



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JULIA ABATI

**VIGOR DE SEMENTES ASSOCIADO A DENSIDADES DE
SEMEADURA NO CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E
DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE TRIGO**

Londrina
2015

JULIA ABATI

**VIGOR DE SEMENTES ASSOCIADO A DENSIDADES DE
SEMEADURA NO CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E
DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE TRIGO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Agronomia da
Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Coorientador: Dr. Fernando Augusto Henning

Londrina
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A119v Abati, Julia.

Vigor de sementes associado a densidades de semeadura no crescimento, desenvolvimento e desempenho produtivo de cultivares de trigo / Julia Abati. – Londrina, 2015.
131 f. : il.

Orientador: Claudemir Zucareli.

Coorientador: Fernando Augusto Henning.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2015.
Inclui bibliografia.

1. Trigo – Semente – Desenvolvimento – Teses. 2. Trigo – Semeadura – Teses. 3. Sementes – Qualidade – Teses. I. Zucareli, Claudemir. II. Henning, Fernando Augusto. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 633.11

JULIA ABATI

**VIGOR DE SEMENTES ASSOCIADO A DENSIDADES DE
SEMEADURA NO CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E
DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE TRIGO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Agronomia da
Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a. Dra. Cileide Maria Medeiros Coelho
Universidade do Estado de Santa Catarina -
UDESC

Dr. José Salvador Simoneti Foloni
EMBRAPA Soja

Prof. Dr. Cássio Egídio Cavenaghi Prete
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dr. André Mateus Prando
EMBRAPA Soja

Londrina, 27 de Fevereiro de 2015.

Dedico

Aos meus pais, Jusara e Abel.
Todas as minhas conquistas pertencem a vocês!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado.

Ao meu orientador, Dr. Claudemir Zucareli, pela orientação, apoio, disponibilidade, dedicação, contribuições, ensinamentos, paciência, exigência, exemplo profissional e credibilidade em mim depositada. Agradeço também, as oportunidades oferecidas e a amizade.

Ao meu coorientador, Dr. Fernando Augusto Henning, pelos ensinamentos, disponibilidade e compreensão. Agradeço toda ajuda, desde quando cheguei a Londrina, por ter aberto várias portas para meu futuro, pelo incentivo e exemplo que me fizeram seguir na carreira acadêmica e, sobretudo, pela amizade.

A Universidade Estadual de Londrina e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realização do Mestrado.

A Capes pela concessão da bolsa de estudos.

A Embrapa Soja pela infraestrutura oferecida.

Aos pesquisadores da Embrapa Soja, Ademir Assis Henning, Irineu Lorini, Francisco Carlos Krzyzanowski e José de Barros França Neto pelo apoio, ensinamentos e incentivo. Aos pesquisadores José Salvador Simoneti Foloni e Manoel Carlos Bassoi por viabilizarem a realização dos experimentos a campo, ensinamentos e ajuda no desenvolvimento deste trabalho. Também, a pesquisadora Liliane Márcia Mertz pelo apoio e amizade.

Aos técnicos de laboratório da área de sementes da Embrapa Soja: Antônio, Adriana, Vilma, Waldemar, em especial a Agnes pela ajuda nas avaliações deste trabalho e amizade.

Ao Denis, Denilson, Ésio, Fernando, Fernando Portugal, Márcio e Sandro, equipe de trigo da Embrapa Soja, pela ajuda na semeadura, tratos culturais e colheita.

Ao Luciano, analista da Embrapa Produtos e Mercado, pela ajuda no experimento em Ponta Grossa.

Aos meus pais, Abel e Jusara, que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões, que mesmo distante fisicamente sempre estão presentes; não tenho palavras suficientes para expressar a minha gratidão.

A todos os meus familiares que sempre me deram força para seguir em frente, em especial a minha irmã Eloisa. E também aos meus primos Ana Maria, Urias e Lara por todo apoio e amizade.

Ao Cleverton, pelo companheirismo, incentivo, amor e atenção nos momentos mais difíceis e, sobretudo, pela compreensão da necessidade da distância.

Ao Cristian Rafael, pelo incentivo a iniciar a carreira acadêmica, pela imensa ajuda e por não medir esforços durante a execução deste trabalho em todas as suas etapas. Agradeço, ainda, o companheirismo, ensinamentos, força e principalmente a grande amizade.

A Flávia por toda ajuda nas avaliações, pela amizade, companhia, compreensão e ótimos momentos compartilhados.

Aos meus colegas e amigos de pós-graduação, em especial a Jaqueline, João, Ronan e Thiago por ouvir todos os meus momentos de angústia e ótimos momentos vividos.

Aos estagiários Caroline, Diogo, Victor e Vinícius pela ajuda nas avaliações dos experimentos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

ABATI, J. **Vigor de sementes associado a densidades de semeadura no crescimento, desenvolvimento e desempenho produtivo de cultivares de trigo.** 2015. 131 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

RESUMO

Os objetivos do trabalho foram avaliar se o nível de vigor de sementes de cultivares de trigo, quando submetidas a diferentes densidades de semeadura, em dois locais de cultivo com características edafoclimáticas contrastantes, afetam: a) o crescimento, o desenvolvimento e o rendimento; b) a emergência de plântulas, os componentes de produção e o rendimento de grãos da cultura. Os experimentos foram conduzidos em dois locais (Londrina-PR e Ponta Grossa-PR) sob o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x5, com quatro repetições. Foram avaliados dois níveis de vigor de sementes (alto e baixo), duas densidades de semeadura (200 e 400 sementes viáveis por m²) e cinco cultivares de trigo (BRS Sabiá, CD 150, BRS Galha Azul, BRS Gaivota e BRS Parrudo). No primeiro experimento foram realizadas quatro coletas de plantas em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (1- desenvolvimento da plântula, 2- alongamento do colmo, 3- emborrachamento e 4- emergência da inflorescência). As avaliações efetuadas foram: número e altura de plantas, número de perfilhos, massa seca da parte aérea, índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e produtividade de grãos. No experimento B avaliou-se a emergência de plântulas, o acamamento, os componentes do rendimento (número de espigas por área, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiguetas, número de grãos por espiga e massa de mil sementes), a produtividade de grãos, o índice de colheita e o peso do hectolitro. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e de homocedasticidade, utilizando-se os testes de Shapiro-Wilk e de Hartley, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. No experimento A, sementes vigorosas favorecem o estabelecimento de plantas a campo e proporcionam maior altura de plantas, massa seca da parte aérea e rendimento de grãos do trigo, contudo de forma mais acentuada para as condições ambientais de Ponta Grossa. O crescimento, o desenvolvimento e o rendimento são alterados pelo vigor de sementes, densidade de semeadura e genótipos utilizados, com respostas variáveis de acordo com o ambiente de cultivo. No experimento B, a utilização de sementes vigorosas favorece a emergência de plântulas e proporciona maiores produtividades de grãos, para todas as cultivares em ambos locais. A compensação dos componentes do rendimento e potencial produtivo variam conforme o ambiente de cultivo, o vigor de sementes, a densidade de semeadura e o genótipo utilizado.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Qualidade de sementes. População de plantas. Componentes do rendimento. Produtividade.

ABATI, J. **Seed vigor associated with sowing density in the growth, development and yield performance of wheat cultivars**. 2015. 131 f. Master's Dissertation (Agronomy) - University of Londrina, Londrina, 2015.

ABSTRACT

The objectives were to evaluate the level of vigor wheat cultivars seeds when exposed to different densities of sowing, in two cultivation sites with contrasting soil and climatic characteristics, affect: a) the growth, development and yield; b) the emergence of seedlings, the components of production and the yield of the grain. The experiments were conducted at two sites (Londrina-PR and Ponta Grossa-PR) in the randomized complete block design in a factorial 2x2x5, with four replications. Were evaluated two levels of seed vigor (high and low), two sowing densities (200 and 400 viable seeds per m²) and five wheat cultivars (BRS Sabiá, CD 150, BRS Gralha Azul, BRS Gaivota e BRS Parrudo). In the first experiment were performed four collections of plants in different crop development stages (1- seedling development, 2- stem elongation, 3-booting and 4- inflorescence). The tests conducted were: number and plant height, number of tillers, shoot dry mass, vegetation index (NDVI) and grain yield. In experiment B evaluated the seedling emergence, the lodging, yield components (number of ears per area, number of spikelets per spike, number of grains per spikelet, number of grains per spike and weight of a thousand seeds), the grain yield, harvest index and test weight. Data were tested for normality tests and homogeneous variance using the Shapiro-Wilk test and Hartley, respectively. Later, the data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% probability. In experiment A, vigorous seeds favor the establishment of plants in the field and provide greater plant height, dry weight of shoot and yield of wheat grain, but more markedly to the environmental conditions of Ponta Grossa. The growth, development and yield are changed by the vigor of seeds, sowing rate and the varieties used, with varying responses according to the cultivation environment. In experiment B, the use of vigorous seeds favors the emergence of seedlings and provides higher yields of grain, for all cultivars in both locations. The compensation of the components of income and productive potential vary by culture environment, the vigor of seeds, sowing density and genotype used.

Key words: *Triticum aestivum* L. Seed quality. Plant population. Yield components. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 3.1** – Temperatura máxima, média e mínima diária (°C) e precipitação pluvial (mm) em Londrina - PR e Ponta Grossa - PR, para o período de desenvolvimento da cultura do trigo. S: semeadura e C: colheita51
- Figura 3.2** – Efeito isolado de cultivar (A), densidade de semeadura (B) e vigor de sementes (C) para número de plantas e efeito isolado de cultivar (D) e vigor de sementes (E) para altura de plantas (estádio 1), em Londrina - PR. Para os efeitos isolados, diferentes letras maiúsculas, apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média60
- Figura 3.3** – Interação entre cultivar e densidade de semeadura (A), cultivar e vigor de sementes (B), densidade de semeadura e vigor de sementes (C) para número de plantas e efeito isolado de cultivar (D) e vigor de sementes (E) para altura de plantas (estádio 1), em Ponta Grossa - PR. Para as interações, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares (A;B) e as densidades de semeadura (C) entre si, dentro da mesma densidade de semeadura (A) e nível de vigor (B;C), e diferentes letras minúsculas, diferem as densidades de semeadura (200 e 400 sementes viáveis por m²) e vigor de sementes (AV- alto vigor ou BV-baixo vigor), dentro da mesma cultivar (A;B) e mesma densidade de semeadura (C). Para os efeitos isolados, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média62
- Figura 3.4** – Interação entre densidade de semeadura e vigor de sementes (A) e efeito isolado de cultivar (B) para massa seca da parte aérea e interação entre cultivar e densidade de semeadura (C) e cultivar e vigor de sementes (D) para NDVI (estádio 1), em Londrina - PR. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as interações, diferentes letras maiúsculas, diferem as densidades de semeadura (A) e as cultivares (C;D) entre si, dentro do mesmo nível de vigor (A;D) e mesma densidade de semeadura (C), e diferentes letras minúsculas, diferem o vigor de sementes (AV- alto vigor ou BV- baixo vigor) e as densidades de semeadura (200 e 400 sementes viáveis por m²) dentro da mesma densidade e cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média64

- Figura 3.5** – Interação entre cultivar e densidade de sementeira (A), cultivar e vigor de sementes (B), densidade de sementeira e vigor de sementes (C) para a massa seca da parte aérea e efeito isolado de cultivar (D), densidade de sementeira (E) e vigor de sementes (F) para NDVI (estádio 1), em Ponta Grossa - PR. Para as interações, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si (A;B) e densidades de sementeira entre si (C), dentro da mesma densidade de sementeira (A) e nível de vigor (B;C), e diferentes letras minúsculas, diferem as densidades de sementeira (200 e 400 sementes viáveis por m²) entre si e vigor de sementes (AV-alto vigor ou BV-baixo vigor) dentro da mesma cultivar (A;B) e mesma densidade (C), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os efeitos isolados, diferentes letras maiúsculas, apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média66
- Figura 3.6** – Efeito isolado de cultivar (A), densidade de sementeira (B) e vigor de sementes (C) para altura de plantas e de densidade de sementeira (D) e vigor de sementes (E) para massa seca da parte aérea (estádio 2), em Londrina - PR. Diferentes letras maiúsculas, apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média68
- Figura 3.7** – Efeito isolado de cultivar (A) e vigor de sementes (B) para altura de plantas e de cultivar (C), densidade de sementeira (D) e vigor de sementes (E) para massa seca da parte aérea (estádio 2), em Ponta Grossa - PR. Diferentes letras maiúsculas, apontam diferença estatística, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média69
- Figura 3.8** – Interação tripla de cultivar para a variável NDVI (estádio 2), em Londrina - PR. Diferentes letras maiúsculas diferem as cultivares entre si, dentro do mesmo nível de vigor e densidade de sementeira. Diferentes letras minúsculas, diferem os níveis de vigor (alto e baixo), dentro do mesma cultivar e densidade de sementeira. Diferentes letras gregas, diferem as densidades de sementeira (200 e 400 sementes por m²), dentro da mesma cultivar e nível de vigor, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média71

- Figura 3.9** – Interação entre cultivar e vigor de sementes (A), efeito isolado de densidade de semeadura (B) para a variável NDVI (estádio 2), em Ponta Grossa - PR. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si, dentro do mesmo nível de vigor de sementes (A), e diferentes letras minúsculas, diferem os níveis de vigor de sementes (AV- alto vigor ou BV-baixo vigor) entre si, dentro da mesma cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média72
- Figura 3.10** – O Efeito isolado de cultivar (A), densidade de semeadura (B) e vigor de sementes (C) para número de perfilhos e interação entre cultivar e densidade de semeadura (D) e cultivar e vigor de sementes (E) para altura de plantas (estádio 3), em Londrina - PR. Para as interações, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si, dentro da mesma densidade de semeadura (D) e dentro do mesmo nível de vigor de sementes (E), e diferentes letras minúsculas, diferem as densidades de semeadura (200 e 400 sementes por m²) e os níveis de vigor de sementes (AV- alto vigor ou BV-baixo vigor) e dentro da mesma cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média73
- Figura 3.11** – Efeito isolado de cultivar (A), densidade de semeadura (B) e vigor de sementes (C) para número de perfilhos e efeito isolado de cultivar (D) para altura de plantas (estádio 3), em Ponta Grossa - PR. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média75
- Figura 3.12** – Interação entre cultivar e vigor de sementes (A) e efeito isolado de densidade de semeadura (B) para massa seca da parte aérea e efeito isolado de cultivar (C) e densidade de semeadura (D) para NDVI (estádio 3), em Londrina - PR. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si, dentro do mesmo nível de vigor e diferentes letras minúsculas, diferem os níveis de vigor de sementes (AV- alto vigor ou BV-baixo vigor) entre si, dentro da mesma cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média76

Figura 3.13 – Efeito isolado de cultivar (A), densidade de sementeira (B) e vigor de sementes (C) para massa seca da parte aérea e interação entre densidade de sementeira e vigor de sementes (D) e efeito de cultivar (E) para NDVI (estádio 3), em Ponta Grossa - PR. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as densidades entre si, dentro do mesmo nível de vigor de sementes, e diferentes letras minúsculas diferem os níveis de vigor de sementes, dentro da mesma densidade de sementeira (200 e 400 sementes por m²), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média77

Figura 3.14 – Interação entre cultivar e densidade de sementeira (A) e efeito isolado de vigor de sementes (B) para altura de plantas e efeito isolado de cultivar (C), densidade de sementeira (D) para massa seca da parte aérea e de cultivar (E) para NDVI (estádio 4), em Londrina - PR. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si, dentro da mesma densidade de sementeira e diferentes letras minúsculas diferem as densidades de sementeira (200 e 400 sementes por m²), dentro da mesma cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média79

Figura 3.15 – Efeito isolado de cultivar (A) para altura de plantas, interação entre cultivar e densidade de sementeira (B) e efeito isolado de vigor (C) para massa seca da parte aérea, interação entre densidade de sementeira e vigor de sementes e efeito isolado de cultivar para NDVI (estádio 4), em Ponta Grossa - PR. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares (B) e as densidades de sementeira (D), dentro da mesma densidade de sementeira e do mesmo nível de vigor de sementes e, diferentes letras minúsculas diferem as densidades de sementeira (200 e 400 sementes por m²) e os níveis de vigor de sementes, dentro da mesma cultivar (B) e mesma densidade (D), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média81

- Figura 3.16** – Interação entre cultivar e densidade de semeadura (A) e efeito isolado de vigor de sementes (B) para a variável produtividade, em Londrina - PR. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si, dentro da mesma densidade de semeadura (200 ou 400 sementes por m²) e diferentes letras minúsculas diferem as densidades de semeadura, dentro da mesma cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média83
- Figura 3.17** – Efeito isolado de cultivar (A), densidade de semeadura (B) e vigor de sementes (C) para a variável produtividade, em Ponta Grossa - PR. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média84
- Figura 4.1** – Temperatura máxima, média e mínima diária (°C) e precipitação pluvial (mm) em Londrina - PR e Ponta Grossa - PR, para o período de desenvolvimento da cultura do trigo. S: semeadura e C: colheita101

