



Ciência Rural

ISSN: 0103-8478

cienciarural@mail.ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Walter, Lidiane Cristine; Streck, Nereu Augusto; Rosa, Hamilton Telles; Alberto, Cleber Maus; Oliveira,
Felipe Brendler de

Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cultivares de trigo e sua associação com a emissão de
folhas

Ciência Rural, vol. 39, núm. 8, noviembre, 2009, pp. 2320-2326

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33117308018>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cultivares de trigo e sua associação com a emissão de folhas

Vegetative and reproductive development of wheat cultivars and its association with leaf appearance

Lidiane Cristine Walter^I Nereu Augusto Streck^{II} Hamilton Telles Rosa^{III}
Cleber Maus Alberto^{IV} Felipe Brendler de Oliveira^V

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar a relação da duração das fases vegetativa, reprodutiva e total do ciclo de desenvolvimento com o número final de folhas e com a velocidade de aparecimento de folhas no colmo principal, em cultivares brasileiras de trigo, variando-se a data de semeadura. Um experimento de campo foi realizado em Santa Maria, Rio Grande do Sul (RS), com 13 datas de semeadura ao longo de três anos (2005, 2006 e 2007). Foram utilizados seis genótipos de trigo com ciclos de desenvolvimento variando de precoce a tardio: 'BRS LOURO', 'CEP 52', 'BRS 177', 'CEP 51', 'NOVA ERA' e 'BRS TARUMÃ'. Para cada cultivar e data de semeadura, foi determinada a duração, em °C dia, das fases vegetativa (emergência – antese) e reprodutiva (antese – maturidade fisiológica) e do ciclo total (emergência – maturidade fisiológica), o número final de folhas e o filocrono (tempo para aparecimento de duas folhas sucessivas) no colmo principal e a relação entre essas variáveis por meio de análise de regressão. Os resultados indicam que a duração do ciclo total das cultivares de trigo tem relação direta com a duração da fase vegetativa e não com a fase reprodutiva, a qual foi similar entre as cultivares, e que a duração da fase vegetativa tem relação direta com o número final de folhas e não com a velocidade de aparecimento dessas folhas no colmo principal.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, soma térmica, crescimento e diferenciação celular.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the relationship between the duration of vegetative, reproductive and total developmental cycle with the main stem final leaf

number and with the main stem leaf appearance rate in Brazilian wheat cultivars, varying the sowing date. A field experiment was carried out in Santa Maria, RS, in 13 sowing dates during three years (2005, 2006 and 2007). Six wheat genotypes with developmental cycle varying from early to late were used: BRS LOURO, CEP 52, BRS 177, CEP 51, NOVA ERA, and BRS TARUMÃ. For each cultivar and sowing date, the duration, in °C day, of the vegetative (emergence – anthesis), reproductive (anthesis – physiological maturity) phases, and total developmental cycle (emergence – physiological maturity), the main stem final leaf number and the phyllochron (time interval between the appearance of two successive leaves) were determined. The relationship between these variables was tested through a regression analysis. The results indicate that the duration of total developmental cycle of wheat is directly related with the duration of the vegetative phase and not with the duration of the reproductive phase, which was similar among cultivars. The duration of the vegetative phase is related with main stem final leaf number and not with leaf appearance rate.

Key words: *Triticum aestivum*, thermal time, growth, cell differentiation.

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L. Thell) é uma cultura adaptada a diversos locais graças ao seu complexo genoma que proporciona alta plasticidade (ACEVEDO et al., 2002). Essa cultura tem grande importância no cenário agrícola mundial, por ser o cereal

^IPrograma de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

^{II}Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: nstreck2@yahoo.com.br. Autor para correspondência.

^{III}Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^{IV}Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Itaqui, RS, Brasil.

^VCurso de Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

mais cultivado em área e, em volume de grãos, é superado apenas pelo milho (USDA, 2009). Assim, estudos envolvendo essa cultura podem afetar o bem-estar de um considerável número de pessoas.

