

## TOLERÂNCIA A GERMINAÇÃO NA ESPIGA DE GENÓTIPOS DE TRIGO CULTIVADOS EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA

Antonio Carlos Torres da Costa  
Paulo Evandro Jandrey  
José Barbosa Duarte Júnior  
Francisco de Assis Franco

### RESUMO

O conhecimento do grau de germinação da semente na espiga é de utilidade tanto para condição de lavoura como para trabalhos de melhoramento na cultura do trigo. Resultados de diferentes testes utilizados para identificar as cultivares com melhor tolerância à germinação na espiga indicam que existe possibilidade de manter os grãos com as propriedades adequadas para a indústria, possibilitando diminuir a quantidade de perdas ocorrentes nas regiões produtoras de trigo. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a tolerância a germinação na espiga em genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura (31 de março e 03 de maio). Os genótipos utilizados foram 3 cultivares (Mirante, CD 150 e Frontana) e 12 linhagens resultantes do retrocruzamento das cultivares CD 150 com Frontana (CD 12901, CD 12902, CD 12903, CD 12904, CD 12905, CD 12906, CD 12907, CD 12908, CD 12909, CD 12910, CD 12911 e CD 12912). O delineamento utilizado foi o blocos ao acaso em esquema fatorial 15 x 2 com 4 repetições, sendo que cada repetição foi composta de 10 espigas. Nas avaliações de germinação na espiga, foi avaliado o índice de germinação em duas metodologias distintas (imersão em água e simulador de chuva). O cultivar Frontana apresentou alta resistência ao processo germinativo do grão na espiga, independente da época de semeadura e metodologia utilizada. Os genótipos CD 12901, CD 12905, CD 12907 apresentaram tolerância ao processo germinativo do grão na espiga quando avaliados pelo método de simulador de chuva em semeadura realizada em 31 de março.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum* L. Germinação pré-colheita. Dormência.

## SPROUTING TOLERANCE ON SPIKES IN WHEAT GENOTYPES CULTIVATED IN TWO PERIODS OF SEEDING

### ABSTRACT

Knowledge of the degree of seed germination in the ear is useful both for crop condition as for breeding in wheat. The results of the different tests used to identify cultivars with improved tolerance of sprouting indicate that there is possibility to keep the grains with suitable properties for industry, enabling decrease the amount of losses occurring on the wheat production areas. Accordingly, the aim of this study was to evaluate the tolerance to sprouting in wheat grown at two sowing dates (march 31 and may 3). The genotypes used were 3 cultivars (Mirante, CD 150 and Frontana) and 12 lineages resulting from the backcross of cultivars CD 150 with Frontana (CD 12901, CD 12902, CD 12903, CD 12904, CD 12905, CD12906, CD 12907, CD 12908,

CD12 909, CD12 910, CD12 911 and CD 12912). Using a randomized block design in 15 x 2 factorial arrangement with 4 replications, each replication was composed of 10 spikes. In the evaluations of sprouting was evaluated for germination in two distinct methodologies (immersion in water and rainfall simulator). The cultivar Frontana showed high resistance to germination of the grain in the ear, regardless of sowing and methodology. Genotypes CD 12901, CD 12905, CD 12907 showed tolerance to the germination of the grain in the ear when evaluated by the method of rainfall simulator in sowing on march 31.

**Key words:** *Triticum aestivum* L. Pre-harvest germination. Dormancy.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de trigo no Brasil tem oscilado muito ao longo dos anos, e um dos fatores que tem contribuído para isso é a ocorrência de chuvas no momento da colheita, podendo causar, para a maior parte dos cultivares, uma acentuada perda de potencial de germinação e de qualidade industrial (CUNHA et al., 2004; BASSOI, 2004).

A germinação pré-colheita do trigo é induzida quando os grãos absorvem água logo depois de completada a maturação e, com isso, ocorre a ativação da enzima  $\alpha$ -amilase, que é responsável pela redução da qualidade da farinha (NODA et al., 1994). Assim, a ocorrência de chuvas próximo ao período de colheita pode favorecer o surgimento de grãos germinados na espiga por estabelecer condições de umidade adequadas para a germinação (CLARKE et al., 1984).

