



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Identificação da maturação fisiológica do trigo baseado em graus dias



Edson G. Kochinski¹; Rodrigo Y. Tsukahara²; José Prestes Neto³; Antonio do N. Oliveira⁴; Juscelino I. de Oliveira Junior⁵, Osmar Rodrigues⁶

¹ Eng. Agrônomo, Pesquisador, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR, giovanni@fundacaoabc.org.br

² Eng. Agrônomo, Coordenador de Pesquisa, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

³ Eng. Agrônomo, Pesquisador, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

⁴ Meteorologista, Pesquisador, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

⁵ Eng. da Computação, Pesquisador, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

⁶ Eng. Agrônomo, Pesquisador, Fisiologia Vegetal, Embrapa Trigo, Passo Fundo - RS

RESUMO: A identificação do momento de maturação fisiológica pode ser considerada como o ponto chave para a manutenção da produtividade e qualidade do trigo, em virtude do aumento da taxa de respiração e do teor de alfa amilase no grão. Em função da dificuldade de identificação visual deste estágio, objetivo deste estudo foi determinar os graus dias necessários entre a antese e a maturação fisiológica do trigo. Os cultivares Quartzo e Supera foram cultivados em Castro-PR, nas safras 2011, 2012 e 2013, em épocas de semeadura distintas, totalizando 12 ambientes por cultivar, delineados em blocos ao acaso, 4 repetições, unidade experimental de 14,45 m². Os dados agrometeorológicos foram coletados em condição padrão. A partir da coleta de espigas após a antese, em intervalos de três dias, obteve-se a maturação fisiológica através do critério de máximo valor da massa de mil grãos (MMG). A temperatura basal para cálculo dos graus dias acumulado (GDA) foi estimada através do método de menor desvio padrão (3,2°C). A análise de grupo de experimentos não demonstrou interação significativa entre os fatores safra e época de semeadura. O valor da MMG no ponto de maturação fisiológica foi da ordem de 40,45 e 43,46 gramas, com GDA no período entre antese e maturação fisiológica de 775,62 e 739,69 °C dia⁻¹, REQM = 47,88 °C dia⁻¹ e 35,43 °C dia⁻¹ para os cultivares Quartzo e Supera respectivamente. A relação entre o ponto de maturação fisiológica e a soma térmica foi representada por uma curva polinomial com R² = 0,88 e 0,82 e REQM = 3,54 e 3,70 °C dia⁻¹ para os cultivares Quartzo e Supera.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum* L., temperatura do ar, simulação.

Identification of wheat physiological maturity based on degree-days

ABSTRACT: The identification of physiological maturation may be regarded as the key point for the maintenance of productivity and quality of wheat, due to the increase in respiration rate and the alpha-amylase content of the grain. Depending on the visual identification difficulty of this stage, the aim of this study was to determine the degree days between anthesis and The cultivars Quartzo and Supera were conducted in Castro-PR, during the 2011, 2012 and 2013 grow seasons, in different sowing times, totaling 12 experimental fields for each cultivar, design of randomized, 4 repetitions, experimental unit of 14.45 m². The agrometeorological data were collected in standard condition. From the collection of spikes after flowering, at intervals of three days, we obtained the physiological maturity through the criterion of maximum mass of one thousand grains (MTG). The basal temperature to calculate the accumulative degree-days (DDA) was estimated by the lower standard deviation method (3.2°C). The experiment group analyses showed no significant interaction between the factors grow seasons and sowing times. The value of MTG at physiological maturity point was approximately 40.45 and 43.46 grams, with DDA in the period between anthesis and physiological maturity of 775.62 and 739.69 °C day⁻¹, RMSE = 47.88 °C day⁻¹ and 35.43 °C day⁻¹ for Quartzo and Supera respectively. The relationship

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

between physiological maturity point and degree-days was represented by a polynomial curve with $R^2 = 0.88$ and 0.82 and $RMSE = 3.54$ and 3.70 °C day⁻¹ for Quartzo and Supera cultivars.

KEYWORDS: *Triticumaestivum* L., air temperature, simulation.

INTRODUÇÃO

A tomada de decisão sobre o momento de iniciar a operação de colheita é realizada pelo agricultor, através da análise de informações sobre o teor de umidade atual dos grãos, a disponibilidade de colhedoras, a capacidade operacional, a previsão de tempo, o estágio de desenvolvimento dos demais cultivos da propriedade e também com observação aos preços pagos pelo mercado de commodities.

