

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM AGRONOMIA**

PAULO EVANDRO JANDREY

**TOLERÂNCIA A GERMINAÇÃO NA ESPIGA E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE
GENÓTIPOS DE TRIGO EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA**

Marechal Cândido Rondon

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM AGRONOMIA

PAULO EVANDRO JANDREY

TOLERÂNCIA A GERMINAÇÃO NA ESPIGA E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE
GENÓTIPOS DE TRIGO EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA

Dissertação apresentada a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa
Co-Orientador: Dr. Francisco de Assis Franco

Marechal Cândido Rondon

2013

DEDICATÓRIA

Aos meus pais
Neori e Elvira Jandrey
DEDICO

As minhas irmãs
Rosângela e Rosimeire
DEDICO

Aos meus sobrinhos
Pâmela, Richard e
Wilson
DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar presente em minha vida.

Aos meus pais Neori Augusto Jandrey e Elvira Jandrey, pela vida, pelo amor e educação, pelos sacrifícios que nunca mediram por mim e por sempre me apoiarem em tudo. Muitíssimo obrigado, amo vocês.

As minhas irmãs, pelo apoio de sempre, muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa e Dr. Francisco de Assis Franco pela orientação, dedicação, disponibilidade, paciência, incentivo e amizade em todos os momentos.

Aos meus grandes amigos, Thyago e Luan pela ajuda e convivência diária.

Aos funcionários do Centro de Pesquisa da Coodetec pela ajuda na condução do experimento.

A todos os professores do Curso do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Unioeste, pelos ensinamentos transmitidos.

À Universidade Estadual do Oeste de Paraná - UNIOESTE e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia - PPGA, pela oportunidade de realização do Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida durante o Mestrado.

A todos que de forma direta ou indireta colaboraram para a elaboração, condução e conclusão deste trabalho, muito obrigado.

TOLERÂNCIA A GERMINAÇÃO NA ESPIGA E PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE TRIGO EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA

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 e a produtividade de grãos em genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. O experimento a campo, foi conduzido na área experimental do Centro de Pesquisa da COODETEC em Palotina-PR utilizando o delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 15 x 2, com 3 repetições. O primeiro fator refere-se aos genótipos, sendo 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 segundo fator refere-se as duas épocas de semeadura (31/03 e 03/05/2012). As parcelas foram constituídas de 6 linhas de 6 metros de comprimento, com espaçamento de 0,17 metros entre linhas, sendo considerado como bordadura 1 linha de cada lado e 0,50 metros de cada extremidade. Para as avaliações de germinação na espiga, os experimentos foram conduzidos em laboratório, utilizando o delineamento de 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). As variáveis número de dias para o espigamento, altura de plantas, massa de mil grãos e número de grãos por espiga foram as características que apresentaram maior variabilidade entre os genótipos estudados, sendo que a semeadura realizada em 03/05 foi a que proporcionou maiores valores para altura de plantas, peso do hectolitro, número de espiguetas por espiga e número de grãos por espiga. 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 31/03. Maior rendimento de grãos foi obtido para os genótipos CD 12902, CD 12905, CD 12909, CD 12910 e CD 12911 na semeadura realizada em 03/05. Já para o cultivar Frontana, cultivar de maior número de dias para o espigamento, o maior rendimento foi obtido na semeadura realizada em 31/03.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., Caracteres agronômicos, Germinação pré-colheita, Dormência, Linhagens.

TOLERANCE SPROUTING AND GRAIN YIELD OF WHEAT GENOTYPES 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 and grain yield in wheat grown at two sowing dates. The field experiment was conducted in the area of the Center of Research in COODETEC Palotina-PR using randomized blocks with 15 x 2 factorial arrangement with 3 replications. The first factor refers to genotypes, 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). The second factor relates to the two sowing dates (31/03 and 05/03/2012). Plots consisted of 6 rows of 6 meters in length, 0.17 meters spacing between lines, being regarded as one boundary line on each side and 0.50 meters from each end. Evaluations of sprouting, the experiments were conducted in the laboratory, 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 variable number of days to silking, plant height, thousand grain weight and number of grains per spike were the characteristics that have greater variability among genotypes, and the sowing in 03/05 was the one that led to the highest for plant height, test weight, number of spikelets per spike and number of grains per spike. 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 31/03. Highest grain yield was obtained for genotypes CD 12902, CD 12905, CD 12909, CD 12910 and CD 12911 in sowing in 03/05. Already Frontana to cultivate, cultivate greater number of days to silking, the highest yield was obtained in sowing on 31/03.

Keywords: *Triticum aestivum* L., Caracteres agronomic, pre-harvest germination, dormancy, Lineage.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Temperatura máxima, média e mínima ocorrida entre os meses de março e setembro. Palotina-PR, 2012.....26
- Figura 2. Umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica ocorrida durante os meses de março e setembro condução do experimento. Palotina-PR, 2012.....27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo na camada de 0 – 20 cm de profundidade, coletado antes da implantação do experimento. Palotina - PR, 2012.....	28
Tabela 2: Escala para avaliação do escore de germinação em espigas submetidas a condições favoráveis à germinação.....	32
Tabela 3: Número de dias para o espigamento (NDE), altura de planta (AP) e índice de acamamento (IC) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. Palotina - PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA.....	35
Tabela 4: Massa de mil grãos (MMG), peso do hectolitro (PH), e número de espiguetas por espiga (NEE) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. Palotina – PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA.....	38
Tabela 5: Número de grãos por espiga (NGE), número de espigas por m ² (EMQ) e produtividade (PRO) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. Palotina – PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA.....	42
Tabela 6. Notas visuais de germinação na espiga (NVG) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. Palotina – PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA.....	46
Anexo 1. Análise de variância para número de dias para o espigamento (NDE), altura de planta (AP), índice de acamamento (IC), peso do hectolitro (PH) e massa de mil grãos (MMG), espiga por m ² (EMQ), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE) e produtividade de grãos (PRO) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. Palotina – PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA.....	61
Anexo 2. Análise de variância para notas visuais de germinação na espiga (NVG) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. Palotina – PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA	62

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 Cultura do Trigo.....	11
2.2 O Cultivo de Trigo no Brasil	11
2.3 Fatores que Influenciam a Produção.....	13
2.4 Caracteres Agronômicos do Trigo	14
2.4.1 Componentes do rendimento.....	14
2.4.2 Precocidade, altura de planta e época de semeadura.....	15
2.5 Herdabilidade de Caracteres Agronômicos em Trigo.....	18
2.6 Interação Genótipo x Ambiente	19
2.7 Processo Germinativo do Grão na Espiga	19
2.8 Fatores Pré-colheita que Afetam a Qualidade do Trigo	21
2.9 Dormência do Grão.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Localização do Experimento	25
3.2 Temperatura e Precipitação	25
3.3 Semeadura.....	26
3.4 Adubação	27
3.5 Controle Fitossanitário.....	27
3.6 Delineamento Experimental	27
3.7 Características Avaliadas	28
3.8 Análise Estatística.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONCLUSÕES	49
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
7 ANEXOS.....	61

1 INTRODUÇÃO

O trigo é um dos mais importantes cereais consumidos pelo homem, e atualmente participa com cerca de 30% na produção mundial de grãos. Na safra 2012 os estados do Rio Grande do Sul e Paraná foram responsáveis por aproximadamente 90% da oferta nacional do produto, no entanto, a lavoura foi bastante afetada pelo comportamento do clima em quase todas as fases do desenvolvimento vegetativo da planta (CONAB, 2012).

O cultivo do trigo é de extrema importância para a sustentabilidade de pequenas e médias propriedades da região Sul do Brasil, estando altamente integrado em esquemas de rotação/sucessão com as culturas da soja e do milho, no sistema de semeadura direta. Em face de um mercado globalizado e da necessidade do Brasil atingir a autossuficiência na produção, busca-se maior competitividade na triticultura nacional. Para tanto, é necessário incrementar o potencial de rendimento em nível de lavoura, no qual as cultivares devem favorecer-se de forma benéfica do ambiente e manejo empregado (SMANHOTTO et al., 2006).

A expressão do potencial de produtividade de grãos depende de fatores genéticos e ambientais, bem como da interação entre ambos, o que resulta em expressivas diferenças no desempenho das cultivares quando cultivadas em diferentes condições ambientais (YAN e HOLLAND, 2010). O potencial de produtividade de grãos pode ser maximizado pela escolha adequada da época de semeadura, sem que se onere o custo de produção. Além disso, essa prática permite que as diferentes fases fenológicas da cultura ocorra em condições favoráveis de clima, o que impacta positivamente a produtividade de grãos (PIRES et al., 2009).

A vernalização e o fotoperíodo interferem na duração de subperíodos importantes para a formação dos componentes da produtividade de grãos, e a resposta a estes fatores de ambiente é dependente da época de semeadura e do genótipo utilizado (RIBEIRO et al., 2009). O manejo da época de semeadura em trigo possibilita incremento na produtividade de grãos entre 10 e 80%, sendo preciso buscar acerto mais adequado das épocas de semeadura do trigo, ao se considerar o ciclo e a adaptabilidade das cultivares às condições de clima e solo (COVENTRY et al., 2011).

A produção de trigo no Brasil tem oscilado muito ao longo dos anos, sendo que um fator que tem contribuído para que isso ocorra é a ocorrência de chuvas no momento da colheita, podendo causar, para a maior parte das 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 α -amilase (sintetizada na

camada de aleurona do endosperma), 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).

Alem de provocar uma queda no rendimento, o processo germinativo do grão na espiga em trigo, tem sua maior importância na redução 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. Transferida para novas cultivares, a dormência 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). Sendo assim, existem diferentes níveis de tolerância a germinação na espiga e produtividade em função da época de semeadura.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a tolerância a germinação na espiga e a produtividade de grãos em genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura do Trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.), está atualmente, entre as espécies mais cultivadas no mundo. É uma planta de ciclo anual, cujo grão é consumido na forma de pão, massa alimentícia, bolo e biscoito, sendo usado também como ração animal, quando não atinge a qualidade exigida para consumo humano (EMBRAPA, 2011). Além da sua resistência na estocagem, tem a seu favor a característica da fácil industrialização, sendo utilizado na elaboração de vasta gama de alimentos. Daí vem sua importância milenar, existindo vários tipos cultivados comercialmente, entre os quais destaca-se o trigo farináceo (*Triticum aestivum*) que participa com cerca de 90% da produção mundial e é usado principalmente na elaboração de farinha para pães e o trigo duro (*Triticum durum*) que participa com 5% e serve para a fabricação de massas finas. Os demais tipos de trigo possuem menor importância e destinam-se basicamente ao consumo animal (SEAB, 2010).

Quanto a sua morfologia, Wiese (1987) descreve que o trigo pode atingir aproximadamente 1,5 metros de altura, apresentando um aspecto de capim, quando nova. Possui duas formações de raízes, sendo uma denominada de primária ou temporária, na qual não apresentam muitas ramificações, e a outra formação do tipo permanente, surgindo nos primeiros nós do colmo, apresentando um volume maior e mais profundas. O colmo é geralmente ereto, formado por nós e entre-nós. As folhas são alternadas, algumas longas e finas e, outras mais volumosas, variando de acordo com o genótipo. As flores surgem na extremidade do colmo, presas a um eixo principal, chamado raque. Possui grãos com tamanho que variam de 3 a 6 mm de comprimento, dividindo-se em três partes, o embrião (germe), no qual é rico em proteínas, vitaminas e lipídeos ou óleos, o pericarpo, este protege a semente, e o endosperma, que constitui aproximadamente 85% do grão (BORÉM, 1998).

2.2 O Cultivo de Trigo no Brasil

Nos agroecossistemas do Sul do Brasil, o trigo, introduzido pelos colonizadores europeus, teve dificuldades especiais de adaptação: solos ácidos, inúmeras moléstias fúngicas e pragas, além de problemas climáticos, que na época da floração, limitavam a estabilidade e

a confiabilidade dos rendimentos e tornaram-se mais graves com o monocultivo. Gradualmente, a pesquisa superou essas limitações, por meio da seleção de variantes genéticas superiores e por práticas culturais mais adequadas, entre elas a rotação de culturas, que modificam o ambiente e possibilitaram a planta atingir produtividade superior (FERNANDES, 2000).

O estado do Rio Grande do Sul até a década de 70 era responsável por cerca de 90% da produção brasileira de trigo, porém, em 1974 esse percentual reduziu para 69,5%. Ao longo da década de 80, a cultura do trigo expandiu-se para outros estados, passando o Paraná a ser o maior produtor do cereal na segunda metade dessa década. A partir da década de 90, a produção de trigo prosperou nos estados de Minas Gerais e Goiás, e as regiões Centro-Oeste e Sudeste passaram a ter uma participação de 2,9% na produção nacional. No período de 1999-2003, o Paraná foi responsável por 52,1% da área colhida e 53,9 % da quantidade produzida (IGNACZAK, 2006).

A área cultivada na safra 2012 foi de 1.882.600 hectares, 13,1% menor que a área cultivada no ano anterior. A produção foi de 4.462.800 toneladas, 22,9% inferior ao da safra 2011. A região Sudeste do país foi a campeã em produtividade, alcançando 3.036 kg ha^{-1} , seguida pela região Centro-Oeste (2.762 kg ha^{-1}). Na região sul, onde se concentra cerca de 90% da produção nacional, o Paraná ficou com a maior produtividade (2.652 kg ha^{-1}), seguido por Santa Catarina (2.440 kg ha^{-1}) e Rio Grande do Sul (2.100 kg ha^{-1}) (CONAB, 2012).