Além de diminuir o rendimento da planta de trigo, o processo germinativo do grão na espiga, tem sua maior importância na diminuição da viabilidade da semente e principalmente na qualidade da farinha. Isto ocorre em cultivares que possuem grãos com um período de dormência extremamente curto, ou inexistente,

em ambientes onde as condições climáticas favoreçam este fenômeno (REIS e CARVALHO, 1989). A capacidade de manutenção da dormência, mesmo sob condições ótimas à germinação na espiga, sugere que esse mecanismo possa representar o fator mais importante a ser utilizado no melhoramento da tolerância à germinação. Se a dormência for transferida para novas cultivares, ela poderá propiciar um novo marco para a cultura do trigo em regiões sujeitas à germinação antes da colheita, resultando em produtos com maior potencial de comercialização, dando atendimento às necessidades da indústria (FRANCO et al., 2009) e melhor retorno financeiro para o produtor.

O trigo atinge a maturação fisiológica com aproximadamente 30% de umidade no grão. A partir desse ponto, ocorre somente perda de água e o grão está em condições de ser colhido. A medida que o grão vai secando, as perdas de pré-colheita, ou seja, por debulha natural, por tombamento, por ataque de pássaros, por doenças e por outras adversidades climáticas, aumentam progressivamente. Isto poderá ser agravado em ambientes com temperaturas elevadas, pois as mesmas atuam sobre os processos metabólicos na

ontogênese dos grãos provocando uma redução no período de dormência (CARVALHO e YANAI, 1976; OLSSON e MATTSSON, 1976).

As condições climáticas causam profundo impacto no crescimento e desenvolvimento da planta de trigo, afetando diretamente sua produção. Na região Sul do Brasil, os principais problemas são o excesso de umidade relativa do ar em setembro-outubro, as temperaturas elevadas na fase de enchimento de grãos, as chuvas na colheita, o granizo e a ocorrência de geadas no espigamento (NODA et al., 1994).

A germinação pré-colheita é um grande problema que tem afetado o cultivo de trigo em vários locais do mundo. A germinação do grão ainda na espiga, durante o processo de maturação-colheita induzida pela umidade elevada e/ou variações de temperatura é uma das principais causadoras da depreciação da qualidade tecnológica da cultura em regiões propícias à ocorrência do problema. No Brasil, vários estudos têm sido realizados buscando ajustar metodologias de avaliação e caracterizar a interação genótipo x ambiente e suas relações com a germinação pré-colheita (REIS e CARVALHO, 1989; OKUYAMA et al., 2004; FRANCO et al., 2009).

Segundo Lhamby e Bacaltchuck (2007), das cultivares de trigo recomendadas para cultivo nos estados da região Sul do Brasil, 61 % estão classificadas como suscetíveis a germinação na espiga.

Vale ressaltar que o problema da ocorrência de germinação da espiga em trigo também é decorrente de um balanço entre diversos fatores. Dentre eles destacam-se: suscetibilidade genética do cultivar, morfologia e estrutura da espiga,

estádio de maturação e condições de colheita, secagem e armazenamento (CUNHA et al., 2004).

A germinação na espiga é caracterizada pela porcentagem de grãos germinados na espiga antes mesmo da colheita, provocando perdas. Períodos de alta umidade aumentam a ocorrência desse fenômeno, verificado para cereais como trigo, cevada, centeio, aveia e triticale (BASSOI, 2004). O processo de germinação desencadeia uma série de eventos fisiológicos, que incluem a liberação de hormônios vegetais e enzimas hidrolíticas. De maneira simples, a atividade hormonal do ácido giberélico no grão embebido por água irá aumentar e induzir a síntese e secreção de amilases. Devido ao aumento da atividade da amilase, as reservas de carboidratos são hidrolisadas, e uma vez hidrolisados, os carboidratos serão translocados e utilizados pelo embrião em crescimento (DERERA, 1989).

Ao analisar a tolerância das cultivares de trigo à germinação na espiga, Linhares et al. (1979) concluíram que as amostras das cultivares cultivadas no estado do Paraná apresentaram elevada porcentagem de germinação na espiga, confirmando resultados de anos anteriores. Kettlewell e Cooper (1991), em estudos de campo, avaliaram a atividade de alfa-amilase, nos grãos de trigo, na ausência de germinação, e observaram que há relação desta com a taxa de secagem dos grãos e com aplicação do fertilizante nitrogênio. A atividade de alfa-amilase aumentou linearmente com a taxa de secagem de grãos, durante os três anos de testes nos campos comerciais. Noda et al. (1994) relataram que a embebição em baixas temperaturas condiciona as células e tecidos do

embrião para a germinação e síntese de alfa amilase, superando os efeitos do ácido abscísico (ABA) na dormência.