No Brasil existe um grande número de genótipos de trigo recomendados para diferentes ambientes e finalidades, e esses genótipos apresentam variada duração do ciclo de desenvolvimento. No Sul do Brasil, são cultivados trigos de primavera, com a semeadura sendo realizada no outono. O desenvolvimento e crescimento de folhas ocorre durante o inverno, e o florescimento e enchimento de grãos ocorre durante a primavera. O ciclo de desenvolvimento das cultivares de trigo usadas no Sul do Brasil varia de precoce a tardio, e algumas das cultivares recomendadas são trigos de “duplo propósito”, os quais podem sofrer cortes ou pastejo no inverno e, ainda, produzir grãos na primavera devido ao longo ciclo de desenvolvimento que caracteriza esses trigos (WENDT et al., 2006). Devido à importância dessa cultura no cenário mundial e à grande variabilidade de duração do ciclo existente entre os genótipos, é importante que as diferentes cultivares sejam caracterizadas quanto ao seu ciclo de desenvolvimento, pois isso auxilia na definição de práticas de manejo mais adequadas e na seleção de genótipos apropriados para diferentes regiões ecoclimáticas.

O ciclo de desenvolvimento de poáceas da emergência até a maturidade fisiológica pode ser dividido em duas fases, a fase vegetativa e a reprodutiva (STRECK et al., 2003a,b). Quando a identificação das fases é baseada em indicadores morfológicos externos de fácil identificação a campo, a fase vegetativa pode ser definida da emergência até o aparecimento da inflorescência ou antese, e a fase reprodutiva inicia no final da fase vegetativa e se estende até a maturidade fisiológica (STRECK et al., 2003a). A divisão do ciclo de desenvolvimento do trigo nessas duas fases é baseada no aparecimento de órgãos da planta visíveis a olho nu e não exige amostragem destrutiva da planta, com as vantagens da simplicidade e do fato da emissão de folhas, um parâmetro de desenvolvimento vegetativo, ocorrer durante toda a fase vegetativa, ou seja, não há sobreposição do desenvolvimento vegetativo com o reprodutivo, como acontece quando a fase reprodutiva é considerada a partir da espigueta terminal, a qual ocorre antes da emissão da folha bandeira (STRECK et al., 2003a; ALBERTO, 2008).

É importante a caracterização da duração das fases vegetativa e reprodutiva do ciclo de desenvolvimento das culturas, pois essas têm relação

direta com o rendimento de grãos: uma fase vegetativa longa permite que a planta produza uma área foliar maior e, consequentemente, aumenta as reservas de fotoassimilados no colmo que poderão ser translocados para o enchimento de grãos, enquanto uma fase reprodutiva longa permite um tempo maior de translocação de fotoassimilados para enchimento dos grãos (HEINEMANN et al., 2006). A duração da fase vegetativa está associada com a alteração do número final de folhas e da velocidade de aparecimento das folhas no colmo principal, ou ambas, enquanto a duração da fase reprodutiva depende da taxa de desenvolvimento da cultura, a qual é afetada primeiramente pela temperatura do ar (STRECK et al., 2003a).

A época de semeadura e o grupo de maturação da cultivar afetam sobremaneira a duração da fase vegetativa e do ciclo total, com pouco ou nenhum efeito sobre a fase reprodutiva em trigo de inverno (STRECK et al., 2003a,b). No entanto, estudos para quantificar as relações entre ciclo total de desenvolvimento e duração das fases vegetativa e reprodutiva em diferentes épocas de semeadura para trigos brasileiros de diferentes grupos de maturação, bem como associar a duração das fases com a emissão de folhas são escassos, o que constituiu a motivação para este trabalho. O objetivo deste estudo foi determinar a relação da duração das fases vegetativa, reprodutiva e total do ciclo de desenvolvimento com o número final de folhas e com a velocidade de aparecimento de folhas no colmo principal em cultivares brasileiras de trigo, variando-se a data de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimentos de campo foram realizados em Santa Maria, Rio Grande do Sul (RS) (latitude de 29°43' S; longitude de 53°43'W e altitude de 95m), durante três anos (2005, 2006 e 2007), com 13 datas de semeadura (24/06/05, 04/08/05, 07/09/05, 26/10/05, 21/12/05, 06/02/06, 21/03/06, 12/05/06, 07/07/06, 04/09/06, 25/10/06, 18/04/07, 07/06/07). Seis cultivares de trigo recomendadas para a região Sul do Brasil e com ciclos de desenvolvimento distintos (REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2006) foram usadas no estudo: ‘BRS LOURO’ e ‘CEP 52’, de ciclo precoce, ‘BRS 177’ e ‘CEP 51’, de ciclo médio, ‘NOVA ERA’ e ‘BRS TARUMÃ’, de ciclo tardio. A cultivar ‘BRS TARUMÃ’ é ainda classificada como duplo-propósito (WENDT et al., 2006). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e dois fatores: datas de semeadura e cultivares. A unidade experimental foi uma parcela

