

## TRIGO - Aspectos agrometeorológicos

### WHEAT - Agrometeorology Aspects

#### - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

Paulo Augusto Manfron\* Cláudio Lazzarotto\*\* Sandro Luis Petter Medeiros\*\*\*

#### RESUMO

O trigo é um dos cereais cultivados pelo homem que sempre mereceu destaque, pois apresenta grande importância econômica e na alimentação humana. 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 apostar na busca da autosuficiência. Entretanto, a produção nacional é ainda insuficiente para atender às necessidades de consumo anual, que atualmente são de 6,8 milhões de toneladas. Hoje 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. A variabilidade na produtividade das diversas regiões do País, está relacionada ao não uso de cultivares bem adaptadas à região e ao manejo inadequado, apesar de se ter dado especial atenção às adversidades climáticas que o trigo encontra no Brasil, através de estudos para determinar as relações entre adaptação climática, manejo e produtividade.

**Palavras-chave:** trigo, clima, adaptação, agrometeorologia.

#### SUMMARY

Wheat is a cereal of utmost importance due its economical value and use as human food. In Brazil there is a potential for expansion of this crop both in the traditional regions where is grown and in the central region of the country. It will depend on government policies to stimulate wheat farmers in order to achieve

self-sufficiency (COSTA et al, 1990), since the actual production does not meet the total consumption estimated to be 6,8 million tons. The states Rio Grande do Sul, Santa Catarina and the southern part of Paraná are responsible for 50% of the area and 45% of the national production. The northern part of Paraná, Mato Grosso do Sul and São Paulo represent 45% of the area and 53% of production. The variation observed in productivity among regions can by and large be attributed to the use of varieties poorly adapted, and crop management deficiencies. Nevertheless special attention has been given to climatic setbacks through studies aiming to determine the relationship among climatic adaptation, management and productivity.

**Key words:** wheat, climate, adaptation, agrometeorology.

#### INTRODUÇÃO

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. 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 de menos de 1000 Kg.ha<sup>-1</sup> nas áreas irrigadas da Europa (MOTA, 1982). Segundo DOORENBOS & KASSAM (1979), o conhecimento das características genéticas aliadas às formas de

\* Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia (DF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 97119-900 - Santa Maria, RS.

\*\* Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Unidade de Execução de Âmbito Estadual (UEPAE)/EMBRAPA. 79800-970, Dourados, MS.

\*\*\* Engenheiro Agrônomo, Professor Assistente, DF, UFSM.



crescimento desta cultura é essencial para atender ao conjunto das necessidades climáticas 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.

Os trigos cultivados no Brasil pertencem ao grupo denominado "trigos de primavera". Segundo DOORENBOS & KASSAM (1979), essas cultivares têm ciclo total aproximado entre 100 e 130 dias, não necessitam de frio para o desenvolvimento da espiga e são indiferentes ao fotoperíodo. Há, portanto, um exaustivo trabalho de melhoramento e adaptação de cultivares às condições climáticas nacionais, por não ser viável a mera introdução de cultivares estrangeiras.

A revisão aqui apresentada dará ênfase aos elementos ambientais e seus efeitos no desenvolvimento e produtividade do trigo (*Triticum aestivum* (L.) THELL).

## EFEITOS DO AMBIENTE 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. MANFRON (1985) comenta que o conhecimento de fatores como tipo de solo, características das plantas e sistemas de cultivo são extremamente importantes, bem como, os níveis de radiação solar, temperatura, luz e água (déficit ou excesso), por estarem intimamente associados à produção (biológica ou econômica), mas que podem ser controlados através de manejo adequado durante o ciclo da cultura.

### a) 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 de albedo, absorção inativa e respiração. Mas, cabe salientar que a interceptação da radiação nos estádios de desenvolvimento de uma cultura depende do tamanho, forma, ângulo e orientação azimutal das folhas.