O processo germinativo ocorre na espiga de forma similar ao dos grãos, diferindo, apenas, em fatores condicionados pelos tecidos da própria espiga. Assim, as glumas podem afetar o processo germinativo, por conterem inibidores (DERERA et al., 1977), ou por dificultarem a passagem de água para o grão (MARES 1983; KING e CHANDIM 1982). Mares (1983) e King e Chandim (1983), observaram uma relação entre as taxas de absorção de água e a percentagem de germinação, obtendo respostas diferenciadas para as cultivares estudadas. Já em relação à presença de inibidores nas brácteas, Derera et al., (1977) verificaram a inibição da germinação de sementes não dormentes, pela utilização de brácteas moídas junto à água de embebição, caracterizando um grau de inibição diferenciado em função das cultivares analisadas.

A obtenção da tolerância à germinação depende de uma interação entre os fatores ambientais e os genes envolvidos na herança de diferentes caracteres (BASSOI et al., 2006). Para caracterizar essas diferenças de tolerância à germinação em espigas na pré-colheita, Bassoi e Flintham (2005) utilizaram um simulador de chuva durante três anos, e constataram que os genes responsáveis pela determinação de cor de grão tiveram forte efeito na expressão da tolerância e que havia mais outros genes envolvidos com tolerância à germinação na pré-colheita.

Feitas essas considerações, este trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância a

germinação na espiga em 15 genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, utilizou-se sementes de 15 genótipos de trigo provenientes de duas épocas de semeadura (31/03 e 03/05). Os genótipos utilizados foram 3 cultivares (Mirante, CD 150 e Frontana) e 12 linhagens resultantes de retrocruzamentos da cultivar CD 150 com o Frontana (CD 12901, CD 12902, CD 12903, CD 12904, CD 12905, CD 12906, CD 12907, CD 12908, CD 12909, CD 12910, CD 12911 e CD 12912).

Para a caracterização dos genótipos quanto à germinação na espiga, foram colhidas na maturidade fisiológica, espigas de cada genótipo, e imediatamente realizadas as avaliações. Foram realizados, dois experimentos com metodologias distintas para a avaliação do índice de germinação na espiga:

- Imersão em água: Proposta por Linhares, (1979). Esta foi realizada no laboratório de sementes da UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Marechal Cândido Rondon - PR, e consistiu em imersão em água das espigas por um período de 16 horas em condições ambientais de laboratório. Após esse período, foram retiradas da água e postas a secar ao ar, sobre papel toalha, durante 6 horas. Em seguida procedeu-se a pulverização com solução de Carbendazin + Tiram na dose de 0,5 g do produto comercial por litro de água para evitar o desenvolvimento de fungos durante a realização do teste. A partir desse momento, o procedimento foi similar à condução de um teste

de germinação. As espigas foram envolvidas em papel germitest em número de 10 espigas por rolo, e mantidas durante 10 dias em câmara BOD a 20 °C ± 2 com fotoperíodo de 11 horas de luz e umidade próximo a 100%. Em seguida, atribuiu-se notas visuais e individuais para cada espiga de acordo com a escala proposta por (MCMMASTER e DERERA, 1976) (Tabela 1).

- Simulador de chuva: Proposta por (OKUYAMA et al., 2003) e adaptada por (FRANCO, 2008), com suporte no modelo obtido por (MCMMASTER e DERERA 1976) e (HAGEMANN e CIHA, 1984). Esta foi realizada nas instalações do antigo Centro de Pesquisa da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola, Cascavel – PR, e consistiu no emprego de um simulador de chuva em casa de vegetação. Durante a coleta das espigas, os pedúnculos foram cortados a 4 cm da base, para facilitar a distribuição das mesmas sobre placas de poliestireno expandido de 6 cm de espessura, com perfurações equidistantes 5 cm umas das outras, na horizontal e na vertical. O sistema de

chuva artificial permaneceu ligado por uma hora, com interrupção de 15 minutos, durante 72 horas. Após a finalização do período de molhamento, foram realizadas leituras pela escala de notas de 1 a 11 proposta por (MCMMASTER e DERERA, 1976). As notas de cada material foram tomadas, separadamente, mediante uma rápida inspeção visual das espigas.