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	– Valores médios dos atributos da qualidade fisiológica de sementes de trigo, para caracterização dos lotes de sementes de alto vigor (AV) e de baixo vigor (BV).....	54
Tabela 3.2	– Porcentagens de fungos encontrados nos lotes de sementes de trigo de alto vigor (AV) e de baixo vigor (BV)	55
Tabela 3.3	– Atributos químicos do solo da área experimental, da camada de 0-20 cm de profundidade, em Londrina - PR e Ponta Grossa – PR.....	55
Tabela 4.1	– Valores médios dos atributos da qualidade fisiológica de sementes de trigo, para caracterização dos lotes de sementes de alto vigor (AV) e de baixo vigor (BV).....	104
Tabela 4.2	– Porcentagens de fungos encontrados nos lotes de sementes de trigo de alto vigor (AV) e de baixo vigor (BV)	105
Tabela 4.3	– Atributos químicos do solo da área experimental, da camada de 0-20 cm de profundidade, em Londrina - PR e Ponta Grossa – PR.....	105
Tabela 4.4	– Valores médios de emergência de plântulas por área (plântulas por m ²), em Londrina - PR, em função da densidade de semeadura e vigor de sementes.....	109
Tabela 4.5	– Valores médios de emergência de plântulas por área (EM por m ²), número de espigas por área (NE por m ²), número de espiguetas por espiga (NEPE), número de grãos por espiga (GPE), massa de mil sementes (MMS em gramas) e índice de colheita (IC em %) para as diferentes cultivares de trigo cultivadas em Londrina – PR.....	110
Tabela 4.6	– Valores médios de emergência de plântulas por área (plântulas por m ²), em Ponta Grossa - PR, em função da cultivar e densidade de semeadura (sementes viáveis por m ²)	110
Tabela 4.7	– Valores médios de emergência de plântulas por área, número de espiguetas por espiga, peso do hectolitro e índice de colheita do trigo, em Ponta Grossa - PR, em função de cultivar e vigor de sementes.....	111
Tabela 4.8	– Valores médios de emergência de plântulas por área (plântulas por m ²), em Ponta Grossa - PR, para cultivares de trigo, em função da densidade de semeadura e vigor de sementes.....	112

- Tabela 4.9** – Valores médios de acamamento, peso do hectolitro e produtividade de grãos de trigo, em Londrina - PR, em função da densidade de semeadura (sementes viáveis por m²) e cultivar..... 113
- Tabela 4.10** – Valores médios de acamamento (AC em %), número de espigas por área (NE por m²), número de grãos por espiguetas (GEPG), número de grãos por espiga (GPE), massa de mil sementes (MMS em gramas) e produtividade de grãos (PROD em kg ha⁻¹) para as diferentes cultivares de trigo cultivadas em Ponta Grossa – PR..... 114
- Tabela 4.11** – Valores médios de número de espigas por área (NE por m²), número de espiguetas por espiga (NEPE), número de grãos por espiguetas (GEPG), massa de mil sementes (MMS em gramas) e produtividade de grãos (PROD em kg ha⁻¹) para efeito de densidades de semeadura (sementes viáveis por m²) e níveis de vigor sementes de trigo no experimento conduzido em Ponta Grossa – PR 115
- Tabela 4.12** – Valores médios de número de espiguetas por espiga (NEPE), grãos por espiga (GPE) e produtividade de grãos (PROD em kg ha⁻¹) para efeito de diferentes densidades de semeadura (sementes viáveis por m²) e níveis de vigor de sementes de trigo no experimento conduzido em Londrina – PR..... 115

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1	A CULTURA DO TRIGO	19
2.2	QUALIDADE DE SEMENTES	21
2.2.1	Qualidade Fisiológica	23
2.2.1.1	Vigor	24
2.3	DENSIDADE DE SEMEADURA NA CULTURA DO TRIGO	27
2.4	FATORES DE PRODUÇÃO NA CULTURA DO TRIGO	29
2.4.1	Fatores Ambientais	29
2.4.1.1	Temperatura	29
2.4.1.2	Disponibilidade hídrica	31
2.4.1.3	Radiação solar	32
2.4.1.4	Fotoperíodo	33
2.4.1.5	Vernalização	33
2.4.2	Genótipos	34
	REFERÊNCIAS	35
3	ARTIGO A: CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DE CULTIVARES DE TRIGO EM RESPOSTA A DIFERENTES NÍVEIS DE VIGOR DE SEMENTES E DENSIDADES DE SEMEADURA	46
3.1	RESUMO	46
3.2	ABSTRACT	47
3.3	INTRODUÇÃO	48
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	50
3.4.1	Avaliações	57
3.4.1.1	Número de plantas por área	57
3.4.1.2	Altura de plantas	57
3.4.1.3	Número de perfilhos por planta	57
3.4.1.4	Massa seca da parte aérea	58
3.4.1.5	Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)	58
3.4.1.6	Produtividade de grãos	59
3.4.2	Análise Estatística	59
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
3.5.1	Estádio 1 - Desenvolvimento da Plântula	59
3.5.2	Estádio 2 - Alongamento do Colmo	67
3.5.3	Estádio 3 - Emborrachamento	72
3.5.4	Estádio 4 - Emergência da Inflorescência	78
3.5.5	Produtividade de Grãos	82

3.6	CONCLUSÕES.....	85
3.7	REFERÊNCIAS	87
	Apêndice 3.1	94
	Apêndice 3.2	95
4	ARTIGO B: VIGOR DE SEMENTES E DENSIDADE DE SEMEADURA NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE TRIGO	96
4.1	RESUMO	96
4.2	ABSTRACT.....	97
4.3	INTRODUÇÃO	98
4.4	MATERIAL E MÉTODOS	100
4.4.1	Avaliações	106
4.4.1.1	Emergência de plântulas.....	106
4.4.1.2	Acamamento	106
4.4.1.3	Componentes do rendimento	106
4.4.1.3.1	<i>Número de espigas por área</i>	<i>108</i>
4.4.1.3.2	<i>Número de espiguetas por espiga.....</i>	<i>108</i>
4.4.1.3.3	<i>Número de grãos por espiga.....</i>	<i>108</i>
4.4.1.3.4	<i>Número de grãos por espigueta.....</i>	<i>108</i>
4.4.1.3.5	<i>Massa de mil sementes (MMS).....</i>	<i>108</i>
4.4.1.3.6	<i>Produtividade de grãos</i>	<i>108</i>
4.4.1.4	Índice de colheita	108
4.4.1.5	Peso do hectolitro.....	108
4.4.2	Análise Estatística	108
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	108
4.6	CONCLUSÕES.....	120
4.7	REFERÊNCIAS	122
	Apêndice 4.1	129
	Apêndice 4.2	130
5	CONCLUSÕES GERAIS	131

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) se destaca entre as principais espécies cultivadas no mundo, tanto em área de cultivo como em consumo. Tal fato se deve a importância desse cereal para a alimentação humana e animal, para a elaboração de produtos não alimentícios e pelos benefícios gerados ao sistema de produção agrícola.

Atualmente, o trigo é cultivado nos mais variados locais e em diversas condições de cultivo, devido aos trabalhos de melhoramento genético relacionados ao manejo da cultura. No entanto, apesar de todo seu potencial agrícola o Brasil é um dos países que mais importa trigo, a fim de atender sua demanda interna. Dessa forma, há um interesse socioeconômico no país em aumentar a produção desse cereal. Para isto, é necessário que se utilizem estratégias adequadas quanto ao manejo da cultura, genótipos promissores e sementes de elevada qualidade.

Sementes de qualidade se caracterizam por apresentar elevada qualidade genética e fisiológica, tais como altas taxas de germinação e vigor, associada à pureza física e sanitária. A utilização de sementes de qualidade é necessária para a obtenção de uma lavoura com estande adequado e com plântulas vigorosas, contribuindo assim, para o alcance de altos níveis de produtividade. Sementes mais vigorosas conferem a planta melhores condições de desenvolvimento e apresentam maior capacidade de resistir a condições adversas do ambiente. Já sementes menos vigorosas apresentam menor porcentagem e velocidade de emergência de plântulas, comprometendo o estabelecimento da densidade de plantas almejada para a cultura.

A utilização de uma adequada densidade de semeadura é fundamental para cultura do trigo, dado que esta prática afeta diretamente a produtividade de grãos. Em condições de baixa densidade populacional, devido à plasticidade da cultura, a planta tende a produzir maior quantidade de perfilhos, fato associado a alteração na intensidade de competição das plantas. Contudo em densidades muito baixas essa plasticidade pode não ser suficiente para garantir a estabilidade do rendimento de grãos. Elevadas densidades de plantas além de onerar o custo de produção, também não garantem altas produtividades, pois

geralmente obtêm-se maior número de espigas por área, porém com menor número de grãos, devido a maior intensidade de competição entre as plantas.

Outro fator que deve ser levado em consideração na implantação da lavoura é a escolha da cultivar, uma vez que o rendimento de trigo varia conforme o potencial produtivo e exigências edafoclimáticas do genótipo utilizado. O cultivo de trigo em diferentes condições ambientais expõe os genótipos à interação genótipo x ambiente, sendo necessário o conhecimento dos principais fatores ambientais (temperatura, precipitação, radiação solar, fotoperíodo e vernalização) que afetam a cultura. Além disso, as cultivares apresentam distintos potenciais de perfilhamento, podendo responder de forma diferenciada a alterações na densidade de semeadura em função do ambiente de cultivo.

Na cultura do trigo há uma tendência em se recomendar o uso de menor quantidade de sementes por área, principalmente para as novas cultivares que vem sendo introduzidas no mercado. Sendo assim, torna-se essencial a utilização de sementes de elevada qualidade, as quais assegurem germinação e emergência uniforme, associada à adequada escolha de ambientes de cultivo (locais e data de semeadura), de manejo e tratos culturais e de cultivares adaptadas, permitindo assim, aumento da eficiência produtiva desse cereal.

As informações referentes as interações do ambiente de cultivo com vigor de sementes, genótipos e densidades de semeadura quanto aos seus efeitos no crescimento, desenvolvimento e desempenho produtivo na cultura do trigo são incipientes.

Diante do exposto, os objetivos do trabalho foram avaliar se o nível de vigor de sementes de cultivares de trigo, quando submetidas a diferentes densidades de semeadura, em dois locais de cultivo com características edafoclimáticas contrastantes, afetam: a) o crescimento, o desenvolvimento e o rendimento; b) a emergência de plântulas, os componentes de produção e o rendimento de grãos da cultura.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A CULTURA DO TRIGO

O trigo é um cereal pertencente à família das Poaceas (FORNASIERI FILHO, 2008). O gênero *Triticum* contém em torno de 30 espécies, geneticamente diferenciadas, das quais somente 15 são cultivadas comercialmente e, as restantes, crescem de forma silvestre. Mais de 90% do trigo cultivado no mundo correspondem as espécies *Triticum aestivum* e *Triticum durum*, sendo que o *T. aestivum* L., conhecido como trigo comum, é a de maior interesse comercial, dada a capacidade de panificação (ABITRIGO, 2014).

O cultivo de trigo surgiu há mais de 10 mil anos, no sudoeste da Ásia. Os achados arqueológicos indicam que o trigo foi o segundo cereal cultivado, após a cevada, sendo considerada uma das primeiras espécies cultivadas no mundo (FERNANDES, 2000).

No Brasil, a cultura do trigo foi introduzida em 1534 na Capitania de São Vicente, hoje Estado de São Paulo, de onde foi difundido por todo o país. Posteriormente foi levado a outras regiões pelo deslocamento das populações de origem européia e das missões religiosas (FORNASIERI FILHO, 2008; CUNHA, 2015). No entanto, foi na região sul do país que este cereal encontrou as melhores condições climáticas para o seu desenvolvimento (FUNDAÇÃO MERIDIONAL, 2013). Contudo, devido a evolução das pesquisas de melhoramento genético, o cultivo do trigo está se deslocando para o Brasil Central (EMBRAPA, 2014a).

O cereal é utilizado na alimentação humana (produção de farinha, macarrão, pães, etc.), na elaboração de produtos não alimentícios (misturas adesivas, colas, cosméticos, etc.), bem como na alimentação animal, na forma de grão, forragem ou na composição de ração. Estima-se que no Brasil 94,5% da produção seja destinada ao processamento industrial, 2,5% para reserva de semente e, aproximadamente, 3,0% utilizada diretamente na alimentação animal (MORI; IGNACZACK, 2011).

O trigo destaca-se por ser o segundo cereal com maior produção no mundo, superado apenas pelo milho (MAPA, 2015a). A China é o maior produtor, representando 17% da produção mundial, sendo esta de 122 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2014b). No Brasil, segundo o último levantamento da CONAB (2015) a

produção de trigo na safra de 2014 foi de 5,90 milhões de toneladas, apresentando aumento de aproximadamente 7% em relação a safra de 2013, a qual foi de 5,52 milhões de toneladas. Cerca de 92% desta produção é oriunda da região sul do país (CONAB, 2015), onde o cultivo de trigo é importante para a sustentabilidade de pequenas e médias propriedades, estando altamente integrado no sistema de semeadura direta, com a rotação/sucessão com as culturas da soja e do milho (FRANCESCHI et al., 2009).

A média de produtividade brasileira é de aproximadamente 2162 kg ha⁻¹, e do maior estado produtor, o Paraná, é de 2737 kg ha⁻¹. Alguns Estados como Goiás e Distrito Federal apresentam produtividades superiores, devido ao cultivo ser irrigado, alcançando produtividades de 5397 e 6000 kg ha⁻¹, respectivamente. O montante produzido no país representa cerca de 50% do consumo interno do cereal, fazendo com que o Brasil, apesar de todo seu potencial agrícola, seja um dos principais países importadores de trigo no mundo (CONAB, 2015).

Embora o Brasil tenha condições de alcançar a autossuficiência, a triticultura nacional precisa superar alguns desafios, visto que segundo Brum e Muller (2008) os produtores brasileiros não possuem vantagens comparativas e competitivas em relação aos produtores argentinos, principais fornecedores brasileiros, e a comercialização enfrenta dificuldades, tanto na questão de preços do produto, quanto na qualidade exigida pelos moinhos.

Dessa forma há interesse socioeconômico no país em aumentar a produção de trigo e melhorar a competitividade da cultura, a fim de atender à demanda nacional e, também, pelos benefícios gerados pelo seu cultivo, como o enriquecimento do solo e a disponibilização de palhada para as culturas de verão (LIMA; MEDINA; FANAN, 2006). Para isto, é necessário explorar o potencial de rendimento em condições de lavoura, através da interação entre manejo, genótipo e ambiente (BENIN et al., 2005).

As estratégias para aumentar a produtividade da cultura através do avanço do melhoramento genético e o uso de práticas culturais mais eficientes, como busca por incremento no número de perfilhos férteis e ajuste da densidade ideal de semeadura, visando um maior aproveitamento da área ou das condições ambientais as quais estão submetidas (VALÉRIO, 2008) poderão ser ineficazes, se o desempenho das sementes for fator limitante no processo produtivo (LIMA; MEDINA; FANAN, 2006). Portanto, para exploração do potencial produtivo do trigo e aumento

da produção nacional é fundamental a utilização de sementes com elevada qualidade associada a adequada escolha de ambientes de cultivo (locais e data de semeadura), de manejo, de tratos culturais e de cultivares adaptadas.

2.2 QUALIDADE DE SEMENTES

A qualidade de sementes é definida como a soma dos atributos de natureza genética, física, sanitária e fisiológica, que indicarão o potencial de desempenho das mesmas (MARCOS FILHO, 2005).

O sucesso de uma lavoura é influenciado diretamente pela qualidade da semente utilizada, pois sementes de alta qualidade resultam em plântulas bem desenvolvidas e vigorosas. Estas se estabelecem nas diferentes condições edafoclimáticas, com maior velocidade de emergência e de desenvolvimento das plantas. Em condições de estresses, como ocorrência de seca ou de baixa temperatura do solo durante a emergência, lavouras originadas de sementes de alta qualidade sofrerão menores consequências, resultando em maiores produtividades, em relação a lavouras originárias de sementes de baixa qualidade (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

Além de comprometer a produtividade da lavoura, a utilização de sementes de baixa qualidade, em situações com populações de plantas abaixo da recomendada para a cultivar, poderá concomitar na necessidade de replantio. Esta prática onera o custo de produção, além de gerar outros prejuízos, como semeadura em época não recomendada, necessidade de troca de cultivar, problemas de eficiência de herbicidas ou sobreposição de produtos na área (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 2003).

Assim, a utilização de sementes com elevada qualidade (genética, física, sanitária e fisiológica) é essencial para a obtenção de uma lavoura com estande adequado, com plântulas vigorosas e altos níveis de produtividade (JULIATTI, 2010; DAN et al., 2012).

