 93 para a mesma cultivar onde os valores foram semelhantes. Segundo a literatura

(BLUM et al, 1989; JENSEN et al, 1990; KUMAR & TRIPATHI, 1991a) essa tendência mostra que as plantas de ambos os tratamentos (sem e com estresse hídrico) mantiveram-se desidratadas durante o período experimental, sendo que, isso ocorre quando a temperatura do ar é superior a da folha:

Contudo, o dia 83 no tratamento com estresse hídrico para as cultivares IAC 287 e IAC 24; o dia 90 no tratamento com estresse hídrico para a cultivar IAC 24; o dia 93 nos tratamentos sem e com estresse hídrico para a cultivar IAC 24; e no dia 94 após a emergência das plantas nos tratamentos com estresse hídrico para a cultivar IAC 24, foram as exceções pois apresentaram valores de temperatura da folha superiores ou semelhantes da temperatura do ar, isto é, as plantas destes tratamentos apresentavam-se hidratadas. Provavelmente, nestes dias a absorção de água pelo sistema radicular das plantas superaram a demanda evaporativa do ar (processo de transpiração) o que não deve ter ocorrido nos demais períodos experimentais, nos mesmos tratamentos, onde a disponibilidade de água no solo foi plenamente satisfatória, caso dos tratamentos irrigados (sem estresse hídrico).

Os valores extremos horários das variáveis radiação solar (fótons fotossinteticamente ativos), temperatura do ar e temperatura da folha na câmara foliar para os tratamentos estudados encontram-se no apêndice 1 e 2. No geral para os valores da temperatura do ar na câmara foliar, foram observados que a temperatura da folha teve um

aumento com o tempo para as cultivares estudadas, e que a cultivar IAC 24 apresentou maior variação (23,2-29,7°C) no tratamento com estresse hídrico. No tratamento com estresse hídrico, a maior variação foi de 24,1 a 30,1 °C para a cultivar IAC 24, valores esses apesar de não apresentarem diferenças significativas indicam fortes tendências anteriormente discutidas.

Na comparação entre as duas cultivares a cultivar IAC 287 teve um comportamento mais próximo ao encontrado na literatura, enquanto que a cultivar IAC 24 apresentou uma posição intermediária quanto a essa afirmação.

Os dados médios diários da variável fotossíntese líquida, considerando os respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem e com estresse hídrico; C₁I, C₂I, C₁N e C₂N, estão apresentados na Tabela 5. Observa-se nesta tabela que houve diferença estatística significativa, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, nos tratamentos estudados, dentro de cada dia de observação. A cultivar IAC 287 apresentou um comportamento superior a cultivar IAC 24 quando considerado o tratamento sem estresse hídrico e com estresse hídrico, com exceção ao dia 84 após a emergência das plantas no tratamento com estresse hídrico. Isso se evidencia na figura 2, onde são mostrados os valores médios de fotossíntese líquida durante o período experimental. Nota-se nesta figura, que o comportamento fotossintético médio dos tratamentos irrigados (sem estresse

Tabela 5 - Valores médios diários da variável fotossíntese líquida em $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, considerando respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem e com estresse hídrico; C₁I, C₂I, C₁N e C₂N). Campinas, SP, 1991.

Dias após Emergência	Tratamentos				CV%
	C ₁ I	C ₂ I	C ₁ N	C ₂ N	
72	18,6 a	16,2 b	17,0 b	16,2 b	5,73
77	21,4 a	18,6 b	16,4 c	14,1 d	5,34
80	20,3 a	17,4 b	17,0 b	13,6 c	4,12
83	17,5 a	14,8 b	6,9 c	3,7 d	9,41
84	17,5 a	15,6 b	12,3 d	14,3 c	5,98
85	14,6 a	12,2 b	11,8 b	12,5 b	5,97
86	17,3 a	13,5 b	13,4 b	9,1 c	10,00
87	17,0 a	13,2 b	10,1 c	7,1 d	10,00
88	15,3 a	12,1 b	12,7 b	7,7 c	11,05
90	12,5 a	10,7 b	9,3 b	6,0 c	15,18
93	13,5 a	6,9 c	9,1 b	8,1 bc	16,01
94	10,6 a	4,5 c	7,9 b	3,0 c	26,10

Obs.: As variáveis diárias seguidas da mesma letra na horizontal não diferem entre si (DUNCAN 5%).

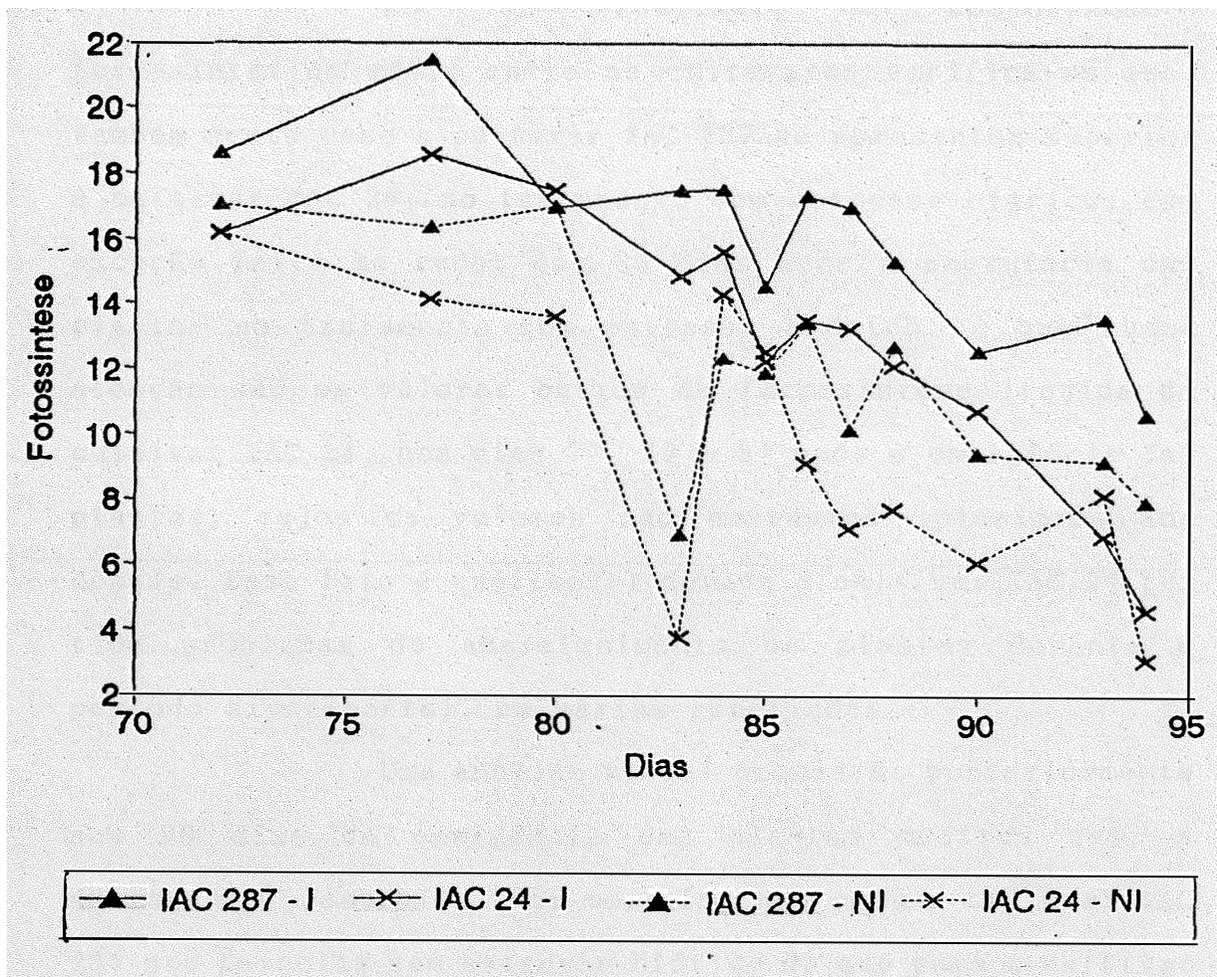


Figura 2 - Comportamento da fotossíntese líquida do trigo em $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 e IAC 24, com e sem estresse hídrico.

hídrico) em relação aos tratamentos não irrigados (com estresse hídrico) foi sempre superior.

Ao se analisar o comportamento fotossintético médio entre as cultivares verifica-se que, também neste caso a cultivar IAC 287 se apresentou superior à cultivar IAC 24, no tratamento sem estresse hídrico, com exceção feita ao redor dos 80 dias após a emergência das plantas no tratamento com estresse hídrico. O que chama atenção são os valores baixos de fotossíntese líquida da cultivar IAC 24, nos dias 77, 83 e 87 após a emergência das plantas, cujos os valores são bastantes inferiores aos demais. Esse fato é explicável devido a cultivar IAC 24 ter tido problemas de amarelecimento de plantas durante o período experimental, em várias repetições.

Uma análise visual procedida posteriormente aos 90 dias da emergência das plantas mostrou que, a senescência das folhas foi mais intensa para a cultivar IAC 287 nas parcelas sem estresse hídrico do que para a cultivar IAC 24, sendo que esta última se mostrou bastante senescente aos 94 dias após a emergência da plantas no tratamento com estresse hídrico. O estímulo a senescência das partes verdes das plantas durante um estresse hídrico foi verificado por JOFFE & SMALL (1964), que constatou ocorrer esse fato independentemente do estágio de desenvolvimento que se encontrar o trigo. Alguns aspectos devem ser chamados a atenção neste trabalho: (I) a cultivar IAC 287 é sensível ao alumínio e não tolerante ao estresse hídrico; (II) a

cultivar IAC 24 é tolerante ao estresse hídrico e ao alumínio. E que o efeito tóxico do alumínio faz o sistema radicular das plantas ficarem reduzidos afetando a capacidade de absorção de água. Realizou-se neste experimento, uma calagem e uma adubação fosfatada (formação de fosfato de alumínio) que neutralizou o efeito tóxico do alumínio melhorando as condições de fertilidade do solo. Nestas condições, a cultivar IAC 287 (sensível ao alumínio) apresentou-se mais eficaz quanto a tolerância ao estresse hídrico do que a cultivar IAC 24, o que provavelmente não ocorreria em outras situações, isso porque gens sensíveis ao alumínio são sensíveis ao estresse hídrico. Outro aspecto a ser considerado é que a neutralização do efeito tóxico do alumínio permitiu um maior crescimento radicular (em massa e profundidade), o que favoreceu a cultivar IAC 287 aumentando sua capacidade de absorção de água pela raízes mascarando a não tolerância ao estresse hídrico.

No geral, as taxas fotossintéticas das cultivares IAC 287 e IAC 24, decresceram com a aplicação do estresse hídrico, comportamento idêntico ao exposto por SUMAYO et al (1977), quando estudou a taxa fotossintética do sorgo versus a disponibilidade de água. Segundo HEITHOLT et al (1991) que estudou trigo, em ambientes somente com estresse de água, a troca gasosa em folhas cai para $6,0 \mu\text{mol} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ e por, conseguinte cai a fotossíntese líquida. Ao se analisar o comportamento fotossintético das duas cultivares estudadas (IAC 287 e IAC 24) durante o

período experimental para os diversos tratamentos, se pode observar (Apêndices 3, 4, 5 e 6) que o tratamento estressado bem como a cultivar IAC 24 foram os que apresentaram maiores oscilações fotossintéticas, cujos valores extremos horários para todos os tratamentos estudados encontram-se nos Apêndice 7 e 8, os quais mostram em síntese a variabilidade nos dados experimentais durante o período de observação deste parâmetro. Apesar de que, sabe-se pela literatura que valores mais elevados de radiação solar (fótons fotossinteticamente ativos) induzem a maior fotossíntese, até o ponto de saturação lumínica, que para o trigo está em torno de $1300 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ dependendo das condições de manejo das plantas (PENNING DE VRIES, 1975; LIU & CHEN, 1990; XU et al, 1990; HURRY & HUNER, 1991).