No estado do Paraná, a maior concentração de área está na região Norte, que dispõem de condições privilegiadas de solo e de clima, o que possibilita elevado potencial produtivo e excelente qualidade do grão (BRUNETTA, 2001).

O Brasil está entre os maiores importadores deste cereal, tendo como desafio tornar a cultura mais competitiva frente aos demais países produtores, especialmente os países do MERCOSUL. A cultura do trigo assume importância no sistema de produção agrícola do centro-sul do país, por se tratar de uma opção economicamente viável durante o período de inverno. Pode-se considerar o cultivo deste cereal como uma questão de soberania nacional, pois o trigo significa oferta de pão e massas, alimentos que compõem a cesta básica da maioria da população brasileira (IAPAR, 2009).

Em termos de orientação para pesquisa e transferência de tecnologia, o Brasil está, atualmente, dividido em quatro regiões tritícolas: Região 1 (RS, SC e PR), Região 2 (RS, SC, PR e SP), Região 3 (PR, SP e MS) e região 4 (GO, DF, MG, MT e BA). A primeira região é fria, úmida, e alta, região 2 é moderadamente quente, úmida e baixa, região 3 é

moderadamente seca, quente e baixa e a região 4 é quente, seca e representa o cerrado (CUNHA et al., 2006)

O Brasil deverá demandar importações de trigo em grão da ordem de 7,0 milhões de toneladas em 2013, o que reforça a tese de que é preciso uma política para incremento da produção doméstica fora das áreas tradicionais de cultivo da região Sul (CONAB, 2012).

2.3 Fatores que Influenciam a Produção

Segundo Carvalho e Yanai (1976), o trigo atinge a maturação fisiológica (definida como o estágio de desenvolvimento em que as sementes alcançam máximo peso seco) 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 (OLSSON e MATTSSON, 1976).

As variações de qualidade devido ao ambiente superam com frequência as vinculadas ao genótipo. Dentre os fatores ambientais que podem produzir modificações na qualidade tecnológica e no teor protéico do grão, é citado o tipo de solo e os níveis de adubação (MAC RITCHIE e GUPTA, 1993). Dentre os fatores meteorológicos, a temperatura, a precipitação pluvial e a radiação solar são os de maior impacto, tanto no crescimento, quanto no desenvolvimento, na adaptação e na qualidade tecnológica do trigo (MIRALLES e SLAFER, 2000).

O clima tem profundo impacto na produção de trigo e ajuda a explicar porque diferentes partes do mundo produzem distintos tipos de trigo, condicionando, por sua vez, o seu destino final de uso (BOZZINI, 1988). Na região temperada do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Sul do Paraná), 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).

De acordo com o último levantamento para a cultura do trigo, as geadas no final de setembro, juntamente com a ocorrência de granizo, afetaram fortemente a qualidade do grão,

com percentuais, importantes do produto colhido, fora do padrão de classificação, apresentando diminuição do peso específico (PH do produto), além da produtividade que apresentou, nesse levantamento, a preocupante redução de 28,6% em relação ao levantamento anterior (CONAB 2012).

2.4 Caracteres Agronômicos do Trigo

2.4.1 Componentes do rendimento

Em programas de melhoramento de plantas cultivadas, cujo objetivo é a produção de grãos, seleciona-se genótipos com maior capacidade de rendimento. O rendimento de grãos, como produto final, resulta da interação de diversos fatores genéticos, fisiológicos e ambientais e, por isso, não pode ser considerado isoladamente. Estudos de componentes de rendimento de grãos são importantes no melhoramento genético do trigo (SOUZA, 1985).

O rendimento de grãos foi descrito como produto de vários componentes de rendimento (NEDEL, 1994). Em cereais com população de plantas constante, o rendimento de grãos pode ser obtido principalmente pelo produto de três componentes principais: número de espigas por unidade de área, número de grãos por espiga e massa média do grão, e esses três componentes, até certo limite, variam independentemente (GONDIM et al., 2008), e quase sempre, estão negativamente correlacionados um com o outro. A alternativa vislumbrada para se obter maior número de grãos por unidade de superfície é aumentar a geração e evitar a perda de estruturas reprodutivas (CUNHA, 2005).

Um dos motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo, no Brasil, tem sido atribuído à pequena participação de afilhos férteis na formação do rendimento final (MUNDSTOCK, 1999), estando diretamente relacionado ao número de espigas por unidade de área (DAVIDSON e CHEVALIER, 1990). Entre os componentes do rendimento, o número de grãos por unidade de área, parece estar mais associado com o rendimento de grãos (FISCHER, 1985; SHANAHAN et al., 1985). As bases fisiológicas para aumento do número de grãos por espigas em cultivares modernas de trigo, evidenciam que as mudanças na produtividade de grãos, índice de colheita e número de grãos, estão relacionadas à partição de biomassa em pré-antese (SIDDIQUE et al., 1989b) ; SLAFER et al., 1990). Nesse sentido, o número de grãos por metro quadrado também tem sido fortemente relacionado com a massa

seca da espiga na antese (FISCHER, 1985; FISCHER e STOCKMANN, 1986 ; SAVIN e SLAFER, 1991; THORNE e WOOD, 1987; WALL, 1979; SLAFER et al., 1990; YOUSSEFIAN et al., 1992). Por conseguinte, o número de grãos por metro quadrado está relacionado com a capacidade da planta em acumular massa seca e particioná-la às estruturas reprodutivas em pré-antese.

O estabelecimento de elevado número de grãos por metro quadrado depende da quantidade dos primórdios florais iniciados e da competição por fotossintatos que ocorre entre o crescimento do colmo e o crescimento da espiga, o que pode favorecer a disponibilidade de açúcar para a sobrevivência de flores e estabelecimento do número de grãos (SLAFER e ANDRADE, 1993).

Uma vez estabelecido o número de grãos, o rendimento do trigo passa a ser proporcional ao peso do grão (WIEGAND e CUELLAR, 1981), o qual é função da taxa e do tempo de enchimento do grão (DARROCH e BAKER, 1990). A taxa de enchimento do grão é dependente do número de células formadas no grão em desenvolvimento durante as primeiras duas semanas após a antese (BROCKLEHURST, 1977). Essa taxa é aumentada moderadamente com a elevação da temperatura, enquanto a duração do enchimento é significativamente reduzida (WYCH et al., 1982; VAN SANFORD, 1985).

Aumentos no peso dos grãos poderiam resultar de maiores períodos de enchimento, no entanto, Gebeyehou et al. (1982) observaram baixa associação entre taxa e duração de enchimento do grão, e sugeriram que seria possível a seleção para aumento na taxa de enchimento e peso do grão sem aumento na duração do período de enchimento.

2.4.2 Precocidade, altura de planta e época de semeadura

O conhecimento das características fisiológicas e agronômicas de uma cultura durante seu ciclo contribui no desenvolvimento de técnicas de produção (ROMAN et al., 2007). A precocidade é uma característica fundamental para que uma cultivar de trigo possa ser incorporada, de forma expressiva, ao sistema de cultivo utilizado na região Sul, onde, geralmente, pelo menos duas safras são obtidas por ano, por sucessão de cultivo (NEDEL et al., 1999).

O ciclo de desenvolvimento das cultivares de trigo usadas na região sul do Brasil variam 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 materiais (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 edafoclimáticas (WALTER et al., 2009).

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., 2005). É importante a caracterização dessas fases, pois estas têm relação direta com o rendimento de grãos. Uma fase vegetativa longa permite que a planta produza uma área foliar maior e, conseqüentemente, 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., 2005). 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., 2005).

O programa de melhoramento genético do trigo tem buscado, por meio de cruzamentos entre variedades nacionais e linhagens semi-anãs, de origem mexicana, desenvolver variedades de porte semi-anão de alto potencial produtivo (CAMARGO et al., 2001). A incorporação dos genes de nanismo (*Rht*), desenvolvendo plantas mais produtivas e com maior resposta aos fertilizantes, e a capacidade de adaptação aos mais distintos ambientes (trigo insensíveis ao fotoperíodo e poucos exigentes em vernalização), possibilitou o cultivo em várias partes do mundo. Foi isso que fez o melhoramento genético de trigo nos últimos 50 anos, em considerável parte do mundo, para atingir os grandes saltos de rendimento: diminuiu o tamanho do colmo e reduziu a competição por assimilados durante a fase crítica de crescimento da espiga (espigueta terminal à antese), aumentando o índice de colheita. No entanto, não se tem obtido progresso nos últimos anos em relação a essa característica, havendo indícios que a altura ideal da planta de trigo já foi atingida, e melhorando a partição, um caminho que se vislumbra é o aumento da duração do período de crescimento da espiga, ou seja, manipulando geneticamente a eficiência no uso de radiação solar pela cultura (CUNHA, 2005).

O acamamento é caracterizado por um estado permanente de modificação da posição do colmo em relação à sua posição original, que resulta em plantas recurvadas e até mesmo na quebra de colmos. É um dos fatores que mais limita a maximização da produção de grãos de

trigo. Os efeitos negativos do acamamento na produtividade são decorrentes do decréscimo da fotossíntese, da redução na assimilação e translocação de carboidratos e minerais, do suplemento excessivo de nitrogênio, do aumento da intensidade de doenças e finalmente, da redução na eficiência da colheita (EMBRAPA, 2002). Essa perda de potencial de rendimento de grãos pode ser significativa, dependendo da intensidade e do estágio de desenvolvimento da planta em que ocorre o acamamento, sendo a antese o estágio mais sensível. De forma geral, o acamamento tem sido controlado através da restrição da aplicação de fertilizantes nitrogenados e utilização de cultivares de porte baixo que geralmente apresentam resistência ao acamamento (EMBRAPA, 2002).

A adequação das épocas de semeadura, na cultura do trigo, tem a finalidade de reduzir ao mínimo, possíveis riscos, tais como geadas, déficits hídricos no subperíodo do espigamento e excesso de chuvas na colheita (IAPAR, 2002). Precipitações pluviais leves no início do cultivo facilitam a germinação, o perfilhamento, o emborrachamento e a floração (LOMAS, 1976; MOTA, 1989).

A época de semeadura é definida por um conjunto de fatores ambientais que reagem entre si e interagem com a planta, causando variações na produção e afetando outras características agrônômicas. Semeados em diferentes épocas, os cultivares expressam suas potencialidades em relação às condições do ambiente, que mudam no espaço e no tempo (BARROS et al., 2003). Como as cultivares podem responder diferencialmente ao ambiente, as indicações da melhor época para cada uma delas devem ser precedidas de ensaios regionalizados, conduzidos por mais de um ano. As flutuações anuais de rendimento das culturas, motivadas principalmente por elementos meteorológicos de caráter aleatório, especialmente por anomalias de precipitação, constituem uma preocupação contínua e crescente na agricultura. Assim um conjunto de práticas, como: trabalhos de pesquisa nas áreas de melhoramento visando uma maior produtividade, conservação do solo, zoneamento agrícola, diversificação de cultivares e práticas culturais, vem sendo estudado e utilizado com o objetivo de reduzir os impactos de adversidades climáticas sobre a produtividade agrícola e a disponibilidade de alimentos (BARROS et al., 2003).

Outro fator importante influenciado pela época de semeadura é o potencial de produtividade de grãos, que pode ser maximizado pela escolha adequada da época de semeadura, sem que se onere o custo de produção. Essa prática de manejo é considerada uma das mais importantes, pois são alteradas as relações hídricas, a temperatura e a radiação solar disponíveis à cultura ao longo do seu ciclo (SUBEDI et al., 2007). Além disso, essa prática

permite a ocorrência das fenofases em condições favoráveis de clima, o que impacta positivamente a produtividade de grãos (PIRES et al., 2009).

Dezenas de cultivares são disponibilizadas para cultivo anualmente no Brasil, sendo preciso buscar acerto mais adequado das épocas de semeadura do trigo, ao se considerar o ciclo e a adaptabilidade das cultivares às condições edafoclimáticas.

2.5 Herdabilidade de Caracteres Agronômicos em Trigo

A herdabilidade de um caráter agronômico descreve a extensão pela qual ele é transmitido de uma geração para outra, sendo, pois, um instrumento valioso na previsão da magnitude do progresso genético que segue um programa de seleção para determinado caráter (KETATA et al., 1976). O estudo das correlações entre os caracteres agronômicos e, entre eles, dos componentes de produção, é de grande relevância aos trabalhos de melhoramento de trigo, pois permite saber se essas características são geneticamente dependentes ou não, isto é, se tendem em permanecer associadas ou não nas progênies durante os sucessivos ciclos de seleção (FONSECA e PATTERSON 1968; JOHNSON et al., 1966).

A obtenção de cultivares envolve a seleção de vários caracteres simultaneamente, logo, o conhecimento prévio de suas inter-relações também pode ser fundamental na estratégia a ser adotada pelo melhorista (SIQUEIRA et al., 1993). A compreensão das variações na produção, bem como de seus componentes e de caracteres associados ao longo do tempo, é também essencial para determinar os fatores limitantes da produção e apontar as futuras estratégias aos melhoristas (ROYO et al., 2007).

O conhecimento da herdabilidade, no sentido restrito, é particularmente importante durante os trabalhos de seleção de plantas ou espigas visando à obtenção de novas cultivares, porque levam em consideração os efeitos aditivos de genes (PEPE e HEINER, 1975). De modo geral, as estimativas de herdabilidade determinam se os caracteres em estudo podem ou não ser aprimorados facilmente por meio do melhoramento genético (FOX et al., 2008).