A qualidade genética envolve a pureza varietal e as características intrínsecas da cultivar (PESKE; ROSENTHAL; ROTA, 2003). As sementes são veículo de um conjunto de características incorporados a cultura pelos programas de melhoramento genético, a fim de atender as necessidades da cadeia produtiva, tais como: tolerância ao alumínio tóxico, resistência às doenças, potencial e estabilidade

no rendimento de grãos, qualidade industrial e ampla adaptabilidade (TAVARES et al., 2011). No entanto, para que a semente expresse estes atributos de qualidade agrônômica e industrial, é fundamental que as sementes utilizadas na instalação da lavoura apresentem alta pureza genética (KRZYZANOWSKI et al., 2008).

O componente físico refere-se a condição física da semente e a pureza do lote (livre da presença de sementes de outras espécies e de materiais inertes, como terra, pedras, fragmentos de plantas e de sementes). Para Peske e Barros (2003), os principais atributos da qualidade física das sementes incluem pureza física, umidade, danificações mecânicas, peso volumétrico, massa de mil sementes e aparência.

A integridade física da semente é fundamental para que ocorra adequada germinação e emergência das plântulas a campo. No entanto, esta pode ser afetada por diversos fatores, entre eles destacam-se as etapas desde a colheita mecanizada, o transporte e o beneficiamento, por causarem injúrias mecânicas, acarretando aumento do número de sementes quebradas, trincadas, fragmentadas, arranhadas e internamente danificadas (FESSEL et al., 2003; SOUZA et al., 2009).

As danificações mecânicas, além de afetarem o aspecto físico das sementes, também comprometem sua qualidade fisiológica, reduzindo a germinação e o vigor das mesmas (PESKE; BARROS, 2003). De acordo com Krzyzanowski (2004), sementes sem danos mecânicos constituem um dos pré-requisitos de qualidade para assegurar o estande com o número de plantas requerido e atingir níveis elevados de produtividade.

A sanidade das sementes apresenta-se com significativa importância, uma vez que aproximadamente 90% das espécies destinadas à produção de alimentos no mundo são propagadas por sementes (HENNING, 2005).

Dentre os agentes patogênicos que podem associar-se às sementes, os fungos formam o maior grupo, seguido das bactérias e, em menor proporção, dos vírus e dos nematóides (MACHADO, 2000). Dentre os fungos fitopatogênicos, a maioria pode ser transmitida pelas sementes de seus hospedeiros (BRASIL, 2009).

A associação de fitopatógenos com sementes é responsável por danos significativos em cultivos comerciais. Essa associação representa uma maneira eficiente de introdução e disseminação de patógenos em novas áreas de cultivo (BARROCAS; MACHADO, 2010).

A transmissão de patógenos, através das sementes, pode prejudicar o estabelecimento da cultura no campo, reduzir a viabilidade das sementes e a produtividade das culturas (LUCCA FILHO, 1985; TALAMINI et al., 2011).

Assim o uso de sementes com elevada qualidade sanitária é uma das principais medidas de controle de doenças e compõe um dos fatores primordiais para a obtenção do estande de plantas almejado (LIMA; MEDINA; FANAN, 2006; FANAN et al., 2009).

2.2.1 Qualidade Fisiológica

O potencial fisiológico está relacionado a capacidade da semente em desempenhar suas funções vitais, reunindo informações sobre a germinação, a viabilidade e o vigor das mesmas (MARCOS FILHO, 2005).

Vários fatores podem afetar o potencial fisiológico das sementes, como o genótipo, a ocorrência de insetos e micro-organismos nocivos, as condições climáticas durante o desenvolvimento das sementes, a nutrição da planta-mãe, a época e o manejo durante a colheita, a ocorrência de injúrias mecânicas, a adequação das operações de secagem e beneficiamento, o tratamento químico e as condições e período de armazenamento (MARCOS FILHO, 2013).

A utilização de sementes com elevada qualidade fisiológica propicia germinação rápida e uniforme e, obtenção de plântulas com maior tolerância a adversidades ambientais, o que resulta no aumento da produtividade da cultura (BENNETT, 2001). Enquanto sementes de baixa qualidade fisiológica resultam em redução na porcentagem de germinação e aumento de plântulas anormais (TOLEDO et al., 2009).

O teste de germinação é o método mais utilizado para avaliar a qualidade fisiológica das sementes. Neste teste as sementes são expostas a condições ideais de temperatura, umidade e luz, para que a mesma expresse seu máximo potencial fisiológico. Assim, é possível determinar a viabilidade das sementes e prever a emergência a campo, quando a semeadura é realizada em condições favoráveis. No entanto, tais condições raramente ocorrem, fazendo com que esse parâmetro de avaliação superestime a emergência de plântulas a campo (BYRUM; COPELAND, 1995). Em função disto, desenvolveram-se testes que estimam o vigor das sementes (MCDONALD JÚNIOR, 1975). No entanto,

recomenda-se o uso de testes de vigor para que se tenha uma informação complementar ao teste de germinação, permitindo assim, distinguir com maior segurança lotes de elevado e de baixo vigor (SCHEEREN et al., 2010; VIGANÓ et al., 2010).

2.2.1.1 Vigor

O conceito de vigor de sementes, de acordo com AOSA (1983) compreende as propriedades da semente que determinam o potencial para uma emergência e desenvolvimento rápidos e uniformes de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente.

Para Scheeren et al. (2010) o vigor de sementes é um dos principais atributos da qualidade fisiológica a ser considerado na implantação da lavoura. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) lotes de sementes da mesma cultivar, com capacidades de germinação semelhantes, podem apresentar comportamento distinto na porcentagem de emergência de plântulas em condições de campo, devido as sementes possuírem diferentes níveis de vigor. Isto pode ser explicado pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos, associados à deterioração das sementes, normalmente ocorrem antes que se observe o declínio na capacidade germinativa (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

Lotes de sementes com alto vigor apresentam maior probabilidade de sucesso, caso na época de semeadura e durante o período de armazenamento, o ambiente não seja totalmente favorável. No entanto, lotes menos vigorosos poderão demonstrar desempenho satisfatório sob condições ambientais adequadas (MARCOS FILHO, 1999).

De acordo com Kolchinski, Schuch e Peske (2005) lotes com menor vigor, apresentam redução na velocidade e maior desuniformidade na emergência de plântulas e ainda, segundo Carvalho e Nakagawa (2012) maior porcentagem de plântulas anormais, bem como aumento no grau dessas anormalidades. Vanzolini e Carvalho (2002), estudando o efeito do vigor de sementes de soja, observaram que a emergência em campo foi inferior aos valores obtidos em laboratório com os testes de germinação e envelhecimento acelerado e que, os lotes de baixo vigor exibiram reduções mais acentuadas quando comparadas aos de alto vigor. Segundo estes mesmos autores, esta redução de estande pode ser explicada devido ao excesso de

precipitação pluvial ocorrido nas primeiras semanas após a semeadura, o que causou aeração inadequada e favoreceu o ataque de micro-organismos patogênicos e, as sementes de menor vigor, por terem menor velocidade de emergência, foram as mais prejudicadas por esta situação adversa.

As reduções na velocidade e porcentagem de emergência de plântulas, geralmente acarretam problemas no decorrer do desenvolvimento das plantas, principalmente quando a densidade de semeadura é planejada para a obtenção de populações relativamente menores por área (MARCOS FILHO, 2013). Além disso, pode-se obter um estande de plantas abaixo do recomendado para a espécie/cultivar, o que irá reduzir o rendimento da cultura (HOFS et al., 2004).

No entanto, a cultura do trigo, pela capacidade de emissão de perfilhos apresenta a propriedade de preencher os espaços vazios na lavoura, o que pode compensar, até um certo limite, as possíveis falhas na semeadura e de estande (ZAGONEL et al., 2002). Porém, mesmo com esta compensação, é fundamental a utilização de sementes com alto vigor, uma vez que, segundo Melo et al. (2006) plantas oriundas de sementes de alto vigor produzem maior número de perfilhos em relação as plantas originadas de sementes de baixo vigor. Além disto, a capacidade de perfilhamento, bem como a sobrevivência dos perfilhos é altamente dependente do genótipo utilizado e de suas interações com o ambiente e as condições de cultivo (FIOREZE, 2011).

A maior velocidade na emergência e a produção de plântulas com maior tamanho podem proporcionar às plantas oriundas de sementes vigorosas uma vantagem inicial no aproveitamento de água, nutrientes e luz. Nesse contexto, as plântulas que emergirem mais rapidamente, iniciam o processo fotossintético mais cedo, favorecendo o crescimento da parte aérea e do sistema radicular (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Schuch et al. (2000) avaliando a emergência e o crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor de sementes, observaram que a utilização de sementes de menor vigor propiciou redução, retardamento e desuniformidade de emergência das plântulas no campo. Já as sementes de maior vigor propiciaram a produção de plantas com maior tamanho inicial e maiores taxas de crescimento da cultura ao longo do período avaliado (7, 14, 21 e 28 dias após a emergência). Resultados semelhantes foram encontrados por Mondo et al. (2013), ao concluírem

que a utilização de sementes de alto vigor, em milho, resulta em maior crescimento inicial da cultura até o estágio fenológico de oito folhas.

Segundo Marcos Filho (2013), o vigor de sementes tem efeito direto na habilidade da planta em acumular massa seca. No entanto, este mesmo autor alega que há uma tendência de que a medida que avançam os estádios fenológicos da cultura, essa influência do vigor de sementes tende a reduzir e o desempenho da planta torna-se mais dependente das relações genótipo e ambiente, não sendo esperada influência sobre a produtividade final, exceto quando há diminuição do estande. Resultados semelhantes foram encontrados na cultura da soja por Vanzolini e Carvalho (2002), ao verificarem que o efeito do vigor de sementes foi maior no início do desenvolvimento das plantas.

Efeitos do vigor na produção foram observados por Kolchinski, Schuch e Peske (2005) e Schuch, Kolchinski e Finatto (2009), onde plantas de soja oriundas de sementes de alta qualidade fisiológica apresentaram acréscimos no rendimento de grãos de 35 e 25% superior às obtidas com o uso de sementes de baixa qualidade, respectivamente.

Ainda, Melo et al. (2006) avaliando o comportamento individual de plantas originadas de sementes de alto e baixo vigor, em populações de arroz irrigado, evidenciaram que as plantas originadas de sementes de alto vigor apresentaram em todas as épocas de avaliação (60, 102 e 134 dias após o transplante a campo) desempenho superior quanto a massa seca, área foliar, perfilhamento, panícula por planta e rendimento de grãos, em relação as plantas derivadas de sementes de baixo vigor.

Portanto, é possível observar resultados contrastantes quanto a influência do vigor em estádios de desenvolvimento mais avançados e no desempenho produtivo das plantas. Porém, é válido destacar que cada cultura e cultivar podem responder de forma diferenciada aos níveis de vigor das sementes, manejo e ambiente. Diante disto, há necessidade de realização de mais estudos, principalmente na cultura do trigo, para verificar a influência dos níveis de vigor das sementes sobre o crescimento, desenvolvimento e desempenho produtivo da cultura, bem como a interação deste com outros fatores de produção, como densidade de plantas, genótipos e ambientes de cultivo.

2.3 DENSIDADE DE SEMEADURA NA CULTURA DO TRIGO

Com a finalidade de maximização do rendimento do trigo, diversas técnicas de manejo vêm sendo aprimoradas e adotadas, entre elas destacam-se a época e a densidade de semeadura, o espaçamento entre linhas, a adequação do nível de fertilidade do solo e o controle de pragas e doenças (REUNIÃO..., 2014).

Dentre estas tecnologias, a densidade de semeadura destaca-se como de grande importância para a cultura do trigo (ALVARENGA; SOBRINHO; SANTOS, 2009), visto que esta é uma das práticas culturais que mais influencia a produtividade e os componentes do rendimento do trigo (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006; SPARKES; HOLME; GAJU, 2006).

O rendimento de grãos na cultura do trigo é expresso pelo número de espigas por unidade de área, número de grãos por espiga e massa média dos grãos (FONTES et al., 2000). Além destes, o perfilhamento está indiretamente relacionado aos componentes de rendimento, já que o mesmo altera o número de espigas por unidade de área (DAVIDSON; CHEVALIER, 1990; NUNES; SOUZA; MERCANTE, 2011).

O perfilhamento é o processo fisiológico que possibilita à planta compensar uma reduzida população inicial de plantas no campo ou maximizar o aproveitamento das boas condições de cultivo (FORNASIERI FILHO, 2008). Segundo Zagonel et al. (2002), a população de plantas obtida no momento da semeadura afeta diretamente o número de perfilhos desenvolvidos por planta. Contudo, os mecanismos de controle do desenvolvimento de gemas laterais dependem de uma série de fatores de origem genética, hormonal, nutricional e ambiental (ALVES; MUNDSTOCK; MEDEIROS, 2005).

Lavouras de trigo quando instaladas com baixas populações produzem mais perfilhos do que em alta densidade de semeadura (DESTRO et al., 2001). Nesta situação há menor competição intra-específica por fatores do meio, como água, luz e nutrientes (CAIRES; FELDHAUS; BLUM, 2001). Além disso, em reduzidas densidades há incremento na taxa de crescimento da planta, com maior eficiência na radiação capturada e melhor conversão da radiação em assimilados (WHALEY et al., 2000).

A resposta para rendimento de trigo em função da alteração na população de plantas varia conforme o genótipo utilizado (BARBIERI et al., 2013).

Com isso, a adequação da densidade de semeadura deve ser realizada em função de genótipos e ambiente, a fim de propiciar redução na competição e contribuir para o incremento da produtividade de grãos das cultivares (TAVARES et al., 2014).

Genótipos de trigo com reduzido potencial de perfilhamento são mais dependentes da densidade de semeadura para expressarem o potencial de produção, pois possuem menor efeito compensatório do número de espigas por unidade de área, apesar de apresentarem maior fertilidade de espiguetas e maior massa de grãos por planta (SCHEEREN; CARVALHO; FEDERIZZI, 1995; MOTZO; GIUNTA; DEIDDA, 2004; VALÉRIO et al., 2008).

Já em genótipos com elevado potencial de perfilhamento o ponto de máxima produção de perfilhos muitas vezes não está associado a maiores densidades de semeadura. Isto indica que, ao serem submetidos a altas densidades de semeadura, esses genótipos demonstram redução na produção de perfilhos, devido a maior competição por luz e nutrientes (VALÉRIO et al., 2008). Além disso, estes genótipos apresentam maior incidência de perfilhos inférteis (RICHARDS, 1988).

Estudos realizados em trigo por Mundstock (1999) demonstraram que a densidade de plantas não afetou a estatura e o comprimento dos entrenós das mesmas. No entanto, o aumento da densidade resultou em plantas com menor massa seca e diâmetro do caule, deixando assim, a planta mais suscetível ao acamamento. Resultados similares foram encontrados por Zagonel et al. (2002) ao verificarem que o aumento da densidade de semeadura das plantas de trigo resultou em redução do diâmetro do caule, da massa seca das plantas e do número de grãos por espiga e aumento no número de espigas por área.

Gross et al. (2012) verificaram que o aumento na densidade de semeadura reduziu linearmente o número de perfilhos por planta e espiguetas por espiga, a altura de planta, a massa da espiga e de mil grãos e aumentou o número de espigas por m^2 , porém, tal efeito não se refletiu na produtividade das plantas. Justificando esse comportamento Caires, Feldhaus e Blum (2001) mencionam que elevadas densidades de plantas não garantem altos rendimentos de grãos, visto que nesta condição, geralmente há maior número de espiga por unidade de área, porém estas são constituídas por menor número de grãos. Ainda, a utilização de elevada densidade populacional onera o custo de produção e segundo Valério et al. (2008) o

aumento da densidade ocasiona redução do número de dias para atingir a máxima produção de perfilhos.

De acordo com as informações técnicas para trigo e triticale (REUNIÃO..., 2014), para o Estado do Paraná, a densidade de semeadura varia de 200 a 400 sementes viáveis por m², em função do ciclo e porte das cultivares, clima e solo. Além disso, para a recomendação adequada da quantidade de sementes por hectare, devem ser considerados os critérios intrínsecos às sementes, como vigor e poder germinativo.

2.4 FATORES DE PRODUÇÃO NA CULTURA DO TRIGO

2.4.1 Fatores Ambientais

Associado a práticas de manejo adequadas e a utilização de cultivares responsivas, se faz necessário o conhecimento da ação dos fatores ambientais sobre o crescimento e desenvolvimento do trigo, a fim do aumento da sua produção (SOUZA; SILVA, 2013).

O ciclo de crescimento e desenvolvimento das plantas de trigo pode ser dividido em três etapas: vegetativa, reprodutiva e maturação. As condições ambientais ocorridas durante estádios específicos são determinantes no rendimento quantitativo e qualitativo da cultura (CUNHA et al., 2009). Situações climáticas adversas, particularmente quando coincidentes com os períodos críticos do desenvolvimento das plantas causam prejuízos no rendimento e na qualidade industrial dos grãos (JUNGES, 2011).