Na Tabela 6, são apresentados os valores médios diários da variável condutância estomática, considerando os respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem estresse hídrico). Observa-se nesta tabela que houve diferença estatística significativa pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, entre os tratamentos C_1I , C_2I , C_1N e C_2N , dentro de cada dia de observação. Essa tabela mostra que, a cultivar IAC 287 foi a melhor em termos de condutância estomática no tratamento irrigado (sem estresse hídrico) em relação ao não irrigado (com estresse hídrico), bem como, para a cultivar IAC 287 em relação a cultivar IAC 24. Entretanto, a pior resposta quanto a condutância estomática ficou por conta da cultivar IAC 24, nos dias 83,

Tabela 6 - Valores médios diários da variável condutância estomática em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, considerando respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, Campinas, SP, 1991).

Dias após Emergência	Tratamentos				CV%
	C ₁ I	C ₂ I	C ₁ N	C ₂ N	
72	445,1 a	391,5 b	420,0 ab	329,1 c	7,18
77	548,2 a	490,7 a	251,1 b	269,2 b	18,41
80	529,0 a	488,1 a	251,3 c	318,6 b	12,68
83	586,0 a	437,0 b	157,2 c	91,0 d	11,33
84	639,7 a	549,0 b	109,9 d	366,6 c	14,70
85	622,7 a	546,3 a	340,6 b	325,8 b	15,53
86	466,6 a	364,8 b	273,3 c	207,5 d	10,13
87	343,1 a	281,1 b	191,4 c	139,8 d	10,08
88	311,1 a	274,6 b	202,8 c	124,8 d	11,73
90	267,1 a	224,9 b	189,7 c	129,0 d	13,96
93	238,8 a	128,5 b	142,5 b	108,6 b	17,45
94	209,2 a	106,0 bc	134,8 b	81,8 c	22,04

Obs.: As variáveis diárias seguidas da mesma letra na horizontal não diferem entre si (DUNCAN 5%).

86, 87, 88 e 90 dias após a emergência das plantas, para o tratamento não irrigado (com estresse hídrico). Provavelmente, essa cultivar apresenta mecanismos de tolerância ao estresse hídrico diferenciado da cultivar 287, indicando um controle transpiratório menos eficaz para a cultivar IAC 24, nestas condições experimentais.

Nos Apêndices 9, 10, 11 e 12 são mostrados os valores observados, as médias diárias e a média do período experimental, respectivamente, para os tratamentos C₁I, C₂I, C₁N e C₂N. Pode-se notar, que além da grande variabilidade dos dados observados nos tratamentos estudados, a partir dos 85 dias após a emergência das plantas, os valores decresceram, fato esperado devido a idade das plantas e senescência das folhas e, conseqüentemente diminuição da fotossíntese líquida e transpiração.

Com base nos dados observados e apresentados nos apêndices anteriormente citados, verifica-se que os valores diários de condutância estomática da cultivar IAC 287 são superiores aos encontrados para a cultivar IAC 24 para os tratamentos sem estresse hídrico durante todas fases de determinação, entretanto foi decrescente para ambas cultivares com o passar do tempo. Embora, este comportamento fosse idêntico no tratamento com estresse hídrico, os valores foram inferiores ao do tratamento irrigado (Figura 3).

EL-SHARKAWY (1990), KUMAR & TRIPATHI (1990) e RITCHIE et al (1990) estudando outras espécies, indicam

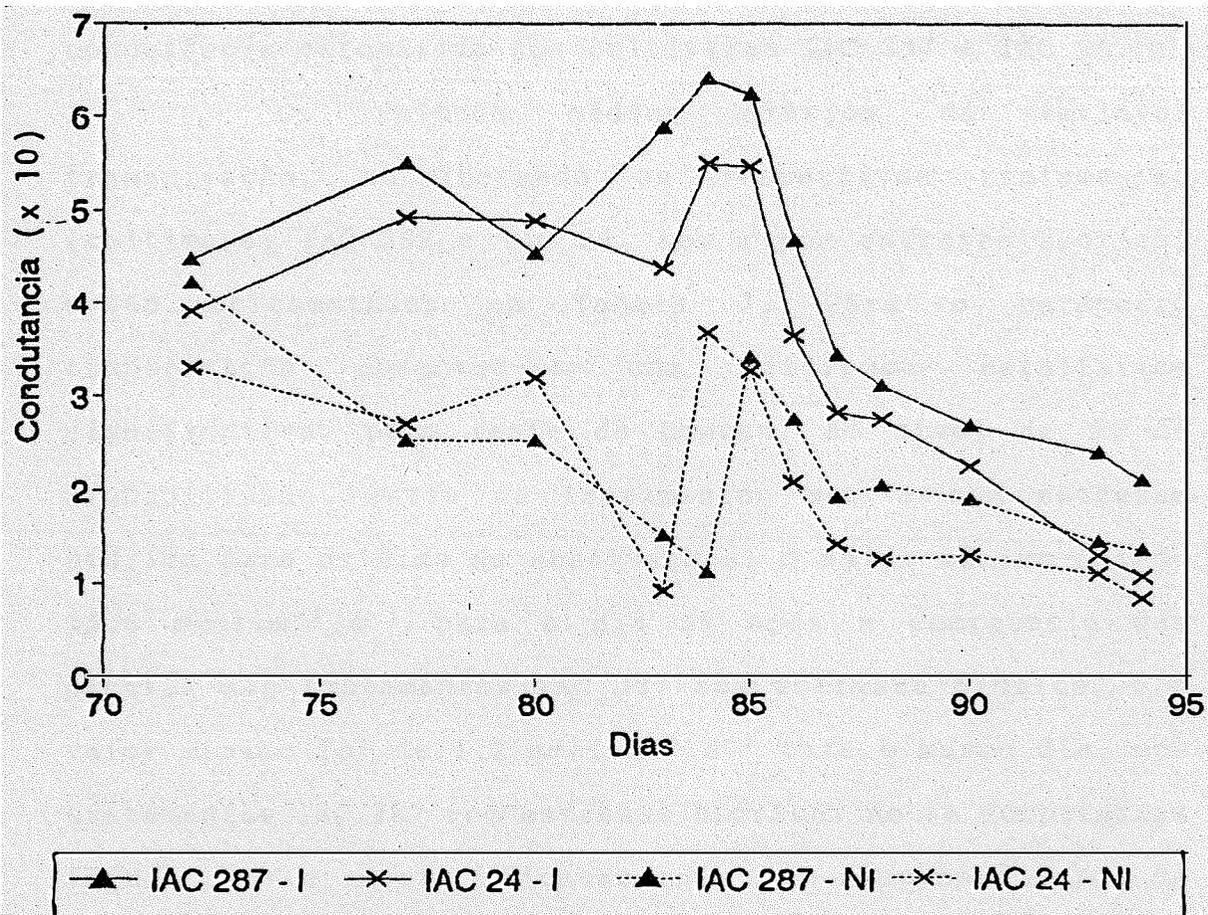


Figura 3 - Comportamento da condutância estomática do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 e IAC 24, com e sem estresse hídrico.

diminuição da condutância estomática com o estresse hídrico e um aumento do gradiente de pressão do vapor do ar, comportamentos similares aos citados neste trabalho, para a condutância estomática dos cultivares IAC 287 e IAC 24.

Os valores médios diários da variável transpiração, considerando os respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem e com estresse hídrico) estão apresentados na Tabela 7. Para o parâmetro transpiração observou-se uma diferença estatística significativa, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, entre os tratamentos sem e com estresse hídrico para os dias de observações. O valor máximo foi de $15,6 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para o dia 84 após a emergência das plantas nos tratamentos IAC 287 sem estresse hídrico, e o valor mínimo foi de $1,2 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para o mesmo dia, nos tratamentos IAC 287 com estresse hídrico. Ao se comparar as figuras 3 e 4 verifica-se que, o comportamento da transpiração é similar ao da condutância, certamente por ser a condutância estomática calculada a partir da transpiração. Entretanto, no tratamento sem estresse hídrico, o comportamento da transpiração foi bem mais variável do que no tratamento com estresse hídrico (Figura 4), em relação as curvas de condutância estomáticas apresentadas na figura 3, para os quatro tratamentos.

No geral, as plantas da cultivar IAC 287 no tratamento sem estresse hídrico, apresentaram um controle transpiratório bem mais eficaz que os demais tratamentos e,

Tabela 7 - Valores médios diários da variável transpiração em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, considerando respectivos tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem e com estresse hídrico; C₁I, C₂I, C₁N e C₂N). Campinas, SP, 1991.

Dias após Emergência	Tratamentos				
	C ₁ I	C ₂ I	C ₁ N	C ₂ N	CV%
72	7,6 a	6,6 b	6,4 b	5,0 c	7,93
77	9,0 a	8,2 a	5,2 b	4,9 b	15,93
80	9,6 a	7,9 b	6,0 c	5,2 c	12,11
83	6,8 a	4,8 b	2,2 c	1,3 d	13,11
84	15,6 a	5,4 b	1,2 b	3,9 b	92,24
85	5,5 a	6,0 a	3,6 b	3,9 b	17,63
86	7,4 a	6,2 b	5,9 b	4,4 c	7,42
87	5,9 a	5,2 b	3,8 c	2,9 d	9,50
88	6,8 a	5,6 b	4,5 c	3,0 d	12,62
90	6,7 a	5,6 b	5,0 b	3,8 c	11,42
93	6,0 a	3,4 b	3,6 b	3,2 b	11,22
94	5,2 a	2,8 bc	3,3 b	2,1 c	22,53

Obs.: As variáveis diárias seguidas da mesma letra na horizontal não diferem entre si (DUNCAN 5%).