2.6 Interação Genótipo x Ambiente

Durante muitos anos, a cultura do trigo localizou-se predominantemente na zona de clima temperado, estendendo-se do Rio Grande do Sul até o sul do Paraná. No entanto, desde a década de 70, a cultura do trigo tem-se expandido para o Centro-Oeste brasileiro, sendo cultivada em solos cobertos com vegetação de cerrado, e tem-se mostrado bastante promissora em condições de cultivo comercial (SOUZA, 1999).

A seleção e a recomendação de genótipos mais produtivos são objetivos básicos dos programas de melhoramento genético de qualquer espécie cultivada. O processo de seleção é frequentemente, realizado pelo desempenho dos genótipos em diferentes ambientes (ano, local, época de semeadura). Contudo, a decisão de lançamento de novas cultivares normalmente é dificultada pela ocorrência da interação genótipos x ambientes (CARVALHO et al., 2002).

Segundo Cruz e Regazzi (1997), a interação genótipos x ambientes está associada a dois fatores. O primeiro, denominado simples, é proporcionado pela diferença entre genótipos; o segundo, denominado complexo, é dado pela ausência de correlação entre os genótipos. A interação genótipos x ambientes reduz a correlação entre o fenótipo e o genótipo. A correlação baixa indica que o genótipo superior em um ambiente, normalmente, não terá o mesmo desempenho em outro ambiente. A seleção com base no componente da interação genótipos x ambientes pode estar eliminando constituições genéticas altamente ajustadas a ambientes específicos.

A interação genótipos x ambientes dificulta o trabalho do melhorista, que precisa adotar critérios diferenciados para selecionar genótipos superiores e usar métodos alternativos de identificação de material de alto potencial genético, e está altamente relacionado com a cultura do trigo cultivado em ambientes distintos ou com semeadura em épocas diferentes (CRUZ e REGAZZI, 1997).

2.7 Processo Germinativo do Grão na Espiga

A germinação pré-colheita é um 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).

Alguns programas de melhoramento de trigo, como o do Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT), no México, preocupados em obter mais de uma geração anual e acelerar a obtenção de novos genótipos, semeando trigo logo após colhido, acabaram por exercer pressão de seleção contra a dormência dos grãos, gerando genótipos com suscetibilidade a germinação dos grãos na espiga (OSÓRIO, 1992). Segundo Lhamby e Bacaltchuck (2007), das cultivares de trigo recomendadas para cultivo nos Estados do Sul do Brasil, 61 % estão classificadas como suscetíveis a germinação na espiga.

O problema da ocorrência de germinação da espiga em trigo é decorrente de um balanço entre diversos fatores. Dentre eles destacam-se: suscetibilidade genética do cultivar, morfologia e estrutura da espiga, estágio 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 da colheita, provocando perdas em diversas áreas tritícolas do mundo. Períodos de alta umidade contribuem para a ocorrência desse fenômeno, verificado para cereais como trigo, cevada, centeio, aveia e triticale (BASSOI, 2004). O processo de germinação desencadeia uma sequência de eventos fisiológicos, que incluem a liberação de hormônios vegetais e enzimas hidrolíticas. De maneira simplificada, a atividade hormonal do ácido giberélico (GA) 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. 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 3 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), evidenciaram uma relação entre as taxas de absorção de água e a percentagem de germinação, obtendo respostas diferenciadas para as cultivares estudadas.

Com relação à presença de inibidores nas brácteas, Derera et al., (1977) demonstraram 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. Além disso, várias outras características relacionadas com o caráter germinação na espiga têm sido avaliadas, como coloração dos grãos (CHING e FOOTE 1961; MIYAMOTO et al., 1961), presença de inibidores no grão (MIYAMOTO et al., 1961; CHING e FOOTE 1961;) ou nas brácteas (DERERA et al., 1977) e a taxa de absorção de água pelos grãos ou espigas (KING e CHANDIN 1983; MARES, 1983).

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. Os autores 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.

2.8 Fatores Pré-colheita que Afetam a Qualidade do Trigo

A variabilidade climática é um dos principais determinantes de incertezas na atividade agrícola. Neste particular, a cultura de trigo, apesar de sua adaptação a regiões climaticamente muito diferentes em nível mundial (PASCALE, 1974), tem seu rendimento afetado, tanto em quantidade como em qualidade, por variações meteorológicas durante o período de cultivo, principalmente o excesso de chuvas. No período de maturação e de colheita, o excesso de

chuvas, além de diminuir o rendimento (LUZ, 1982), afeta negativamente as características de qualidade dos grãos (GUARIENTI, 1993; MANDARINO, 1993).

A elevada precipitação pluvial antes da maturação fisiológica do trigo promove decréscimo no enchimento do grão, diminuindo o peso de mil grãos e aumentando a atividade enzimática (HIRANO, 1976). Esta última é apontada como a principal causa da redução das características qualitativas da farinha, pois as enzimas ativadas promovem alterações no amido e nas proteínas, sendo comum a germinação do grão ainda na espiga (LINHARES e NEDEL, 1989; CUNHA, 1999). Além disso, chuvas frequentes intensificam a ocorrência de doenças (WEIBEL e PENDLETON, 1964) e o acamamento da planta (CRUZ et al., 2000), fatores relacionados, tanto com a produtividade, quanto com a qualidade tecnológica.

De acordo com Mansour (1993), quando ocorre a germinação na espiga, há sérias consequências para as indústrias de transformação. Alguns produtos não podem ser preparados a partir de trigo germinado e outros apresentam redução na qualidade. Pães com volume reduzido, interior compactado e casca muito escura, bem como superfície rachada e deformada em alguns bolos, são exemplos de problemas advindos do uso de farinha obtida a partir de grãos germinados. Segundo o mesmo autor, bolos e biscoitos preparados a partir de farinha de trigo que sofreu germinação na espiga apresentarão baixo volume, textura compactada e escurecimento da crosta. Farinha de trigo de grãos germinados perde seu poder espessante; portanto, não pode ser utilizada também no preparo de sopas, cremes e molhos.

A germinação, na pré-colheita em trigo, atinge áreas de várias partes de regiões produtoras no mundo, principalmente, Norte e Oeste da Europa, Noroeste dos Estados Unidos da América, Norte da Austrália, Oeste da Nova Zelândia, Canadá, África do Sul, Chile, Argentina e Brasil (CUNHA et al., 2004). Bassoi (2004) ressaltou que, em regiões marítimas, com verão chuvoso, onde cereais de inverno são cultivados, e em regiões subtropicais no sul, onde o trigo de primavera é cultivado durante o inverno, como algumas partes do Brasil, existe alta probabilidade de ocorrência de chuvas, antes e durante a colheita, trazendo como consequência a germinação dos grãos na pré-colheita. Considerando-se que a cada ano cerca de 20% da safra de trigo é de grãos germinados, teria aproximadamente 437 mil toneladas de trigo germinado (BRUM, 2000).

2.9 Dormência do Grão

Quando as sementes de determinadas espécies ou cultivares são expostas a condições ambientais específicas durante o processo de maturação, podem desenvolver mecanismos bloqueadores da germinação, atuando em tecidos da planta-mãe, levando ao estado de dormência (MARCOS FILHO, 2005).

Para várias espécies, quando o ambiente se torna adequado, principalmente por meio de quantidade suficiente de água, ocorre a retomada do crescimento de embrião, que havia sido paralisado no final do processo de maturação. Entretanto, para outras espécies, o estímulo do ambiente para a germinação não depende somente do fornecimento de água. A dormência é imposta pela combinação de condições específicas do ambiente, provocando a interferência de um ou mais mecanismos de bloqueio (MARCOS FILHO, 2005).

Observam-se na natureza basicamente dois tipos de dormência: a) primária: aquela que ocorre com intensidade variável de ano para ano e de local para local, sendo um tipo de dormência que se instala na fase de maturação da semente, ou seja, as sementes já apresentam o fenômeno quando liberadas da planta mãe (exemplo: cultivares de trigo); b) secundária: os mecanismos de bloqueio ao processo germinativo podem se manifestar após a maturidade ou se reinstalar após a perda da dormência primária; é aquela que nem sempre ocorre e, quando acontece, é por efeito de uma condição ambiental especial (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005).

Em plantas exploradas economicamente, como é o caso do trigo, a dormência é considerada benéfica quando impede a germinação enquanto as sementes estão ainda presas à planta. Em cultivares que não apresentam esta característica, a ocorrência de chuvas entre a maturidade fisiológica e a colheita pode provocar a germinação precoce na espiga. A formação de estruturas ou de mecanismos que confirmam dormência é iniciada, em muitos casos, pela combinação de variáveis ambientais específicas. Assim sendo, esse fenômeno está sob controle endógeno e depende da percepção e resposta ao ambiente, como fotoperíodo, temperatura, umidade relativa do ar e disponibilidade hídrica. O balanço hormonal e a presença de inibidores químicos impedem momentaneamente a germinação de algumas espécies (MARCOS FILHO, 2005).

Franco (2008) citou a temperatura como um fator que influencia a expressão da dormência em trigo, durante o enchimento e após a maturidade das sementes. A exposição a temperaturas baixas durante o período de enchimento do grão pode conferir dormência ao trigo, mas pode haver quebra da dormência se o grão for exposto a temperaturas menores

durante a maturidade (REDDY et al., 1985). Yanagisawa et al. (2005) observaram que temperaturas abaixo de 15 °C, aliadas a chuva antes da colheita, aceleram o processo de germinação na espiga. Franco et al. (2009), avaliando o pré-resfriamento para a superação da dormência em sementes de trigo colhidas na maturidade fisiológica, verificaram que o tratamento permitiu a germinação de todas as amostras colhidas em Cascavel (PR), já não sendo eficiente para as amostras colhidas em outra cidade de altitude mais elevada.

Linhares (1979) analisou a tolerância de cultivares de trigo quanto à germinação na espiga e concluiu que as amostras das cultivares semeadas no estado do Paraná apresentaram elevada porcentagem de germinação na espiga. Em estudo sobre dormência de trigo, Franco (2009) concluiu que o tratamento de pré-esfriamento de sementes de cultivares colhidas na maturidade fisiológica, pode não ter sido eficaz para superá-la, sendo necessários fatores que possam induzir e controlar o fenômeno da germinação de sementes ainda presas a espiga, para uma determinação mais segura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do Experimento

O experimento a campo foi conduzido na área experimental do Centro de Pesquisa da COODETEC em Palotina - PR (Latitude 24° 17'S, Longitude 53° 50'W e altitude 333 m), em um LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico. O clima local é do tipo Cfa segundo a classificação de Köppen, sem estação seca definida. A umidade relativa do ar se apresenta, em média, entre 80 e 85%, enquanto que a temperatura média anual é de 21°C e a precipitação pluvial anual é, em média, de 1400 a 1500 mm (EMBRAPA, 1999; GARDIN, 2008).

As avaliações de germinação na espiga foram realizadas no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Marechal Cândido Rondon, e no Centro de Pesquisa da COODETEC em Cascavel – PR.

3.2 Temperatura e Precipitação

Os dados de temperatura (Figura 1), umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica (Figura 2) ocorridos durante a condução do experimento foram obtidos junto ao Instituto Tecnológico Simepar.

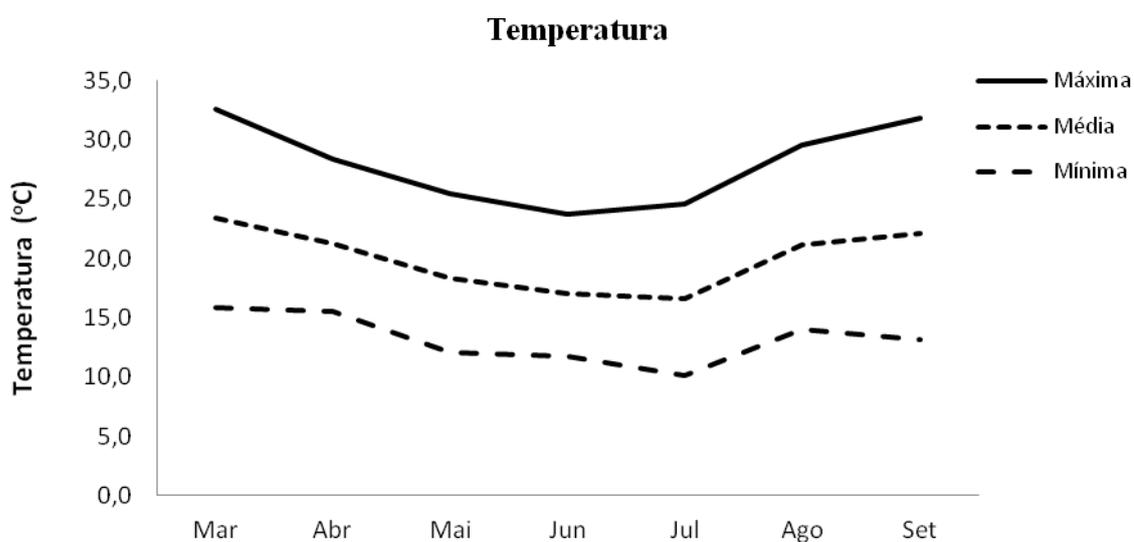


Figura 1. Temperatura máxima, média e mínima ocorrida entre os meses de março e setembro. Palotina-PR, 2012. FONTE: SIMEPAR, 2012.