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos ao acaso em esquema fatorial 15 x 2, com 4 repetições, sendo que cada repetição foi composta de 10 espigas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott em nível de 5% de probabilidade com o auxílio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 1999).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o índice de germinação na espiga, foi possível separar os genótipos pelo grau de tolerância, em ambas as metodologias utilizadas (Tabela 2).

**Tabela 1** – Escala para avaliação do escore de germinação em espigas submetidas a condições favoráveis à germinação.

Nota	Radículas		Coleótilos	
	Número	Comprimento	Número	Comprimento
1	-	-	-	-
2	1-2 por espiga	Apenas emergência	-	-
3	3-4 por espiga	1-2 mm	-	-
4	1-2 em 65-75% das espiguetas	3-4 mm	-	-
5	Toda a espiga	3-6 mm	-	-
6	Toda a espiga	6-10 mm	1-2 por espiga	Apenas emergência
7	Toda a espiga	1-2 cm	> 2 por espiga	Apenas emergência
8	Toda a espiga	2-4 cm	Emer. em toda a espiga	0-0,5 cm
9	Toda a espiga	> 4 cm	Toda a espiga	1-2 cm
10	Toda a espiga	> 4 cm	Toda a espiga	3-4 cm

Fonte: McMaster e Derera (1976)

**Tabela 2** - Notas visuais de germinação na espiga de 15 genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura (31 de março e 03 de maio), submetidos a duas metodologias (imersão em água e simulador de chuva).

Genótipos	Imersão em água		Simulador de chuva	
	31 de março	03 de maio	31 de março	03 de maio
CD 12901	7,32 aB	9,95 aA	2,75 bB	6,52 aB
CD 12902	8,45 aB	9,82 aA	4,47 aB	6,97 bA
CD 12903	9,07 aA	10,10 aA	3,22 aB	8,55 aA
CD 12904	8,57 aB	10,10 aA	4,25 aB	7,85 bA
CD 12905	6,82 bB	8,82 aA	2,57 bB	8,45 aA
CD 12906	8,20 aB	9,65 aA	3,50 aB	6,25 cA
CD 12907	7,97 aB	10,22 aA	2,92 bB	9,25 aA
CD 12908	7,60 aB	9,97 aA	4,12 aB	7,27 bA
CD 12909	7,97 aB	9,75 aA	3,32 aB	4,82 cA
CD 12910	8,85 aA	10,02 aA	3,70 aB	7,77 bA
CD 12911	7,62 aB	9,52 aA	3,90 aB	7,87 bA
CD 12912	8,20 aB	9,97 aA	3,45 aB	5,55 cA
CD 150	8,60 aA	9,30 aA	3,60 aB	5,75 cA
Mirante	6,40 bB	9,67 aA	4,07 aB	6,07 cA
Frontana	4,72 cA	4,0 bA	1,27 bA	1,50 dA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Os autores.

Analisando a metodologia por imersão e água, observa-se a formação de três grupos distintos, onde o cultivar Frontana foi o que apresentou o menor valor, sendo classificado como tolerante a germinação na espiga, seguido pelo cultivar Mirante e a linhagem CD 12905 caracterizados como grupo intermediário na semeadura realizada em 31/03. Os demais genótipos apresentaram os maiores valores,

evidenciando uma maior susceptibilidade a germinação na espiga. Para a semeadura realizada em 03/05, houve a formação de dois grupos, ficando o cultivar Frontana novamente com o menor valor, confirmando a característica, atribuída a esse cultivar como o de altamente resistente ao processo de germinação do grão na espiga. Nesta análise, comparando as épocas de semeadura, observa-se diferença significativa,

com exceção dos cultivares Frontana e CD 150, e as linhagens CD 12910 e CD12 903. Para os demais tratamentos, a semeadura realizada em 03/05 apresentou valores significativamente superiores.