Para uma superfície que receba  $500 \text{ cal.cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  de radiação, no estágio vegetativo, a estimativa é de uma produção de biomassa de  $71 \text{ g.m}^{-2}$  de superfície cultivada por dia. Se a contribuição dos constituintes inorgânicos consiste em 8% da biomassa, 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.

MOTA (1989) relata que a produção de grãos depende do número de espiga por hectare e do número de folhas por espiga, enquanto a produção final está relacionada com o número de flores que produzem grãos e do peso de 1000 grãos. A capacidade de produção é diretamente proporcional ao desenvolvimento até o espigamento, enquanto a produção final depende muito da fotossíntese da folha bandeira e da espiga. A assimilação nos estádios iniciais de desenvolvimento pode afetar o número de espigas, de espiguetas e de flores.

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  $\text{CO}_2$ , pode não ser aplicada em regiões onde a água pode limitar a produção. Em situações sem limitações de água, o crescimento da planta é determinado pela temperatura e pela intensidade luminosa (SPIERTZ, 1974). Esse crescimento é fundamental para a 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 porcentagem de radiação solar que pode ser interceptada pelas folhas, e juntamente com a faixa fotossintética e a duração do período, determina o crescimento total da cultura. Durante a elongação, 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 de desenvolvimento posteriores, inclusive, no período de enchimento de grãos quando não há necessidade de alta intensidade luminosa.

WATSON (1956) constatou que a fotossíntese realizada pela folha não é o único fator determinante da produção, pois este processo, nas espigas do trigo, produz cerca de um terço da biomassa, sendo que os pedúnculos e bainhas das folhas também contribuem



no enchimento dos grãos. ALLISON (1964) e MONTEITH (1969) definiram que a taxa de produção de biomassa 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 (IAF) e a taxa de assimilação líquida (TAL); nos valores mais elevados do IAF, devido ao mútuo sombreamento das folhas. Portanto, um aumento na área foliar não aumenta necessariamente a produção de biomassa em culturas bem adubadas e irrigadas. 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 estejam sujeitos à seca, comportam maior número de plantas. No caso do trigo, é importante em função do arranjo de plantas, do número de plantas e perfilhos e do desenvolvimento foliar, para que as plantas possam cobrir totalmente o solo a fim de evitar o surgimento de ervas daninhas (LEWIS & LEGUIZAMON, 1991) e interceptar o máximo da radiação solar e luminosidade (SPIERTZ, 1974) o que contribui também para reduzir a evaporação de água do solo.

Engledow & Wadham (1923) apud 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 & REINBERG (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.

A razão fonte (Source) e dreno (Sink) tem sido considerada como a principal determinante do tamanho de grãos. Como fonte são considerados todos os tecidos fotossinteticamente ativos, representados pelo produto dos seguintes fatores: área fotossinteticamente ativa na emergência da espiga; duração da atividade dos tecidos fotossintetizantes após a emergência da espiga e a eficiência fotossintética dos tecidos. Como dreno são consideradas as espigas e os grãos, cuja atividade é determinada pelo tamanho das espigas, espiguetas por nó e número de grãos por espiguetas (FISCHER, 1973).

## b) Temperatura

A velocidade do processo metabólico das plan-

tas é controlada pela temperatura existindo diferenças genótípicas nestas reações. Obviamente, serão afetados os diferentes estádios de desenvolvimento das plantas, bem como os processos de crescimento e maturação.

Para o crescimento do trigo, a temperatura ideal está entre 15 e 20°C (DOORENBOS & KASSAM, 1979) e, 20 e 25°C (FISCHER, 1985), que MOTA (1989) separou em 20 e 25°C para o desenvolvimento da folha e, 15 e 20°C para o perfilhamento. Entretanto, DOORENBOS & KASSAM (1979) e MOTA (1989) 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 (é um processo de acumulação de baixas temperaturas, por parte da planta no subperíodo "germinação - formação do talo" para que possa passar ao subperíodo seguinte em boas condições) 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 variam 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.