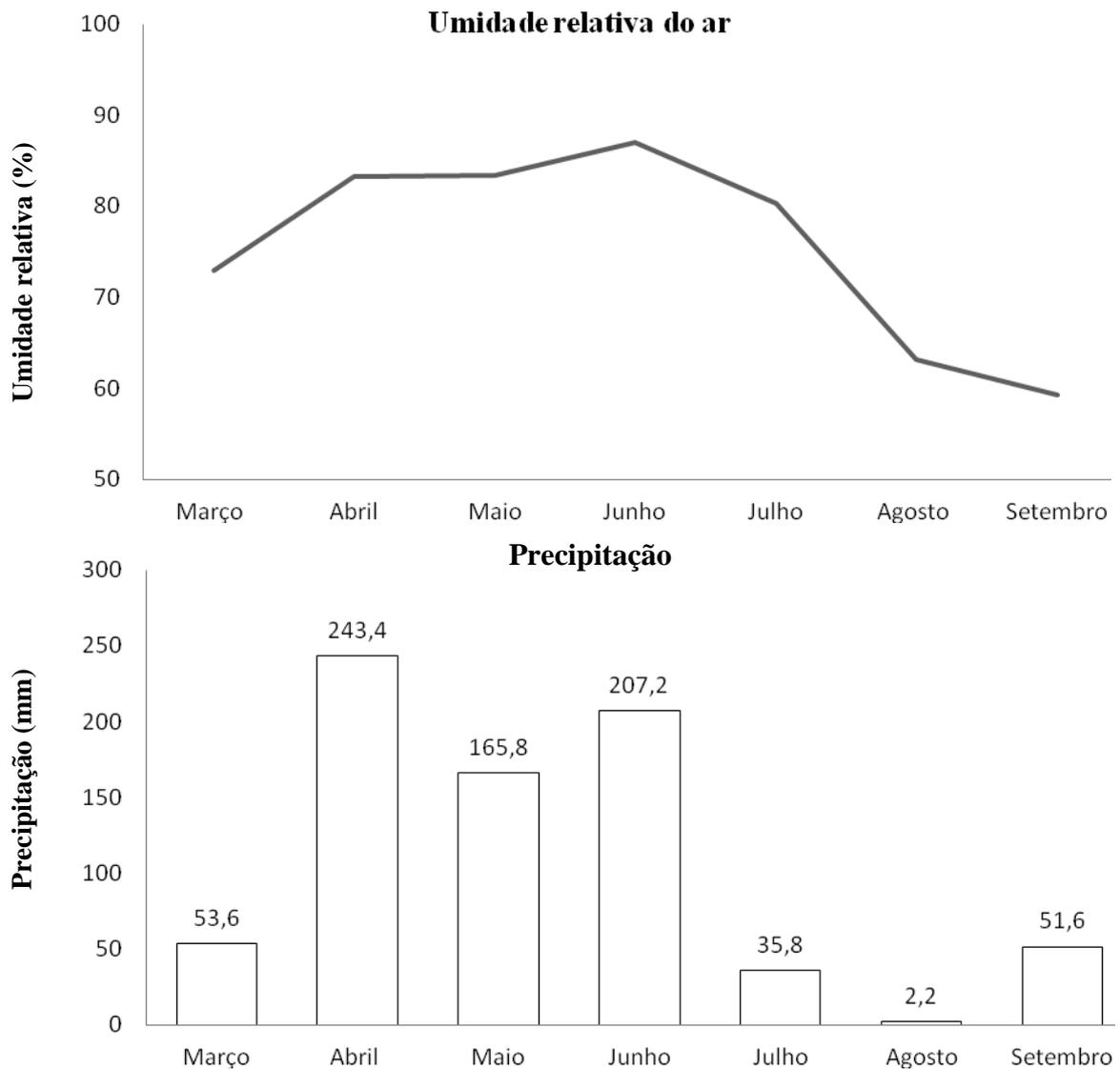


Figura 2. Umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica ocorrida durante os meses de março e setembro condução do experimento. Palotina-PR, 2012. FONTE: SIMEPAR, 2012.

3.3 Semeadura

O experimento foi implantado em sistema de semeadura direta com semeadora de fluxo contínuo. Adotou-se a quantidade de 360 sementes viáveis por m², na profundidade de 3 cm e espaçamento de 17 cm entre linhas.

3.4 Adubação

A adubação foi realizada de acordo com a análise do solo na camada de 0 – 20 cm de profundidade, sendo que as características químicas do solo estão apresentadas na (Tabela 1). Como adubação de base foi utilizado 300 kg ha⁻¹ da fórmula 08-30-20, e foi aplicado 100 kg ha⁻¹ de uréia como cobertura nitrogenada. Não houve necessidade de calagem.

Tabela 1. Características químicas do solo na camada de 0 – 20 cm de profundidade, coletado antes da implantação do experimento. Palotina - PR, 2012.

Ca	Mg	K	Al	H+Al	SB	CTC	MO	V	Al	P	pH CaCl
----- cmol _c /dm ⁻³ -----						g/dm ⁻³		----- % -----	mg/dm ⁻³		
6,28	1,80	0,42	0,0	3,97	8,50	12,47	13,25	68,16	0,0	10,60	5,00

3.5 Controle Fitossanitário

No início da fase de perfilhamento foi realizada uma aplicação do herbicida Iodosulfuron-methyl 50 g de i.a. kg⁻¹ para o controle de plantas daninhas. Para o controle de pragas foram realizadas duas aplicações de inseticida Triflumurom 480 g de i.a. L⁻¹ e Tiametoxam 141 g de i.a. L⁻¹ + Lambda-cialotrina 106 g i.a. L⁻¹ ambas aos 25 e 40 DAE da cultura. Para o controle de doenças foram realizadas duas aplicações do fungicida Azoxistrobina 200g i.a. L⁻¹ + Ciproconazol 80 g i.a. L⁻¹ aos 40 e 50 DAE da cultura.

3.6 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado a campo foi o delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 15 x 2, com 3 repetições. O primeiro fator refere-se aos genótipos, sendo 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). O segundo fator refere-se as duas épocas de semeadura (31/03 e 03/05/2012). As parcelas foram constituídas de 6 linhas de 6 metros de comprimento, com espaçamento de 0,17 metros entre linhas, sendo considerado como bordadura 1 linha de cada lado e 0,50 metros de cada extremidade.

No laboratório, para as avaliações de germinação, foi utilizado o mesmo delineamento em esquema fatorial 15 x 2 com 4 repetições, sendo que cada repetição foi composta de 10 espigas.

3.7 Características Avaliadas

As variáveis avaliadas foram: número de dias para o espigamento (NDE), altura de plantas (AP), índice de acamamento (IA), peso do hectolitro (PH), número de espigas por metro quadrado (EMQ), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG), produtividade (PRO) e notas de germinação na espiga (NGE).

a) Número de dias para o espigamento (NDE): foi avaliado contando-se o número de dias decorridos da emergência até 50% das plantas da área útil da parcela apresentar a espiga visível.

b) Altura de plantas (AP): a altura das plantas foi avaliada na época de maturação, medindo-se a distância em centímetros, com auxílio de uma régua graduada, do nível do solo ao ápice da espiga, com exclusão das aristas, estimando a média de dois pontos dentro da área útil da parcela.

c) Índice de acamamento (IA): o índice de acamamento foi avaliado na maturação fisiológica, através de observações visuais na fase de maturidade fisiológica, utilizando a seguinte escala de notas: 0: sem acamamento; 1: até 5%; 2: 5 a 25%; 3: 25 a 50%; 4: 50 a 75%; 5: 75 a 100% de plantas acamadas (ARF et al., 2001).

d) Peso do hectolitro (PH): o peso hectolítro (massa de 100 L de grãos) foi determinado em medidor de peso do hectolitro, com capacidade de um quarto de litro e os resultados expressos em kg hL^{-1} .

e) Número de espigas por metro quadrado (EMQ): determinado através da contagem do número de espigas em dois metros lineares dentro da área útil de cada parcela, sendo os resultados transformados para espigas por metro quadrado.

f) Número de espiguetas por espiga (NEE): determinado através da média de espiguetas em 10 espigas coletadas aleatoriamente dentro da área útil da parcela.

g) Número de grãos por espiga (NGE): determinado através da contagem do número de grãos em 10 espigas coletadas aleatoriamente dentro da área útil da parcela.

h) Massa de mil sementes (MMS): determinado através da pesagem de três amostras de 100 sementes por parcela, em balança analítica modelo FA-2104N, sendo os valores médios transformados para massa de mil grãos e expressos em gramas, de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para a determinação do grau de umidade dos grãos, as amostras foram mantidas em estufa com circulação forçada de ar a $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ por 24 horas, sendo novamente pesadas e a umidade obtida pela fórmula $100 - (\text{PS} * 100 / \text{PU})$, onde: PS= Peso seco, PU= Peso úmido.

i) Produtividade de grãos (PRO): determinado através da colheita mecânica da área útil da parcela, sendo determinada a massa dos grãos obtidos, e os valores corrigidos para 13% de umidade e transformados para quilogramas por hectare.

j) Notas de germinação na espiga (NGE): para a caracterização dos genótipos quanto à germinação na espiga, foram colhidas na maturidade fisiológica, espigas de cada tratamento, e imediatamente realizadas as avaliações. Foram realizados, em laboratório, 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 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ 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 2).

- Simulador de chuva: Proposta por (OKUYAMA et al., 2003) e adaptada por (FRANCO, 2008), com suporte no modelo obtido por (McMASTER e DERERA 1976) e (HAGEMANN e CIHA, 1984). Esta foi realizada no Centro de Pesquisa da COODETEC na cidade de 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 (McMASTER e DERERA, 1976). As notas de cada material foram tomadas, separadamente, mediante uma rápida inspeção visual das espigas.

Tabela 2: Escala para avaliação do escore de germinação em espigas submetidas a condições favoráveis à germinação.

Nota	Radículas		Coleóptilos	
	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
11	Toda a espiga	> 4 cm	Toda a espiga	Primeiro estágio foliar

FONTE: McMASTER e DERERA (1976).

3.8 Análise Estatística

Os dados obtidos para cada variável foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias agrupadas pelo teste de Scott Knott em nível de 5% de probabilidade com o auxílio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre os genótipos para as duas condições de semeadura, indicando a existência de variabilidade genética entre os tratamentos (Anexo 1).

A significância para os efeitos principais de genótipos e época de semeadura revelam a importância de serem considerados no momento da recomendação de cultivares de trigo, pois de acordo com Allard e Bradshaw (1964), a identificação de ambientes diferenciados é imprescindível em programas de melhoramento genético, pois facilita a seleção e recomendação de genótipos mais promissores e adaptados a condições específicas de cultivo.

Ao se considerar as interações significativas, os genótipos apresentaram alteração no posicionamento, de acordo com as diferentes épocas de semeadura para as variáveis: peso do hectolitro, massa de mil grãos, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e produtividade, sendo necessário um estudo mais detalhado das diferenças entre as linhagens com relação à adaptabilidade e à estabilidade. Em relação aos coeficientes de variação, somente a variável índice de acamamento apresentou valor elevado (41,04%), visto que para os demais caracteres avaliados podem ser considerados de baixos a médios, mostrando boa precisão e confiabilidade do experimento segundo a classificação de Pimentel Gomes e Garcia (2002), indicando um comportamento homogêneo dos dados amostrados.

Os resultados obtidos para o número de dias para o espigamento, altura de planta e índice de acamamento encontram-se na (Tabela 3). Para o número de dias para o espigamento, observou-se a formação de três grupos distintos nas duas épocas de semeadura. O cultivar Frontana foi o que apresentou maiores valores para essa característica, que pode ser associada ao ciclo do cultivar, podendo ser classificado como um material mais tardio em relação aos demais genótipos estudados. Os genótipos CD 12910 e CD 150 apresentaram-se como os mais precoces nas duas épocas de semeadura. Não houve diferença significativa com relação às épocas de semeadura para essa característica. Tais resultados discordam com os encontrados por Felício et al. (1999), os quais estudando épocas de semeadura de triticales, em Capão Bonito (SP), observaram a influência das diferentes épocas de semeadura, de março a maio, na duração do ciclo da cultura.

O cultivar Mirante foi utilizada neste trabalho por ser um material de ciclo médio, o que permite inferir que as linhagens agrupadas com esta cultivar possuem características herdadas de seus genitores (CD 150 e a Frontana), mas que não se enquadram no mesmo grupo destes. A diferença do ciclo encontrada entre os genótipos é uma importante estratégia

que os agricultores podem utilizar, para obter um escalonamento de cultivares em uma mesma época de semeadura.

Tabela 3: Número de dias para o espigamento (NDE), altura de planta (AP) e índice de acamamento (IA) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. Palotina - PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA

Genótipos	NDE		AP (cm)		IA	
	31/03	03/05	31/03	03/05	31/03	03/05
CD 12901	60,6 bA	62,0 bA	62,5 cB	70,8 cA	0,33 bA	0,66 bA
CD 12902	58,6 cA	60,3 bA	64,1 cA	69,1 cA	1,0 bA	1,0 bA
CD 12903	58,6 cA	60,6 bA	60,8 cB	70,0 cA	1,0 bA	1,0 bA
CD 12904	57,3 cA	60,0 bA	62,5 cB	69,1 cA	1,0 bA	1,0 bA
CD 12905	58,6 cA	59,6 bA	61,6 cB	70,8 cA	1,0 bA	1,0 bA
CD 12906	61,6 bA	63,3 bA	63,3 cA	68,3 cA	0,66 bA	1,0 bA
CD 12907	60,3 bA	57,6 cA	61,6 cB	67,5 cA	1,0 bA	1,0 bA
CD 12908	60,3 bA	62,0 bA	61,6 cB	69,1 cA	1,0 bA	1,0 bA
CD 12909	58,3 cA	60,0 bA	67,5 cA	71,6 cA	1,33 bA	1,0 bA
CD 12910	57,3 cA	57,3 cA	63,3 cA	62,5 cA	1,66 aA	1,0 bA
CD 12911	58,6 cA	61,3 bA	61,6 cB	69,1 cA	1,33 bA	1,0 bA
CD 12912	58,6 cA	61,6 bA	60,8 cB	68,3 cA	0,33 bA	1,0 bA
CD 150	56,6 cA	58,3 cA	63,3 cB	71,6 cA	2,0 aA	1,33 bA
Mirante	63,0 bA	60,3 bA	75,8 bB	83,3 bA	1,0 bA	1,33 bA
Frontana	83,3 aA	85,3 aA	100,8 aA	110,0 aA	2,33 aB	3,33 aA

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.