(1,44m²), constituída de quatro linhas espaçadas a 0,20m, com 2,40m de comprimento. A densidade de semeadura foi de 330 sementes m⁻². Os tratos culturais, como controle de pragas, doenças e plantas daninhas foram realizados de acordo com a recomendação para a cultura do trigo (REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2006), visando a manter as plantas sem estresses por esses fatores. Foi realizada irrigação por aspersão nas datas de semeadura de 21/12/05 e 06/02/06, para manter as plantas sem deficiência hídrica, já que nessas duas épocas a demanda evaporativa do ar foi alta devido à alta temperatura do ar e ao fotoperíodo longo (acima de 14 horas), característicos do verão nesse local.

A data de emergência (EM) foi considerada quando 50% das plantas estavam visíveis acima do nível do solo. Uma semana após a emergência, seis plantas foram etiquetadas por parcela, sendo três plantas em cada uma das linhas centrais, e no colmo principal dessas plantas foram quantificados, semanalmente, o número de folhas e o comprimento da última e penúltima folha para cálculo do Estágio de Haun (HS) por (HAUN, 1973): $HS = (NF - 1) + L_n / L_{n-1}$ (1), em que NF é o número de folhas, L_n é o comprimento da última folha (cm) e L_{n-1} é o comprimento da penúltima folha (cm).

No colmo principal das plantas etiquetadas, foram também contados o número final de folhas, e foi anotada a data de ocorrência da antese (ANT) e da maturidade fisiológica (MF) por meio de visitas diárias às plantas, usando critérios de STRECK et al. (2003a). Foi calculada a data média de cada parcela e a data da ANT e da MF foi considerada a data média das quatro parcelas (STRECK et al., 2003a). Considerou-se a fase vegetativa da EM até ANT e a fase reprodutiva da ANT até a MF (STRECK et al., 2003a).

Em uma estação meteorológica convencional, pertencente ao 8º Distrito de Meteorologia/Instituto Nacional de Meteorologia e localizada a aproximadamente 80 metros da área experimental, foram coletados os dados diários de temperatura mínima (TMIN) e máxima (TMAX) do ar durante o período experimental. A soma térmica diária (STD, °C dia) a partir da EM foi calculada (GILMORE & ROGERS, 1958) por: $STD = (Tm - Tb) \cdot 1\text{dia}$, quando $Tb < Tm \leq Tot$ e $STD = \{(Tot - Tb) \cdot [(TB - Tm) / (TB - Tot)]\} \cdot 1\text{dia}$, quando $Tot < Tm \leq TB$ (2), em que Tb, Tot e TB são as temperaturas cardinais de desenvolvimento do trigo (temperatura base inferior, temperatura ótima e temperatura base superior, respectivamente) e Tm é a temperatura média diária do ar, calculada pela média aritmética entre a TMIN e a TMAX. Se $TMIN < Tb$, então $TMIN = Tb$ e, se $TMAX > TB$, então $TMAX = TB$.

Considerou-se $Tb = 0^\circ\text{C}$, $Tot = 22^\circ\text{C}$ e $TB = 35^\circ\text{C}$ (STRECK et al., 2003a).