Para dificultar ainda mais esta decisão, soma-se ainda a tendência de antecipação do plantio para maximizar o uso da terra, a adoção de cultivares cada vez mais precoces, além da falta de planejamento da semeadura com ênfase também sobre o escalonamento da colheita (Tsukahara *et al.*, 2012).

Esta complexa combinação de fatores frequentemente resulta em decisões incorretas sobre o momento ideal de colheita. No caso do trigo, o planejamento desta operação pode resultar em diferenças significativas de produção e principalmente da qualidade da farinha, em função da maior suscetibilidade deste cereal frente as variações meteorológicas.

Períodos com excesso de chuva, temperaturas moderadas e nebulosidade durante o estágio de maturação podem favorecer a fisiologia de respiração e o processo de indução da alfa-amilase nos grãos (Rodrigues e Teixeira, 2010). Uma forma simples de manter os níveis de produção e qualidade obtidos no decorrer do ciclo, se dá através da correta identificação do estágio de maturação fisiológica do trigo.

Visualmente, este estágio ocorre quando as espigas apresentam coloração amarelo dourada, mantendo verde apenas os nós dos colmos (Franco *et al.*, 2009). Dada a dificuldade de interpretação, ou a subjetividade de um marcador visual de mudanças de estádios, o objetivo deste trabalho foi determinar a soma térmica no período entre antese e a maturação fisiológica do trigo para os principais cultivares semeados na região de atuação das Cooperativas ABC, situadas nos Campos Gerais e Norte Pioneiro do Paraná e Sul de São Paulo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados coletados neste estudo se referem a latitude 24°51'49"S, longitude 49°56'08"O, altitude 1109m, Campo experimental da Fundação ABC, município de Castro - PR, sob Latossolo vermelho distrófico típico, textura argilosa, climaticamente classificado como Cfb segundo Köppen. Nesta localidade, foram conduzidos experimentos de campo em delineamento de blocos ao acaso, com 2 cultivares (Quartzo e Supera), 4 épocas de semeadura (intervalos de 15 dias), 4 repetições e unidade experimental de 14,45 m⁻², durante as safras de inverno de 2011, 2012 e 2013, totalizando 12 ambientes por genótipo.

Em todas as safras o espaçamento entre linhas adotado foi de 0,17m, população inicial de 300 plantas m⁻², adubação de base com 300 kg ha⁻¹ na formulação 10:20:20 (N:P:K), adubação de cobertura 200 kg ha⁻¹ de ureia (45% N) na fase de perfilhamento, em rotação soja/aveia/milho/trigo. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme recomendações técnicas para Trigo e Triticale (2011).

A partir da antese ou estágio de crescimento 64 na escala de Zadoks, 10 espigas foram coletadas aleatoriamente por unidade experimental, em intervalo de três dias, posteriormente secas em estufa (65°C) até massa constante para determinação do número e massa de mil grãos. Este processo foi repetido até que as plantas apresentassem 50% de debulha natural. A taxa efetiva de crescimento dos grãos foi calculada segundo Johnson e Tanner (1972). Obteve-se a data da maturação fisiológica através do

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

critério de máximo valor da massa de mil grãos (MMG), descrita pela equação de regressão polinomial.

Para a monitoramento das condições do ambiente durante o ciclo de desenvolvimento do trigo, foram instalados sensores de temperatura e umidade relativa do ar (RotronicHygroClip S3), piranômetro para a determinação da radiação solar global (Licor LI- 200X), velocidade e direção do vento a 2,0 m de altura (Young) e pluviômetro (Decagon ECRN- 100), instalados de acordo com as normas da OMM. A temperatura basal foi estimada em 3,2 °C através da metodologia proposta por Arnold, (1959) e o cálculo dos graus dias entre a antese e a maturação fisiológica segundo Pereira, Angelocci e Sentelhas(2007).