A precocidade é uma característica fundamental para que uma cultivar de trigo possa ser incorporada, de forma expressiva, ao sistema de cultivo utilizado na Região Sul, onde, geralmente, pelo menos duas safras são obtidas por ano, por sucessão de cultivo (NEDEL et al., 1999). A diferença entre cultivares com relação ao seu ciclo de desenvolvimento auxilia na definição de práticas de manejo mais adequadas e na seleção de genótipos apropriados para diferentes regiões (WALTER et al., 2009). Estas linhagens obtidas de retrocruzamentos apresentaram variações nesta característica o que permite fazer escolha das que se enquadram melhor dentro do sistema produtivo do Paraná. Esta variabilidade pode gerar mais uma opção

para os produtores no uso de cultivares com características mais adequadas as condições de ambiente do estado.

Conforme Bevilaqua et al. (2003), genótipos que apresentam ciclo longo podem ser adequados para plantio antecipado ou para duplo propósito, entretanto, Mittelman et al., (2001), ressaltam que genótipos precoces, têm a vantagem de evitarem condições adversas e permitem a sucessão com cultivos de verão.

Três grupos também foram formados a partir das médias de altura de plantas, sendo que novamente o cultivar Frontana atingiu a maior média, seguida pelo cultivar Mirante, nas duas épocas de semeadura (Tabela 3). O cultivar CD 150, juntamente com as demais linhagens formaram um grupo de genótipos com um porte mais baixo, caracterizando alta herdabilidade deste caráter nos retrocruzamentos, utilizando esse cultivar como genitor recorrente. Essa característica do cultivar CD 150 ter um porte baixo é desejável nos programas de melhoramento genético de trigo, pois em locais de elevadas altitudes e/ou sujeitas a rajadas de ventos mais fortes, a produção de trigo é bastante comprometida pelo acamamento das plantas. Foi possível observar diferença significativa para épocas de semeadura. Com exceção dos genótipos CD 12902, CD 12906, CD 12909, CD 12910 e Frontana, os demais genótipos apresentaram valores significativamente maiores quando semeados em (03/05), se mostrando mais propensos ao acamamento quando semeados em épocas mais tardias.

Em relação ao índice de acamamento, houve a formação de dois grupos, sendo que o cultivar Frontana, cultivar CD 150 e a linhagem CD 12910 quando semeados em (31/03) apresentaram-se mais suscetíveis (Tabela 3). Já na semeadura realizada em (03/05) somente o cultivar Frontana apresentou valores superiores para essa característica. Ao analisar as épocas de semeadura, observa-se diferença significativa somente para a cultivar Frontana, que apresentou notas maiores quando semeados em (03/05). Os demais genótipos foram classificados como mais tolerantes ao acamamento.

Segundo Travis et al. (1996) a seleção de variedades de trigo com base na tolerância ao acamamento tem demonstrado influência positiva no aumento do rendimento final da cultura, no entanto, não se tem obtido progresso em relação a essa característica, havendo indícios que a altura ideal da planta de trigo já foi atingida (CUNHA, 2005). Carvalho (1982) verificou que o coeficiente de correlação de altura de planta com resistência ao acamamento foi de -0,74, evidenciando uma relação inversamente proporcional, o que permite aceitar a hipótese de que a pressão de seleção para plantas de pequeno porte determina maior expressão do caráter resistência ao acamamento.

Os valores encontrados para massa de mil grãos, peso do hectolitro e número de espiguetas por espiga podem ser visualizados na (Tabela 4). Com relação a massa de mil grãos, houve a separação de três grupos distintos quando semeados em (31/03), ficando os cultivares Frontana e Mirante no grupo superior. Num grupo intermediário encontram-se os genótipos CD 12908, CD 12909, CD 12910 e CD 12911, sendo os demais classificados no grupo com menor massa de mil grãos. Quando a semeadura foi realizada em (03/05), foi possível separar os genótipos em quatro grupos distintos, merecendo destaque os genótipos CD 12901 e CD 12902, e o cultivar Frontana como os integrantes do grupo superior e inferior, respectivamente.

A massa de mil grãos é utilizada para classificar o trigo pelo tamanho, onde grãos de tamanho excessivo não são desejados pela indústria, pois podem provocar perdas devido às dificuldades de regulação dos equipamentos de limpeza e moagem, enquanto grãos pequenos podem passar pelas peneiras de limpeza e causar perdas na produção de farinha pela diminuição da quantidade de trigo moído (GUARIENTI, 1996). A diferença de tamanho dos grãos também influencia na quantidade de água absorvida, onde grãos pequenos absorvem maior quantidade de água em relação aos grãos grandes durante a etapa de condicionamento (POSNER, 1990).

Houve tendência dos maiores valores serem observados quando a semeadura foi realizada em (03/05), no entanto, alguns genótipos podem ser considerados como exceção. Provavelmente, a maior temperatura também observada nessa época (Figura 1) tenha influenciado aumentando o ciclo dos cultivares, interferindo positivamente na massa de mil grãos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Guarienti et al. (2004), onde relataram que a maior temperatura parece ter promovido maior persistência das partes verdes da planta, favorecendo a fotossíntese e aumentando o enchimento de grãos, o que traz como consequência a melhoria do peso de mil grãos e do rendimento de grãos.

A variabilidade genética para esta característica e sua associação positiva com o peso do grão, tem sido observada entre cultivares de trigo de primavera (DARROCH e BAKER, 1995). Sofield et al. (1977) verificaram também, correlação entre duração do enchimento e peso do grão. Portanto, aumentos no peso dos grãos poderiam resultar de maiores períodos de enchimento. Já Gabeyehou et al. (1982) observaram baixa associação entre taxa e duração de enchimento do grão, e sugeriram que seria possível a seleção para aumento na taxa de enchimento e peso do grão sem aumento na duração do período de enchimento.

Tabela 4: Massa de mil grãos (MMG), peso do hectolitro (PH), e número de espiguetas por espiga (NEE) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. Palotina – PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA

Genótipos	MMG (g)		PH (Kg hl ⁻¹)		NEE	
	31/03	03/05	31/03	03/05	31/03	03/05
CD 12901	28,16 bB	30,69 aA	79,6 aA	80,3 aA	12,6 aB	15,3 aA
CD 12902	26,85 cB	30,74 aA	76,5 aB	81,1aA	13,2 aB	15,8 aA
CD 12903	26,55 cB	28,76 bA	77,4 aB	80,3 aA	13,3 aB	15,4 aA
CD 12904	26,05 cB	28,07 cA	78,1 aB	81,1 aA	13,1 aB	15,3 aA
CD 12905	26,53 cA	26,78 cA	78,1 aB	80,3 aA	13,0 aB	16,0 aA
CD 12906	27,34 cA	26,89 cA	78,1 aA	79,6 aA	12,8 aB	15,1 aA
CD 12907	27,10 cA	26,50 cA	78,8 aA	80,3 aA	12,9 aB	16,1 aA
CD 12908	28,91 bA	27,11 cB	78,1 aB	80,3 aA	12,6 aB	16,4 aA
CD 12909	29,06 bA	27,91 cA	77,4 aB	81,1 aA	13,2 aB	15,8 aA
CD 12910	27,66 bA	27,85 cA	73,6 bB	81,1 aA	13,7 aA	14,4 bA
CD 12911	28,04 bA	28,60 bA	78,1 aB	80,3 aA	12,5 aB	14,7 bA
CD 12912	26,56 cA	27,02 cA	78,8 aA	80,3 aA	12,8 aB	16,0 aA
CD 150	26,47 cA	27,26cA	76,5 aB	80,3aA	12,6 aB	15,7 aA
Mirante	32,37 aA	29,17 bB	74,4 aB	78,1 aA	9,7 bB	13,1 cA
Frontana	32,78 aA	25,00dB	79,6 aA	74,4 bB	14,8 aA	15,1 aA

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.

O peso do grão nos cereais, em geral, é um fator que tem grande influência sobre o vigor dos grãos. Conseqüentemente, contribui para o desenvolvimento de plântulas mais vigorosas e um estabelecimento rápido no campo, facilitando, dessa forma, práticas culturais como controle de ervas daninhas (NEDEL et al., 1996). Portanto, o desenvolvimento de genótipos que apresentam uma maior taxa de enchimento de grãos, poderia potencialmente contribuir para que os mesmos apresentassem um vigor de desenvolvimento inicial maior. Característica esta muito importante, principalmente, para um sistema de cultivo onde se utiliza a semeadura direta (NEDEL et al., 1999).

Para o peso do hectolitro, foi possível separar os genótipos em dois grupos nas duas épocas de semeadura (Tabela 4). Quando a semeadura foi realizada em (31/03), somente o genótipo CD 12910 foi classificado no grupo inferior, sendo que o mesmo comportamento foi

observado para o cultivar Frontana quando semeado em (03/05). De uma forma geral, observa-se tendência dos maiores valores de PH ocorrerem na segunda época de semeadura, no entanto, exceção pode ser observado para a cultivar Frotana, que apresentou comportamento inverso.

Maiores valores observados para massa de mil sementes na maioria dos genótipos, não corresponderam num maior valor de peso do hectolitro. Isso se deve a várias características do grão influenciarem nesse caráter, pois de acordo com Miranda et al. (2008), o peso do hectolitro é definido como sendo a massa de 100 litros de trigo, expressa em quilogramas, e que é utilizado como medida tradicional de comercialização em vários países, expressando indiretamente atributos de qualidade de grãos, em especial dos relacionados com a moagem. É influenciado por uniformidade, forma, densidade e tamanho do grão e pelo teor de matérias estranhas e grãos quebrados da amostra, servindo como indicativo da sanidade do grão.

O conceito de qualidade, em relação aos grãos de trigo, está intimamente relacionado com o destino industrial da farinha a ser produzida, no entanto, a qualidade de determinado tipo de trigo não pode ser avaliada com base em um único parâmetro ou propriedade, pois não depende somente das características físico-químicas do grão, mas também do sistema de moagem utilizado para a produção da farinha, das características físicas da massa e do processamento empregado para a obtenção do produto final (MANDARINO, 1993).

De acordo com Pena et al., (1997) a indústria moageira requer cultivares de trigo com distintos tipos de qualidade que respondam as suas demanda nos diferentes produtos a serem elaborados pelos diversos tipos de farinha. Pelos resultados obtidos, verifica-se variação entre genótipos e principalmente entre as épocas de semeadura para o PH (peso do hectolitro). Este parâmetro é dependente da base genética da cultivar e das condições de ambiente para expressar um produto de qualidade. Em ambiente favorável para o enchimento de grãos, como ocorre no oeste do Paraná, poderá garantir a obtenção de grãos de trigo com boa formação, contribuindo para expressar alto PH, conforme comprovam os resultados.

A taxa de enchimento do grão é dependente do número de células formadas no grão em desenvolvimento durante as primeiras duas semanas após a antese (BROCKLEHURST, 1977). Essa taxa é aumentada moderadamente com a elevação da temperatura, enquanto a duração do enchimento é significativamente reduzida (WYCH et al., 1982; VAN SANFORD, 1985). O aumento na taxa, no entanto, não é suficiente para compensar a perda no peso do grão em consequência da redução no número de dias de enchimento (CALEY et al., 1990). A baixa insolação, durante o período de enchimento do grão, causa um decréscimo na taxa de enchimento do grão, em consequência da redução na fotossíntese atual. Em tais situações,

essa passa a depender mais da capacidade da cultivar de remobilizar carboidratos de outras partes da planta, especialmente do colmo (PALTA et al., 1994).

Reichardt (1985) explica que sob condições de elevada umidade relativa e na ausência de vento, o processo de difusão é lento e a perda de água é pequena. Quando os estômatos estão fechados, a transpiração diminui sensivelmente, podendo até tornar-se desprezível. Em condições isotérmicas, de uma atmosfera saturada de água, quando houver precipitação pluvial e a umidade relativa for elevada, e de uma planta túrgida, não há fluxo de água na planta. Não ocorrendo fluxo de água na planta e, conseqüentemente, de nutrientes, há redução de produtos fotossintéticos, como carboidratos, lipídios, aminoácidos etc., responsáveis pelo enchimento de grãos. Precipitação pluvial antes da maturação fisiológica do trigo promove decréscimo no enchimento do grão, diminuindo o peso de mil grãos e aumentando a atividade enzimática. A redução do peso do hectolitro é resultante da alta taxa de respiração, associada aos grãos germinados, que consomem carboidratos acumulados nos grãos (HIRANO, 1976; BHATT et al., 1981). A alta umidade relativa do ar e o maior índice de precipitação pluvial pode explicar os resultados encontrados para a semeadura realizada em (31/03), indicando que, de acordo com esse mecanismo, os grãos tornaram-se menores, de reduzido peso de mil grãos e peso do hectolitro e, conseqüentemente, afetaram o rendimento de grãos (Figuras 2 e 3).