As condições climáticas da região têm grande impacto na produção de trigo. Dentre os fatores meteorológicos, a temperatura, a precipitação pluvial, a radiação solar, o fotoperíodo e a vernalização são os que causam maior impacto, tanto no crescimento e desenvolvimento, quanto na adaptação e na qualidade tecnológica do trigo (MIRALLES; SLAFER, 2000; FRANCHESCHI et al., 2009).

2.4.1.1 Temperatura

A temperatura é fundamental no desenvolvimento e na produção de trigo, visto que, de forma isolada ou em conjunto com os demais fatores

meteorológicos, influencia direta ou indiretamente em todos processos fisiometabólicos das plantas (CASTRO; KLUGE, 1999).

A influência da temperatura no desenvolvimento fenológico do trigo é expressa, geralmente, em soma térmica acumulada ($^{\circ}\text{C}$ dia), acima da temperatura base (5°C), para contabilizar o tempo de duração das fases de desenvolvimento do trigo (AMIR; SINCLAIR, 1991; STRECK; ALBERTO, 2006).

O trigo é uma espécie originária de clima frio, e por esta razão apresenta melhor desempenho produtivo em regiões com temperaturas amenas (OLIVEIRA et al., 2011). De acordo com Stone e Nicolas (1994) a temperatura ótima para o desenvolvimento do trigo está na faixa de $18\text{-}24^{\circ}\text{C}$. Em condições de elevada temperatura, principalmente superior a 35°C , ocorre limitação no rendimento da cultura (STONE; NICOLAS, 1994; FOKAR; NGUYEN; BLUM, 1998).

O excesso de calor afeta diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, provocando perdas quantitativas e qualitativas na produção. Na fase vegetativa altas temperaturas provocam redução no desenvolvimento das raízes e encurtam a duração do ciclo, além disto, diminuem o número de folhas e a produção de perfilhos das plantas (SOUZA, 1999; RIBEIRO, 2012). Ainda, de acordo com Porter e Gawith (1999) temperaturas elevadas reduzem o crescimento e alongamento do colmo, resultando em plantas com estatura reduzida.

Na fase reprodutiva altas temperaturas podem ocasionar redução do número de espiguetas, do número de flores por espiguetas e causar esterilidade das flores, afetando assim, o número de grãos por espiga. Já no final do ciclo da cultura, estas afetam o acúmulo de fotoassimilados durante o enchimento dos grãos, resultando em menor massa média dos mesmos (FAROOQ; BRAMLEY; PALTA, 2011; RIBEIRO et al., 2012).

O efeito de baixas temperaturas também depende do estágio fenológico em que a cultura se encontra. Em condições de baixas temperaturas na fase inicial da lavoura haverá prolongamento do período vegetativo e a planta desenvolverá maior número de perfilhos e um sistema radicular mais abundante, possibilitando assim, maior exploração dos nutrientes do solo. A partir do estágio de alongamento do colmo, temperaturas muito baixas, com formação de geadas, são prejudiciais a cultura. Assim como nas fases subsequentes, pois estas reduzem o número de grãos por espiga e afetam o enchimento de grãos (SCHEEREN et al., 2000).

2.4.1.2 Disponibilidade hídrica

A água exerce uma grande influência sobre diversos processos fisiológicos e bioquímicos da planta. Desta forma, a sua escassez é o principal fator limitante para o crescimento e desenvolvimento das culturas (OVIEDO; HERZ; RUDORFF, 2001).

A cultura do trigo, quando comparada a outras, possui uma relativa tolerância à deficiência hídrica, devido a sua maior eficiência no uso da água (SCHELEHUBER; TUCKER, 1967). No entanto, o trigo requer uma boa distribuição pluviométrica durante o ciclo para alcançar altas produtividades (BRUNETTA et al., 2006). De acordo com Doorenbos e Kassam (1979) a necessidade hídrica da cultura é de 450 a 600 mm, dependendo do clima e da duração do ciclo.

Condições de precipitações pluviais insuficientes, após a semeadura em solo seco, fazem com que as sementes fiquem expostas a ação de fungos e pragas presentes no solo, acarretando atraso na emergência das plântulas e em decréscimos no estande de plantas (FARIA; CARAMORI, 1996). Entretanto, em condições adversas, a utilização de sementes com alto vigor apresenta maiores porcentagens de sobrevivência e melhor desempenho germinativo quando comparadas as de baixo vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Santos et al. (2012) avaliando a resposta de genótipos de trigo observaram que algumas cultivares são mais tolerantes que outras ao déficit hídrico. Estes mesmos autores também constataram que plantas de trigo submetidas a déficit hídrico apresentaram redução na altura, área foliar, perfilhos por planta e massa seca de folhas, colmo e bainha, quando comparadas às que se desenvolveram em condições adequadas de fornecimento de água. Estes resultados corroboram com os descritos por Lawlor e Uprety (1993), Fumis e Pedras (2002) e Poustini, Siosemardeh e Ranjbar (2007) ao verificarem diminuição da área foliar, altura e massa seca de folhas e colmo de plantas de trigo em resposta ao déficit hídrico.

Condições de déficit hídrico afetam também a formação e remobilização de metabólitos, o número de grãos por espiga e diminuem o índice de colheita da cultura do trigo (GUSTA; CHEN, 1987; MOREIRA; ANGULO FILHO; RUDORFF, 1999).

Por outro lado, a elevada precipitação pluvial também afeta a cultura, podendo promover decréscimo no enchimento dos grãos (HIRANO, 1976) e no peso do hectolitro (GUARIENTI et al., 2005), favorecer a ocorrência e intensidade de doenças (REIS; CASA, 2005), o acamamento de plantas (CRUZ; CARVALHO; CAETENO, 2000) e causar germinação pré-colheita (NODA; KAWABATA; KAWAKAMI, 1994).

2.4.1.3 Radiação solar

A radiação solar interfere no crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que a produção de biomassa pelas culturas está relacionada a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, interceptada e absorvida pelas folhas, e pela eficiência com que estas convertem a energia radiante em energia química, através da fotossíntese (HEINEMANN et al., 2006).

A interceptação da radiação solar pela planta depende do tamanho, da forma, do ângulo e da orientação das folhas (CASTRO; KLUGE, 1999). A mudança nas condições de luz do ambiente geralmente é determinada em função do nível de competição estabelecida, promovendo alterações tanto na alongação do colmo e nos entrenós da planta quanto no desenvolvimento de perfilhos (MARTINS, 2012).

De acordo com Aspinal e Paleg (1964) e Valério et al. (2009) o efeito da intensidade da luz durante o desenvolvimento das plantas tem incremento direto na taxa de crescimento e de perfilhamento, em função da maior quantidade de fotoassimilados disponíveis, oriundos da maior área fotossinteticamente ativa. Resultados semelhantes foram encontrados por Friend (1965) e Rickman, Klepper e Peterson (1985), ao verificarem que a baixa luminosidade reduz o número de perfilhos por planta de trigo.

Guarienti et al. (2003) observaram que a radiação solar influenciou positivamente o peso do hectolitro, a massa de mil grãos, a força de glúten e o número de queda. Além disto, de acordo com Heinemann et al. (2006) qualquer fator que altere a eficiência de uso da radiação solar pode influenciar a produção de grãos de trigo. Condições climáticas com maior radiação disponível e menor temperatura, anteriormente a antese, favorecem maior produção de grãos por área, pois esse subperíodo é alongado.

Já condições de alta nebulosidade resultam em menor número de espiguetas (RAHMAN; WILSON; AITKEN, 1977) e massa de grãos (WILLEY; HOLLIDAY, 1971; JUDEL; MENGEL, 1982), por ocasionar deficiência fotossintética. Ainda, Scheeren et al. (1995) observaram que a redução da luminosidade reduziu a massa fresca da parte aérea, o número de espiguetas por espiga e a massa dos grãos.

2.4.1.4 Fotoperíodo

De acordo com Taiz (2002) o fotoperiodismo é a capacidade em que as plantas apresentam de detectar o comprimento do dia, fazendo com que sejam induzidos processos que resultam em um determinado evento (florescimento), e que este ocorra em uma determinada época do ano.

As plantas de trigo, em geral, são de dias longos, ou seja, aumentam a taxa de desenvolvimento com o aumento do fotoperíodo, pois provocam o encurtamento do ciclo até a floração (CRAUFURD; CARTWRIGHT, 1989). De acordo com Ribeiro et al. (2009) o fotoperíodo influencia a taxa de desenvolvimento e a duração do ciclo do trigo.

A resposta ao fotoperíodo curto aumenta o número final de folhas em trigos de primavera (BROOKING; JAMIESON; PORTER, 1995). O aumento do fotoperíodo, em plantas sensíveis, pode resultar na diminuição do número final de folhas, perfilhos e induzir ao florescimento (CRAUFURD; CARTWRIGHT, 1989). Contudo, genótipos de trigo diferem na resposta ao comprimento do dia (RIDDELL; GRIES; STEARNS, 1958; RIBEIRO et al., 2009).

2.4.1.5 Vernalização

De acordo com Cunha et al. (1998) a vernalização ocorre em temperaturas ótimas entre 0 e 8 °C. A resposta à vernalização, com reflexos no processo de indução floral, depende de variáveis como: temperatura vernalizante, duração do período de vernalização, genótipo e estágio de desenvolvimento da planta (SLAFER; RAWSON, 1994).

Os trigos de primavera e de inverno são geralmente diferenciados pela sensibilidade a vernalização, ou seja, diferem quanto a exigência em horas de

frio, durante a fase vegetativa, para serem induzidos a entrar na fase reprodutiva (FLOOD; HALLORAN, 1986; CUNHA et al., 1998).

Os trigos de inverno são fortemente sensíveis à vernalização, já os trigos de primavera, quando sensíveis a vernalização, respondem mais rapidamente e necessitam de uma duração menor de dias de frio para estarem completamente vernalizados (LIMIN, FOWLER, 2002). Ainda, os genótipos de trigos de primavera apresentam respostas distintas a vernalização e podem ser classificados quanto a sua sensibilidade (CUNHA et al., 1998).

2.4.2 Genótipos

No Brasil está disponível para uso um grande número de genótipos de trigo, devido ao cultivo sob diversas condições edafoclimáticas. Atualmente são registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 237 cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) (MAPA, 2015b). Sendo assim, estas são recomendadas de acordo com seu ambiente de cultivo e finalidade (WALTER et al., 2009). Além disso, a cada ano são lançados novos genótipos com bases genéticas diferenciadas (SANGOI et al., 2007).

Os genótipos apresentam variação quanto a duração do ciclo de desenvolvimento, altura de plantas, potencial de perfilhamento, desempenho produtivo, suscetibilidade a doenças, acamamento e germinação na espiga, regiões tritícolas de adaptação, entre outros (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006; SPARKES; HOLME; GAJU, 2006; REUNIÃO..., 2014).

No entanto, o cultivo de trigo em diferentes condições ambientais expõe os genótipos à interação genótipo x ambiente (YAN; HOLLAND, 2010). Os efeitos desta interação podem ocorrer entre épocas de semeadura em mesmo local, em diferentes anos de cultivo e entre regiões (CAIERÃO et al., 2006; SILVA et al., 2011; TAVARES et al., 2014).

REFERÊNCIAS

- ABITRIGO, Associação Brasileira da Indústria do Trigo. **Sobre o trigo: o que é o trigo**. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/index.php?mpg=02.00.00>>. Acesso em: 07 ago. 2014.
- ALVARENGA, C.B.; SOBRINHO, J.S.; SANTOS, E.M. Comportamento de cultivares de trigo em diferentes densidades de semeadura sob irrigação indicadas para a região do Brasil Central. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 98-107, 2009.
- ALVES, A.C.; MUNDSTOCK, C.M.; MEDEIROS, J.deD. Iniciação e emergência de afilhos em cereais de estação fria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 39-45, 2005.
- AOSA – Association of Official Seed Analysts. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93 p.
- AMIR, J.; SINCLAIR, T.R. A model of the temperature and solar-radiation effects on spring wheat growth and yield. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 29, n.1, p. 47-58, 1991.
- ASPINAL, D.; PALEG, L.G. Effects of day length and light intensity of growth of barley II. Vegetative development. **Australian Journal of Biological**, Washington, v. 17, p. 807-822, 1964.
- BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.N.; MERTZ, L.M.; NUNES, U.R.; CONCEIÇÃO, G.M. Redução populacional de trigo no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 724-731, 2013.
- BARROCAS, E.N.; MACHADO, J.C. Introdução a patologia de sementes e testes convencionais de sanidade de sementes para a detecção de fungos fitopatogênicos. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 74-75, 2010.
- BENNETT, M.A. Determination and standardization challenges of vigor tests of vegetable seeds. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 58-62, 2001.
- BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; LORENCETTI, C.; VALÉRIO, I.P.; SCHMIDT, D.A.M.; HARTWIG, I.; RIBEIRO, G.; VIEIRA, E.A.; SILVA, J.A.G. Early generation selection strategy for yield and yield components in white oat. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 4, p. 357-365, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009, 202 p.
- BROOKING, I.R.; JAMIESON, P.D.; PORTER, J.R. The influence of day length on final leaf number in spring wheat. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 41, n. 3, p. 155-165, 1995.

BRUM, A.L.; MULLER, P.K. A realidade da cadeia do trigo no Brasil: o elo produtores/cooperativas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 145-169, 2008.

BRUNETTA, D.; BASSOI, M.C.; DOTTO, S.R.; SCHEEREN, P.L.; MIRANDA, M.Z.; TAVARES, L.C.V. MIRANDA, L.C. Características e desempenho agrônomo da cultivar BRS 229 no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 889-892, 2006.

BYRUM, J.R.; COPELAND, L.O. Variability in vigour testing of maize (*Zea mays* L.) seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 23, n. 2, p. 543-549, 1995.

CAIERÃO, E.; DUCA, L.J.A.D.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; PIRES, J.L. Análise da adaptabilidade e da estabilidade de genótipos de trigo como ferramenta auxiliar na indicação de novas cultivares. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1112-1117, 2006.

CAIRES, E.F.; FELDHAUS, I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 213-223, 2001.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

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

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – Grãos**. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_09_09_00_21_boletim_graos_janeiro_2015.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2015.

CRAUFURD, P.Q.; CARTWRIGHT, P.M. Effect of photoperiod and chlormequat on apical development and growth in a spring wheat (*Triticum aestivum*) cultivar. **Annals of Botany**, London, v. 63, n. 5, p. 515-525, 1989.

CRUZ, P.J.; CARVALHO, F.I.F.de; CAETANO, V.R. Efeito do acamamento induzido em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 2, p. 112-114, 2000.

CUNHA, G.R.; SCHEEREN, P.L.; DEL DUCA, L.deJ.; FIORINI, M.C.; SILVA, C.F.L. Índice de resposta à vernalização em trigos sul-brasileiros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 29-33, 1998.

CUNHA, G.R.; PIRES, J.L.; DALMAGO, G.A.; TOMM, G.O. Trigo. In: MONTEIRO, J.E.B.A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. Cap. 8, p.133-149.

CUNHA, G.R. **A expedição de Martin Affonso**. Embrapa Trigo. 2015. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/Martim%20Affonso.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2015.

DAN, L.G.deM.; DAN, H.deA.; PICCININ, G.G.; RICCI, T.T.; ORTIZ, A.H.T. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

DAVIDSON, D.J.; CHEVALIER, P.M. Preanthesis tiller mortality in spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 1, p. 832-836, 1990.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.

DESTRO, D.; MIGLIORANZA, E.; ARIAS, C.A.A.; VENDRAME, J.M.; ALMEIDA, J.C.V. Main stem and tiller contribution to wheat cultivars yield under different irrigation regimes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 325-330, 2001.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivos – Trigo**. 2014a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/trigo/cultivos>>. Acesso em: 28 jun. 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Trigo em números**. 2014b. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/2014_01_TRIGOpdf>. Acesso em: 01 jul. 2014.

FANAN, S.; MEDINA, P.F.; CAMARGO, M.P.; RAMOS, N.P. Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 150-159, 2009.

FARIA, R.T.; CARAMORI, P.H. Precipitação mínima para semeadura do trigo no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 119-126, 1996.

FAROOQ, M.; BRAMLEY, H.; PALTA, J.A. Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases. **Critical Reviews in Plant Sciences**, London, v. 30, n. 6, p. 491-507, 2011.

FERNANDES, M.I.B.M. **Genética e novas biotecnologias no melhoramento de trigo**. 2000. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do04_1.htm>. Acesso em: 22 jul. 2013.

FESSEL, S.A.; SADER, R.; PAULA, R.C.; GALLI, J.A. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 70-76, 2003.

FIGUEIREDO, S.L. **Densidade de semeadura e aplicação de reguladores vegetais**. 2011. 74 fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

FLOOD, R.G.; HALLORAN, G.M. Genetics and physiology of vernalization response in wheat. **Advances in Agronomy**, New York, v. 39, n. 1, 1986.