Os dados de taxa efetiva de crescimento dos grãos e MMG foram analisados de acordo com os pressupostos da análise de variância. Posteriormente realizou-se a análise de grupo de experimentos, segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002). Após os cálculos agrometeorológicos procedeu-se as análises de regressão linear e não lineares.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância em esquema de grupo de experimentos não resultou em interação significativa entre os fatores safra e época de semeadura para a variável massa de mil grãos e taxa efetiva de crescimento de grãos, mesmo com as variações ambientais observadas. Na Figura 1 observa-se a variação do armazenamento de água no solo durante o ciclo de cultivo do trigo, estimado pelo método balanço hídrico sequencial de Thornthwaite e Mather (Rolim, Sentelhas e Barbieri, 1998) com a evapotranspiração estimada pelo método de Penman-Monteith-FAO (Allen *et al.*, 1998). Considerando apenas o período entre a antese e a maturação fisiológica (primeiro decêndio de setembro e terceiro de novembro), as médias de armazenamento de água foram estimados em 36,30 e 28 mm, nas safras 2011, 2012 e 2013 respectivamente.

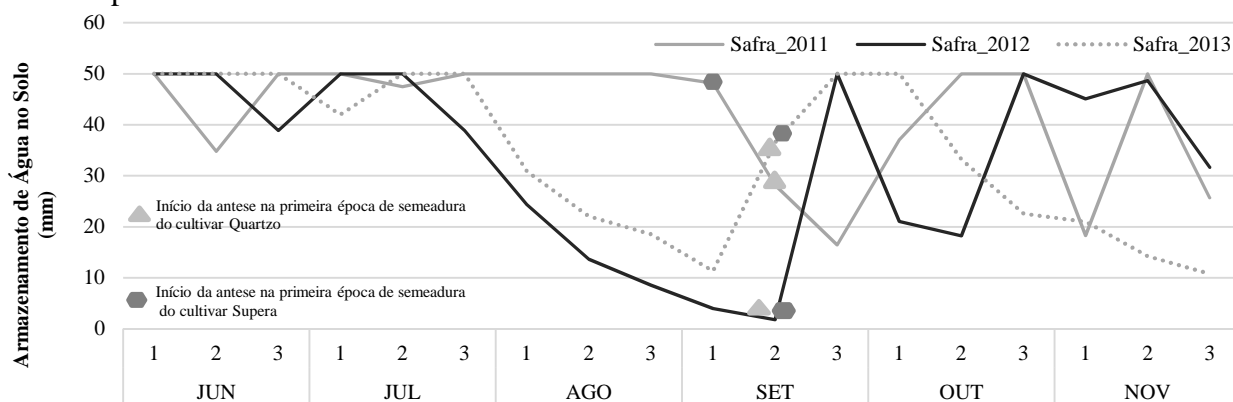


Figura 1: Armazenamento de água no solo, escaladecendial, adotando 50 mm de capacidade de água disponível no solo e evapotranspiração potencial de Penman-Monteith-FAO, para as safras 2011, 2012 e 2013, Castro - PR.

A relação entre graus dia acumulados e a massa de mil grãos foi ajustada através de uma equação polinomial quadrática (Figura 2). O valor máximo da MMG, considerado o ponto de maturação fisiológica, resultou em 775,62 GDA, taxa efetiva de acúmulo de matéria seca em 0,065 gramas GDA⁻¹ para o cultivar Quartzo e 739,69 GDA, com taxa efetiva de acúmulo de massa 0,077 gramas GDA⁻¹ para o cultivar Supera.