Para o caráter número espiguetas por espiga, observa-se a formação de dois e três grupos na semeadura realizada em 31/03 e 03/05 respectivamente. Destaca-se o comportamento do cultivar Mirante, classificado no grupo inferior em ambas as épocas. Os demais genótipos apresentaram pouca variabilidade para tal caráter quando semeados em (31/03). Os genótipos CD 12910 e CD 12911 foram ordenados como intermediários. Devido ao maior número de espiguetas por espiga observados para alguns genótipos esperava-se que a produtividade de grãos também apresentasse valores maiores, porém este fato não foi observado.

No estudo comparativo entre as épocas de semeadura, a linhagem CD 12910 e o cultivar Frontana não apresentaram diferença significativa pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Para os demais genótipos, quando a semeadura foi realizada em (03/05) observou-se valores significativamente maiores para o número de espiguetas por espiga. Uma característica da cultura do trigo é a capacidade de aumentar ou diminuir o número de espiguetas por inflorescência, de acordo com a densidade de semeadura (MUNDSTOCK, 1999). Segundo Aude et al. (1994), no trigo, o número de flores por espiguetas e o de espiguetas por espiga dependem de fatores nutricionais e ambientais, além de fatores inerentes

à própria cultivar. A capacidade de armazenamento da cultura do trigo é dependente das condições ambientais até próximo a maturidade. O estado nutricional do solo, a temperatura e o fotoperíodo durante o desenvolvimento da inflorescência, influenciam o número de espiguetas, enquanto a fixação dos grãos é particularmente influenciada pela intensidade luminosa e pelo suprimento de água, logo antes e durante a antese. Durante as semanas subsequentes, esses fatores também exercem efeitos sobre o tamanho do grão (CASTRO e KLUNGE 1999). Sendo assim, maiores temperaturas registradas durante o período reprodutivo da segunda época de semeadura, podem ter contribuído para o maior número de espiguetas por espiga.

Os valores encontrados para o número de grãos por espiga, espigas por metro quadrado e rendimento de grãos podem ser visualizados na (Tabela 5). Ao analisar o caráter número grãos por espiga, verifica-se na semeadura realizada em (31/03), a formação de dois grupos, sendo o cultivar Frontana classificado no grupo superior e os demais genótipos no grupo inferior. Entretanto, três grupos distintos foram formados para essa característica, quando a semeadura foi realizada em (03/05). O destaque negativo foi para o comportamento da cultivar Frontana, que foi classificado no grupo inferior juntamente com o cultivar Mirante. Os genótipos CD 12901, CD 12902, CD 12903, CD 12904, CD 12905, CD 12907, CD 12908, CD 12909, CD 12911, CD 12912 e cultivar CD 150 apresentaram os maiores valores para número de grãos por espiga, sendo que os genótipos CD 12906 e CD 12910 ficando no grupo intermediário para essa variável. O menor número de grãos por espiga, observado para a cultivar Frontana, quando a semeadura foi realizada em (03/05), provavelmente, tenha sido a causa da menor produtividade de grãos para esse genótipo, no entanto, quando a semeadura foi realizada em (31/03) o maior número de grãos por espiga não refletiu em maior produtividade de grãos.

Quando a semeadura foi realizada em (03/05) observou-se melhor desempenho da maioria dos genótipos para tal característica. Viganó (2008), estudando o desempenho agrônômico de genótipos de trigo em cinco datas de semeadura realizadas entre 22/03 e 18/05 nas safras de 2006 e 2007, não encontrou diferença significativa para a maioria das cultivares e épocas de semeadura avaliadas. De acordo com Prela (2004), o período de formação dos órgãos reprodutivos e a floração são dependentes de condições hídricas ideais, visto que a deficiência hídrica nestes estágios reduz o número de grãos por espiga e, por conseguinte, o rendimento da cultura. Como em 2012 ocorreu boa distribuição de chuvas, durante todo o período do desenvolvimento do trigo, o ambiente menos favorável foi na semeadura realizada

em 31/03. Nesta fase o fator temperatura pode ter interferido no comportamento do rendimento, reduzindo sua expressão em relação a sementeira realizada em 03/05.

Tabela 5: Número de grãos por espiga (NGE), número de espigas por metro quadrado (EMQ) e produtividade (PRO) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de sementeira. Palotina – PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA.

Genótipos	NGE		EMQ		PRO (Kg ha ⁻¹)	
	31/03	03/05	31/03	03/05	31/03	03/05
CD 12901	18,3 bB	36,8 aA	552,6 aA	417,6 aB	2873,13 aA	3426,90 aA
CD 12902	20,9 bB	39,0 aA	515,6 aA	433,3 aA	2782,55 aB	3367,40 aA
CD 12903	20,5 bB	35,9 aA	468,3 aA	448,6 aA	2925,72 aA	3411,09 aA
CD 12904	21,1 bB	35,1 aA	572,6 aA	443,0 aA	2916,14 aA	3426,51 aA
CD 12905	16,9 bB	36,8 aA	394,3 aA	402,3 aA	2596,22 aB	3260,67 aA
CD 12906	21,3 bB	33,2 bA	452,6 aA	466,6 aA	3006,93 aA	3115,47 aA
CD 12907	19,8 bB	38,5 aA	488,3 aA	423,6 aA	3372,09 aA	3406,56 aA
CD 12908	19,7 bB	40,0 aA	527,6 aA	372,6 aB	3117,75 aA	3147,79 aA
CD 12909	18,2 bB	36,5 aA	510,0 aA	378,6 aB	2583,74 aB	3545,47 aA
CD 12910	20,6 bB	34,0 bA	568,6 aA	412,0 aB	2582,34 aB	3550,87 aA
CD 12911	22,0 bB	36,2 aA	512,0 aA	396,0 aA	2617,04 aB	3409,87 aA
CD 12912	18,1 bB	38,0 aA	558,6 aA	466,6 aA	2659,32 aA	3022,08 aA
CD 150	20,2 bB	35,5 aA	523,3 aA	429,3 aA	2924,27 aA	3028,36 aA
Mirante	19,1 bB	30,0 cA	555,0 aA	494,0 aA	3155,91 aA	2906,10 aA
Frontana	27,2 aA	29,0 cA	376,3 aA	447,3 aA	2310,78 aA	1634,56 bB

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 de F ao nível de 5% de probabilidade.

O rendimento de grãos tem sido descrito como produto de vários componentes de rendimento, dentre estes, existem três principais que são o número de espigas por unidade de área, número de grãos por espiga e massa média do grão, que até certo limite, variam independentemente um do outro (FRANCO e CARVALHO, 1989; NEDEL, 1994). As cultivares CD 12901, CD 12903, CD 12904, CD 12907, CD 12908, CD 12912 e CD 150 apresentaram maior massa de grãos, sendo o peso de grãos, para estes cultivares, o fator mais importante no acréscimo de rendimento de grãos. Por outro lado, as cultivares CD 12902, CD 12905, CD 12909, CD 12910 e CD 12911 obtiveram aumento do número de grãos por espiga

em 03/05 e maior rendimento, provavelmente, o NGE determinou o acréscimo na média de rendimento de grãos. Estes também tiveram maior PH, que não contribuiu para maior massa de grãos, com exceção de CD 12902, que pode ter revelado maior rendimento pelo incremento dos dois componentes ao mesmo tempo.

O número de grãos por espiga aparece como componente que expressou contribuição significativa para acréscimo de rendimento de grãos, em função de condições mais favoráveis na semeadura realizada em 03/05. Os componentes números de espigas por m² e peso de grãos não foram importantes para a definição do rendimento para estas cultivares.

De acordo com Lamothe (1998), embora se possa incrementar cada um dos componentes, individualmente, fenômenos compensatórios fazem com que, frequentemente, os componentes se relacionem, tendendo a propiciar o incremento de uns e o decréscimo de outros; assim, a mesma produtividade pode ser obtida por diferentes caminhos, sendo difícil estabelecer-se uma combinação ótima dos componentes. Além disso, o rendimento de grãos de várias culturas tem sido descrito como produto de vários componentes de rendimento, dentre estes existem três principais: número de espigas por unidade de área, número de grãos por espiga e massa média do grão, que até certo limite, variam independentemente um do outro (FRANCO e CARVALHO, 1989; NEDEL, 1994).

Não foi possível separar os genótipos em relação a variável número de espigas por m², demonstrando haver pouca variabilidade para esse caráter nos genótipos estudados (Tabela 5). Já o fator época de semeadura apresentou diferença significativa ao nível de 5% pelo teste F. Para os genótipos CD 12901, CD 12908, CD 12909 e CD 12910 a semeadura realizada em (31/03) influenciou significativamente num maior número de espigas por m² em relação a semeadura realizada em (03/05). O trigo apresenta a propriedade de preencher os espaços vazios na lavoura, pela capacidade de emissão de afilhos com espigas férteis, compensando possíveis falhas na semeadura. Este caráter está diretamente relacionado ao número de espigas por unidade de área e indiretamente aos componentes do rendimento: número de grãos por espiga e massa de grãos (DAVIDSON e CHEVALIER, 1990). Para Merotto Junior (1995), Almeida (1998) e Mundstock (1999), um dos principais motivos da baixa produtividade média das lavouras de trigo no Brasil é a pequena participação dos afilhos na formação do rendimento final. A emissão, o desenvolvimento e a sobrevivência dos afilhos são importantes, pois estas estruturas fazem parte dos componentes de rendimento e são também supridoras de assimilados ao colmo principal (MEROTTO JUNIOR, 1995).

Os resultados obtidos para produtividade de grãos demonstram haver semelhança entre os genótipos quando semeados em (31/03), não sendo possível a separação destes. Por outro

lado, quando a semeadura foi realizada em (03/05), houve a formação de dois grupos para essa variável, sendo que o cultivar Frontana apresentou o menor valor (1634,56 Kg ha⁻¹). Esse comportamento pode estar relacionado aos baixos valores encontrados para massa de mil grãos e número de grãos por espiga encontrados para esse cultivar. Comparando as épocas de semeadura, os genótipos CD 12902, CD 12905, CD 12909, CD 12910 e CD 12911 apresentaram valores significativamente maiores quando semeado em (03/05), fato esse não observado para o cultivar Frontana, em que seu pior desempenho ocorreu quando semeado nessa data. Provavelmente o maior número de espiguetas por espiga e conseqüentemente o maior número de grãos por espiga observados quando semeado em (03/05), tenham sido os componentes que contribuíram para a maior produtividade nesta data.

Segundo Falconer e Mackay (1996), o caráter produtividade de grãos é governado por vários genes de pequeno efeito sobre o fenótipo, classificando esse caráter como quantitativo, ou seja, existe forte influência do ambiente na expressão desse caráter. Diversos trabalhos destacam a importância das épocas de semeadura em trigo. Felício et al. (1999), no sul do Estado de São Paulo, constataram que a melhor época de semeadura para os genótipos de trigo e triticale avaliados foi a correspondente ao terceiro decêndio de março, ou seja, a semeadura antecipada proporcionou melhores resultados para o rendimento de grãos, peso hectolítrico e peso de mil grãos, fato não observado no presente trabalho. No Paraná, Dotto et al. (1996), evidenciaram que as cultivares de trigo apresentam resposta diferenciada para rendimento de grãos, em função da época de semeadura.

De acordo com Wendt et al. (1991), o efeito da época de semeadura na produtividade de trigo decorre de maior ou menor interação da planta com o ambiente. Conseqüentemente, a diversificação de épocas de semeadura pode minimizar efeitos negativos do clima sobre o rendimento de grãos. Esses autores verificaram, em nove épocas de semeadura no sul do RS, que um dos melhores rendimentos, independentemente do genótipo, foi obtido quando a semeadura foi realizada em 09/05, com 5.496 kg ha⁻¹.

A ocorrência de altas temperaturas em semeaduras tardias, em Palotina-PR, é extremamente prejudicial à produtividade de grãos da cultura do trigo, por aumentar o abortamento floral e reduzir o período de enchimento de grãos, o que provoca perdas na produtividade final (GARCÍA DEL MORAL et al., 2003). Além disso, semeaduras tardias, em Palotina-PR, estão sujeitas à deficiência hídrica no espigamento (GONÇALVES et al., 1998). No entanto, os resultados obtidos no presente estudo discordam com os apresentados por estes autores, onde a semeadura realizada em 03/05 (tardia) apresentou produtividade média de 3159,51 Kg ha⁻¹, 11,7% superior a produtividade média obtida na semeadura

realizada em 31/03 (antecipada). Além disso, a produtividade média obtida nas duas épocas de semeadura estudadas (2993,88 Kg ha⁻¹), foi superior a produtividade média alcançada no estado do Paraná nesta mesma safra (2652,00 Kg ha⁻¹).

Para o índice de germinação na espiga, foi possível separar os genótipos pelo grau de tolerância, em ambas as metodologias utilizadas (Tabela 6). 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 à 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.

Tabela 6. Notas visuais de germinação na espiga (NVG) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. Palotina – PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA

Genótipos	Imersão em água		Simulador de chuva	
	31/03	03/05	31/03	03/05
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.

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 suscetíveis. 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 coleótilos. 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.

As variáveis número de dias para o espigamento, altura de plantas, massa de mil grãos e número de grãos por espiga foram as características que apresentaram maior variabilidade entre os genótipos estudados. 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.

5 CONCLUSÕES

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 31/03.