Com relação ao comportamento dos genótipos pelo método do simulador de chuva, ocorreu de maneira geral um melhor agrupamento dos tratamentos. Entre estes, destaca-se o comportamento dos genótipos CD 12901, CD 12905 e CD 12907, os quais se mostram por meio desta metodologia semelhantes ao cultivar Frontana quando a semeadura foi realizada em 31/03. Esse cultivar é caracterizado por apresentar mecanismo de dormência, considerado como a principal base genética da tolerância à germinação na espiga do trigo nacional (LINHARES, 1979; REIS e CARVALHO, 1989; ROSA, 1999; TONON, 2001; BASSOI, 2002), podendo, neste caso, estarem os mesmos genes interferindo na baixa resposta a germinação na espiga em algumas linhagens obtidas do retrocruzamento usando esse cultivar como fonte de tolerância. Este genótipo tem um mecanismo de dormência que garante a resistência, mesmo sendo submetido a condições extremamente favoráveis à germinação (FRANCO, 2008).

Os genótipos apresentaram alta variabilidade para o caráter em estudo quando semeados em (03/05), ocorrendo a formação de quatro grupos distintos. Novamente o cultivar Frontana obteve a menor nota de germinação, seguido pelas linhagens CD 12906, CD 12909, CD 12912, cultivares CD 150 e Mirante e linhagem, que foram classificados como segundo grupo de melhor tolerância.

A cultivar Frontana, não expressou variação de resultado com a época de semeadura, confirmando os resultados encontrados por Franco et al. (2009), que identificaram este cultivar como o de maior mecanismo de tolerância a germinação na espiga. Nas duas metodologias obteve mesmo comportamento, isto é, mantendo a alta tolerância a germinação nos dois ambientes, independente do sistema de avaliação. Para os outros genótipos, ocorreu mudança de classificação conforme época de semeadura e metodologia de avaliação. Estas linhas não tiveram nível de tolerância similar ao Frontana, entretanto, podem apresentar um grau de tolerância que possibilitou variar os resultados em relação a época de semeadura e colheita.

O método de germinação por simulação de chuva foi o mais adequado para seleção de genótipos quanto à germinação na espiga, independentemente da época de semeadura, pois possibilitou diferenciar os genótipos em diferentes classes com relação a tolerância a germinação na espiga. Já o método por imersão em água se mostrou muito severo, não sendo possível identificar genótipos moderadamente tolerantes ou moderadamente susceptíveis. Franco et al. (2009), procurando identificar as diferenças de tolerância à germinação na pré-colheita em espigas, de 12 cultivares de trigo submetidas a um sistema de chuva artificial, também observaram que a simulação de chuva em ambiente controlado foi eficiente para promover a germinação na espiga em cultivares susceptíveis. Esses resultados discordam com os encontrados por Reis e Carvalho (1989), onde não conseguiram detectar genótipos superiores através do escore de germinação de espigas submetidas ao simulador de chuva. Os

mesmos autores demonstraram com o método de imersão em água, a existência de diferenças entre genótipos, com a formação de classes fenotípicas distintas.

Do mesmo modo que no método de imersão em água, houve diferença significativa entre as épocas de semeadura. Com exceção da cultivar Frontana, todos os demais tratamentos apresentaram valores significativamente maiores quando a semeadura foi realizada em (03/05). Resultados semelhantes foram obtidos por Linhares (1979), onde também observou tendência acentuada para o resultado mais baixo ocorrer na primeira época, e o mais alto, na última. Tal fato pode ser atribuído ao efeito do aumento da temperatura por ocasião do período de enchimento de grãos e após a maturidade, em épocas tardias de semeadura, influenciando diretamente na dormência dos grãos, pois de acordo com Franco (2009), a temperatura é um dos fatores que contribui para a expressão da germinação na pré-colheita. Os efeitos da temperatura, no período entre o enchimento de grãos e a colheita, interferem na determinação do grau de dormência (HILHORST, 1995), e após a maturação, ocorre uma correlação positiva entre a baixa dormência e a alta temperatura (BELDEROCK, 1976; HILHORST, 1995).