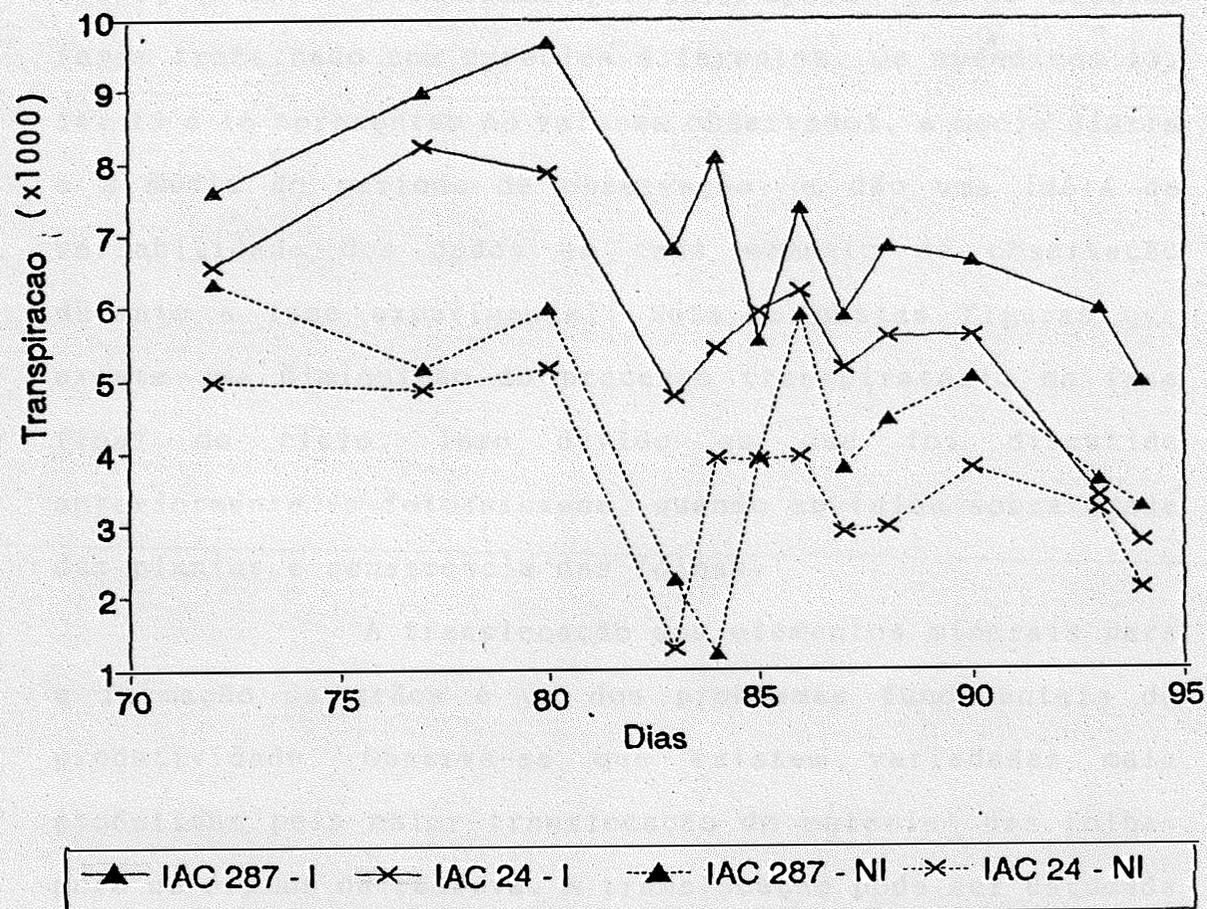


Figura 4 - Comportamento da transpiração das folhas do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 e IAC 24, com e sem estresse hídrico.

também nesse caso se obteve um comportamento similar ao que foi discutido por EL-SHARKAWY (1990), KUMAR & TRIPATHI (1990) E KUMAR & TRIPATHI (1991a), apesar destes autores terem trabalhado com espécies diferentes. Os Apêndices 13, 14, 15 e 16 apresentam os valores observados, a média diária e a média do período de observação, e dão uma idéia da variabilidade dos dados em cada momento de observação durante a fase experimental. Nota-se nestas figuras que existe uma diminuição do processo transpiratório na fase final do ciclo, isso devido ao que foi discutido anteriormente em fotossíntese, quando se falou sobre idade das plantas e senescência das folhas.

A translocação dos elementos minerais para a formação de grãos é um dos problemas fundamentais da produtividade. Observa-se que existem variedades mais produtivas pela maior translocação do material das folhas para os órgãos de reserva. A translocação pode ser estudada indiretamente pela distribuição de massa de matéria seca do vegetal, pois 85 a 90% dessa massa de matéria seca é fotossíntese e o resto são nutrientes minerais.

Na Tabela 8, são apresentados a massa de matéria seca dos componentes da produtividade nos diversos tratamentos com e sem estresse hídrico. Observa-se existir diferenças estatisticamente significativas para a massa de matéria seca dos colmos, a massa de matéria seca das espigas e a massa de matéria seca de 500 grãos, entre os tratamentos com e sem estresse hídrico. Entretanto, quando se compara as

Tabela 8 - Massa de matéria seca dos componentes de produtividade, nos diversos tratamentos, com e sem estresse para os cultivares de trigo (*Triticum aestivum* (L.) THELL), IAC 287 e IAC 24. Campinas, SP, 1991.

MASSA DE MATÉRIA SECA DOS COLMOS em g.m ⁻²				
Tratamentos	IAC 287	IAC 24	Média	CV(b)
sem estresse	205,98 a	221,53 a	213,76 A	5,23%
com estresse	180,18 b	179,95 b	180,07 B	
média	193,08 A	200,74 A		
CV(a)	4,21%			
MASSA DE MATÉRIA SECA DAS ESPIGAS em g.m ⁻²				
Tratamentos	IAC 287	IAC 24	Média	CV(b)
sem estresse	563,97 a	538,92 a	551,44 A	6,98%
com estresse	473,65 b	413,80 b	443,72 B	
média	518,81 A	476,36 B		
CV(a)	6,92%			
MASSA DE MATÉRIA SECA DE 500 GRÃOS em g.m ⁻²				
Tratamentos	IAC 287	IAC 24	Média	CV(b)
sem estresse	18,62 a	16,87 a	17,74 A	5,35%
com estresse	14,63 b	14,78 b	14,71 B	
média	16,62 A	15,82 B		
CV(a)	7,55%			
Cultivar versus sem estresse		Cultivar versus com estresse		
	Média		Média	
sem estresse	18,62 a	sem estresse	14,78 a	
com estresse	16,87 b	com estresse	14,63 a	
Sem estresse versus IAC 287		Com estresse versus IAC 24		
	Média		Média	
IAC 287	18,62 a	IAC 287	16,87 a	
IAC 24	14,63 b	IAC 24	14,78 b	

Obs.: Componentes de produtividade seguidos da mesma letra não diferem entre si. (DUNCAN 5%)

cultivares IAC 287 e IAC 24 para os parâmetros mencionados acima, verifica-se não haver diferenças estatísticas entre as cultivares, para teste de Duncan a 5% de probabilidade. Com base nos resultados pode-se inferir que a cultivar IAC 287 foi a mais efetiva na produção de grãos do que a cultivar IAC 24 (Tabela 9), apesar de não ter ocorrido diferenças estatísticas significativas entre as cultivares. Seguramente, isso deve-se a uma maior eficiência fotossintética da cultivar IAC 287, para essa condição experimental.

A cultivar IAC 24 apresentou maior massa de matéria seca dos colmos devido ter tido uma taxa de remobilização para órgãos de reserva menor do que a cultivar IAC 287, pois esta apresentou uma massa de matéria seca de 500 grãos maior. Já, na Tabela 9 verifica-se que a cultivar IAC 24 apresentou um maior número de grãos por espiga, nas duas condições hídricas, mas uma menor massa de matéria seca de grãos indicativo de grãos menores. Segundo WARDLAW et al (1989) quando no crescimento do grão, o tamanho fica reduzido mas o número de grãos foi pouco afetado, a cultivar é sensível à altas temperaturas no final do desenvolvimento da espiga. A cultivar IAC 287 apresentou um maior índice de colheita do que a cultivar IAC 24 nos tratamentos com e sem estresse hídrico. Contudo não houve diferença estatisticamente significativa, entre esses tratamentos, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. No entanto, esse fato é mais um indicativo de que a cultivar IAC 287 foi mais

Tabela 9 - Valores médios dos componentes de produtividade e do índice de colheita, nos diversos tratamentos, com e sem estresse para os cultivares de trigo (*Triticum aestivum* (L.) THELL), IAC 287 e IAC 24. Campinas, SP, 1991.

NÚMERO DE ESPIGAS POR METRO QUADRADO				
Tratamentos	IAC 287	IAC 24	Média	CV(b)
sem estresse	516,33 a	420,50 a	468,42 A	14,59%
com estresse	495,33 a	401,67 a	448,50 A	
média	505,83 A	411,08 B		
CV(a)	6,96%			
NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGA				
Tratamentos	IAC 287	IAC 24	Média	CV(b)
sem estresse	27,80 a	34,81 a	31,30 A	10,03%
com estresse	28,82 a	33,17 a	30,99 A	
média	28,31 B	33,98 A		
CV(a)	11,54%			
MASSA DE MATÉRIA SECA TOTAL DOS GRÃOS em g.m ⁻²				
Tratamentos	IAC 287	IAC 24	Média	CV(b)
sem estresse	442,55 a	398,42 a	407,98 A	5,03%
com estresse	341,02 b	301,67 b	321,34 B	
média	381,78 A	347,54 B		
CV(a)	6,26%			
ÍNDICE DE COLHEITA				
Tratamentos	IAC 287	IAC 24	Média	CV(b)
sem estresse	48,87 a	47,15 a	48,01 A	1,78%
com estresse	46,30 b	44,67 b	45,48 B	
média	47,58 A	45,91 B		
CV(a)	2,89%			

Obs.: Componentes de produtividade seguidos da mesma letra não diferem entre si. (DUNCAN 5%)

eficaz na translocação de carboidratos de outras partes da planta para os grãos. Na Tabela 10, são apresentados vários outros componentes de produtividade em termos de massa de matéria seca nos diversos tratamentos, onde novamente verifica-se uma melhor condição da cultivar IAC 287 em relação a cultivar IAC 24, para os tratamentos com e sem estresse hídrico. Nos parâmetros número de grãos por espiguetas e número de espiguetas por espiga, a cultivar IAC 24 foi melhor, entretanto esse fato vem corroborar com o que foi discutido na tabela anterior.

Ao se comparar níveis de manejo de água e comportamento de cultivares durante o ciclo de uma cultura, através de parâmetros fisiológicos como a determinação da fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração, deve-se ter em mente, os problemas metodológicos que poderão ser encontrados, como ocorreu neste trabalho, que são: (I) aumento do número de repetições por observação; (II) a escolha prévia de dias e horários de coleta de dados; (III) neutralização da variabilidade dos dados induzida pela própria variabilidade dos tratamentos.

Ao se realizar um trabalho nesta linha de pesquisa, com a finalidade de amenizar esses problemas metodológicos sugere-se que, as amostragens sejam feitas em plantas individuais previamente definidas e próximas entre si. Isso, certamente irá diminuir o tempo de leitura permitindo um número maior de repetições o que, conseqüentemente amenizará em muito a variabilidade dos

Tabela 10 - Valores médios de massa de matéria seca dos componentes de produtividade, nos diversos tratamentos, com e sem estresse para os cultivares de Trigo (*Triticum aestivum* (L.) THELL), IAC 287 E IAC 24. Campinas, SP, 1991.

	Sem estresse		Com estresse	
	IAC 287	IAC 24	IAC 287	IAC 24
Massa seca de folhas	78,10	74,40	81,20	80,30
Massa seca de panículas	580,40	538,90	473,70	413,80
Massa seca total	864,80	834,80	735,20	674,00
Massa seca de grãos/espiga	422,50	393,40	341,10	301,70
Número de grãos/espigueta	2,00	2,10	2,10	2,10
Número de espigueta/espiga	13,90	16,60	13,60	16,30

Obs.: Os componentes de produtividade foram calculados em 20 espigas por repetição.

dados, pois o tempo que decorre entre uma observação e outra em repetições do mesmo tratamento é muito importante. Outro fato, é se utilizar de dias típicos (límpidos e claros) durante o ciclo da cultura e, fazer o acompanhamento diário dos parâmetros estudados (nascer até por do sol) o que facilitará em muito a confecção da curva diária. Para isso, é aconselhável um acompanhamento com maior número de observações (leituras) durante o dia.

5 - CONCLUSÕES

A análise dos dados e a interpretação dos resultados obtidos, nas condições do presente trabalho, permitem concluir que, a cultivar IAC 287 foi mais eficaz que a cultivar IAC 24 nos processos transpiratório e fotossintético durante os períodos de indução e recuperação do estresse hídrico, apresentou maior capacidade de recuperação produzindo mais biomassa que a cultivar IAC 24 e, foi mais efetiva em termos de produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLISON, J.C.S. A comparison between maize and wheat in respect of leaf area after flowering and grain growth. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 63: 1-4, 1964.

ASHTON, F.M. Effects of a serie of cycles of alternating low and high soil water contents on rate of apparent photosynthesis in sugar cane. *Plant Physiology, Bethesda*, 31: 266-74, 1956.