Maior rendimento de grãos foi obtido para os genótipos CD 12902, CD 12905, CD 12909, CD 12910 e CD 12911 na semeadura realizada em 03/05. Já para o cultivar Frontana, cultivar de maior número de dias para o espigamento, o maior rendimento foi obtido na semeadura realizada em 31/03.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant **Crop Science** breeding.: p.503–508. 1964.

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.D.; CRUSCIOL, C.A.C. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.2, p.871-879, 2001.

AUDE, M.I. da S.; MARCHEZAN, E.; MAIRESSE, L.A. da S.; BISOGNIN, D.A.; CIMA, R.J.; ZANINI, W. Taxa de acúmulo de matéria seca e duração do período de enchimento de grão do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.10, p.1.533-1.539, 1994.

BARROS, H.B.; PELUZIO, J.M.; SANTOS, M.M. dos; BRITO, E.L.; ALMEIDA, R.D. Efeito das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do estado do Tocantins. **Revista Ceres**, 50(291): p.565-572, 2003.

BASSOI, M.C. **Quantitative trait analysis of grain dormancy in wheat (*Triticum aestivum* L. Thell)**. 2002. 240 f. Thesis (Ph.D. in Biotechnology Plant Breeding) – John Inns Centre e University of East Anglia, Norwich, UK, 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. Analysis of preharvest sprouting in three Brazilian wheat populations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.583-590, 2006.

BHATT, G.M.; PAULSEN, G.M.; KULP, K.; HEYNE, E. Preharvest sprouting in hard winter wheats: assessment of methods to detect genotypic and nitrogen effects and interactions. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.58, n.4, p.300-302, 1981.

BELDEROK, B. Changes in the seed coat of wheat kernels during dormancy and after-ripening. **Cereal Research Communications**, v.4, p.165-171, 1976.

BEVILAQUA, G.P.; LINHARES, A.G.; SOUZA, C.N.A. Caracterização de genótipos de trigo do bloco de cruzamento da Embrapa Trigo, RS Brasil. **Ciência Rural**, 33:789-797. 2003.

BORÉM, A. (ed.) Melhoramento do trigo. **Melhoramento de plantas**. 2º ed. UFV. Viçosa, p. 537-571, 1998.

BOZZINI, A. Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. In: FABRIANE, G.; LINTAS, C. **Durum wheat: chemistry and technology**. St. Paul, Minnesota: Am Assoc Cereal Chem, Cap.1, p.332, 1988.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 398 p, 2009.

BROCKLEHURST, P.A. Factors controlling grain weight in wheat. **Nature**, v.266, p.348-349, 1977.

BRUM, P.A.R. O trigo na alimentação de aves. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, p.14-16, 2000.

BRUNETTA, D.; DOTTO, S.R.; TAVARES, L.C.V. **Pluviosidade e rendimento de trigo no norte do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 20p, 2001.

CAMARGO, C.E.O.; FELÍCIO, J.C.; FILHO, A.W.P.F.; BARROS, B.C.; PEREIRA, J.C.V. N.N.; JUNIOR, A.P. Comportamento agrônômico de linhagens de trigo no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, 60(1), 35-44, 2001.

CALEY, C.Y.; DUFFUS, C.M.; JEFFCOAT, B. Effects of elevated Temperature and Reduced Water Uptake on Enzymes of Starch Synthesis in Developing Wheat Grains. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.17, p.431-439, 1990.

CARVALHO N.M, YANAI L. Maturação de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) **Científica** 4:33-38. 1976.

CARVALHO, F.I.F. de. Genética quantitativa. In: OSÓRIO, E.A. **Trigo no Brasil**. São Paulo Fundação Cargil, v.1, cap.3, p.63-94, 1982.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 588 p, 2000.

CARVALHO, C.G.P. de; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A. de; KIIHL, R.A. de S.; OLIVEIRA, M.F. de. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.989-1000, 2002.

CASTRO, P.R.C.: KLUGE, R.A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 126 p, 1999.

CHING, T.M.; FOOTE, W.H. Post-harvest dormancy in wheat varieties. **Agronomy Journal**, 53:183-6, 1961.

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**, 64:457-63, 1984.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2012/13 – Segundo Levantamento – Novembro/2012.

COVENTRY, D.R.; GUPTA, R.K.; YADAV, A.; POSWAL, R.S.; CHHOKAR, R.S.; SHARMA, R.K.; YADAV, V.K.; GILL, S.C.; KUMAR, A.; MEHTA, A.; KLEEMANN, S.G.L.; BONAMANO, A.; CUMMINS, J.A. Wheat quality and productivity as affected by varieties and sowing time in Haryana, India. **Field Crops Research**, v.123, p.214-225, 2011.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 390p, 1997.

CRUZ, P.J.; CAETANO, F.I.F; SILVA, V.R.; KUREK, S.A.; MARCHIORO, V.S.; LORENCETTI, C. Efeito do acamamento induzido em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6, n.2, p.112-114, 2000.

CUNHA, G.R. El Nino oscilação do Sul e perspectivas climáticas aplicadas no manejo de culturas no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.2, p.277-284, 1999.

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.

CUNHA, G.R. **Buscando a elevação do rendimento de grãos em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 7 p, 2005. HTML.(Embrapa Trigo. Documentos Online, 50). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do50.htm.

CUNHA G.R.; SCHEEREN P.L.; PIRES J.L.F.; MALUF J.R.T.; PASINATO A.; CAIERÃO E.; SILVA M.S.; DOTTO S.R.; CAMPOS L.A.C.; FELÍCIO J.C.; CASTRO R.L.; MARCHIORO V.; RIEDE C.R.; ROSA FILHO O.; TONON V.D.; SVOBODA L.H. **Regiões de adaptação para trigo no Brasil**. Passo Fundo: Trigo Embrapa, (Circular Técnica Online, 20), 2006. 35p.

DARROCH, B.A.; BAKER, R.J. Grain filling in three spring wheat genotypes: Statistical analysis. **Crop Science**, v.30, n.3, p.525-529, 1990.

DARROCH, B.A.; BAKER, R.J. Two measures of grain filling in spring wheat. **Crop Science**, v.35, n.1, p.164-168, 1995.

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** 26:299-308, 1977.

DERERA, N.F. **Pre-harvest Field Sprouting in Cereals**. Boca Raton: CRC Press. Inc., 176p, 1989.

DOTTO, S.R.; BRUNETTA, D.; FRANCO, F. de A.; RIEDE, C.; BASSOI, M.C. **Avaliação de genótipos de trigo em diferentes regiões tritícolas do Paraná, em solos sem alumínio, na safra de 1996**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, Documentos, 109. 40p, 1997.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, (Produção de informação), 412p. 1999.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, Dezembro, 2002.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Regiões de adaptação para trigo no Brasil**. Circular técnica, Passo Fundo Rs, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Trigo**. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/trigo/index.htm>. Acessado em 06/06/2011.

FALCONER, D.S.; MacKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4th ed. London: Longman, 463p, 1996.

FELICIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O.; GERMANI, R.; MAGNO, C.P.R.S. Interação entre genótipos e ambiente na produtividade e na qualidade tecnológica dos grãos de trigo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.57 n.1,p.149- 161, 1998.

FELÍCIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O.; CASTRO, J.L.M.; CAMARGO, B.P. Épocas de semeadura de triticale em Capão Bonito, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2193-2202, Dez. 1999.

FELICIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O.; GERMANI, R.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; BORTOLETTO, N.; PETTINELLI JUNIOR, A. Influencia do ambiente no rendimento e na qualidade de grãos de genótipos de trigo com irrigação por aspersão no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.111- 120, 2001.

FERNANDES, M.I.B.M. **Genética e novas biotecnologias no melhoramento de trigo**. Embrapa, Passo Fundo RS, Documentos Online n° 4, dez/2000.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análise de variância (Sisvar)**. versão 4.6. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999.

FISCHER, R.A. Number of kernels in wheat crops and influence of solar radiation and temperature. **Journal of Agricultural Science**, v. 105, p. 447- 461, 1985.

FISCHER, R.A.; STOCKMAN, Y.M. Increased kernel number in Norin 10-derived dwarf wheat: evaluation of a cause. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 13, p. 767-784, 1986.

FONSECA, S.; PATTERSON, F.L. Yield components, heritabilities and interrelationships in winter wheat. (*Triticum aestivum* L.). **Crop Science**, 614-617, 1968.

FOX, G.P.; BOWMAN, J.; KELLY, A.; INKERMAN, A.; POULSEN, D.; HENRY, R. Assessing for genetic and environmental effects on ruminant feed quality in barley (*Hordeum vulgare*). **Euphytica**, v.163, p.249-257, 2008.

FRANCO, F.A; CARVALHO, F.I.F. Estimativa do progresso genético no rendimento de grãos de trigo e sua associação com diferentes caracteres sob o efeito de variação no ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 22:311-321, 1989.

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.)**. 107 p. Tese (Doutorado em Agronomia). UEM, Maringá, 2008.

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**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2396-2401, Dez., 2009.

GARCÍA DEL MORAL, L.F.; RHARRABTI, Y.; VILLEGAS, D.; ROYO, C. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach. **Agronomy Journal**, v.95, p.266-274, 2003.

GARDIN, D.C. **Guia de produtos 2008**. Cascavel: Coodetec, 147p. 2008.

GEBEYEHOU, G.; KNOTT, D.R.; BAKER, R.J. Rate and duration of grain filling in durum wheat cultivars. **Crop Science**, v.22, n.2, p.337-340, 1982.

GONDIM, T.C.O.; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, C.S.; MIRANDA, G.V. Análise de trilha para componentes do rendimento e caracteres agrônômicos de trigo sob desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.4, p.487-493, abr. 2008.

GONÇALVES, S.L.; CARAMORI, P.H.; WREGGE, M.S.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S. Regionalização para épocas de semeadura de trigo no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.239-248, 1998.

GUARIENTI, E.M. **Qualidade industrial do trigo**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, (Embrapa-CNPT. Documentos, 8), 27p, 1993.

GUARIENTI, E. **Qualidade industrial de trigo**. 2.ed. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 36p, 1996.

GUARIENTI, E.M.; CIACCO, C.F.; CUNHA, G.R. Influência das temperaturas mínima e máxima em características de qualidade industrial e em rendimento de grãos de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 24:505-515, 2004.

HAGEMANN, M.G.; CIHA, A.J. Evaluation of methods used in testing winter wheat susceptibility to preharvest sprouting. **Crop Science**, v.24, p.249-254, 1984.

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.

HEINEMANN, A.B.; STONE, L.F.; DIDONET, A.D.; TRINDADE, M.G.; SOARES, B.B.; MOREIRA, J.A.A.; CANOVAS, A.D. 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, 2005.

HILHORST, H.W.M. A critical update on seed dormancy. I. Primary dormancy. **Seed Science Research**, v.5, p.1-73, 1995.

HIRANO, J. Effects of rain in ripening period on the grain quality of wheat. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.10, n.4, p.168-173, Oct., 1976.

IAPAR. Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. **Informações técnicas para a cultura do trigo no Paraná, 2002**. Londrina, 2002. 180p. (IAPAR. Circular, 122).

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Excesso de chuvas causa perdas na safra de trigo**. Boletim técnico, 2009. Disponível em http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/notatecnicatrigo09.pdf. Acessado em 06/06/2011.

IGNACZAK, J.C.; MORI, C.D.; GARAGORRY, F.L.; FILHO, H.C. **Dinâmica da produção de trigo no Brasil no período de 1975 a 2003**. Passo fundo: EMBRAPA, Boletim de pesquisa e desenvolvimento 36, Dez de 2006.

JOHNSON, U.A.; BIEVER, K.J.; HAUNOLD, A.; SCHMIDT, J.N. Inheritance of plant height and seed characteristics in a cross of hard red winter wheat (*Triticum aestivum* L.) **Crop Science**, 6:336-338, 1966.

KETATA, H.; EDWARDS, L. H.; SMITH, E. L. Inheritance of eight agronomic characters in a winter wheat cross. **Crop Science**, 19-22, 1976.

KETTLEWELL, P.S.; COOPER, J.M. Field studies on α -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. p.36-42, 1982.

KING, R.W. Manipulation of grain dormancy in wheat. **Journal of Experimental Botany**, v.44, p.1059-1066, 1993.

LAMOTHE, A.G. Fertilización con N y potencial de rendimiento en trigo. In: KOHLI, M. M.; MARTINO, D. L. (Eds.). **Explorando altos rendimientos de trigo**. Montevideo: CIMMYT/INIA, p.207-246, 1998.

LHAMBY, J.C.B.; BACALTCHUK, B. (organizadores) **Informações técnicas para a safra de 2007 trigo e triticale** – Passo Fundo: Embrapa Trigo, 114 p. 2007.

LINHARES, A.G. Germinação da semente na espiga em trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 01, nº 3, p.25-28, 1979.

LINHARES, A.G., NEDEL, J.L. Clima e germinação do grão do trigo na espiga. In: MOTA, F.S. (Ed.). **Agrometeorologia do trigo no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.95-97, 1989.

LOMAS, S.J. Meteorological requirements of the wheat crop. In: WMO SYMPOSIUM AGROMETEOROLOGY OF THE WHEAT CROP, 1976, Braunschweig, Federal Republic of Germany. **Symposium**, Braunschweig, 1976.

LUZ, W.C. da. Efeito da precipitação pluviométrica no rendimento de duas cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.3, p.351-354, mar.,1982.

MANDARINO, J.M.G. **Aspectos importantes para a qualidade do trigo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 31p, 1993.