A soma térmica acumulada (STa, °C dia) das fases vegetativa (EM-ANT) e reprodutiva (ANT-MF) de cada cultivar em cada data de semeadura foi calculada pelo somatório da soma térmica diária, ou seja, $STa = \sum STD$. A partir da STa, calculou-se a duração das fases vegetativa e reprodutiva e do ciclo total (EM-MF) de desenvolvimento das cultivares, em graus-dia (°C dia), para cada data de semeadura.

A velocidade de aparecimento de folhas foi estimada pelo filocrono, definido como o tempo, em °C dia, necessário para o aparecimento de uma folha no colmo principal (KLEPPER et al., 1982). Uma regressão linear entre HS na haste principal e a STa a partir da emergência foi ajustada para cada cultivar e época de semeadura. O filocrono foi estimado como sendo o inverso do coeficiente angular da regressão linear entre HS e STa, a partir da emergência (STRECK et al., 2005).

Com os valores de STa para cada fase de desenvolvimento, nas diferentes cultivares e datas de semeadura, foi feita uma relação entre a duração (°C dia) do ciclo total da cultura e a duração das fases vegetativa e reprodutiva. Essa comparação mostra qual fase (vegetativa ou reprodutiva) é responsável pela variação na duração do ciclo total (STRECK et al., 2006). A duração da fase vegetativa foi relacionada com o número final de folhas e com o filocrono, visando-se a identificar se a duração dessa fase varia de acordo com o número de folhas emitidas pela planta ou com a velocidade de emissão dessas folhas ou ambas (STRECK et al., 2006). Essas relações entre as variáveis foram testadas por análise de regressão linear simples.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 13 datas de semeadura, 11 foram realizadas fora do período recomendado para a cultura do trigo nessa região, que vai de 11/05 a 20/06 (REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2006) e, assim, as plantas foram expostas a condições adversas ao desenvolvimento da cultura. Por exemplo, nas semeaduras de 26/10/05, 21/12/05 e 25/10/06, ambas as fases, vegetativa e reprodutiva, ocorreram durante os meses mais quentes do ano (novembro, dezembro e janeiro) quando as temperaturas máximas do ar foram sempre superiores à temperatura ótima para o desenvolvimento do trigo (22°C). Essas altas temperaturas fizeram inclusive que plantas de algumas cultivares não completassem seu ciclo de desenvolvimento. Em alguns casos, as plantas das cultivares 'CEP52', 'NOVAERA' e 'BRS TARUMÁ' emitiram a folha bandeira (última folha), mas não

avançaram no desenvolvimento. Essas plantas não foram utilizadas no estudo, pois, de acordo com a metodologia utilizada, a fase vegetativa se completa no momento da antese, estádio que essas plantas não atingiram. Houve também casos em que as plantas da cultivar 'BRS TARUMÃ' atingiram o estádio de antese e depois não avançaram no seu desenvolvimento e, nesses casos, considerou-se que a fase vegetativa foi completada, mas não a fase reprodutiva. Essa resposta nessas cultivares pode ser explicada pela falta de exposição a temperaturas vernalizantes durante os meses de verão (STRECK et al., 2003a,b), pois essas cultivares são sensíveis à vernalização (ALBERTO, 2008).

A duração (média das datas de semeadura) do ciclo total de desenvolvimento (EM-MF) das cultivares usadas no estudo variou de 1963,5°C dia a 2503,6°C dia (Tabela 1). As cultivares seguiram a mesma ordem de precocidade relatada na literatura (REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2006). A duração do ciclo da cultivar 'BRS TARUMÃ' se destaca com ciclo muito longo. Em recente estudo, ALBERTO (2008) classificou a cultivar 'BRS TARUMÃ' como fortemente sensível à vernalização. Assim, essa grande diferença na duração do ciclo em relação às demais cultivares deve-se ao fato de a necessidade de vernalização para essa cultivar não ter sido atendida, principalmente, nas datas de semeaduras realizadas fora do período recomendado.