BASTOS, T.X.; SÁ, T.D.A. Anuário Agrometeorológico, 1971. IPEAN. Ministério da Agricultura (Brasil), 45p.

BEADLE, C.L.; LONG, S.P.; IAMBAMBA, S.K.; HALL, D.O.; OLEMBO, R.J. Photosynthesis in relations plant production in terrestrial environments. Oxford, UNEP, 1985. 156p.

BEEVERS, H. Respiration in plants and its regulation. In: SETLIK, I. ed. Prediction and measurement of photosynthetic productivity. Wageningen, Pudoc, 1970. p. 209-14.

- BHAGSARI, A.S. & BROWN, R.H. Leaf photosynthesis and its correlation with leaf area. *Crop Science*, Madison, 26: 127-32, 1986.
- BLUM, A.; SHPILER, L.; GOLAN, G.; MAYER, J. Yield stability and canopy temperature of wheat genotypes under drought-stress. *Field Crops Research*, 22: 289-96, 1989.
- BLUM, A.; JOHNSON, J.W.; RAMSEUR, E.L.; TOLLNER, E.W. The effect of a drying top soil and a possible non-hydraulic root signal on wheat growth and yield. *Journal of Experimental Botany*, Oxon, 42(243): 1225-31, Oct, 1991.
- BONNER, J.R. & GALSTON, A.W. *Principles of plant physiology*. W.H. Freeman, San Francisco Company Publishers, 1955. 435 p.
- BULL, T.A. Photosynthesis efficiencies and photorespirations in Calvin cycle and C₄-dicarboxylic acid plants. *Crop Science*, Madison, 9: 726-9, 1969.
- BULL, T.A. The C₄ pathway related to growth rates in sugarcane. In: *Photosynthesis and photorespiration*. HATCH, M.D.; OSMOND, C.B.; SLATYER, R.O., ed. Camberra, John Wiley, 1971. p. 68-75.

- BULL, T.A. & TOVEY, D.A. Aspects of modelling sugarcane growth by computer simulation. Proc. Intern. Soc. Sugar Cane Technol. 15: 1021-1032, Durban, South Africa, 1974.
- DAVIDSON, J.L. & PHILIP, J.R. Light and pasture growth. In: Climatology and Microclimatology. Proc. Canberra Symp., 1956. UNESCO, Paris, p. 181-187, 1958.
- DIDONET, A.D. A importância da área foliar durante o desenvolvimento da planta de trigo. Agrotécnica, São Paulo, (8): 5-12, jun. 1991.
- DOORENBOS, J. & KASSAM, A.H. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, FAO, 1979. 212p. (FAO. Riego y drenaje, 33).
- DOPPLER, W. Plant research and development. In: Irrigation as a basis for development. Tubingen, Institute for Scientific Cooperation, 1983. p. 26-36.
- EL-SHARKAWY, M.A. Effect of humidity and wind on leaf conductance of field grown cassava. Revista Brasileira Fisiologia Vegetal, Londrina, 2(2): 17-22, 1990.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. Keys to soil taxonomy. 4 ed. Blacksburg, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1990. 422p. (SMSS Technical Monographs, 19).

FICK, G.W.; WILLIAMS, W.A.; LOOMIS, R.S. Computer simulation of dry matter distribution during sugar beet growth. *Crop Science, Madison.* 13: 413-17. 1973.

FICK, G.W.; LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. Sugar beet. In: EVANS, L.T. *Crop physiology-some case histories.* ed. Cambridge University London, Press, 1975. p. 259-95.

FISCHER, R.A. The effect of water stress at various stages of development on yield processes in wheat. *Proc. Uppsala Symp. Unesco, Paris, 1973.*

FISCHER, R.A. & MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research, East Melbourne, 29(5):* 897-912, 1978.

FISCHER, R.A. & SANCHEZ, M. Drought resistance in spring wheat cultivars II. Effects on plant water relations. *Australian Journal of Agricultural Research, East Melbourne, 30: 801-14, 1979.*

FISCHER, R.A. Physiological limitations to producing wheat in semitropical and tropical environments and possible selectios criteria. In: wheat for more tropical environments. Proceedings for the international symposium, 1984. México, CIMMYT, 1985.

FREITAS, J.G.; CARDOSO, A.A.; SEDIYAMA, C.S.; FERREIRA, P.A.; MOURA FILHO, W. Trigo: efeitos de três faixas de umidade na evapotranspiração real e na produção de grãos e seus componentes. *Bragantia*, Campinas, 44(2): 515-30, 1985.

GAUDILLÈRE, J.P. & BARCELO, M.O. Effets des facteurs hydriques et osmotiques sur la croissance des talles de blé. *Physiologie Végétale*, Montrouge, 10: 423-32, 1990.

HARTT, C.E.; BURR, G.O. Factors affecting photosynthesis in sugar cane. *Proc. Intern. Soc. Sugar Cane Technol.* 12: 590-609, Puerto Rico, 1965.

HEITHOLT, J.J.; JOHNSON, R.C.; FERRIS, D.M. Stomatal Limitation to Carbon Dioxide Assimilation in Nitrogen and Drought-Stressed Wheat. *Crop Science*, Madison, 31: 133-9, 1991.

HENSON, J.E.; JENSEN, C.R.; TURNER, N.C. Leaf gas exchange and water relations of lupins and wheat. I. Shoot responses to soil water deficits. *Australian Journal of Plant Physiology*, East Melbourne, 16: 401-13, 1989.

HURRY, V.M. & HUNER, N.P.A. Low growth temperature effects a differential inhibition of photosynthesis in spring and winter wheat. *Plant Physiology*, Bethesda, 96: 491-7, 1991.

JENSEN, H.E.; SVENDSEN, H.; JENSEN, S.E.; MOGENSEN, V.O. Canopy-air temperature of crops grown under different irrigation regimes in a temperate humid climate. *Irrigation Science*, Heidelberg, 11 (3): 181-8, 1990.

JOFFE, A. & SMALL, J.G.C. The effect of periods of water stress on the growth and tillering of wheat and oats under controlled conditions. *Phyton*, Harn, 21(1): 69-76, 1964.

KIM, J.; VERMA, S.B.; ROSENBERG, N.J. Energy balance and water use of cereal crops. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, 48: 136-47, 1989.

KORTSCHAK, H.P. & FORBES, A. The effects of shade and age on the photosynthesis rate of sugarcane. In: Progress in photosynthesis research. Vol. I. METZNER, H. (ed) Tübingen. p. 383-387, 1969.

KUMAR, A. & TRIPATHI, R.P. Relation of leaf-water potential, diffusive resistance, transpiration rate and canopy temperature in bread wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agricultural Sciences, New Nelli, 60(2): 128-31, Feb., 1990.

KUMAR, A. & TRIPATHI, R.P. Relations between leaf water potential, canopy temperature and transpiration in irrigated and non irrigated wheat. Journal of Agronomy and Crop Science, Uttar Pradesh, 166 (1): 19-23, 1991a.

KUMAR, A. & TRIPATHI, R.P. Characterization and quantification of water stress in wheat by soil a induced plant components. Journal of Agronomy and Crop Science, Uttar Pradesh, 167 (3): 196-200, 1991b.

LAMBERS, H. & STEINGROVER, E. Growth respiration of a flood-tolerant and a flood-intolerant senecio species: Correlation between calculated and experimental values. Physiologia Plantarum, Copenhagen, 43: 219-224, 1978.

LARGE, E.C. Growth stages in cereals; illustration of the FEEKS scale. *Plant Pathology*. London, 3:128-129, 1954.

LEWIS, J.P. & LEGUIZAMON, E.S. Weed colonization of experimental gaps in the canopy of a wheat crop. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 26(6): 807-20, jun. 1991.

LI, X.; FENG, Y.; BOERSMA, L. Activation energy as a measure of plant response to temperature and water stresses. *Annals of Botany*, London, 68: 151-57, 1991.

LIBARDI, P.L. Dinâmica de Água no solo. Em impressão, 520p. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP, 1992.

LIU, M.Y. & CHEN, P.Y. Effects of stomatal and non stomatal factors on wheat photosynthesis under water stress. *Plant Physiology Communications*, Hebei, 4: 24-27, 1990.

LIVINGSTON, N.J. & de JONG, E. Agroclimatology and Modeling: Matric and osmotic potential effects on seedling emergence of different temperatures. *Agronomy Journal*, Madison, 82: 995-98, Sep./Oct., 1990.

LOOMIS, R.S. & WILLIAMS, W.A. Maximum crop productivity: an estimate. *Crop Science*, Madison, 3: 67-72, 1963.

LONG, S.P. Measurement of photosynthetic gas exchange. In: COOMBS, J. & HALL, D.O., ed. *Technique in bioproductivity and photosynthesis*. Oxford, Pergamon Press, 1982, p. 25-36.

LU, Z.M. Ratio of stomatal resistance on two sides of wheat leaves as effected by soil water content. *Agricultural and Forest Meteorology*, Beijing, 49 (1): 1-7, 1989.

LUZ, W.C. da. Efeito da precipitação pluviométrica no rendimento de duas cultivares de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 17(3): 351-54, mar. 1982.

MACCULLOUGH, D.E. & HUNT, L.A.. Respiration and dry matter accumulation around the time of anthesis in field stand of winter wheat (*Triticum aestivum*). *Annals of Botany*, London, 63: 321-9, 1989.

MACHADO, E.C. & PEREIRA, A.R. Respiração de crescimento e de manutenção da planta inteira das raízes e da parte aérea em milho e arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 25(6): 925-33, jun. 1990.

MACHADO, E.C.; SILVEIRA, J.A.G. da; BASTOS, C.R. Trocas de CO_2 , acúmulo de fitomassa e remobilização de reservas durante o crescimento de panículas de duas cultivares de arroz. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, 2(1): 63-70, 1990.

MANSFIELD, T.A. & DAVIES, W.J. Stomata and stomatal mechanisms. In: PALEG, L.G. & ASPINALL, D., ed. *The physiology and biochemistry of drought resistance in plants*. Australia, Academic Press, 1981. p. 325-46.

MCCREE, K.J. An equation for the rate of respiration of white clover plants grow under controlled conditions. In: SETLIK, I. ed. *Prediction and measurement of photosynthetic productivity*. Wageningen, Pudoc, 1970. p. 221-30.

MCCREE, K.J. Carbon balance as a function of plant size in sorghum plants. *Crop Science*, Madison, 23: 1173-7, 1983.

MEDEIROS, M.C. & SCHLEHUBER, A.M. Produção de grãos e componentes da produção das variedades brasileiras de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 6:46-52, 1971.

MONTEITH, J.L. Light distribution and photosynthesis in field crops. *Annals of Botany*, London, 29: 17-37, 1965.

- MONTEITH, J.L. Light interception and radiative exchange in crop stands. In: EASTIN, J.D. et al, *Physiological aspects of crop yields*. Madison, 1969, p. 89-111.
- MORGAN, J.A. & LeCAIN, D.R. Leaf gas exchange and related leaf traits among 15 winter wheat genotypes. *Crop Science*, Madison, 31: 443-8, 1991.
- MURATA, Y. & MATSUSHIMA, S. Rice. In: EVANS, L.T., ed. *Crop physiology - some case histories*. London, Cambridge University Press, 1975, p. 73-99.
- NOBEL, P.S. Wind as an ecological factor. In: LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; OSMOND, C.B.; ZIEGLER, H., ed. *Physiological plant ecology*. I. Response to the physical environment. Berlin, Springer-Verlag, 1981. V. 12A, p. 475-500.
- PENNING DE VRIES, F.W.T. Use of assimilates in higher plants. In: COOPER, J.P., ed. *Photosynthesis and productivity in different environments*. London, Cambridge University Press, 1975. p. 459-80.
- PINTER Jr., P.J.; ZIPOLI, G.; REGINATO, R.J.; JACKSON, R.D.; IDSO, S.B.; HOMMAN, J.P.. Canopy temperature as an indicator of differential water use and yield performance among wheat cultivars. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, 18: 35-48, 1970.