MANSOUR, K. Sprout damage in wheat and its effect on wheat flour products. In: International Symposium on pre-harvest sprouting in cereals, 6, 1993, Detmold, Germany. **Proceedings**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, p.8-9, 1993.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 1 ed. 495p, 2005.

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

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

MACRITCHIE, F., GUPTA, R.B. Functionality-composition relationships of wheat flour as a result of variation in sulfur availability. **Australian Journal of Agricultural Research** 44, 1767-1774. 1993.

MEROTTO JUNIOR, A. **Processo de afilamento e crescimento de raízes de trigo afetados pela resistência do solo**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 114p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia).

MITTELMANN, A.; CARVALHO, F.I.F.; BARBOSA-NETO, J.F.; AMARAL, A.L.; PANDINI, F. Herdabilidade para os caracteres ciclo vegetativo e estatura de planta em aveia. **Ciência Rural**, 31:999-1002, 2001.

MIRALLES, D.J.; RICHARDS, R.A. Responses of leaf and tiller emergence and primordium initiation in wheat and barley to interchanged photoperiod. **Annals of Botany**, 85, p.655-663, 2000.

MIRANDA, M.Z.; MORI, C. de; LORINI, I., **Qualidade Comercial do Trigo Brasileiro: Safra, 2005**. Embrapa, Passo Fundo, (Documento 80), RS, 2008.

MIYAMOTO, T.; TOLBERT, N.E.; EVERSON, E.H. Germination inhibitors related to dormancy in wheat seeds. **Plant Physiology**, v.36:p.739-46, 1961.

MOTA, F.S. Clima, tecnologia e produtividade do trigo no Brasil. In: MOTA, F.S. **Agrometeorologia do trigo no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.1-35, 1989.

MUNDSTOCK, C.M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Ed. do Autor, 228p, 1999.

NEDEL, J.L. Progresso genético no rendimento de grãos de cultivares de trigo lançadas para cultivo entre 1940 e 1992. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1565-1570, 1994.

NEDEL, J.L.; ULLRICH, S.E.; PAN, W.L. Effect of seed size and protein content and N application timing on seedling vigor and gran yield of barley. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.2, p.113-119, 1996.

NEDEL, J.L.; GONZÁLEZ, C.N.E.M.; PESKE, S.T. Variação e associação de características ligadas à formação do grão de genótipos de trigo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1255-1260, 1999.

NODA, K.; KAWABATA, C.; KAWAKAMI, N. Response of wheat grain to ABA and imbibitions at low temperature. **Plant Breeding**, Berlin, 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, 2003, 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. Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. **Ciência Rural**, v.34, p.1701-1708, 2004.

OLSON, G.; MATTSSON, B. Seed dormancy in wheat under different weather conditions. **Cereal Research**, 4:181-6, 1976.

OSÓRIO, E.A. **A cultura do trigo**. São Paulo: Globo, 1992. 218 p. (Coleção do Agricultor: Grãos).

PALTA, J.A.; KOBATA, T.; TURNER, N.C.; FILLERY, I.R. Remobilization of carbon and nitrogen in wheat as influenced by postanthesis water deficit. **Crop Science**, v.34, n.1, p.118-124, 1994.

PASCALE, A.J. Design of agrometeorological field experiments. In: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION SYMPOSIUM, 1973, Braunschweig. Agrometeorology of the wheat crop. **Proceedings...** Offenbach: WMO, p.74-102. 1974.

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

PEÑA, R. J.; ORTIZ-MONASTEIRO, J.I. e SAYRE, K.D. **Estrategias para mejorar (o mantener) la calidad panadeira en trigo de alto potencial de rendimiento**. In KOHLI, M. M.; D. MARINO. Explorando Altos Rendimientos de Trigo. La Estanzuela, Uruguay: CIMMYT-INIA. octubre 20 al 23, 1997.

PEPE, J.F.; HEINER, R.E. Plant height protein percentage and yield relationship in spring wheat. **Crop Science**, v.15, p.793-797, 1975.

PIRES, J.L.F.; SANTOS, H.P. dos; SCHEEREN, P.L.; MIRANDA, M.Z. de; DE MORI, C.; CASTRO, R.L. de; CAIERÃO, E.; PILAU, J. **Avaliação de cultivares de trigo em diferentes níveis de manejo na região do Planalto do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo:

Embrapa Trigo (**Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 74**), 23p. 2009.

POSNER, E.S. La influencia del tamaño del grano de trigo sobre la aptitud molinera. In: Seminário Técnico-Econômico de Molineria, 1990, Fortaleza, **Anais...** p.20-31, 1990.

PRELA, A. **Influência dos fenômenos El Niño/La Niña na produtividade de trigo no estado do Paraná**. Piracicaba: Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Tese (Doutorado em Agronomia), 52p. 2004.

REDDY, L.V.; METZGER, R.J.; CHING, T.M. Effect of temperature on seed dormancy of wheat. **Crop Science**, v.25, p.455-458, 1985.

REICHARDT, K. **A água: absorção e translocação**. In: FERRI, M.G. coord. . São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., v.1 Cap.1: p.3-24. 1985.

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.

RIBEIRO, T.L.P.; CUNHA, G.R. da; PIRES, J.L.F.; PASINATO, A. Respostas fenológicas de cultivares brasileiras de trigo à vernalização e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1383-1390, 2009.

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**, Campinas, 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.)**. 1999. 69 f. Dissertação (Mestrado) – Oregon State University, Corvallis, 1999.

ROYO, C.; ÁLVARO, F.; MARTOS, V.; RAMDANI, A.; ISIDRO, J.; VILLEGAS, D.; GARCIA del MORAL, L.F. Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Italian and Spanish varieties during the 20th century. **Euphytica**, v.155, p.259-270, 2007.

SAVIN, R.; SLAFER, G. A. Shading effects on the yield of an Argentinian wheat cultivar. **Journal of Agricultural Science**, v. 116, p. 1-7, 1991.

SEAB – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. **Análise da Conjuntura do trigo safra 2009/10**. Boletim, Abr de 2010.

SIDDIQUE, K.H.M.; KIRBY, E.I.M.; PERRY, M.W. Ear:stem ratio in old and modern wheat varieties; relationship with improvement in number of grain per ear and yield. **Field Crops Research**, v. 26, p. 59-78, 1989.

SIMEPAR. **Instituto tecnológico Simepar**. Informações Ambientais de Palotina. Paraná, Brasil, 2012.

SIQUEIRA, W.J.; ILLG, R.D.; FORNASIER, J.B.; GRANJA, N.P.; LISBÃO, R.S.; SANTOS, R.R. Correlações fenotípica, genética aditiva e ambiental em cenoura. **Bragantia**, v.52, p.17-26, 1993.

SLAFER, G. A.; ANDRADE, F. H. Physiological attributes related to the generation of grain yield in bread wheat cultivars released at different eras. **Field Crops Research**, v. 31, p. 351-367, 1993.

SLAFER, G.A.; ANDRADE, F.H.; SATORRE, E.H. Genetic-improvement effects on pré-anthesis physiological attributes related to grain yield. **Field Crops Research**, v. 23, p. 255-263, 1990.

SMANHOTTO, A.; NÓBREGA, L.H.P.; OPAZO, M.A.U.; PRIOR, M. Características físicas e fisiológicas na qualidade industrial de cultivares e linhagens de trigo e triticale. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.867-872, 2006.

SOFIELD, I.; EVANS, L.T.; COOK, M.G.; WARDLAW, I.F. Factors influencing rate and duration of grain filling in wheat. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.4, p.785-797, 1977.

SOUZA, M.A. **Adaptabilidade, estabilidade, correlações e coeficiente de trilha em genótipos de trigo (*T. aestivum* L.), em doze ambientes de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 118p, 1985.

SOUZA, M.A. **Controle genético e resposta ao estresse de calor de cultivares de trigo**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 152p, 1999.

STRECK, N.A; ROSA, H.T.; WALTER, L.C.; ALBERTO, C.M. Estimativa do filocrono em cultivares de trigo de primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, p.423-429, 2005.

SUBEDI, K.D.; MA, B.-L.; XUE, A.G. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. **Crop Science**, v.47, p.36-47, 2007.

THORNE, G. N.; WOOD, D. W. Effects of radiation and temperature on tiller survival, grain number and grain yield in winter wheat. **Annals of Botany**, v. 59, p. 413-426, 1987.

TONON, V.D. **Genética da resistência à germinação na espiga em trigo**. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

TRAVIS, A.J., MURISON, S.D., HIRST, D.J., WALKER, K. C., CHESSON, A. Comparison of the anatomy and degradability of straw from varieties of wheat and barley that differ in susceptibility to lodging. **Journal of the Agricultural Science**, v.127, p.1-10. 1996.

VAN SANFORD, D.A. Variation in kernel growth characters among soft red winter wheats. **Crop Science**, v.25, n.4, p.626-630, 1985.

VIGANÓ, J. **Desempenho agrônômico, rendimento e qualidade das sementes de genótipos de trigo em resposta à época de semeadura.** 117p. Dissertação (mestrado em Agronomia). UEM, Maringá, 2008.

WALL, P.C. **An analysis of factors limiting grain numbers and yield of spring wheat in low-latitude environment.** Ph.D. Thesis (Ph.D) - University of Reading, Reading. 135 f. 1979.

WALTER, L.C., STRECK, N.A., ROSA, H.T., ALBERTO, C.M., OLIVEIRA, F.B. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cultivares de trigo e sua associação com a emissão de folhas. **Ciência Rural**, v.39, n.8, nov, 2009.

WEIBEL, R.D.; PENDLETON, J.W. Effect of artificial lodging on winter grain yield and quality. **Agronomy Journal**, Madison, v.56, p.487-488, 1964.

WENDT, W.; DIAS, J.C.A.; CAETANO, V.R. Avaliações preliminares de trigo, em diferentes épocas de semeadura, em solos hidromórficos. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO. Dourados, **Resumos...** Dourados: Embrapa-UEPAE. p. 34. 1991.

WENDT, W.; DEL DUCA, L.J.L.; CAETANO, V.R. **Avaliação de cultivares de trigo de duplo propósito, recomendados para cultivo no estado do Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, (Comunicado Técnico, 137). 2p. 2006.

WIENGAND, C.L.; CUELLAR, J.A. Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature. **Crop Science**, v.21, n.1, p.95-101, 1981.

WIESE, M. V.; Compendium of wheat diseases. 2a ed. **The American Phytopathological Society**: APS Press, 80 p., 1987.

WYCH, R.D.; MCGRAW, R.L.; STUTHMAN, D.D. Genotype x year interaction for length and rate of grain filling in oats. **Crop Science**, v.22, n.6, p.1025-1028, 1982.

YANAGISAWA, A.; NISHIMURA, T.; AMANO, Y.; TORADA, A.; SHIBATA, S. Development of winter wheat with excellent resistance to pre-harvest sprouting and rain damage. **Euphytica**, v.143, n.3, p.313-318, 2005.

YAN, W.; HOLLAND, J.B. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. **Euphytica**, v.171, p.355-369, 2010.

YOUSSEFIAN, S.; KIRBY, E.J.M.; GALE, M.D. Pleiotropic effects of the GA-insensitive Rht dwarfing genes in wheat. 2. Effects on leaf, stem, ear and floret growth. **Field Crop Research**. v.28,191-210,1992.

7 ANEXOS

Anexo 1. Análise de variância para número de dias para o espigamento (NDE), altura de planta (AP), índice de acamamento (IA), peso do hectolitro (PH) e massa de mil grãos (MMG), espiga por metro quadrado (EMQ), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE) e produtividade de grãos (PRO) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. Palotina – PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		NDE	AP	IA	PH	MMG
Bloco	2	3,511 ^{ns}	11,319 ^{ns}	0,144 ^{ns}	0,388 ^{ns}	0,647 ^{ns}
Genótipo	14	253,853**	681,795**	1,725**	6,824**	9,574**
Época	1	31,211 ^{ns}	1000,000**	0,044*	126,025**	0,954 ^{ns}
Genótipo * Época	14	4,425 ^{ns}	10,267 ^{ns}	0,306 ^{ns}	10,607**	12,278**
Resíduo	58	3,890	12,253	0,224	1,711	0,915
Média	-	61,4	69,4	1,15	78,7	27,9
CV (%)		3,21	5,04	41,04	1,66	3,42

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		EMQ	NEE	NGE	PRO
Bloco	2	13411,244 ^{ns}	1,404 ^{ns}	17,697 ^{ns}	896324,206**
Genótipo	14	7306,492 ^{ns}	3,977**	10,587 ^{ns}	580664,928**
Época	1	130949,877**	140,625**	5331,481**	2741353,182**
Genótipo * Época	14	6930,187 ^{ns}	1,441*	34,837**	313524,905**
Resíduo	58	6,348,083	0,613	7,013	127124,234
Média	-	466,9	14,1	27,9	3002,7
CV (%)		17,06	5,54	9,46	11,87

**significativo a 1% de probabilidade, *significativo a 5% de probabilidade.

Anexo 2. Análise de variância para notas visuais de germinação na espiga (NVG) de genótipos de trigo cultivados em duas épocas de semeadura. Palotina – PR, 2012. COODETEC/UNIOESTE/PPGA

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios	
		Imersão em água	Simulador de chuva
Bloco	3	1,101 ^{ns}	1,252 ^{ns}
Genótipo	14	12,683**	11,458**
Época	1	80,033**	324,394**
Genótipo * Época	14	1,711*	5,623**
Resíduo	87	0,911	1,134
Média	-	8,57	5,05
CV (%)		11,13	21,08

**significativo a 1% de probabilidade. *significativo a 5% de probabilidade.