Na figura 1, encontram-se as relações entre a duração das fases vegetativa e reprodutiva e a duração do ciclo total e a relação do número de folhas e o filocrono na haste principal com a duração da fase vegetativa. A duração do ciclo total teve relação linear positiva com a fase vegetativa (Figura 1a), com coeficiente de determinação elevado ($R^2=0,87$), e não teve relação com a fase reprodutiva (Figura 1b), pois o

R^2 foi de apenas 0,32. Esses resultados indicam que a duração do ciclo total de desenvolvimento do trigo depende da duração da fase vegetativa, enquanto que a duração da fase reprodutiva é similar nas cultivares de ciclos total distintos.

Na busca para identificar qual caráter é responsável pela definição da duração da fase vegetativa, se é o número final de folhas emitidas pela planta na haste principal, se é a velocidade com que essas folhas são emitidas (filocrono), ou ambas, verificou-se que a fase vegetativa aumenta com o aumento do número de folhas emitidas na haste principal com $R^2=0,77$ (Figura 1c) e não tem relação com a velocidade de aparecimento dessas folhas, já que a relação entre filocrono e duração da fase vegetativa (Figura 1d) foi fraca ($R^2=0,21$). Esses resultados concordam com os obtidos em trigos de inverno (STRECK et al., 2003 a, b) e com genótipos de arroz (STRECK et al., 2006), reforçando que em poáceas o número total de primórdios que se diferenciam em folhas no ápice meristemático do colmo principal (e que, portanto, definem o número final de folhas no colmo principal) é o caráter que mais se associa com a duração da fase vegetativa e do ciclo total de desenvolvimento. Esses resultados têm implicações no manejo da cultura do trigo, já que muitas práticas que afetam diretamente o rendimento de grãos, como adubação de cobertura e controle de pragas, doenças e plantas daninhas, devem ser realizadas durante o período de emissão de folhas (REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 2006). Assim, as cultivares de ciclo curto tem um período de emissão de folhas curto e tem-se um período pequeno para realizar as práticas de manejo. Ao contrário, cultivares de ciclo longo tem um período de emissão de folhas longo e tem-se um período maior para realizar as práticas de manejo. O impacto de eventos meteorológicos extremos, como, por exemplo, vendavais e granizo, durante a fase de emissão de folhas, também pode ser diferente nos diferentes grupos de cultivares, já que cultivares de ciclo curto têm menos tempo para recuperar a área foliar perdida ou danificada que cultivares de ciclo mais longo.

A soma térmica (°C dia) para completar as fases de desenvolvimento das cultivares mostrou-se sem variação para a fase reprodutiva e variável para a fase vegetativa entre as cultivares (Figura 2). Mesmo com a utilização de cultivares e datas de semeadura bastante distintas, esses resultados mostram que o melhoramento genético de trigo, quando selecionou a duração do ciclo total, não alterou a duração da fase reprodutiva (OSÓRIO & WENDT, 1995). O caráter duração da fase reprodutiva é de interesse no

Tabela 1 - Duração do ciclo total (emergência – maturidade fisiológica) de desenvolvimento, em graus-dia (°C dia), das cultivares de trigo utilizadas no estudo. Os valores da tabela correspondem à média e, entre parênteses, ao desvio padrão da média de 13 datas de semeadura ao longo de três anos (2005, 2006 e 2007), em Santa Maria, RS.

Cultivar	Duração (°C dia)
"BRS LOURO"	1963,5 ($\pm 316,7$)
"CEP 52"	1993,1 ($\pm 361,9$)
"BRS 177"	2073,7 ($\pm 363,1$)
"CEP 51"	2083,9 ($\pm 353,2$)
"NOVA ERA"	2183,9 ($\pm 418,7$)
"BRS TARUMÃ"	2503,6 ($\pm 141,3$)