- PITTER, R.L. The effect of weather and tecnologia on wheat yields in Oregon. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, 18: 35-48, 1977.
- PORTO, M.C.M. Condutância foliar em cultivares de mandioca. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, 1(1): 93-8, 1989.
- QUATTAR, S.; JONES, R.L.; CROOKSTON, R.K. Effect of water deficit during grain filling on the pattern of maize Kernal growth and development. *Crop Science*, Madison, 27: 726-30, 1987.
- 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, 30: 105-11, 1990.
- SAEKI, T. Interrelationships between leaf amount, light distribution and total photosynthesis in a plant community. *Bot. Mag.* 73: 55-63, 1960.
- SCHEEREN, P.L. Danos de geada em trigo: avaliação preliminar de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasilia, 17(6): 853-8, jun., 1982.

SESTAK, Z.; CATSKY, J.; JARVIS, P.G. **Plant, photosynthesis production, manual of methods**, the Hague, Dr, Junk, 1971. 818p.

SILVEIRA, J.A.G. da; MACHADO, E.C. Mobilização de Nitrogênio e de carboidratos durante o desenvolvimento de panículas de duas cultivares de arroz. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, 2(2): 37-46, 1990.

SING, C.B.; GURCHARAN, S.; KHERA, K.L.; SINGH, G. Spectral and thermal response of wheat as affected by irrigation regimes. **Annals of Biology Ludhiana**, New Delhi, 6 (1): 41-47, 1990.

SPIERTZ, J.H.K. Grain growth and distribution of dry matter in the wheat plant as influenced by temperature, light energy and ear size. **Netherlands Journal of Cultural Science**, Wageningen, 22: 207-20, 1974.

SRIVASTAVA, J.P. & CHATURVERDI, S.N. Influence of water deficit on transpirational and water relation parameters in wheat. **Annal of Arid Zone**, Rajasthan, 28 (3-4): 257-266, 1989.

STOSKOPF, N.C. & REINBERG, E. The basis of breeding for yield in wheat. **Wheat News Letter**, 13: 13-20, 1966.

- SUMAYO, C.; KANEMASU, E.T.; HODGES, T. Soil moisture effects on transpiration and net carbon dioxide exchange of sorghum. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, 18:401-8, 1977.
- TAKEDA, T. & MURATA, H. Studies on CO₂ exchange in crop plants. *Proceedings of the Science Society of Japan*, Tokyo, 24: 181-4, 1956.
- TANAKA, A.; KAWANO, K.; YAMAGUCHI, J. Photosynthesis, respiration, and plant type of the tropical rice plant, IRRI, 1966. 46p. (IRRI. Technical Bulletin, 7).
- TAVELLA, C.M. Introducción, crinza y evaluación de germoplasma de trigo. Brasilia, IICA, 1988. 28p. (IICA - Publicações miscelâneas - A₄/BR-88-002).
- TEJ, S.; HARBIR, S.; SINGH, H. Leaf water potencial and stomatal condutance of wheat (*Triticum aestivum*, L.) as effected by water stress. *Indian Journal of Plant Physiology*, Haryana, 32 (3): 278-280, 1989.
- TIESZEN, L.L. Biomass accumulation and primary production. In: COOMBS, J. & HALL, D.A., ed. *Techniques in bioproductivity and photosynthesis*. Oxford, Pergamon Press, 1982. p. 16-20, 1982.

WARDLAW, I.F.; DAWSON, I.A.; MUNIBI, P.; FEWSTER, R. The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. I. Survey procedures and general response patterns. *Australian Journal Agriculture Research*, East Melbourne, 40: 1-13, 1989.

WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yields. *Advances in Agronomy*, San Diego, 4: 101-45, 1952.

WATSON, D.J. Leaf growth in relation to crop yield. In: MILTHORPE, F.L., ed. *The growth leaves*. London, Butterworths, 1956. p. 178-91.

WHITFIELD, D.M. Canopy conductance, carbon assimilation and water use in wheat. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, 53: 1-18, 1990.

WILSON, D.R.; BAVEL, C.H.M. van; MCCREE, K.J. Carbon balance of water - deficient grain sorghum plants. *Crop Science*, Madison, 20: 153-9, 1980.

WOOLLEY, J.T. Mechanisms by which wind influences transpiration. *Plant Physiology*, Bethesda, 36: 112-4, 1961.

- XU, A.; BARK, D.; BARNET, F.L.; QIAN, C.M.; LIANG, G.H.
Effect of temperature and genotype on duration of pollen maturation in wheat. *Botanical Gazette, Chicago*, 151(1): 10-3, 1990.
- XU, H.L.; KUMURA, A.; YAMAGISHI, T.; ISHII, R. Interactive effects of soil water regime with above ground conditions on photosynthesis in wheat plants. I. Photosynthesis as effected by soil water regime and above-ground conditions changing with the time of day. *Japanese Journal of Crop Science, Tokyo*, 59: (4): 830-837, 1990.
- XU, H. & ISHII, R. Effects of water deficits on photosynthesis in wheat plants: V Difference among plant parts in water relations. *Japanese Journal of Crop Science, Tokyo*, 59(2): 384-9, 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*, 6(1): 75-81, 1991.
- YOSHIDA, S. Physiological aspects of grain yield. *Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto*, 23: 437-64, 1972.

ZELICH, I. Photosynthesis, photorespiration and plant productivity. New York, Academic Press, 1971. 374p

APÊNDICES

APÊNDICE 1 Valores extremos horários das variáveis radiação solar em $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, temperatura do ar em $^{\circ}\text{C}$ e da temperatura da folha em considerando os tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem estresse hídrico). Campinas, SP, 1991.

Horários	Radiação Solar		Temperatura do ar		Temperatura da Folha		
	C _I [*]	C _F ^{**}	C _I [*]	C _F ^{**}	C _I [*]	C _F ^{**}	
9:00	M	1149,3 (85)	1156,0 (90)	30,26 (84)	33,10 (90)	26,91 (80)	32,67 (90)
	m	196,1 (85)	119,8 (83)	18,85 (87)	17,54 (83)	18,14 (83)	17,07 (83)
11:00	M	1453,3 (88)	1486,7 (88)	32,16 (94)	32,64 (94)	32,42 (94)	32,93 (94)
	m	318,8 (85)	400,8 (85)	20,92 (85)	22,14 (85)	20,43 (85)	21,71 (85)
13:00	M	1570,0 (90)	1549,0 (90)	32,72 (94)	31,93 (90)	32,48 (94)	32,71 (94)
	m	307,8 (80)	694,7 (77)	25,26 (83)	26,30 (72)	25,02 (83)	25,42 (83)
15:00	M	1415,3 (86)	1320,7 (90)	32,88 (90)	32,56 (93)	32,92 (90)	32,68 (93)
	m	104,7 (80)	224,8 (77)	26,11 (83)	25,64 (83)	24,96 (83)	24,14 (83)

Obs: A letra "M" significa o valor máximo e a letra "m" o valor mínimo.

* Cultivar IAC 287 sem estresse hídrico.

** Cultivar IAC 24 sem estresse hídrico.

() número de dias após emergência das plantas.

APÊNDICE 2 Valores extremos horários das variáveis radiação solar em $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, temperatura do ar em $^{\circ}\text{C}$ e da temperatura da folha em $^{\circ}\text{C}$, considerando os tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, com estresse hídrico). Campinas, SP, 1991.

Horários	Radiação Solar		Temperatura do ar		Temperatura da Folha		
	C _N [*]	C _N ^{**}	C _N [*]	C _N ^{**}	C _N [*]	C _N ^{**}	
9:00	M	1187,3 (90)	1276,7 (90)	31,54 (90)	28,89 (90)	31,51 (90)	28,54 (90)
	m	187,1 (84)	230,6 (83)	18,71 (83)	19,07 (85)	18,41 (85)	18,54 (88)
11:00	M	1440,7 (86)	1443,7 (93)	31,01 (94)	30,91 (93)	31,63 (94)	31,54 (93)
	m	464,5 (80)	408,5 (80)	23,44 (85)	23,04 (88)	23,18 (86)	21,47 (77)
13:00	M	1473,7 (90,93)	1553,7 (94)	34,01 (94)	34,38 (94)	34,35 (94)	35,81 (94)
	m	260,5 (80)	664,3 (77)	23,84 (84)	25,83 (85)	23,79 (84)	24,88 (85)
15:00	M	1361,7 (90)	1373,3 (90)	33,55 (90)	33,17 (90)	33,23 (90)	32,90 (90)
	m	63,2 (80)	99,2 (83)	23,11 (84)	21,05 (83)	22,05 (84)	20,97 (83)

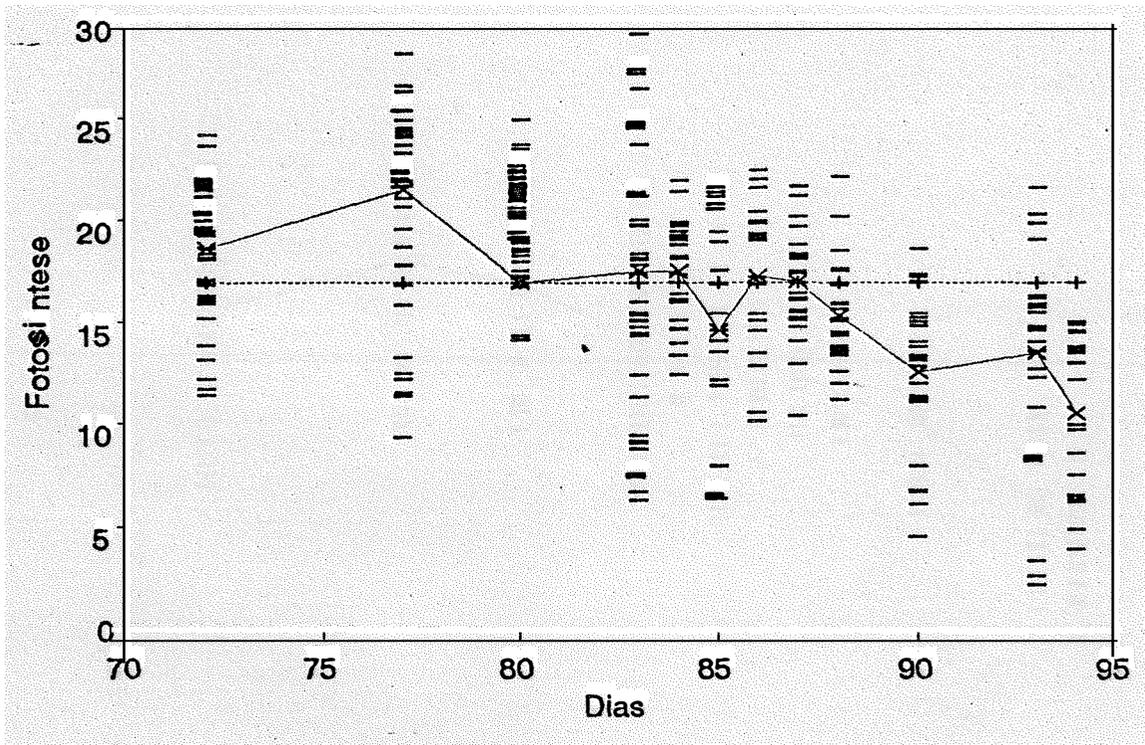
Obs: A letra "M" significa o valor máximo e a letra "m" o valor mínimo.

* Cultivar IAC 287 sem estresse hídrico.

** Cultivar IAC 24 sem estresse hídrico.

() número de dias após emergência das plantas.