De forma geral, com exceção do cultivar Frontana, os genótipos caracterizam-se por apresentar resultados variáveis quando avaliados em épocas de semeadura diferentes, no entanto, destaca-se o comportamento constante do genótipo CD 12903, apresentando valores altos para o caráter em estudo nas diferentes metodologias e épocas de semeadura, fato também observado por Linhares (1979), em

cultivares mais suscetíveis a germinação. A tolerância à germinação na espiga é considerada como caráter quantitativo, que depende da base genética da cultivar, das condições de colheita, secagem, armazenamento, região de cultivo e das interações da cultivar com o ambiente (HAGEMANN e CIHA, 1987; KING, 1993).

De acordo com Franco (2008), o método adotado para avaliação do escore de germinação é seguro e eficiente, evidenciando em seu trabalho alta correlação entre notas visuais de germinação e notas determinadas com acurada checagem de emissão de radículas e coleóptilos. Este procedimento poderá possibilitar a seleção de cultivares com melhor tolerância à germinação na pré-colheita, de forma rápida e segura, uma vez que o método da contagem de grãos germinados é muito demorado para possibilitar as avaliações com um grande número de cultivares.

De modo geral o método por imersão em água, apresentou valores absolutos maiores para o caráter em estudo, no entanto, isso pode ser explicado pelo maior tempo de exposição das espigas às condições ideais para a germinação.

Existe variabilidade entre os genótipos estudados para o caráter germinação na espiga, havendo tendência de aumento nos valores médios de germinação na espiga em épocas mais tardias de semeadura. A metodologia por imersão em água se mostra muito severa para avaliação do índice de germinação na espiga, não sendo possível um agrupamento eficiente dos genótipos.

#### **4. CONCLUSÃO**

O cultivar Frontana apresenta alta resistência ao processo germinativo do grão na espiga, independente da época de semeadura e metodologia utilizada.

Os genótipos CD 12901, CD 12905, CD 12907 apresentaram tolerância ao processo germinativo do grão na espiga quando avaliados pelo método de simulador de chuva em semeadura realizada em 31 de março.

## 5. AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001

## REFERÊNCIAS

- BASSOI, M. C. **Quantitative trait analysis of grain dormancy in wheat (*Triticum aestivum* L. Thell)**. Thesis (Ph.D. in Biotechnology Plant Breeding) – John Inns Centre e University of East Anglia, Norwich, UK. 240f. 2002
- BASSOI, M. C. Introdução ao problema da germinação pré-colheita em trigo no Brasil. In: Cunha, G.R. Pires, J.L.F. (Ed.). **Germinação pré-colheita em trigo**. Passo Fundo, p.21-136, 2004.
- BASSOI, M. C.; FLINTHAM, J. Relationship between grain colour and preharvest sprouting-resistance in wheat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.10, p.981-988, 2005.
- BASSOI, M. C.; FLINTHAM, J.; RIEDE, C. R. (2006). Analysis of preharvest sprouting in three Brazilian wheat populations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.583-590, 2006.
- CARVALHO N. M.; YANAI L. Maturação de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Científica**, v.4, p.33-38, 1976.
- CLARKE, J. M.; CHRISTENSEN, J. V.; PAUW, R. M. Effect of weathering on falling numbers of standing and windrowed wheat. **Canadian Journal of Plant Science**, v.64, p. 457-63, 1984.
- CUNHA, G. R.; PIRES, J. L. F.; PASINATO, A. Introdução ao problema da germinação na pré-colheita em trigo no Brasil. In: Cunha, G. R.; Pires, J. L. F. (Ed.). **Germinação pré-colheita em trigo**. Passo Fundo, p.11-20, 2004.
- DAVIDSON, D. J.; CHEVALIER, P. M. Preanthesis tiller mortality in spring wheat. **Crop Science**, v.30, p.832-836, 1990.
- DERERA, N. F.; BHATT, G. M.; MCMASTER, G. J. On the problem of pre-harvest sprouting of wheat. **Euphytica**, v.26, p. 299-308, 1977.
- DERERA, N. F. **Pre-harvest Field Sprouting in Cereals**. Boca Raton: CRC Press. Inc., 1989, 176p.
- FERREIRA, D. F. (2014). Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2014.
- FRANCO, F. A. **Avaliação e caracterização da tolerância a germinação na précolheita e identificação de marcadores moleculares associados à dormência em trigo (*Triticum aestivum* L.)**. Tese (Doutorado em Agronomia). UEM, Maringá, 2008. 107p.
- FRANCO, F. A.; PINTO, R. J. B.; SCAPIM, C. A.; SHUSTER, I.; PREDEBON, C. T.; MARCHIORO, V. S. Tolerância à germinação na espiga em cultivares de trigo colhido na maturação fisiológica. **Ciência Rural**, v.39, n.9, p. 2396-2401, 2009.
- HAGEMANN, M. G.; CIHA, A. J. Environmental x Genotype Effects on Seed Dormancy and After-Ripening in Wheat. **Agronomy Journal**, v.79, p.192-196, 1987.
- HILHORST, H. W. M. A critical update on seed dormancy. I. Primary dormancy. **Seed Science Research**, v.5, p.1-73, 1995.
- KETTLEWELL, P. S.; COOPER, J. M. (1991). Field studies on  $\alpha$ -amylase activity of wheat grain in the absence of sprouting: relationship with grain drying rate and with nitrogen fertilizer application. **Cereal Research Communications**, v.26, p.354-361, 1991.
- KING, R. N.; CHANDIM, H. Ear wetting and preharvest sprouting of wheat. In: Kruger, J.E.; Laberge, D. E. (eds). **Third international on pre-harvesting sprouting in cereals**. Manitoba, Canada, West view Press, U.S.A. 1982, p.36-42.
- KING, R. W. Manipulation of grain dormancy in wheat. **Journal of Experimental Botany**, v.44, p.1059-1066, 1993.
- LHAMBY, J. C. B.; BACALTCHUK, B. **Informações técnicas para a safra de 2007 trigo e triticale** – Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007, 114 p.