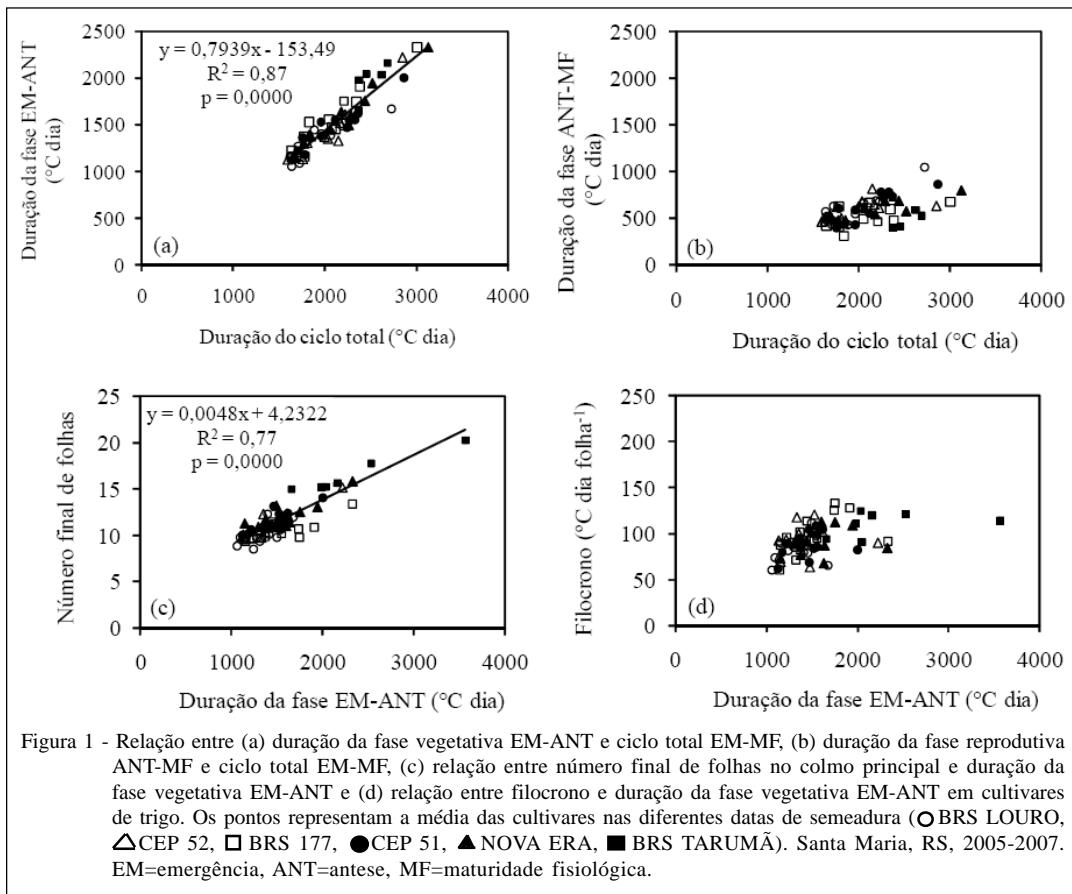
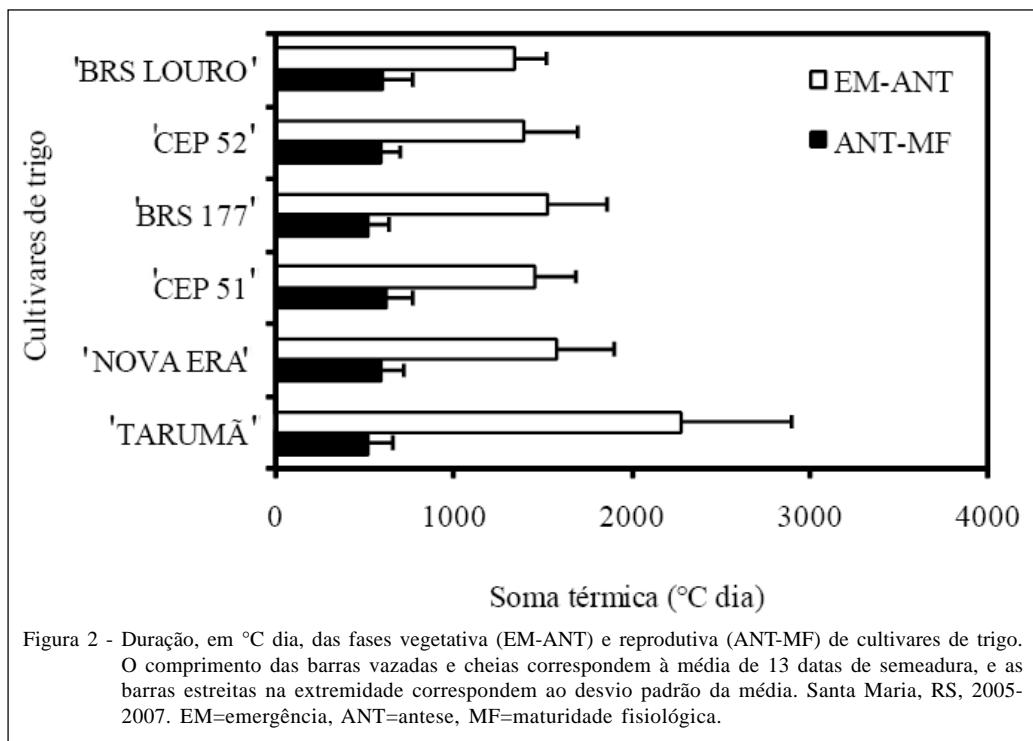