APÊNDICE 3 - Variabilidade da fotossíntese líquida do trigo em $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 sem estresse hídrico.

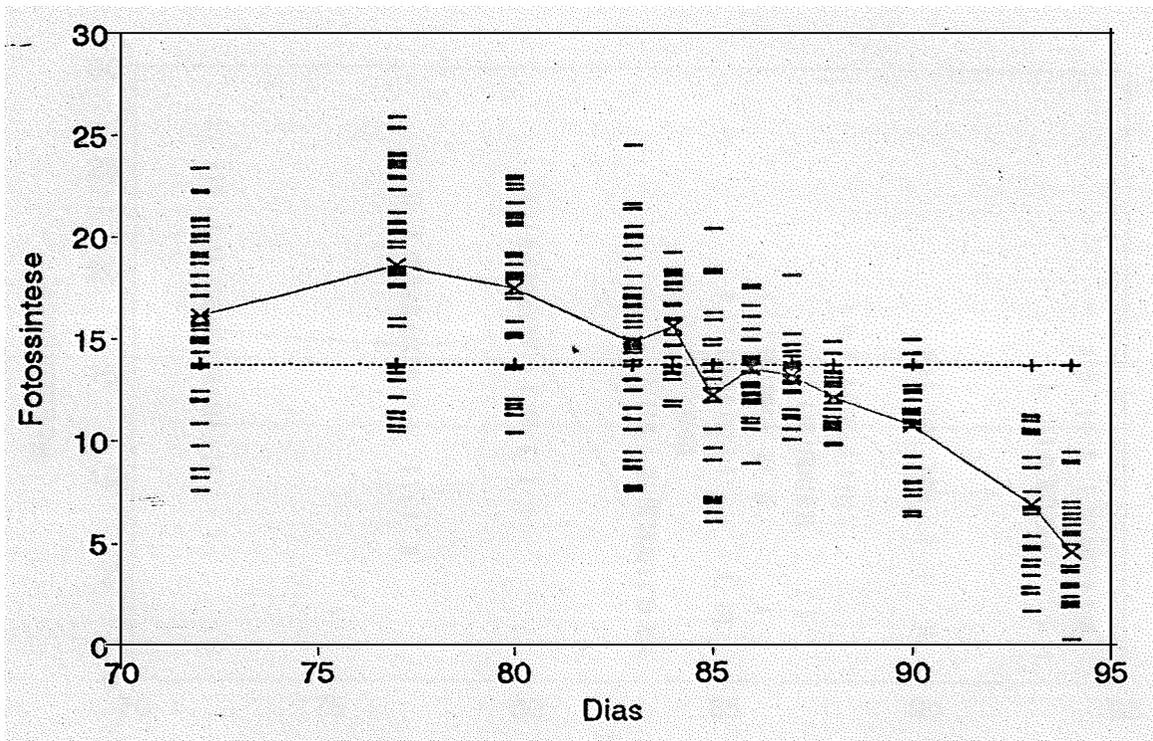


—x— Media diária

Valores observados

---+--- Media período

APÊNDICE 4 - Variabilidade da fotossíntese líquida do trigo em $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 24 sem estresse hídrico.

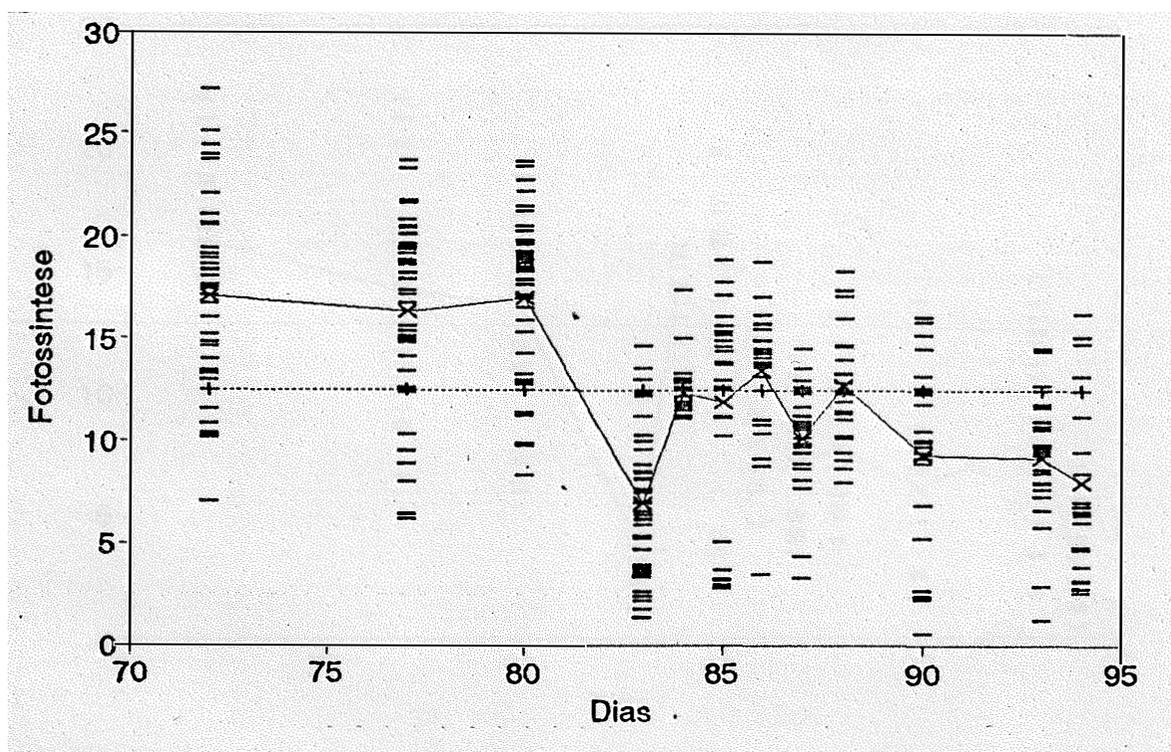


—x— Média diária

Valores observados

---+--- Média período

APÊNDICE 5 - Variabilidade da fotossíntese líquida do trigo em $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 com estresse hídrico.

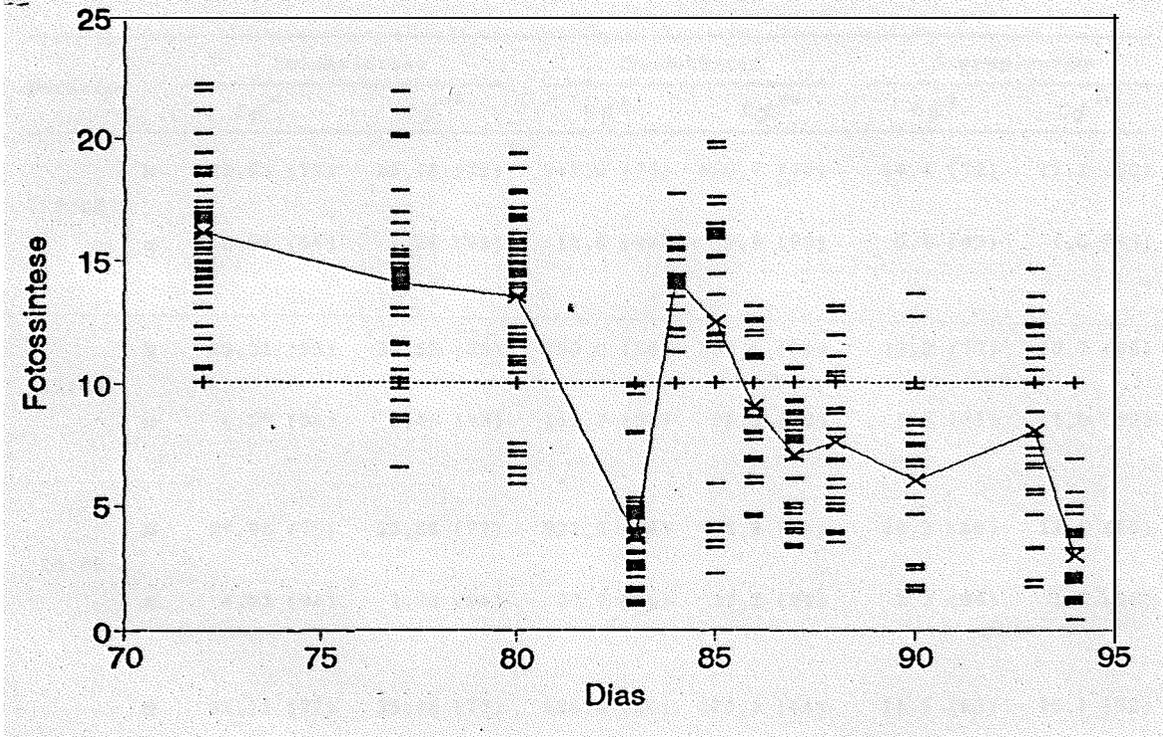


—x— Média diária

Valores observados

---+--- Média período

APÊNDICE 6 - Variabilidade da fotossíntese líquida do trigo em $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 24 com estresse hídrico.



—x— Média diária

Valores observados —+— Média período

APÊNDICE 7 Valores extremos horários das variáveis fotossíntese líquida em $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, condutância estomática em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e transpiração em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ considerando os tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, sem estresse hídrico). Campinas, SP, 1991.

Horários	Fotossíntese		Condutância		Transpiração		
	C_i *	C_a **	C_i *	C_a **	C_i *	C_a **	
9:00	M	22,98 (77)	22,18 (72)	947,0 (77)	800,7 (77)	14,4 (72)	11,5 (80)
	m	6,61 (94)	1,58 (93)	18,6 (93)	76,3 (93)	0,4 (93)	1,0 (93)
11:00	M	28,21 (83)	24,53 (83)	780,0 (84)	633,6 (84)	12,3 (77)	10,7 (80)
	m	6,58 (94)	2,46 (93)	155,7 (93)	30,5 (93)	2,4 (85)	1,0 (93)
13:00	M	29,98 (77)	25,88 (77)	922,3 (84)	748,8 (84)	14,3 (80)	15,1 (85)
	m	4,92 (94)	1,79 (94)	77,7 (94)	35,2 (94)	2,3 (94)	1,2 (94)
15:00	M	28,15 (77)	25,36 (77)	886,3 (84)	685,3 (84)	14,5 (83)	10,1 (72)
	m	2,20 (93)	0,19 (94)	91,9 (94)	18,7 (94)	3,0 (94)	0,5 (94)

Obs: A letra "M" significa o valor máximo e a letra "m" o valor mínimo.

* Cultivar IAC 287 sem estresse hídrico.

** Cultivar IAC 24 sem estresse hídrico.

() número de dias após emergência das plantas.

APÊNDICE 8 Valores extremos horários das variáveis fotossíntese líquida em $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, condutância estomática em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e transpiração em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ considerando os tratamentos (cultivares IAC 287 e IAC 24, com estresse hídrico). Campinas, SP, 1991.