MOTA (1989) cita que é durante o espigamento e, especialmente durante a floração, que a planta de trigo é mais suscetível aos danos por temperaturas extremas, causando esterelidade e reduzindo a formação de grãos. O período compreendido entre a floração e a maturação, varia, geralmente, entre 30 e 80 dias, sendo que os fatores da diminuição deste subperíodo são a baixa umidade do solo, altas temperaturas e grande insolação. Em estudos realizados com câmara de crescimento, CAMPBELL & READ (1968) mostraram que aumentando a temperatura diurna de 21 para 27°C ou a noturna de 13 para 21°C houve uma redução do comprimento do colmo e das folhas, da área foliar total e da biomassa vegetativa e dos grãos. Na verdade, a redução do crescimento, em temperaturas maiores é explicada pelas maiores perdas respiratórias, especialmente durante a noite, sendo a relação fotossíntese/respiração inversamente proporcional à 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), valores bem superiores à temperatura máxima tolerada pela semente para germinar, que é de 34°C. A causa desse fato passa por um secamento bastante rápido do solo ocasionando má emergência das plântulas e 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 ín-



dice de área foliar (IAF) é insuficiente para interceptar toda a radiação necessária para a planta crescer e frutificar adequadamente (FISCHER, 1985). Segundo PITTEK (1977), temperaturas altas no início do ciclo representam efeito positivo na produção, por possibilitarem maior velocidade de crescimento, desde que não estejam associadas com escassez de água disponível para as plantas, o que resulta em severo estresse, comprometendo a produção.

Para as plantas, uma temperatura não é alta enquanto não inibir a produção clorofílica, de modo que a temperatura, por si só, não deve prejudicar a fotossíntese em trigo (FISCHER, 1985), haja vista que, devido a transpiração, a temperatura da folha, em condições normais, é sempre inferior à do ar. 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. ASANA & WILLIAMS (1965) estudaram o efeito de temperaturas altas no desenvolvimento do grão do trigo desde uma semana anterior a antese até a maturação, com temperaturas diurnas de 25, 28 e 31°C e temperaturas noturnas que oscilaram de 9 a 12°C, e verificaram que o aumento das temperaturas diurnas, mas não das noturnas, causou redução no peso de grãos e na produção, sem diferenças entre cultivares. Entretanto, PETERS et al (1971) encontraram que o aumento da temperatura noturna de 9 para 26°C reduziu à metade o crescimento do grão, devido a redução do seu período de crescimento. LAING & FISCHER (1975) e SILVA (1976) chamam a atenção que para as regiões tropicais brasileiras, em altitudes inferiores a 800 metros, as temperaturas máximas são elevadas para o trigo (superiores à 26°C), causando a diminuição do período de enchimento de grãos o que pode ser agravado pela ocorrência de baixa umidade relativa do ar, ocasionando o "chochamento" do grão. Temperaturas elevadas durante a antese pode causar esterilidade, sendo o ótimo para a fertilização 18 a 24°C, o mínimo 10°C e o máximo 32°C (HOSHIKAWA, 1959).

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 no crescimento das plantas (Ex: alta temperatura e baixa luminosidade), resultando em baixa produção de carboidratos. Isso mostra que todos os processos fisio-metabólicos das plantas sofrem influência da temperatura, seja de uma forma isolada ou seja 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 em favor do sistema radicular. Geadas tardias, no entanto, são totalmente desfavoráveis, pois podem alcançar o trigo na fase de flora-

ção, trazendo como consequência o abortamento das flores. BURGOS (1963) relata que o trigo é suscetível a danos em temperaturas negativas durante a floração (-1 a -2°C) e a formação do grão (-2 a -4°C) sendo que as geadas ocorrentes após a emissão da espiga produzem esterilidade ou chochamento dos grãos. A resistência às geadas é pequena após a mudança fisiológica para iniciação da inflorescência e emissão da espiga (PAULSEN, 1968). 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 das 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, PITTEK (1977), diz que nos estádios de desenvolvimento finais do ciclo da cultura, baixas temperaturas aumentam a produtividade pela melhoria na qualidade dos grãos.