Figura 1 - Relação entre (a) duração da fase vegetativa EM-ANT e ciclo total EM-MF, (b) duração da fase reprodutiva ANT-MF e ciclo total EM-MF, (c) relação entre número final de folhas no colmo principal e duração da fase vegetativa EM-ANT e (d) relação entre filocrono e duração da fase vegetativa EM-ANT em cultivares de trigo. Os pontos representam a média das cultivares nas diferentes datas de semeadura (○ BRS LOURO, △ CEP 52, □ BRS 177, ● CEP 51, ▲ NOVA ERA, ■ BRS TARUMÃ). Santa Maria, RS, 2005-2007. EM=emergência, ANT=antese, MF=maturidade fisiológica.

melhoramento genético, já que tem influência direta no componente do rendimento peso médio de grãos. Assim, para que tenham alto rendimento de grãos, cultivares de ciclo curto devem ter duração da fase reprodutiva longa para que o período de enchimento de grãos seja longo. Neste estudo, o fato de a duração da fase reprodutiva das duas cultivares de ciclo curto ('BRS LOURO' e 'CEP 52') ser similar a das cultivares de ciclo longo ('NOVA ERA' e 'BRS TARUMÃ') confirma que a estratégia de não alterar a duração da fase reprodutiva foi utilizada nos programas de melhoramento do trigo. Resultados similares foram encontrados para cultivares de arroz por STRECK et al. (2006).

O número final de folhas no colmo principal variou de oito a 20 folhas. Essa variação foi devida à variação no grupo de maturação das cultivares (quanto mais precoce, menor o número final de folhas) e à variação de datas de semeadura. A cultivar de ciclo mais longo ('BRS TARUMÃ') apresentou maior número final de folhas no colmo principal, com um máximo de 20 folhas na semeadura realizada em 06/02/

2006, enquanto a cultivar de ciclo mais curto ('BRS LOURO') teve o menor número de folhas no colmo principal na semeadura de 25/10/2006, com oito folhas. Essa característica de elevado número final de folhas da cultivar 'BRS TARUMÃ' é importante em cultivares de duplo propósito que são pastejadas no inverno e ainda produzem folhas suficientes para garantir o enchimento de grãos. A cultivar 'BRS LOURO' não responde à vernalização (ALBERTO, 2008) e, assim, apresentou os menores valores de número final de folhas quando as plantas cresceram e se desenvolveram durante o verão, quando a temperatura e o fotoperíodo foram elevados. Já a cultivar 'BRS TARUMÃ', tem forte resposta à vernalização (ALBERTO, 2008) e, assim, apresentou os maiores valores de número final de folhas nas semeaduras de primavera e verão, resposta típica de trigos de inverno que têm forte resposta à vernalização (STRECK et al., 2003a,b). Quando as plantas de trigo tiveram seu ciclo de desenvolvimento em condições mais próximas do ideal, durante o inverno, apresentaram valores intermediários de número final de folhas.