FONTES, J.R.M.; CARDOSO, A.A.; SOUZA, M.A.; CRUZ, C.D. Relação do espaçamento e da densidade de semeadura com o rendimento de grãos e outras características agronômicas do trigo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 26, p. 61-73, 2000.

FOKAR, M.; NGUYEN, H.T.; BLUM, A. Heat tolerance in spring wheat. I. Estimating cellular thermos tolerance and its heritability. **Euphytica**, Wageningen v. 104, p. 01-08, 1998.

FORNASIERI FILHO, Domingos. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: FUNEP, 2008, 338 p.

FRANCESCHI, L.; BENIN, G.; GUARIENTI, E.; MARCHIORO, V.S.; MARTIN, T.N. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 1624-1631, 2009.

FRANÇA NETO, J.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 37-38, 2010.

FRIEND, D.J.C. Tillering and leaf production in wheat as affected by temperature and light intensity. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 43, p. 1063-1076, 1965.

FUMIS, T.deF.; PEDRAS, J.F. Variação nos níveis de prolina, diamina e poliaminas em cultivares de trigo submetidas a déficits hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 449-453, 2002.

FUNDAÇÃO MERIDIONAL. **Histórico do trigo**. Disponível em: <<http://www.fundacaomeridional.com.br/trigo/historico.htm>>. Acesso em: 21 jul. 2013.

GROSS, T.F.; DIAS, A.R.; KAPPES, C.; SCHIEBELBEIN, L.M.; ANSELMO, J.L.; HOLANDA, H.V. Comportamento produtivo do trigo em diferentes métodos e densidades de semeadura. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 11, n. 4, p. 50-60, 2012.

GUARIENTI, E.M.; CIACCO, C.F.; CUNHA, G.R.; DUCCA, L.J.A.D.; CAMARGO, C.M.O. Avaliação do efeito de variáveis meteorológicas na qualidade industrial e no rendimento de grãos de trigo pelo emprego de análise de componentes principais.

Ciência Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 23, n. 3, p. 500-510, 2003.

GUARIENTI, E.M.; CIACCO, C.F.; CUNHA, G.R.; DUCCA, L.J.A.; CAMARGO, C.M.O. Efeitos da precipitação pluvial, da umidade relativa do ar e de excesso e déficit hídrico do solo no peso do hectolitro, no peso de mil grãos e no rendimento de grãos de trigo. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 412-418, 2005.

GUSTA, L.V., CHEN, T.N.H. The physiology of water and temperature stress. In: HEYNE, E.G. **Wheat and wheat improvement**. Madison, Wisconsin: ASA, 1987. p. 115-150.

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais.** Documentos 264. 2ª Ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005, 52 p.

HEINEMANN, A.B.; STONE, L.F., DIDONET, A.; TRINDADE, M.G., SOARES, B.B.; MOREIRA, J.A.A.; CÁNOVAS, A.D. Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 352-356, 2006.

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, 1976.

HOFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 54-62, 2004.

JULIATTI, F.C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 54-55, 2010.

JUDEL, G.K.; MENGEL, K. Effect of shading on nonstructural carbohydrates and the is turnover in culms on leaves during the grain filling period of spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 22, p. 958-962, 1982.

JUNGES, A.H. **Distribuição espacial e temporal do cultivo de trigo no Rio Grande do Sul e ajuste de modelo agrometeorológico-espectral para estimativa de rendimento de grãos.** 2011. 120 fls. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.deB. Agregando valor a sementes de soja. **Seed News**, Pelotas, n. 5, p. 22-27, 2003.

KRZYZANOWSKI, F.C. **Desafios tecnológicos para a produção de semente de soja na região tropical brasileira.** In: WORLD RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004. Proceedings... Foz do Iguaçu: EMBRAPA-CNPSO, 2004. p. 1324-1335.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P.da.

A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 7p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 55).

LAWLOR, D.W.; UPRETY, D.C. Effects of water stress on photosynthesis of crops and the biochemical mechanism. In: ABROL, Y.P., MOHANTY, P. Govinjee, eds. **Photosynthesis: photoreactions to plant productivity.** New Dehli: Oxford, v. 1, 1993. p. 419-449.

LIMA, T.C.; MEDINA, P.F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 106-113, 2006.

LIMIN, A.E.; FOWLER, D.B. Developmental traits affecting low-temperature tolerance response in near-isogenic lines for the vernalization locus *Vrn-A1* in wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell). **Annals of Botany**, Oxford, v. 89, n. 5, p. 579-585, 2002.

LUCCA FILHO, O.A. Importância da sanidade na produção de sementes de alta qualidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 7, n.1, p. 113-124, 1985.

MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138 p.

MAPA, Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária. **Culturas**: Trigo. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/trigo>>. Acesso em: 05 jan. de 2015a.

MAPA, Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária. **Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas>. Acesso em: 06 jan. de 2015b.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; França Neto, J.deB. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1.1-1.20.

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

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 21-24, 2013.

MARTINS, L.M. **Épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial afetando cultivares de trigo**. 2012. 47 fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

MCDONALD JUNIOR, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, East Lansing, v. 65, p. 109-139, 1975.

MELO, P.T.B.S.; SHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; CONCENÇO, G. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 84-94, 2006.

MIRALLES, D.J.; SLAFER, G.A. Wheat development. In: SATORRE, E.H.; SLAFER, G.A. **Wheat**: ecology and physiology of yield determination. New York: Food Products, 2000. p. 13-43.

MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M.; DOURADO NETO, D.; PUPIM, T.L.; DIAS, M.A.N. Seed vigor and initial growth of corn crop. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 64-69, 2013.

MOREIRA, M.A.; ANGULO FILHO, R.; RUDORFF, B.F.T. Eficiência do uso da radiação e índice de colheita em trigo submetido a estresse hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 597-603, 1999.

MORI, C.; IGNACZAK, J.C. Aspectos econômicos do complexo agroindustrial do trigo. In: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. **Trigo no Brasil: bases para competição competitiva e sustentável**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2011, p. 41-76.

MOTZO, R.; GIUNTA, F.; DEIDDA, M. Expression of a tiller inhibitor gene in the progenies of interspecific crosses *Triticum aestivum* L. x *T. turgidum* subsp. *durum*. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 85, p. 15-20, 2004.

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

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

NUNES, A.S.; SOUZA, L.C.F.; MERCANTE, F.M. Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 432-438, 2011.

OLIVEIRA, D.M.; SOUZA, M.A.; ROCHA, V.S.; ASSIS, J.C. Desempenho de genitores e populações segregantes de trigo sob estresse de calor. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 25-32, 2011.

OVIEDO, A.F.P.; HERZ, R.; RUDORFF, B.F.T. Efeito do estresse hídrico e da densidade de plantio no uso da radiação e produtividade da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Biociência**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 23-33, 2001.

OZTURK, A.; CAGLAR, O.; BULUT, S. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Madison, v. 192, n. 1, p. 10-16, 2006.

PESKE, S.M.; BARROS, A.C.S.A. Produção de Sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.A.; ROTA, G.R.M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 1ª edição. Pelotas. 2003. 414 p.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.A.; ROTA, G.R.M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 1ª edição. Pelotas. 2003. 414 p.

PORTER, J.R.; GAWITH, M. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 10, p. 23-36, 1999.

POUSTINI, K.; SIOSEMARDEH, A.; RANJBAR, M. Proline accumulation as a response to salt stressing 30 wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. **Genet Resources and Crop Evolution**, v. 54, p. 925-934, 2007.

RAHMAN, M.S.; WILSON, J.H.; AITKEN, Y. Determination of spikelet number in wheat. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 28, p. 575-581, 1977.

REIS, E.M., CASA, R.T. Danos causados por fungos associados a sementes de cereais de inverno. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, p. 138-140, 2005.

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2014**. Londrina, PR: Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), 2014, 235 p.

RIBEIRO, T.L.P.; CUNHA, G.R.; PIRES, J.L.F.; PASINATO, A. Respostas fenológicas de cultivares brasileiras de trigo à vernalização e ao fotoperíodo.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1383-1390, 2009.

RIBEIRO, G. **Estratégia de melhoramento para tolerância ao estresse de calor em trigo**. 2012. 53 fls. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa: Viçosa.

RIBEIRO, G.; PIMENTE, A.J.B.; SOUZA, M.A.; ROCHA, J.R.A.S.C.; FONSECA, W.B. Estresse por altas temperaturas em trigo: impacto no desenvolvimento e mecanismos de tolerância. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 18, n. 2-4, p. 133-142, 2012.

RICHARDS, R.A. A tiller inhibition gene in wheat and its effect on plant growth. **Australian Journal of Agricultural Science**, Melbourne, v. 39, p. 749-757, 1988.

RICKMAN, R.W.; KLEPPER, B.; PETERSON, C.M. Wheat seedling growth and developmental response to incidente photosynthetically active radiation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 77, p. 283-287, 1985.

RIDDELL, J.A.; GRIES, G.A.; STEARNS, W. Development of spring wheat: The effect of photoperiod. **Agronomy Journal**, Madison, v. 50, n. 12, p. 735-738, 1958.

SANGOI, L.; BERNS, A.C.; ALMEIDA, M.L., ZANIN, C.G.; SCHWEITZE, C. Características agrônômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1564-1580, 2007.

SANTOS, D.; GUIMARÃES, V.F.; KLEIN, J.; FIOREZE, S.L.; MACEDO JÚNIOR, E.K. Cultivares de trigo submetidas a déficit hídrico no início do florescimento, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 836-842, 2012.

SCHEEREN, P.L.; CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C. Resposta do trigo aos estresses causados por baixa luminosidade e excesso de água no solo. Parte II: Teste no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 605-619, 1995.

- SCHEEREN, P.L.; CUNHA, G.R.; QUADROS, F.J.S.; MARTINS, L.F. **Efeito do frio em trigo**. Comunicado técnico online: Embrapa trigo, n. 57, 2000.
- SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 35-41, 2010.
- SCHLEHUBER, A.M.; TUCKER, B.B. Culture of wheat. In: QUISENBERRY, K.S.; REITS, L.P., (Ed.). **Wheat and wheat improvement**. Madison: Am. Soc. Of Agronomy, 1967. p. 154-160.
- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S.; ROSENTHAL, M.D. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 2, p. 97-101, 2000.
- SCHUCH, L.O.B.; KOLCHINSKI, E.M.; FINATTO, J.A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p.144-149, 2009.
- SILVA, R.R.; BENIN, G.; SILVA, G.O.; MARCHIORO, V.S.; ALMEIDA, J.L., MATEI, G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 11, p. 1439-1447, 2011.
- SLAFER, G.A.; RAWSON, H.M. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a reexamination of some assumptions made by physiologists and modellers. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 21, n. 4, p. 393-426, 1994.
- SOUZA, M.A. **Controle genético e resposta ao estresse de calor de cultivares de trigo**. 1999. 152 fls. Tese (Doutorado em genética e melhoramento de plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SOUZA, D.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; ZORATO, M.F.; CARVALHO, D.C. Análise de danos mecânicos e qualidade de sementes de algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 123-131, 2009.
- SOUZA, E.F.C.; SILVA, M.A. Ecofisiologia tritícola. **Revista Varia Scientia Agrárias**, Cascavel, v. 3, n. 1, p. 171-187, 2013.
- SPARKES, D.L.; HOLME, S.J.; GAJU, O. Does light quality initiate tiller death in wheat? **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 24, n. 3, p. 212-217, 2006.
- STONE, P.J.; NICOLAS, M.E. Wheat cultivars vary widely in their responses of grain-yield and quality to short periods of post-anthesis heat-stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 21, p. 887-900, 1994.
- STRECK, N.A.; ALBERTO, C.M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1351-1359, 2006.

TAIZ, L. The control of flowering. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Plant Physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, p. 559-590, 2002.

TALAMINI, V.; ALMEIDA, N.A.; LIMA, N.R.S.; SILVA, A.M.F.; CARVALHO, H.W.L. da.; SOUZA, R.C.de. **Avaliação da Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol introduzidas para cultivo em Sergipe** (Boletim de pesquisa e desenvolvimento 67). Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011.

TAVARES, L.C.V.; BASSOI, M.A.; MIRANDA, L.C.; PRETE, C.E.C. Transferência de tecnologia para cultivares de trigo no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 21-27, 2011.

TAVARES, L.C.V.; FOLONI, J.S.S.; BASSOI, M.C.; PRETE, C.E.C. Genótipos de trigo em diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 166-174, 2014.

TOLEDO, M.Z.; FONSECA, N.R.; CÉSAR, M.L.; SORATTO, R.P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C.A.C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

VALÉRIO, I.P. **Processo genético na seleção de genótipos de trigo com base na expressão do caráter número de afilhos**. 2008. 118 fls. Tese (Doutorado em Fitomelhoramento) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; MACHADO, A.deA.; BENIN, G.; SCHEEREN, P.L.; SOUZA, V.Q.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 319-326, 2008.

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; BENIN, G. MAIA, L.C.; SILVA, J.A.G.; SCHMIDT, D.M.; SILVEIRA, G. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1207-1218, 2009.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N.M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2002.

VIGANÓ, J.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; FRANCO, F.A.; SCHUSTER, I.; MORTELE, L.M.; TEIXEIRA, L.R. Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta aos efeitos de anos e épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 086-096, 2010.

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**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2320-2326, 2009.

WHALEY, J.N.; SPARKES, D.L.; FOULKES, M.J.; SPINK, J.H.; SCOTT, R.K. The physiological response of winter wheat to reductions in plant density. **Annals of Applied Biology**, v. 137, p. 164- 177, 2000.

WILLEY, R.W.; HOLLIDAY, R. Plant population and shading studies in barley. **Journal of Agricultural Science**, v. 77, p. 445-452, 1971.

YAN, W.; HOLLAND, J. B. A Heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation. **Euphytica**, Wageningen, v. 171, n. 3, p. 355-369, 2010.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002.

3 ARTIGO A: CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DE CULTIVARES DE TRIGO EM RESPOSTA A DIFERENTES NÍVEIS DE VIGOR DE SEMENTES E DENSIDADES DE SEMEADURA

3.1 RESUMO

A utilização de sementes de alta qualidade, adequadas práticas de manejo e escolha de genótipos promissores são estratégias necessárias para explorar o potencial de rendimento do trigo. Diante disto, o trabalho teve como objetivo avaliar se o nível de vigor de sementes associado a diferentes densidades de semeadura, em locais de cultivo com características edafoclimáticas contrastantes, afetam o crescimento, o desenvolvimento e o rendimento de cultivares de trigo. Os experimentos foram conduzidos em dois locais (Londrina-PR e Ponta Grossa-PR), sob o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x5, com quatro repetições. Foram avaliados dois níveis de vigor de sementes (alto e baixo), duas densidades de semeadura (200 e 400 sementes viáveis por m²) e cinco cultivares de trigo (BRS Sabiá, CD 150, Gralha Azul, BRS Gaivota e BRS Parrudo). Para avaliação do crescimento e desenvolvimento das plantas foram realizadas coletas de plantas nos seguintes estádios de desenvolvimento da cultura: desenvolvimento da plântula, alongamento do colmo, emborrachamento e emergência da inflorescência. As avaliações efetuadas foram: número e altura de plantas, número de perfilhos, massa seca da parte aérea, índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Sementes vigorosas favorecem o estabelecimento de plantas a campo e proporcionam maior altura de plantas, massa seca da parte aérea e rendimento de grãos do trigo, contudo de forma mais acentuada para as condições ambientais de Ponta Grossa. O crescimento, o desenvolvimento e o rendimento são alterados pelo vigor de sementes, densidade de semeadura e genótipos utilizados, com respostas variáveis de acordo com o ambiente de cultivo.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. População de plantas. Qualidade de sementes. Produtividade.

GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD WHEAT CULTIVARS IN RESPONSE TO DIFFERENT SEED VIGOR LEVELS AND DENSITY OF PLANTING

3.2 ABSTRACT

The use of high quality seeds, appropriate management practices and choice of promising genotypes are strategies necessary to exploit the wheat yield potential. Hence, the study aimed to assess whether the current level of seeds associated with different plant in cultivation sites with contrasting soil and climatic characteristics, affect the growth, development and yield of wheat cultivars. The experiments were conducted at two sites (Londrina- PR and Ponta Grossa- PR), under a randomized block design in a 2x2x5 factorial scheme, with four replications. Were evaluated two levels of seed vigor (high and low), two sowing densities (200 and 400 viable seeds per m²) and five wheat cultivars (BRS Sabia, CD 150, BRS Graha Azul, BRS Gaivota and BRS Parrudo). The assessment of growth and development of plants were plants from collections made in the following crop development stages: seedling development, stem elongation, booting and inflorescence. The tests conducted were: number and plant height, number of tillers, shoot dry mass, vegetation index (NDVI) and grain yield. Data were subjected to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% probability. Vigorous seeds favor the establishment of plants in the field and provide greater plant height, dry weight of shoot and yield of wheat grain, but more markedly to the environmental conditions of Ponta Grossa. The growth, development and yield are changed by the vigor of seeds, sowing rate and the varieties used, with varying responses according to the cultivation environment.