Horários		Fotossíntese		Condutância		Transpiração	
		C _N [*]	C _N ^{**}	C _N [*]	C _N ^{**}	C _N [*]	C _N ^{**}
9:00	M	23,66 (77)	21,96 (72)	575,8 (85)	545,9 (85)	9,6 (77,80)	6,1 (72)
	m	1,24 (93)	1,74 (93)	73,8 (93)	20,2 (93)	0,6 (83)	0,4 (93)
11:00	M	24,39 (72)	22,96 (77)	425,7 (72)	468,2 (84)	9,5 (72)	9,3 (84)
	m	0,59 (90)	1,65 (83)	37,4 (84)	61,7 (94)	0,8 (84)	1,0 (84)
13:00	M	23,66 (80)	18,80 (80)	662,4 (85)	570,3 (85)	9,7 (77)	10,5 (84)
	m	2,26 (90)	0,42 (94)	23,0 (84)	10,8 (83)	0,5 (84)	0,3 (73)
15:00	M	18,85 (85)	19,91 (85)	430,2 (85)	487,3 (77)	8,0 (85)	11,1 (80)
	m	2,21 (83)	1,17 (83)	28,8 (84)	14,7 (94)	0,9 (83,94)	0,4 (94)

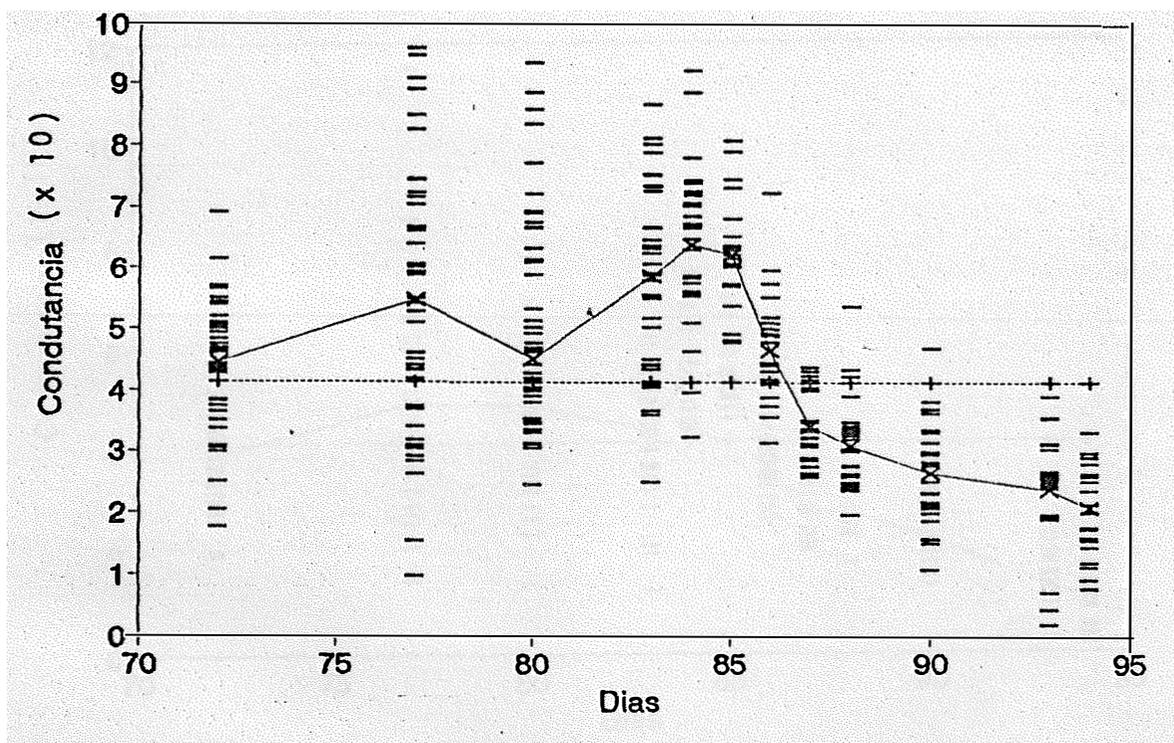
Obs: A letra "M" significa o valor máximo e a letra "m" o valor mínimo.

* Cultivar IAC 287 com estresse hídrico.

** Cultivar IAC 24 com estresse hídrico.

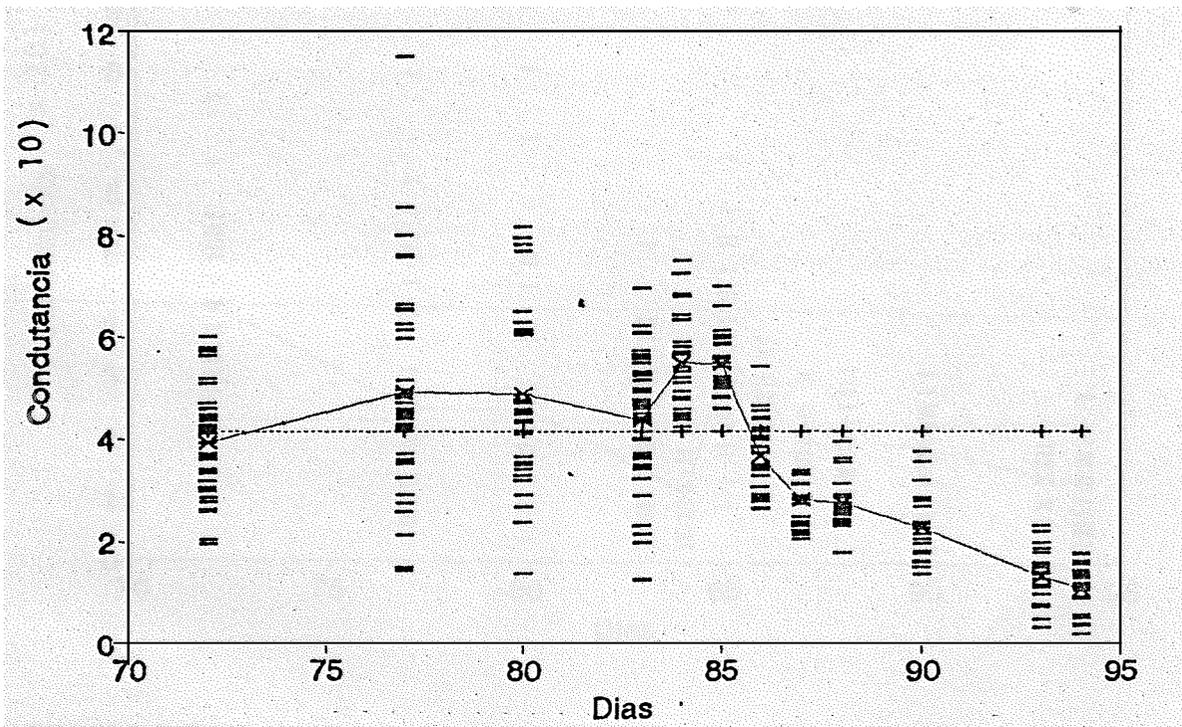
() número de dias após emergência das plantas.

APÊNDICE 9 - Variabilidade da condutância estomática do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 sem estresse hídrico.



—x— Média diária Valores observados ---+--- Média período

APÊNDICE 10 - Variabilidade da condutância estomática do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 24 sem estresse hídrico.

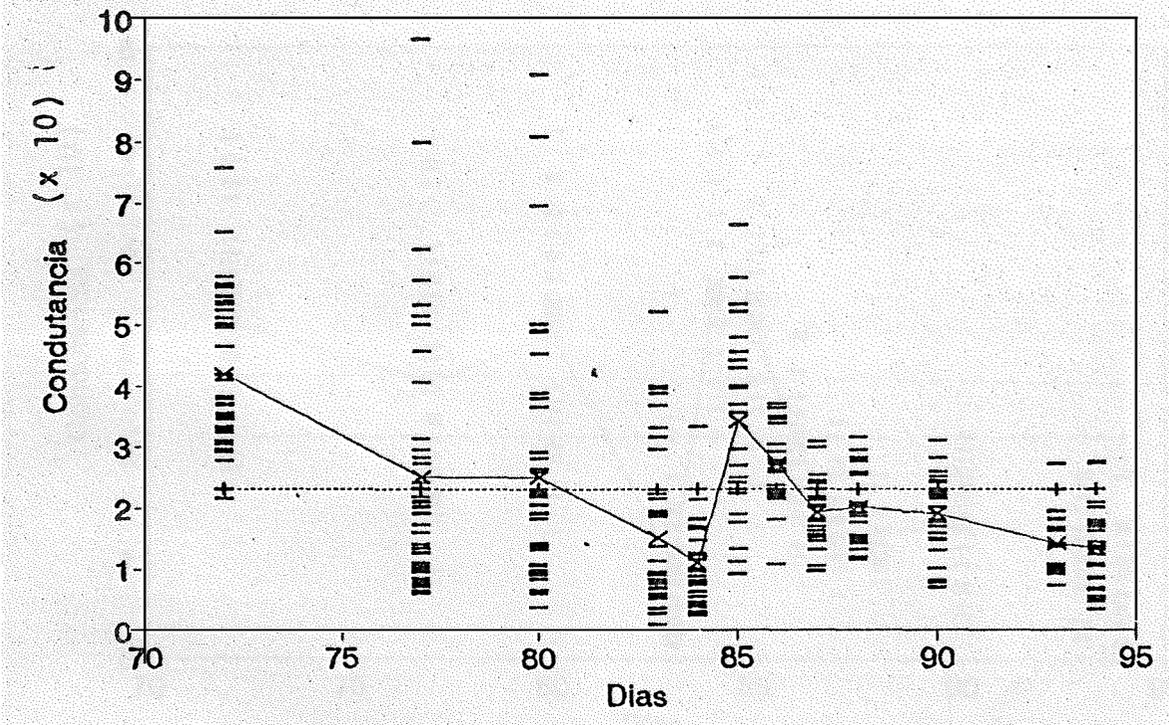


—x— Media diária

Valores observados

---+--- Media periodo

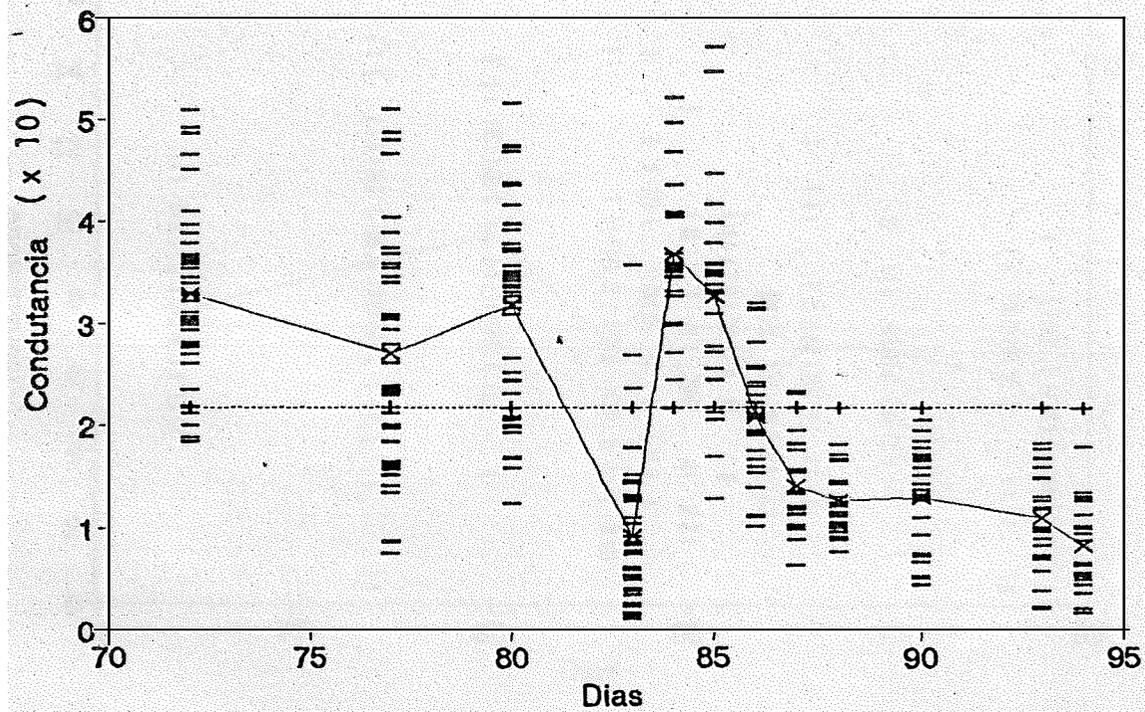
APÊNDICE 11 - Variabilidade da condutância estomática do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 com estresse hídrico.