FISCHER (1985) classifica o clima para o 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.

### c)Água

Entre os elementos meteorológicos adversos para o trigo pode-se citar a precipitação (chuva, granizo) que segundo a sua intensidade podem ser mais ou menos danosos. O excesso de chuva na fase de maturação determina a quebra física da produção, a diminuição do peso do hectolitro 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 potencial máximo de produção somente será alcançado quando houver um suprimento de água satisfatório durante o ciclo da cultura, devido ao efeito da água nos tecidos das plantas sobre o crescimento, o desenvolvimento e a produção. Entretanto, pequenos períodos de suprimento inadequado de água, se não coincidirem com períodos críticos das plantas, serão compensados por desenvolvimento posterior em ocasiões favoráveis (LOMAS, 1976). O excesso de umidade relativa do ar após a floração também é pernicioso. Em locais de latitudes maiores como o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e sul do Paraná, bem como, de latitudes menores como Mato Grosso do Sul, São Paulo e norte do Paraná, respectivamente, primaveras e outonos quentes e chuvosos são prenúncios de lavouras muito atacadas por doenças e produção com baixo peso específico.

Nas regiões onde a prática da irrigação não tenha sido difundida ou mesmo não exista possibilidade para tal, a distribuição das chuvas é o elemento funda-



mental para que não ocorra estresse hídrico por deficiência de água em períodos críticos da cultura. A irrigação, segundo DOPPLER (1983), é a base do desenvolvimento, pois permite regular o fator água da produção. E, não permite 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. Segundo MOTA (1989) a falta de água realmente é o fator limitante mais importante em condições sub-úmidas. A absorção da água pelo trigo depende da extensão e da profundidade do sistema radicular. Os trigos de inverno têm, em geral, uma coroa radicular mais profunda e mais vigorosa do que os trigos de primavera. No México, o uso de cruzamento de trigos de inverno com os de primavera forma parte do programa de melhoramento para resistência à seca.

LOMAS (1976), estudando a resposta de cultivares de trigo ao suprimento de água nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas, verificou que existe acentuada sensibilidade durante a formação dos órgãos reprodutivos e durante a floração, e a falta de água nesta fase pode reduzir a produção pela diminuição do número de grãos por espiga; o estádio de desenvolvimento crítico freqüentemente coincide com pouca disponibilidade de água no solo e máxima demanda respiratória, especialmente sob condições de baixa umidade atmosférica; quando as flores começam a se desenvolver, o crescimento das raízes diminui ou mesmo cessa, exigindo um alto conteúdo de umidade no solo; e a irrigação tem o máximo benefício para a produção quando é realizada durante o desenvolvimento dos órgãos florais (emborrachamento, espigamento e floração).

FREITAS et al (1985) com base em experimentos conduzidos em vasos com 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 (deficiência), 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 na fase perfilhamento tem efeito negativo na produção de perfilhos, na biomassa da parte aérea e no número de espigas por planta, mas não na estatura das plantas. Esses mesmos autores, relatam que o maior efeito de uma deficiência de água foi a estimulação da senescência das partes verdes durante o período de estresse, independente do estágio de desenvolvimento da cultura. Entretanto, plantas submetidas a uma deficiência hídrica nos estádios finais consumiram a mesma quantidade de água das plantas irrigadas, enquanto 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).

Quanto ao efeito negativo do estresse hídrico pode ser devido à redução no processo de translocação de metabólitos e principalmente na taxa de fotossíntese. Segundo BEADLE et al (1985), o estresse hídrico provoca redução na capacidade fotossintética pelo aumento da resistência mesofílica à passagem de CO<sub>2</sub> da atmosfera para os sítios de carboxilação e também pelo fechamento dos estômatos pela perda de turgescência das células guardas, com 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).