Keywords: *Triticum aestivum* L. Plant population. Seed quality. Productivity.

3.3 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma cultura de destaque no cenário agrícola nacional, no entanto, a produção interna deste cereal não é suficiente para atender a demanda (CONAB, 2015). Diante disto, além do direcionamento de políticas adequadas ao setor, é necessário que se utilizem estratégias quanto ao manejo da cultura, escolha de ambiente de cultivo, genótipos promissores e sementes de elevada qualidade, a fim de explorar o potencial de rendimento do trigo e atender a demanda interna do país (BENIN et al., 2005; LIMA; MEDINA; FANAN, 2006; LEMOS et al., 2013).

Para que as sementes possam ser consideradas de alta qualidade, estas devem apresentar elevada qualidade genética e fisiológica, tais como altas taxas de germinação e vigor, associada à pureza física e sanitária (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

O vigor de sementes é um dos principais atributos a ser considerado na implantação da lavoura (SCHEEREN et al., 2010), visto que sementes mais vigorosas propiciam germinação rápida e uniforme, favorecendo o crescimento da parte aérea e do sistema radicular, proporcionando a planta melhores condições de desenvolvimento, além de maior capacidade de resistir a condições adversas do ambiente (BENNETT, 2001; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Já lotes de sementes menos vigorosas apresentam redução na porcentagem e na uniformidade de emergência, podendo afetar o estabelecimento do estande e o desenvolvimento ao longo do ciclo, e ainda a produtividade da cultura (KOLCHINSKI; SCHUCH; PESKE, 2005; TOLEDO et al., 2009).

Mondo et al. (2013) avaliando o efeito do vigor de sementes no crescimento inicial de plantas de milho, observaram que a utilização de sementes de alto vigor resultou em maior crescimento inicial da cultura até o estágio fenológico de oito folhas. Resultados semelhantes foram encontrados por Schuch et al. (2000) ao concluírem que o uso de sementes de aveia com elevada qualidade fisiológica propiciou a produção de plantas com maior tamanho inicial e maiores taxas de crescimento ao longo do período avaliado (7, 14, 21 e 28 dias após a emergência).

Ainda, Vanzolini e Carvalho (2002) verificaram, em plantas de soja, que o efeito do vigor de sementes foi maior no início do desenvolvimento da cultura. Corroborando com os autores, Marcos Filho (2013) alega que conforme avançam os

estádios fenológicos da cultura a influência do vigor de sementes tende a reduzir e o desempenho da planta torna-se mais dependente das relações genótipo e ambiente. No entanto, Melo et al. (2006) constataram que plantas de arroz originadas de sementes de alto vigor apresentaram maior perfilhamento e rendimento de grãos, além de desempenho superior quanto a massa seca e a área foliar em relação as oriundas de sementes de baixo vigor.

Aliada a utilização de sementes de qualidade é necessário dispor de técnicas de manejo adequadas para maximizar o rendimento do trigo e, dentre elas destaca-se a densidade de semeadura (ALVARENGA; SOBRINHO; SANTOS, 2009; TAVARES et al., 2014). A população de plantas em trigo afeta diretamente o número de perfilhos desenvolvidos por planta, dado que em condições de baixa densidade populacional, devido à plasticidade da cultura, a planta tende a produzir maior quantidade de perfilhos do que em lavouras instaladas com altas densidades de semeadura (ZAGONEL et al., 2002).

De acordo com Whaley et al. (2000) em condições de baixas densidades de plantas há incremento na taxa de crescimento da planta, com maior eficiência na radiação capturada e melhor conversão da radiação em assimilados. Mundstock (1999) e Zagonel et al. (2002) verificaram que o aumento da densidade de semeadura de trigo resultou em redução do diâmetro do caule e na massa seca das plantas. Além disto, elevadas densidades de plantas, além de onerar o custo de produção, não garantem altas produtividades (GROSS et al., 2012).

A recomendação para a densidade de semeadura no Paraná é bastante ampla, variando de 200 a 400 sementes viáveis por m² (REUNIÃO..., 2014). De acordo com Barbieri et al. (2013) e Tavares et al. (2014) a resposta para o rendimento de trigo em função da população de plantas varia conforme o ambiente e o genótipo utilizado. Os genótipos apresentam características diferenciadas quanto ao crescimento e o desenvolvimento das plantas, principalmente no potencial de perfilhamento, podendo responder de forma distinta a alterações na densidade de semeadura, vigor de sementes, bem como as variações ambientais.

Trabalhos que relacionam a influência do vigor de sementes nos estádios de desenvolvimento e seus reflexos na produtividade de grãos das plantas de trigo, bem como a interação deste com outros fatores de produção, como densidade de plantas, genótipos e ambientes de cultivo são escassos. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar se o nível de vigor de sementes associado a

diferentes densidades de semeadura, em dois locais de cultivo com características edafoclimáticas contrastantes, afetam o crescimento, o desenvolvimento e o rendimento de cultivares de trigo.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em dois locais, sendo um no campo experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, em Londrina-PR, localizado no Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja), que se encontra a latitude de 23° 11' Sul, longitude 51° 10' Oeste e altitude de aproximadamente 564 m e, outro no campo experimental da Embrapa Produtos e Mercado, localizado em Ponta Grossa-PR, cuja latitude é de 25° 09' Sul, longitude 50° 05' e altitude em torno de 865 m.

Em Londrina, o solo da região é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico de textura argilosa e em Ponta Grossa como Latossolo Vermelho distroférico de textura média (BHERING; SANTOS, 2008). O clima segundo a classificação de Köppen, em Londrina é Cfa, ou seja, clima subtropical úmido, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão. No município de Ponta Grossa o clima é do tipo Cfb, o qual se caracteriza por ser tipicamente temperado, com temperatura média do mês mais frio abaixo de 18 °C e do mês mais quente abaixo de 22 °C, com verões frescos e expressivo risco de geada (IAPAR, 2015).

Os dados de temperatura máxima, média e mínima diária e precipitação pluvial durante o período de cultivo, para as duas áreas experimentais, são apresentadas na Figura 3.1.

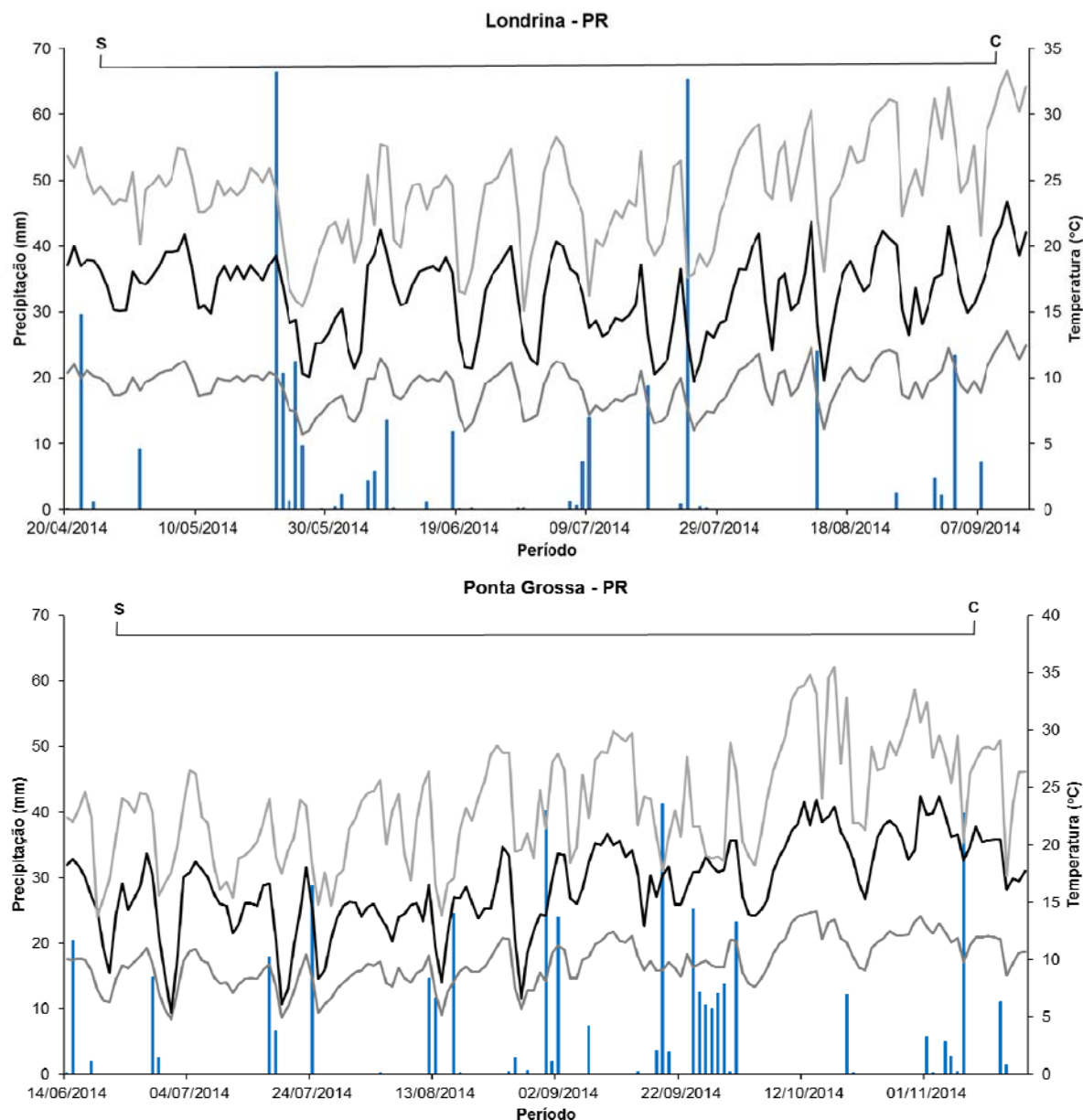


Figura 3.1 – Temperatura máxima, média e mínima diária (°C) e precipitação pluvial (mm) em Londrina - PR e Ponta Grossa - PR, para o período de desenvolvimento da cultura do trigo. S: semeadura e C: colheita.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x5, sendo os fatores dois níveis de vigor de sementes (alto e baixo), duas densidades de semeadura (200 e 400 sementes viáveis por m²) e cinco cultivares de trigo (BRS Sabiá, CD 150, BRS Galha Azul, BRS Gaivota e BRS Parrudo), com quatro repetições.

As cultivares utilizadas apresentam ciclos distintos, sendo que a BRS Sabiá e CD 150 apresentam ciclo precoce, com maturação média de 103 e 114 dias, respectivamente. As cultivares de ciclo médio utilizadas foram a BRS Galha

Azul, que apresenta maturação com aproximadamente 124 dias e a BRS Gaivota com 128 dias. Já o comportamento da cultivar BRS Parrudo é distinto para as regiões onde foi instalado os experimentos, apresentando em Ponta Grossa ciclo precoce e em Londrina ciclo tardio. A BRS Parrudo diferentemente das demais cultivares exige maiores respostas a vernalização, justificando a diferença de ciclo entre locais (REUNIÃO..., 2014). Além disso, as cultivares apresentam diferenças quanto ao potencial de perfilhamento.

As sementes classificadas como de baixo vigor foram obtidas a partir dos lotes de sementes com alto vigor, mediante a aplicação do envelhecimento acelerado, para todas as cultivares. Para a condução do envelhecimento as sementes foram colocadas em caixas plásticas, tipo gerbox, com suportes telados, contendo ao fundo 40 mL de água destilada. Após foram incubadas em câmara de incubação do modelo "Water-jacketed", sob temperatura de 42 °C por um período de 60 horas, causando assim, redução do vigor das mesmas. As sementes não submetidas ao envelhecimento acelerado foram consideradas como alto vigor e as envelhecidas como baixo vigor.

Para caracterizar os lotes de sementes a serem utilizados, tanto de baixo como de alto vigor, foi determinada a qualidade fisiológica (Tabela 3.1) e sanitária (Tabela 3.2) das sementes, por meio dos seguintes testes:

Teste de Germinação: Realizado com oito subamostras de 50 sementes, totalizando 400 sementes por lote. As sementes foram distribuídas sobre papel germitest umedecido com volume de água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca do substrato. Os rolos de papel com as sementes foram acondicionados em germinador, tipo Mangelsdorf, a temperatura de 20 °C, sob regime de luz constante. Após oito dias foram realizadas as avaliações conforme as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira Contagem de Germinação: Realizada em conjunto com o teste de germinação. A avaliação foi realizada quatro dias após a instalação do teste, contabilizando somente as plântulas normais, com resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Comprimento de plântula, parte aérea e raiz: Foram utilizadas três subamostras de 25 sementes por repetição, totalizando 300 sementes por tratamento. O papel germitest foi umedecido com água destilada equivalente a 2,5

vezes a massa seca do substrato. As sementes foram dispostas no terço superior no sentido longitudinal do papel. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente no germinador por sete dias a 20 °C. Após, foi efetuada a medida das plântulas normais (comprimento total da plântula, parte aérea e raiz) com auxílio de régua milimetrada (NAKAGAWA, 1999). Os resultados foram expressos em centímetros por plântula.

Massa seca de parte aérea e raiz: Realizada com as plântulas normais obtidas no teste de comprimento de plântula, retirando-se o restante da semente e separando-se a parte aérea e a raiz. Em seguida, estas foram colocadas em saco de papel e levadas à estufa com circulação de ar forçado, onde permaneceram por 24 horas à temperatura de 80 °C (NAKAGAWA, 1999). Ao final deste período, a massa seca foi avaliada em balança com precisão de 0,0001 g, e os resultados expressos em mg por plântula.

Índice de velocidade de emergência: Foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes por tratamento. A semeadura foi realizada em bandejas plásticas onde as sementes foram dispostas sobre uma camada de areia uniforme com auxílio de um contador manual, a uma profundidade de 3 cm. O teste foi conduzido em condições de casa de vegetação e a umidade mantida com irrigações. As avaliações foram realizadas diariamente, a partir do início da emergência, registrando-se o número de plântulas emergidas até o décimo segundo dia após a semeadura. Para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) utilizou-se a equação sugerida por Popinigis (1977): $IVE = N_1/D_1 + N_2/D_2 + N_n/D_n$, onde N_1 = número de plântulas emergidas no primeiro dia; N_n = número acumulado de plântulas emergidas; D_1 = primeiro dia de contagem; D_n : número de dias contados após a semeadura.

Emergência de plântulas em areia: Realizado em conjunto com o IVE. Após 12 dias da semeadura foi efetuada a contagem total de plântulas emergidas, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Tabela 3.1 – Valores médios dos atributos da qualidade fisiológica de sementes de trigo, para caracterização dos lotes de sementes de alto vigor (AV) e de baixo vigor (BV).

Cultivar	PCG (%)		G (%)		CTP (cm)		CR (cm)		CPA (cm)	
	AV	BV	AV	BV	AV	BV	AV	BV	AV	BV
BRS Sabiá	93	85	94	89	24,89	20,27	15,34	12,01	9,55	8,25
BRS Gaivota	94	72	96	87	20,07	17,39	12,70	11,05	7,36	6,34
BRS Parrudo	94	87	98	92	20,50	16,86	13,25	10,51	7,24	6,35
BRS Gralha Azul	96	89	98	94	21,23	20,13	13,34	12,89	7,88	7,24
CD 150	85	74	90	80	20,76	15,99	12,16	8,90	8,60	7,09

Cultivar	MSPA (mg)		MSR (mg)		IVE		E (%)	
	AV	BV	AV	BV	AV	BV	AV	BV
BRS Sabiá	8,06	7,45	8,21	7,67	20,26	16,67	91	86
BRS Gaivota	6,08	5,30	7,64	7,05	20,15	14,68	94	82
BRS Parrudo	7,36	6,52	7,48	7,01	20,64	18,72	97	95
BRS Gralha Azul	7,84	7,29	8,70	8,17	20,58	18,70	96	94
CD 150	5,63	5,27	6,18	4,31	19,13	16,10	87	80

PCG: Primeira contagem de germinação; G: Germinação; CTP: Comprimento total de plântula; CR: Comprimento de raiz; CPA: Comprimento de parte aérea; MSPA: Massa seca de parte aérea; MSR: Massa seca de raiz; IVE: Índice de velocidade de emergência e E: Emergência de plântulas em areia.

Análise sanitária – blotter test: Para avaliação da qualidade sanitária das sementes utilizou-se o método do *blotter test*, conforme descrito por Neergaard (1979). As sementes foram dispostas em gerbox, devidamente desinfetados com hipoclorito de sódio a 1,05%, contendo no seu interior três folhas de papel filtro umedecidas com água destilada e autoclavada. Foram utilizados 10 gerbox com 20 sementes tomadas ao acaso, com duas repetições, totalizando 400 sementes por tratamento. Após, as sementes foram levadas a câmara de incubação onde permaneceram por sete dias a temperatura de 20 °C (± 2 °C), sob luz fluorescente contínua. Foi realizada a identificação dos fungos com auxílio de microscópio estereoscópico binocular e microscópico óptico. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Tabela 3.2 – Porcentagens de fungos encontrados nos lotes de sementes de trigo de alto vigor (AV) e de baixo vigor (BV).