LINHARES, A. G. Germinação da semente na espiga em trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.1, n.3 p.25-28, 1979.

MARES, D. J. Preservation of dormancy in freshly harvested wheat grain. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.34, p.33-38, 1983.

MCMMASTER, G. J.; DERERA, N.F. (1976). Methodology and sample preparation when screening for sprouting damage in cereals. **Cereal Research Communications**, v.4, n.2, p.251-254, 1976.

NODA, K.; KAWABATA, C.; KAWAKAMI, N. Response of wheat grain to ABA and imbibitions at low temperature. **Plant Breeding**, v.113, n.1, p.53-57, 1994.

OKUYAMA, L. A.; RIEDE, C. R.; CAMPOS, L. A. C.; SCHOLZ, M. B. S. Avaliação de cultivares de trigo quanto à germinação na espiga. *In*: Reunião da Comissão Centro Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo, 18, Guarapuava. **Palestras, Resumos e Atas**, Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2003, p.191-193.

OKUYAMA, L. A.; FEDERIZZI, L. C.; Barbosa Neto, J. F. (2004). Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. **Ciência Rural**, v.34, p.1701-1708, 2004.

REIS, M. S.; CARVALHO, F. I. F. Eficiência de três métodos artificiais para identificação da variabilidade do caráter germinação na espiga em trigo. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.63-72, 1989.

ROMAN, M.; OPAZO, M. A. U.; NÓBREGA, L. H. P.; JOHANN, J. A. Variabilidade espacial do número médio de perfilhos e rendimento da cultura de trigo. **Bragantia**, v.67, n.2, p.361-370, 2008.

ROSA, A. C. **Pre-harvest sprouting tolerance of a synthetic hexaploid wheat (*Triticum turgidum* L. x *Aegilops tauschii* Coss.)**. Dissertação (Mestrado) – Oregon State University, Corvallis. 1999. 69f.

---

**Autor (a) negrito, Times New Roman, 10**  
Mini-curriculo, Times New Roman, 10

---

---

**Autor (a) negrito, Times New Roman, 10**  
Mini-curriculo, Times New Roman, 10

---

---

**Autor (a) negrito, Times New Roman, 10**  
Mini-curriculo, Times New Roman, 10

---

---

**Autor (a) negrito, Times New Roman, 10**  
Mini-curriculo, Times New Roman, 10

---

---

**Autor (a) negrito, Times New Roman, 10**  
Mini-curriculo, Times New Roman, 10

---

---

**Autor (a) negrito, Times New Roman, 10**  
Mini-curriculo, Times New Roman, 10

---

---

**Autor (a) negrito, Times New Roman, 10**  
Mini-curriculo, Times New Roman, 10

---