Na determinação da produtividade do trigo, a maior ênfase deve ser dada à 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 biomassa entre órgãos da planta (SPIERTZ, 1974), o número e a massa de grãos dependem da disponibilidade de carboidratos presentes nas folhas, colmo e ráquis da cada planta (SPIERTZ, 1974; XU & ISHII, 1990). De acordo com Frank et al (1989) apud DIDONET (1991), os carboidratos produzidos no período pré-antese contribuem com cerca de 50% para a produção de grãos.

## CONCLUSÃO

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 encontrarem as plantas. O excesso de chuvas ou irrigação e alta umidade relativa do ar, favorecem a incidência de diversas doenças, que podem tornar-se fator limitante ao cultivo do trigo, com perdas geralmente altas na produção. Portanto, o fator distribuição das chuvas, as quais são muitas vezes excessivas na região Sul e deficientes no Brasil Central, tem influência na taxa de inóculo de algumas doenças, tais como as "septoriose, fusariose" e "helminthosporiose" (um dos maiores problemas fitossanitários do trigo, altamente relacionado às condições de umidade do ambiente), bem como, no crescimento e desenvolvimento das plantas afetando a produção final.

## 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*, v. 63, p. 1-4, 1964.
- ASANA, R.D., WILLIAMS, R.F. The effect of temperature stress on grain development in wheat. *Australian Journal Agricultural Research*, East Melbourne, v. 16, p. 1-13, 1965.
- BASTOS, T.X., SÁ, T.D.A. *Anuário Agrometeorológico*. Ministério da Agricultura (Brasil): IPEAN, 1971. 45 p.
- BEADLE, C.L., LONG, S.P., IAMBAMBA, S.K. et al. *Photosynthesis in relations plant production in terrestrial environments* Oxford: UNEP, 1985. 156 p.
- BONNER, J.R., GALSTON, A.W. *Principles of plant physiology*. San Francisco: Freeman, Company Publishers, 1955. 435 p.
- BURGOS, J.J. *Las heladas en la Argentina* Buenos Aires: Colección Científica del INTA, 388 p. 1963.
- CAMPBELL, C.A., READ, D.W.L. Influence of air temperature, light intensity and soil moisture on the growth, yield and some growth chamber. *Canadian Journal Plant Science* 48, v. 7, n. 48, p. 299-311, 1968.
- COSTA, N, RICKEN, J.R., CANZIANI, J.R. et al. Trigo: produção, industrialização e comercialização. *Trigo e Soja*, Porto Alegre, n. 112, p. 2-30, nov/dez. 1990.
- DIDONET, A.D. A importância da área foliar durante o desenvolvimento da planta de trigo. *Agrotécnica*, São Paulo, v. 8, p. 5-12, 1991.
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma: FAO, 1979. 212 p. (FAO. Riego y drenaje, 33).
- DOPPLER, W. Plant research and development. In: *Irrigation as abasis for development* Tübingen: Institute for Scientific Cooperation, 1983. p. 26-36.
- FISCHER, R.A. The effect of water stress at various stages of development on yield processes in wheat. Paris: Proc. Uppsala Symp. Unesco, 1973.
- FISCHER, R.A., MAURER, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, East Melbourne, v. 29, n. 5, p. 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, v. 30, p. 801-14, 1979.
- FISCHER, R.A. In: *Wheat for more tropical environments* México, CIMMYT, 1985. Physiological limitations to production wheat in semitropical and tropical environments and possible selectios crítica.
- FREITAS, J.G., CARDOSO, A.A., SEDIYAMA, C.S. et al. Trigo: efeitos de três faixas de umidade na evapotranspiração real e na produção de grãos e seus componentes. *Bragantia*, Campinas, v. 44, n. 2, p. 515-30, 1985.
- 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, v. 21, n. 1, p. 69-76, 1964.
- HOSHIKAWA, K. Influence of temperature upon fertilization of wheat grown in various levels of nitrogen. *Crop Science Society Japan*, Tokyo, v. 28, p. 291-295, 1959.
- JOFFE, A., SMALL, J.G.C. The effect of periods of water stress on growth and tillering of wheat and oats under controlled conditions. *Phyton*, Harn: v. 21, n. 1, p. 69-76, 1964.
- LAING, D.R., FISCHER, R.A. Response of wheat under sub-umid irrigated conditions to atmospheric misting during grain filling. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v. 15, p. 285-293, 1975.
- LEWIS, J.P., LEGUIZAMON, E.S. Weed colonization of experimental gaps in the canopy of a wheat crop. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 6, p. 807-20, 1991.
- LOMAS, J. *Meteorological requirements of the wheat crop* proceedings of WMO Symposium on *Agrometeorology of the wheat crop*. Braunschweig: Federal Republic of Germany, WMO, 1976, Supplement N. 396, p. 1-29.
- LOOMIS, R.S., WILLIAMS, W.A. Maximum crop productivity: an estimate. *Crop Science*, Madison, v. 3, p. 67-72, 1963.
- LUZ, W.C. da. Efeito da precipitação pluviométrica no rendimento de duas cultivares de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 3, p. 351-54, 1982.
- MANFRON, P.A. *Análise quantitativa do crescimento do cultivar AG 401 (Zea mays L.) sob diferentes sistemas de preparo do solo e população de plantas* Piracicaba, 1985. 120 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MEDEIROS, M.C., SCHLEHUBER, A.M. Produção de