Cultivar	<i>Helminthosporium sp.</i>		<i>Aspergillus sp.</i>	
	AV	BV	AV	BV
BRS Sabiá	04	02	-	08
BRS Gaivota	02	02	-	08
BRS Parrudo	02	02	-	02
BRS Gralha Azul	02	02	-	02
CD 150	-	-	-	06

Em ambos os locais a área experimental foi instalada no sistema de plantio direto, sendo soja a cultura antecessora. Previamente a instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo das áreas experimentais para análise das características químicas (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 – Atributos químicos do solo da área experimental, da camada de 0-20 cm de profundidade, em Londrina - PR e Ponta Grossa - PR.

Londrina - PR									
pH	P	H + Al	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	CTC	M.O.	V
CaCl ₂	mg kg ⁻¹		-----	cmolc kg ⁻¹	-----			g kg ⁻¹	%
6,0	27,08	2,74	0,0	5,74	2,62	0,79	11,89	1,75	76,95
Ponta Grossa - PR									
5,57	12,57	4,39	0,02	5,78	2,04	0,19	12,39	2,21	64,50

A semeadura dos experimentos foi realizada mecanicamente, com semeadora da marca SEMEATO[®], no dia 25 de Abril de 2014, em Londrina e no dia 19 de Junho de 2014, em Ponta Grossa, dentro do período recomendado no zoneamento edafoclimático para a cultura (MAPA, 2014). As sementes foram tratadas com o inseticida Gaucho[®] (imidacloprido) na dose de 100 mL 100 kg⁻¹ de sementes e com o fungicida Vitavax-Thiram[®] (carboxin + thiram) na dose de 250 mL 100 kg⁻¹ de sementes. O tratamento das sementes foi realizado em sacos plásticos, no qual os produtos foram adicionados sobre as sementes, com posterior agitação até a completa cobertura das mesmas, com volume de calda de 600 mL 100 kg⁻¹ de sementes.

Na semeadura foi realizada a adubação com 280 kg ha^{-1} do fertilizante formulado 15-15-15 (NPK). No início da fase de perfilhamento realizou-se a adução nitrogenada de cobertura, utilizando como fonte o nitrato de amônio, totalizando 40 kg N ha^{-1} . Os tratos culturais da cultura foram realizados de acordo com as Informações Técnicas para a cultura do Trigo (REUNIÃO..., 2014).

As parcelas experimentais foram constituídas por nove linhas, espaçadas a 0,20 m com seis metros de comprimento, totalizando uma área de $10,8 \text{ m}^2$ para cada parcela. Para a avaliação do crescimento e desenvolvimento das plantas de trigo foram realizadas quatro coletas em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, onde foram consideradas como área útil a segunda, a terceira e a quarta linha de todas as parcelas, deixando-se a título de bordadura 0,5 m na extremidade inicial e final da parcela e 0,5 m entre cada local de coleta. Para a avaliação do NDVI e produtividade de grãos foram utilizadas as demais linhas da parcela (quinta, sexta, sétima, oitava e nona linha), totalizando uma aérea de 6 m^2 .

Em cada época de coleta, para a avaliação do crescimento e desenvolvimento, foram retiradas as plantas em uma área de três linhas com 0,70 m, totalizando $0,42 \text{ m}^2$ por parcela.

A coleta das plantas foi realizada de acordo com a escala fenológica proposta por Zadoks, Chang e Konzak (1974). Sendo assim, foi acompanhado o desenvolvimento das plantas de cada parcela, pois existem diferenças no ciclo entre as cultivares utilizadas, o que conseqüentemente exigiu uma época de coleta diferenciada para cada cultivar.

A primeira coleta das plantas foi realizada no estágio de desenvolvimento da plântula (estádio 1), onde as plântulas de trigo encontravam-se na fase em que a terceira folha apresentava 50% de desenvolvimento, sendo considerado pela escala de Zadoks, Chang e Konzak (1974) como estágio principal 10 e secundário 13. Na segunda época de coleta as plantas encontravam-se no estágio de alongamento do colmo (estádio 2), neste estágio as plantas de trigo apresentavam o segundo nó visível (estádio principal 30 e secundário 32). A terceira coleta foi realizada no momento em que as plantas encontravam-se no estágio principal 40 e secundário 45, que caracteriza o visível inchaço na parte superior do colmo, chamado de emborrachamento (estádio 3). Na quarta coleta as plantas foram coletadas quando a inflorescência apresentava-se completamente fora da folha

bandeira, caracterizado pelo estágio de emergência da inflorescência (estádio 4), representando assim, o estágio principal 50 e secundário 59.

A colheita foi realizada mecanicamente com auxílio de uma colhedora de parcelas do tipo Wintersteiger[®]. Em Londrina a colheita foi realizada no dia 09 de setembro de 2014 e em Ponta Grossa no dia 12 de novembro de 2014, quando a cultura encontrava-se no estágio de maturação de colheita.

3.4.1 Avaliações

As plantas foram coletadas e as avaliações, em cada estágio de desenvolvimento, foram realizadas em laboratório, exceto a leitura do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) que foi realizada em condições de campo.

3.4.1.1 Número de plantas por área

Na fase de desenvolvimento da plântula foram contabilizadas o total de plantas presentes na área coletada. Os resultados foram expressos em número de plantas por m².

3.4.1.2 Altura de plantas

Avaliada em dez plantas tomadas ao acaso em cada época de coleta. Na fase de desenvolvimento da plântula, alongamento e emborrachamento foi determinada a partir da superfície do solo até a extremidade da folha superior. Já na fase de emergência da inflorescência a altura foi mensurada a partir da superfície do solo até o ápice da espiga do colmo principal, sem contabilizar as aristas. Esta avaliação foi realizada com auxílio de uma régua milimetrada, e os resultados foram expressos em cm.

3.4.1.3 Número de perfilhos por planta

A avaliação do número total de perfilhos foi realizada em vinte plantas tomadas ao acaso na fase de emborrachamento da cultura, contabilizando a

soma do total de perfilhos da área coletada. Os resultados foram expressos em número de perfilhos por planta.

3.4.1.4 Massa seca da parte aérea

Após as avaliações citadas anteriormente (item 3.2.1.1, 3.2.1.2 e 3.2.1.3), somente a parte aérea das plantas foram colocadas em sacos de papéis e levadas à estufa com circulação de ar forçada, onde permaneceram à temperatura de 80 °C, até atingir massa constante. Ao final deste período, a massa seca foi avaliada em balança com precisão de 0,001 g, e os resultados expressos em g por m².

3.4.1.5 Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)

Em todas as fases de coleta de trigo foi determinado o NDVI das plantas com auxílio do medidor GreenSeekerTM. Este aparelho consiste em um sensor portátil que, quando acionado emite pulsos de comprimentos de luz vermelha e infravermelha, medindo assim a quantidade de cada tipo de luz que é refletida no sensor. Para efetuar esta avaliação o aparelho foi posicionado paralelamente as linhas da cultura, em uma altura de aproximadamente 0,40 m acima do topo do dossel das plantas. As leituras foram realizadas em todo o comprimento das parcelas, por ocasião do deslocamento do equipamento sobre a unidade experimental. Após o acionamento do sensor, o equipamento forneceu em torno 50 a 60 pontos medidos por cada unidade experimental.

Este aparelho calcula o índice de vegetação por diferença normalizada, de acordo com a fórmula proposta por Rouse et al. (1973):

$$NDVI = (p_{nir} - p_r) / (p_{nir} + p_r)$$

Onde, p_{nir} é valor para a reflectância do infravermelho próximo e p_r é o valor da reflectância do vermelho. O índice gerado pela equação varia de -1 a 1, onde, quanto maior o valor do índice maior a presença de vegetação.

3.4.1.6 Produtividade de grãos

O grau de umidade dos grãos após a colheita foi mensurado por um determinador de capacitância digital, modelo GAC 2100, previamente ajustado e calibrado para a cultura do trigo. A produtividade foi obtida por meio da pesagem dos grãos colhidos em cada parcela experimental, com umidade corrigida para 13,0% e transformados em kg ha^{-1} .

3.4.2 Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados quanto a normalidade e homocedasticidade, utilizando-se os testes de Shapiro-Wilk e de Hartley, respectivamente, os quais indicaram não ser necessária de transformação dos dados. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, separadamente para cada local e época de avaliação. As análises foram executadas através do programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2011).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações e os efeitos isolados das causas de variação estudadas para os parâmetros avaliados nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura do trigo, em ambos os locais de cultivo, estão apresentados nos quadros de análise de variância (Apêndice 3.1; 3.2).

3.5.1 Estádio 1 - Desenvolvimento da Plântula

Para a variável número de plantas, avaliada no experimento conduzido em Londrina, a cultivar CD 150 apresentou menor número de plantas por área, em relação a BRS Gralha Azul (Figura 3.2A). Possivelmente, devido à diferença na qualidade fisiológica inicial das sementes (Tabela 3.1), visto que, apesar do cálculo da quantidade de sementes a ser distribuída por m^2 considerar o potencial germinativo de cada cultivar, estas apresentavam diferenças também quanto ao vigor.

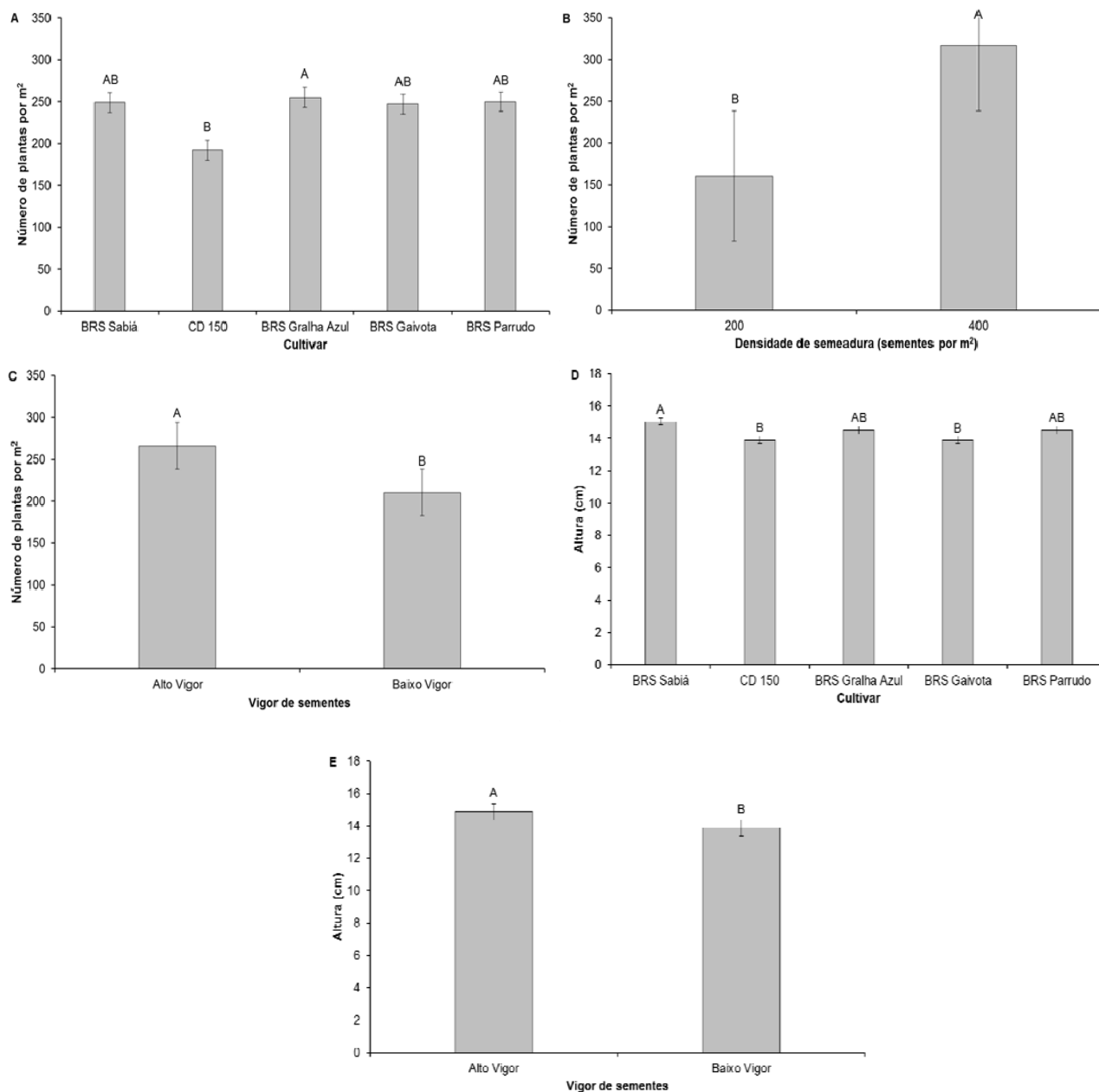


Figura 3.2 – Efeito isolado de cultivar (A), densidade de semeadura (B) e vigor de sementes (C) para número de plantas e efeito isolado de cultivar (D) e vigor de sementes (E) para altura de plantas (estádio 1), em Londrina - PR. Para os efeitos isolados, diferentes letras maiúsculas, apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Para densidade de semeadura, o maior número de plantas foi obtido na densidade de 400 sementes viáveis por m² (Figura 3.2B). Quanto ao vigor de sementes, a utilização de sementes mais vigorosas favoreceu o estabelecimento das plantas, resultando em maior número de plantas em relação as sementes de baixo vigor (Figura 3.2C). Resultados similares foram encontrados por Vanzolini e

Carvalho (2002), os quais observaram que lotes de sementes de baixo vigor ocasionaram reduções acentuadas na emergência de plântulas em campo, quando comparados aos de alto vigor.

No experimento de Ponta Grossa foi observado que a cultivar CD 150 apresentou menor número de plantas para ambas as densidades, no entanto, na densidade de 200 sementes viáveis por m² esta diferiu estatisticamente apenas da BRS Parrudo. Na maior densidade a BRS Parrudo apresentou maior número de plantas, não diferindo apenas da BRS Gralha Azul. Na comparação entre densidades de semeadura, o maior número de sementes por m² resultou em maior número de plantas para todas as cultivares (Figura 3.3A).

Ambos os níveis de vigor avaliados resultaram em menor número de plantas por área para a cultivar CD 150, no entanto, para as sementes de baixo vigor esta não diferiu da cultivar BRS Gaivota. Na comparação entre os níveis de vigor, foi constatado maior número de plantas para as cultivares oriundas de sementes de alto vigor em todas as cultivares (Figura 3.3B). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) lotes de sementes da mesma cultivar, com capacidades de germinação semelhantes, podem apresentar comportamento distinto na porcentagem de emergência de plântulas em condições de campo, devido as sementes possuírem diferentes níveis de vigor. Isto pode ser explicado pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração das sementes, normalmente ocorrem antes que se observe o declínio na capacidade germinativa (DELOUCHE; BASKIN, 1973). Neste aspecto, Copeland e McDonald (1985) descreveram que dentre os sintomas relacionados a alterações no desempenho das sementes em razão da progressão da deterioração, um dos primeiros sintomas a se manifestar é o atraso na emergência, seguido de decréscimos na emergência e crescimento mais lento de plântulas.

A redução de estande, devido a utilização de sementes de baixo vigor, em ambos os locais, pode ainda estar relacionada a não ocorrência de chuva durante os primeiros seis e nove dias após a semeadura, em Londrina e Ponta Grossa, respectivamente (Figura 3.1). De acordo com Marcos Filho (2005) lotes de sementes com alto vigor apresentam maior probabilidade de sucesso no estabelecimento da cultura, caso na época de semeadura o ambiente não seja totalmente favorável.