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

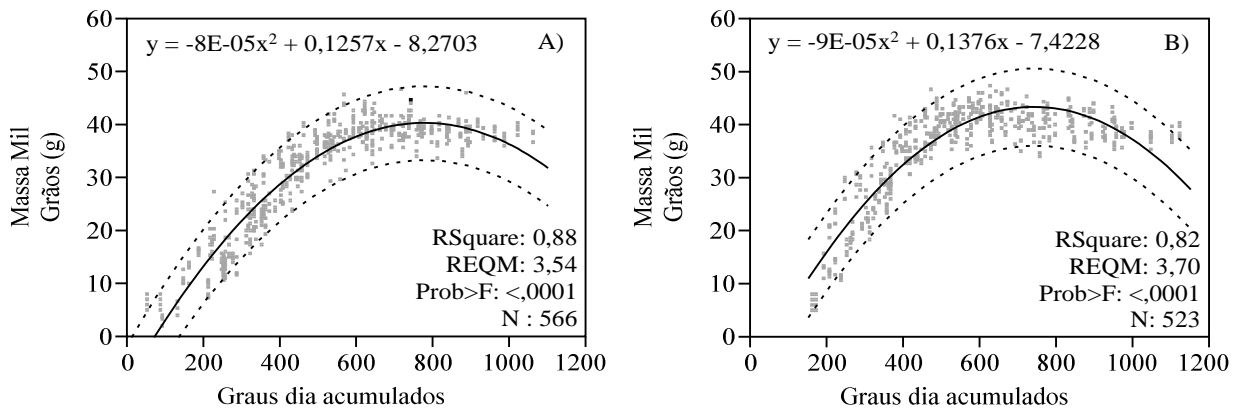


Figura 2. Massa de mil grãos (MMG) e graus dias acumulados (GDA) com temperatura basal de 3,2 °C estimados entre a antese e a maturação fisiológica de trigo, cultivar Quartzo (A) e Supera (B), obtidos através de experimentos de campo compostos por 4 épocas de semeadura, durante as safras 2011, 2012 e 2013, Castro-PR.

O decréscimo da MMG após 775 e 739GDA para os cultivares Quartzo e Supera (Figura 2), provavelmente decorre das perdas ocasionadas pelo aumento da taxa de respiração dos grãos, que por sua vez está relacionada a ocorrência de precipitações pluviárias frequentes associada a temperaturas do ar mais elevadas após o estágio de maturação fisiológica (Araujo *et al.*, 2006).

A título de comparação, o intervalo entre a antese e a maturação fisiológica quantificado durante as 4 épocas de semeadura, nas 3 safras estudadas apresentou variação de 20 dias (mínimo 46 e máximo 66 dias) para o cultivar Quartzo e 11 dias (46 a 55 dias) para o Supera. De acordo com Rodrigues *et al.*, (2001), o tempo em dias apresenta limitada precisão quando se deseja fazer previsões do momento de colheita, devido a dependência do desenvolvimento da planta aos efeitos da temperatura.

Mesmo que os dados de produtividade não tenham sido coletados em todas as safras, Vesohoskiet *et al.*, (2011), ao avaliar os componentes de rendimento de trigo fazendo uso da técnica de análise de trilha, identificou a relação direta e positiva entre a massa de mil grãos e o rendimento, evidenciando a possibilidade de uso deste componente de produção na seleção de genótipos com altos potenciais de rendimento de grãos.

CONCLUSÕES

Mesmo diante da variabilidade ambiental observada durante a condução dos 24 experimentos, a metodologia para identificação do ponto de máximo acúmulo da massa de mil grãos pode ser utilizada para definição da maturação fisiológica de cultivares de trigo.

Após a definição da temperatura basal pelo método de menor desvio padrão, foi possível estabelecer a soma térmica para estimativa do momento de maturação fisiológica nos cultivares de trigo Quartzo e Supera.

Com a contabilização da soma térmica a partir da antese, torna-se possível auxiliar os agricultores no planejamento e operacionalização da colheita do trigo na região de atuação das Cooperativas ABC, maximizando a produtividade e qualidade do trigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration** - guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 297 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



ARAÚJO, E.F. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce colhidas em diferentes épocas. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p.687-692, 2006.

ARNOLD, C. Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 74, p. 430-445, 1959.

FRANCO, F. A. et al. Tolerância à germinação na espiga em cultivares de trigo colhido na maturação fisiológica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p.2396-2401, 2009.

INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE – Safra 2011. **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale**. Cascavel, 2011.

JOHNSON, D. R.; TANNER, J. W. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn (*Zea mays* L.). **Crop Science**, v.12, p.485-486, 1972.

PEREIRA, R. A.; ANGELOCCI, R. L.; SENTELHAS, C. P. **Meteorologia Agrícola**. LCE 306, p. 130-134, 2007.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: Fealq, 309p., 2002.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C.; **Bases ecofisiológicas para manutenção da qualidade do trigo**. 1º edição, Embrapa trigo, 2010. 84p.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; ROMAN, E. S. **Modeloparaprevisãodeestádiosde desenvolvimento em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCELTM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n.1, p133-137, 1998.

TSUKAHARA, R. Y. et al. Efeito do momento de colheita sobre os componentes de produção e qualidade da soja. **In: X Congresso Latino-americano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA e XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2012**, Londrina. Anais. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2012.

VESOHOSKI, F. et al. Componentes do rendimento de grãos em trigo e seus efeitos diretos e indiretos na produtividade. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 3, p.337-341, 2011.