- grãos e componentes da produção das variedades brasileiras de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 6, p. 46-52, 1971.
- MONTEITH, J.L. Light interception and radiative exchange in crop stands. In EASTIN, J.D. et al. **Physiological aspects of crop yields**. Madison, p. 89-111, 1969.
- MOTA, F.S. da. **Agrometeorologia do Trigo no Brasil**. Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. 122 p.
- MOTA, F.S. da. Clima e zoneamento para a triticultura no Brasil. In: OSÓRIO, E.A. **Trigo no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1982.
- PAULSEN G.M. Effect of photoperiodic and temperature on cold hardening in winter wheat. **Crop Science**, Madison, v. 8, p. 9-32, 1968.
- PETERS, D.B. PENDLETON, J.W., HAGEMAN, R.H. et al. Effect of night air temperature on grain yield of corn, wheat and soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, p. 809-815, 1971.
- INTER Jr, P.J., ZIPOLI, G., REGINATO, R.J. et al. Canopy temperature as an indicator of differential water use and yield performance among wheat cultivars. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 18, p. 35-45, 1970.
- PITTER, R.L. The effect of weather and technology on wheat yields in Oregon. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 18, p. 35-48, 1977.
- SCHEEREN, P.L. Danos de geada em trigo: avaliação preliminar de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 6, p. 853-8, 1982.
- SILVA, A.R. da. **A cultura do trigo irrigada nos cerrados do Brasil Central**. Brasília: Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1976. 70 p. Circular Técnica, 1.
- 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, v. 22, p. 207-20, 1974.
- STOSKOFF, N.C., REINBERG, E. The basis of breeding for yield in wheat. **Wheat News Letter**, v. 13, p. 13-20, 1966.
- TAVELLA, C.M. **Introducción, crinza y evaluación de germoplasma de trigo**. Brasília: IICA, 1988. 28 p. (IICA- Publicações miscelâneas - a4/br-88-002).
- WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yields. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 4, p. 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. 178-191.
- XU, A., BARK, D., BARNET, F.L. et al. Effect of temperature and genotype on duration of pollen maturation in wheat. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 151, n. 1, p. 10-3, 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, v. 59, n. 2, p. 384-9, 1990.