CONCLUSÕES

A duração do ciclo total (emergência – maturidade fisiológica) de desenvolvimento de cultivares de trigo tem relação direta com a duração da fase vegetativa (emergência – antese) e não com a fase reprodutiva (antese – maturidade fisiológica), a qual é similar entre as cultivares. A duração da fase vegetativa em trigo tem relação direta com o número final de folhas e não com a velocidade de aparecimento das folhas.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, E. et al. Wheat growth and physiology. In: CURTIS, B.C. et al. **Bread wheat**. Rome, Italy: FAO Plant Production and Protection Series (FAO), no. 30, 2002. Acesso em: 17 nov. 2008. Online. Disponível em: <http://www.fao.org/cgin/faobib.exe?vq_query=A%3DCurtis,%20B.C.&data_table=fao_bib&search_type=view_query_search&table=mona&page_header=ephmon&lang=eng>.
- ALBERTO, C.A. **Modelagem do desenvolvimento e do balanço de água no solo em trigo**. 2008. 122f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria.
- GILMORE, E.C. Jr.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v.50, n.10, p.611-615, 1958.

HAUN, J.R. Visual quantification of wheat development. **Agronomy Journal**, v.65, p.116-119, 1973.

HEINEMANN, A.B. et al. Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.352-356, 2006. Acesso em: 15 jan. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000200015&lng=pt&nrm=iso&tlang=pt>. doi: 10.1590/S1415-43662006000200015

KLEPPER, B. et al. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, v.7, p.780-792, 1982.

OSÓRIO, E.A.; WENDT, W. Duração do período de formação do grão em trigo. **Scientia Agricola**, v.52, n.2, p.395-398, 1995. Acesso em: 18 jan. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161995000200031&script=sci_arttext>. doi: 10.1590/S0103-90161995000200031.

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 38. **Informações técnicas para a safra 2007: trigo e triticale**. Embrapa Trigo - Passo Fundo. 2006. 75p.

STRECK, N.A. et al. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.115, n.3-4, p.139-150, 2003a. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V8W-47DT8TW-1&_user=687358&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_d

- ocanchor=&view=c&_searchStrId=956236250&_rerunOrigin=google
&_acct=C000037899&_version=1&_urlVersion=0
&_userid=687358&md5=dd18c78a46e01ba4eb48db12813d0585.
Acesso em: 11 nov. 2008. doi:10.1016/S0168-1923(02)00228-9.
- STRECK, N. A. et al. Incorporating a chronology response function into the prediction of leaf appearance rate in winter wheat. *Annals of Botany*, v.92, n.2, p.181-190, 2003b. Acesso em: 15 nov. 2008. Disponível em: <<http://aob.oxfordjournals.org/cgi/reprint/92/2/181>>. doi: 10.1093/aob/mcg121.
- STRECK, N.A. et al. Estimativa do filocrono em cultivares de trigo de primavera. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.13, p.423-429, 2005.
- STRECK, N.A. et al. Duração do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz em função da emissão de folhas. *Ciência Rural*, v.36, n.4, p.1086-1093, 2006. Acesso em: 15 set. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000400007&lng=pt&nrm=iso&tlang=pt>. doi: 10.1590/S0103-84782006000400007.
- USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, Foreign Agricultural Service. *Production, Supply and Distribution Online: Custom Query*. USA, 2009. Acesso em: 15 jan. 2009. Online. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>>.
- WENDT, W. et al. *Avaliação de cultivares de trigo de duplo propósito, recomendados para cultivo no estado do Rio Grande do Sul*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 2p. (Comunicado Técnico, 137).