—x— Media diária

Valores observados ---+--- Media período

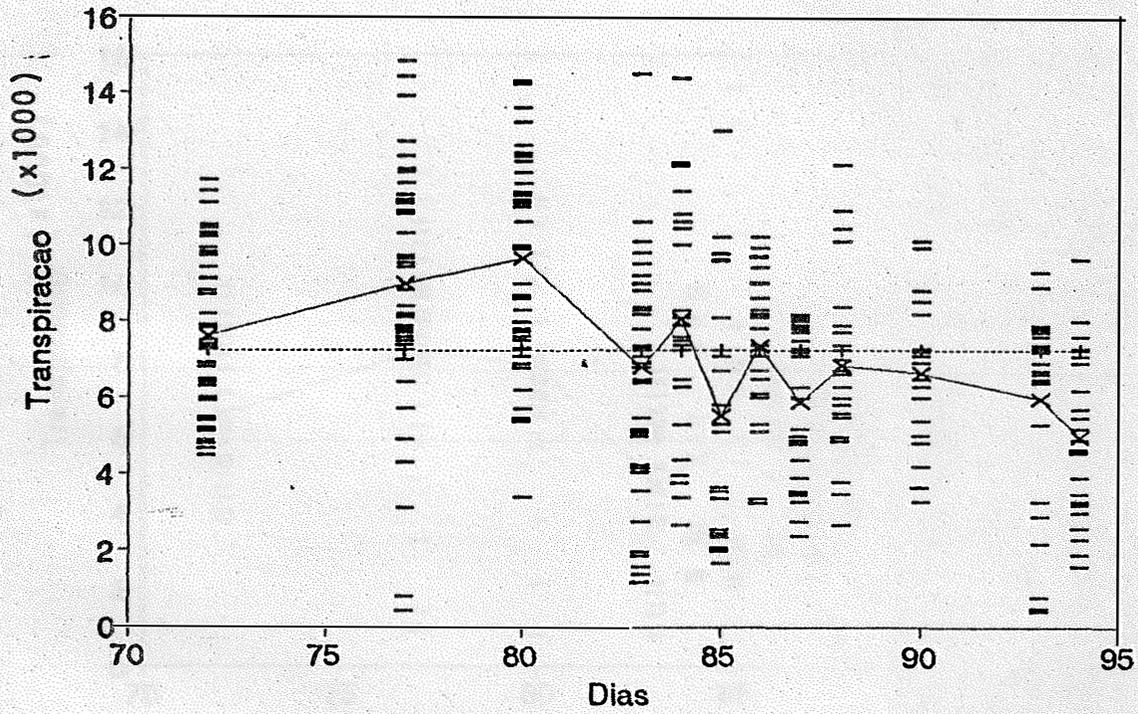
APÊNDICE 12 - Variabilidade da condutância estomática do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 24 com estresse hídrico.



—x— Media diaria

Valores observados ---+--- Media periodo

APÊNDICE 13 - Variabilidade da transpiração do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 sem estresse hídrico.

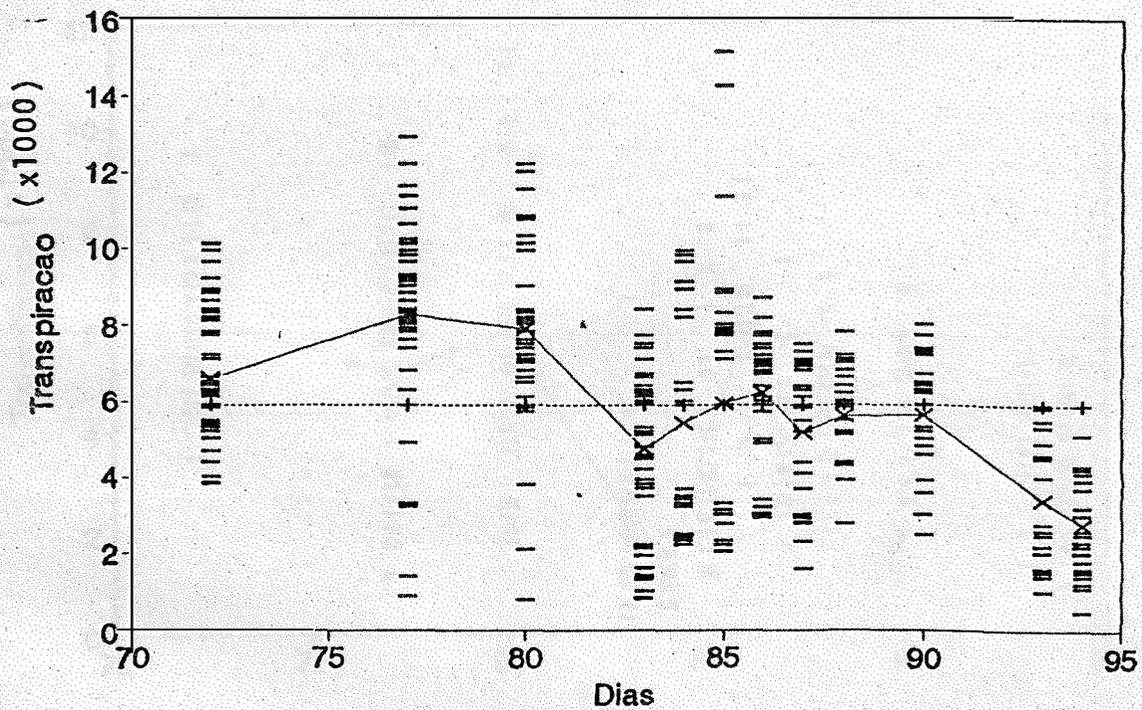


—x— Média diária

Valores observados

---+--- Média período

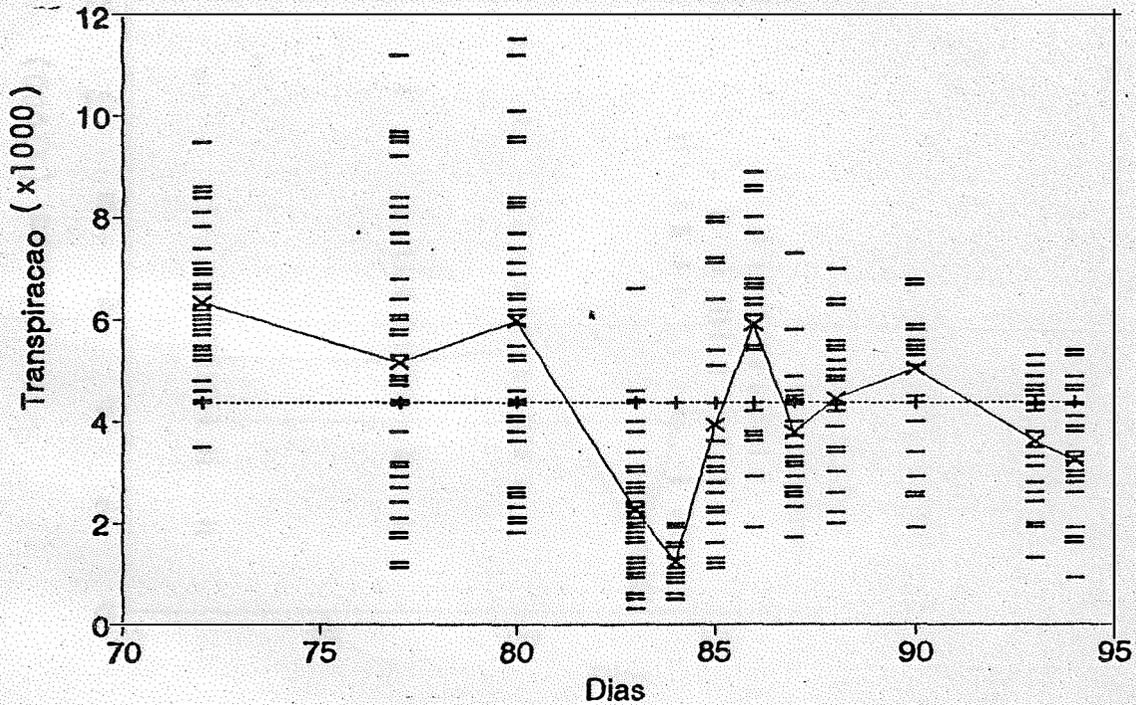
APÊNDICE 14 - Variabilidade da transpiração do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 24 sem estresse hídrico.



—x— Media diaria

Valores observados ---+--- Media periodo

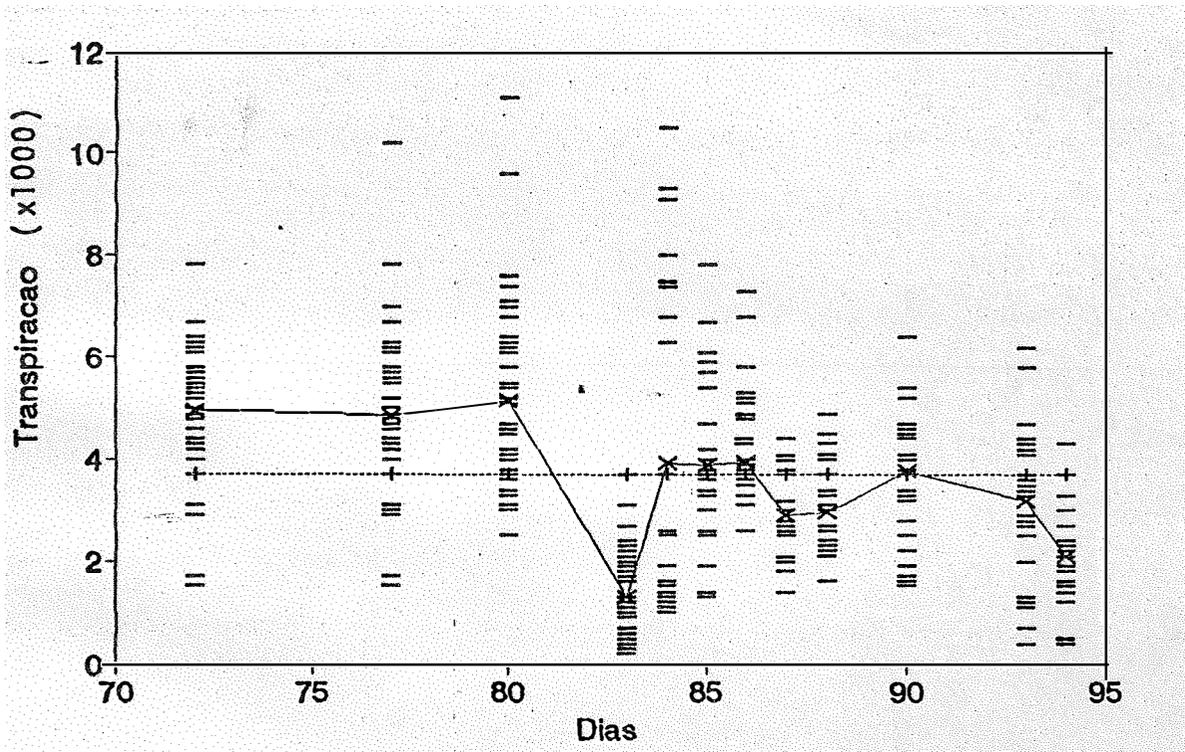
APÊNDICE 15 - Variabilidade da transpiração do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 287 com estresse hídrico.



—x— Media diária

Valores observados +— Media período

APENDICE 16 - Variabilidade da transpiração do trigo em $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, durante a fase reprodutiva das plantas, nos tratamentos IAC 24 com estresse hídrico.



—x— Média diária

Valores observados -+ - Média período