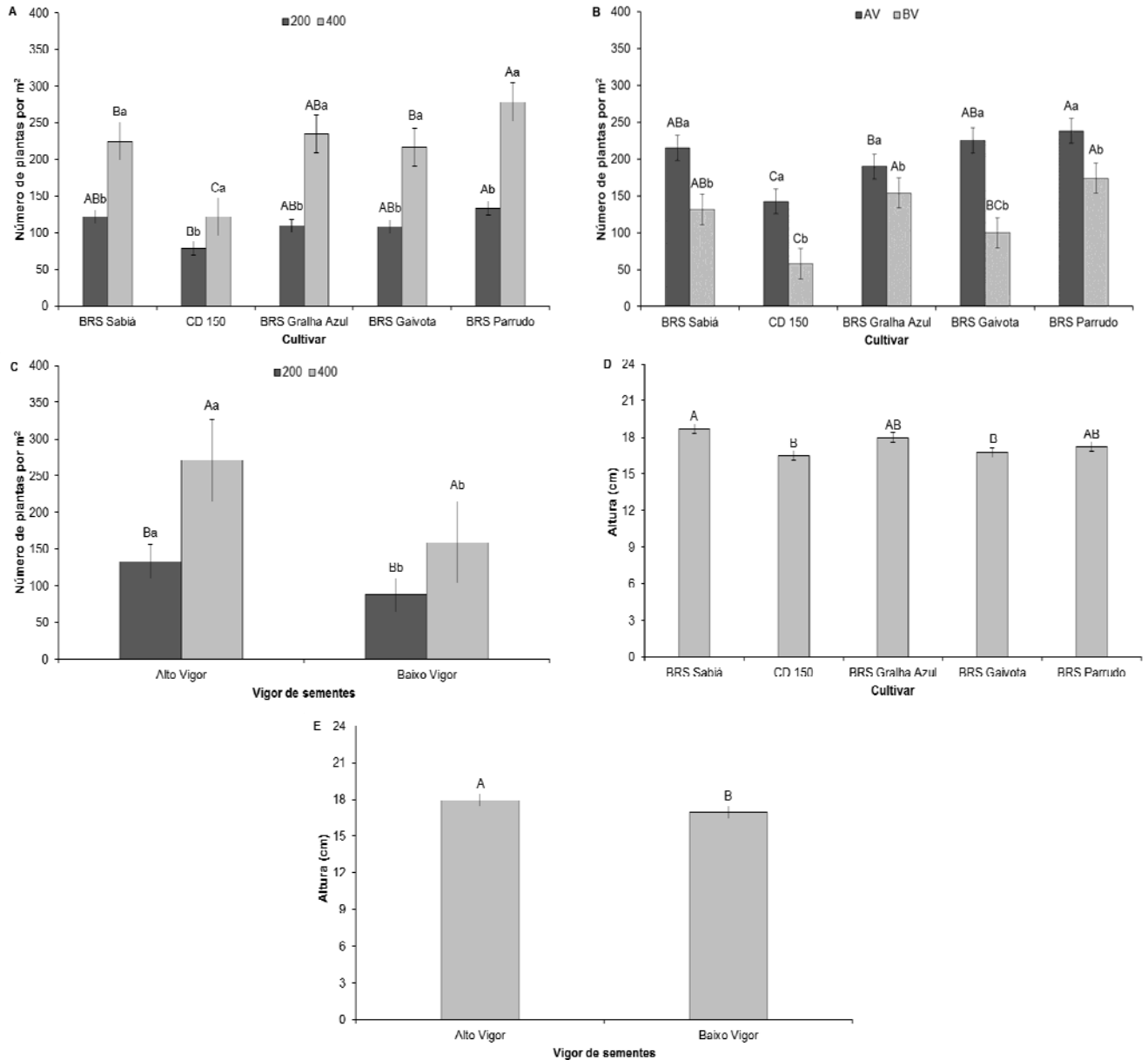


Figura 3.3 – Interação entre cultivar e densidade de semeadura (A), cultivar e vigor de sementes (B), densidade de semeadura e vigor de sementes (C) para número de plantas e efeito isolado de cultivar (D) e vigor de sementes (E) para altura de plantas (estádio 1), em Ponta Grossa - PR. Para as interações, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares (A;B) e as densidades de semeadura (C) entre si, dentro da mesma densidade de semeadura (A) e nível de vigor (B;C), e diferentes letras minúsculas, diferem as densidades de semeadura (200 e 400 sementes viáveis por m²) e vigor de sementes (AV- alto vigor ou BV-baixo vigor), dentro da mesma cultivar (A;B) e mesma densidade de semeadura (C). Para os efeitos isolados, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Para a interação entre densidade de semeadura e vigor de sementes observou-se maior número de plantas na densidade de 400 sementes por m², para ambos níveis de vigor avaliados. Os lotes de sementes mais vigorosas

proporcionaram o estabelecimento de maior número de plantas por área (Figura 3.3C). Destacando assim, a importância da utilização de sementes vigorosas para a obtenção de um estande adequado de plantas, principalmente quando se utiliza de baixa densidade de sementes.

Nos dois locais, a cultivar BRS Sabiá apresentou maior altura de plantas do que as cultivares CD 150 e BRS Gaivota (Figura 3.2D; 3.3D). Quanto ao vigor, as plantas originadas de sementes menos vigorosas apresentaram menor altura em relação as sementes de alto vigor (Figura 3.2E; 3.3E). Resultados obtidos por Mondo et al. (2012), em milho, também demonstraram que as plantas provenientes de sementes de alto vigor, na fase de crescimento inicial, foram superiores as provenientes de sementes de baixo vigor. Este resultado pode ser atribuído a maior velocidade de emergência das plântulas provenientes de sementes de alto vigor, e à produção de plantas com crescimento inicial mais rápido (PANOZZO et al., 2009).

Para a variável massa seca da parte aérea, em Londrina, constatou-se na densidade de 400 sementes viáveis por m² maior produção de massa seca por área, para os dois níveis de vigor de sementes. Foi observada também maior produção desta variável, em ambas as densidades de semeadura, quando utilizou-se sementes de alto vigor (Figura 3.4A). Tais resultados estão de acordo com a descrição de Carvalho e Nakagawa (2012), onde as plântulas oriundas de sementes de alto vigor emergem mais rapidamente e iniciam o processo fotossintético mais cedo, favorecendo o crescimento da parte aérea. Segundo Larcher (2000) o rápido crescimento da parte aérea das plantas será decisivo nos estádios subsequentes da cultura, pois é durante a fase de crescimento que se manifestam as características de plasticidade fenotípica.

Para o efeito isolado de cultivar, a CD 150 produziu menor quantidade de massa seca da parte aérea (Figura 3.4B), em virtude desta cultivar ter obtido os menores valores de número de plantas por área, e também devido ao estágio de desenvolvimento das plantas das cultivares, pois nesta época de coleta as plantas apresentavam a terceira folha com 50% de desenvolvimento e ainda não havia ocorrido a produção de perfilhos, o que poderia minimizar a diferença na massa seca devido a menor quantidade de plantas.

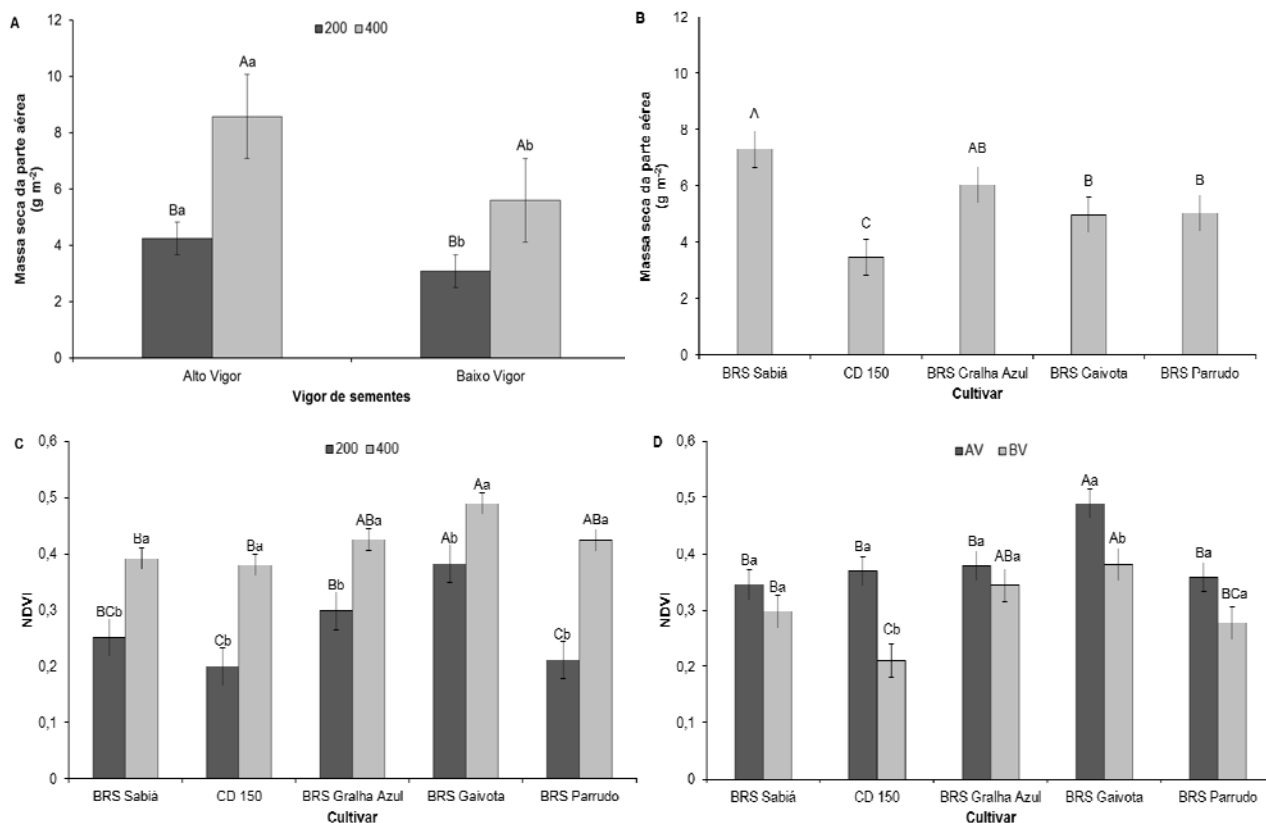


Figura 3.4 – Interação entre densidade de sementeira e vigor de sementes (A) e efeito isolado de cultivar (B) para massa seca da parte aérea e interação entre cultivar e densidade de sementeira (C) e cultivar e vigor de sementes (D) para NDVI (estádio 1), em Londrina - PR. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as interações, diferentes letras maiúsculas, diferem as densidades de sementeira (A) e as cultivares (C;D) entre si, dentro do mesmo nível de vigor (A;D) e mesma densidade de sementeira (C), e diferentes letras minúsculas, diferem o vigor de sementes (AV- alto vigor ou BV- baixo vigor) e as densidades de sementeira (200 e 400 sementes viáveis por m²) dentro da mesma densidade e cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Em Ponta Grossa, a cultivar CD 150 apresentou menor massa seca da parte aérea em comparação as cultivares BRS Sabiá, BRS Gralha Azul e BRS Gaivota para a densidade de 200 sementes por m². Na maior densidade de plantas, a CD 150 apresentou menor produção de massa seca, em relação as demais cultivares. A maior densidade de sementeira acarretou maior produção de massa seca de parte aérea, exceto para a cultivar CD 150 (Figura 3.5A). Entretanto, é possível observar que esta cultivar apresentou inferioridade quanto ao número de plantas por área e ainda, apresentou menores diferenças entre as densidades avaliadas quanto a população de plantas obtida, em relação as demais cultivares (Figura 3.3A).

A cultivar CD 150 foi a que apresentou menor massa seca de parte aérea, quando utilizado sementes de alto vigor. Já com a utilização de sementes de baixo vigor as cultivares CD 150 e BRS Gaivota obtiveram menor massa seca da parte aérea. Comparando os níveis de vigor de sementes, em todas as cultivares as sementes de alto vigor demonstraram maiores valores de massa seca em comparação as de baixo vigor (Figura 3.5B).

A maior densidade de plantas acarretou maior produção de massa seca por área, para ambos os níveis de vigor. Da mesma forma a utilização de sementes de alto vigor, em ambas as densidades, favoreceu o crescimento da parte aérea das plantas, gerando maiores valores de massa seca (Figura 3.5C).

Com relação ao índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), em Londrina, a cultivar BRS Gaivota apresentou maior NDVI, demonstrando maior capacidade de cobertura vegetal que as demais cultivares na densidade de 200 sementes por m², porém diferiu apenas das cultivares BRS Sabiá e CD 150 na maior densidade avaliada (Figura 3.4C). A cultivar BRS Gaivota apresenta hábito mais prostrado em relação as demais cultivares avaliadas, o que provavelmente acarretou em maiores valores de NDVI neste estágio de desenvolvimento.

Com aumento da densidade e conseqüentemente aumento do fechamento das plantas na linha, principalmente neste estágio, onde ainda não havia iniciado a produção de perfilhos pelas plantas, todas as cultivares obtiveram maiores valores de NDVI quando instaladas na densidade de 400 em relação a densidade de 200 sementes por m² (Figura 3.4C). Resultados semelhantes foram encontrados por Pires et al. (2014), ao avaliarem o vigor inicial de plantas de trigo, que por meio do NDVI identificaram genótipos com resposta diferenciada e alterações na cobertura vegetal em função da densidade de semeadura. Estes autores verificaram que na densidade de 300 sementes viáveis por m² houve diferença entre os genótipos, no entanto quando se quantificou o NDVI na densidade de semeadura de 500 sementes viáveis por m², observou-se maiores valores de NDVI e maior separação entre as cultivares e linhagens de trigo avaliadas.

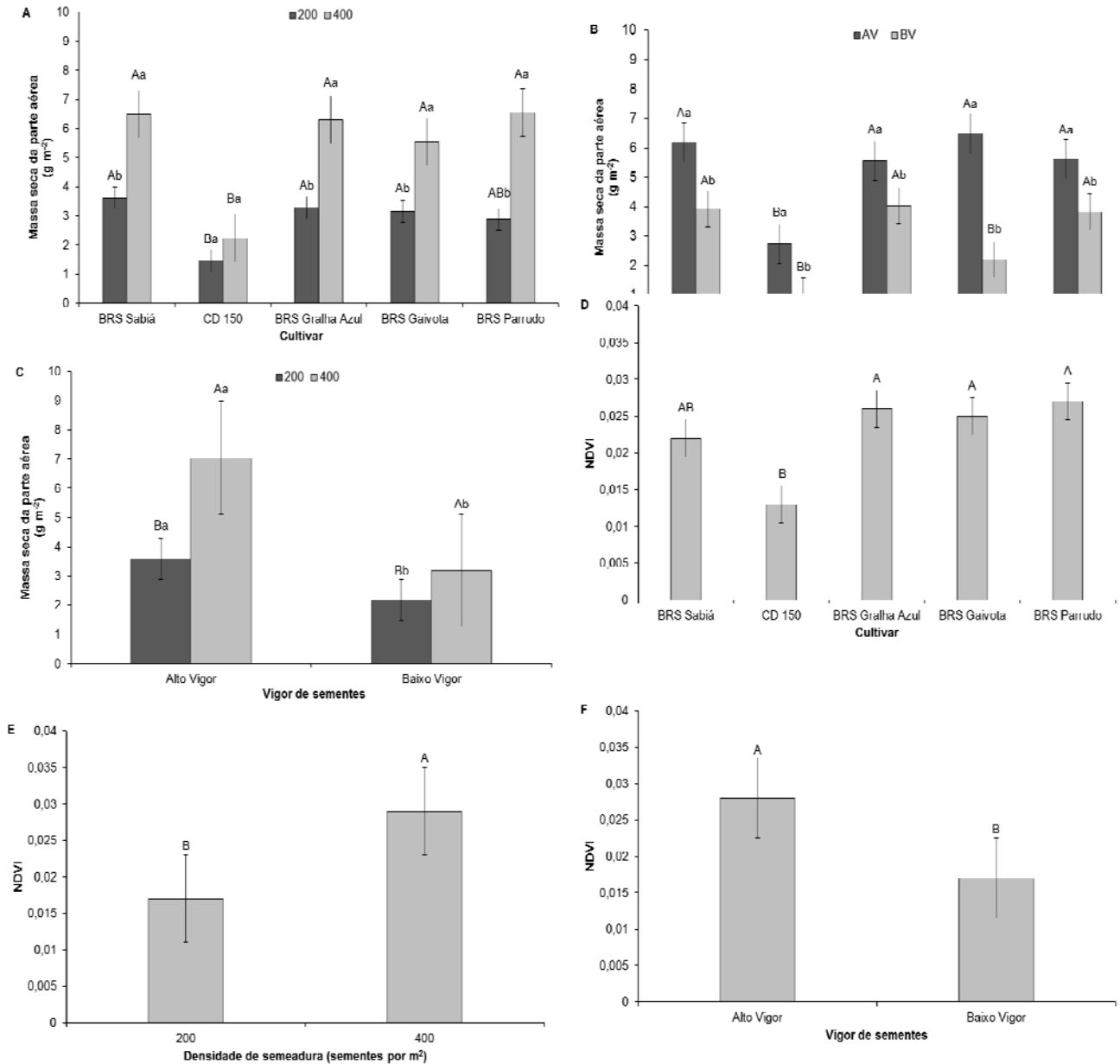


Figura 3.5 – Interação entre cultivar e densidade de semente (A), cultivar e vigor de sementes (B), densidade de semente e vigor de sementes (C) para a massa seca da parte aérea e efeito isolado de cultivar (D), densidade de semente (E) e vigor de sementes (F) para NDVI (estádio 1), em Ponta Grossa - PR. Para as interações, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si (A;B) e densidades de semente entre si (C), dentro da mesma densidade de semente (A) e nível de vigor (B;C), e diferentes letras minúsculas, diferem as densidades de semente (200 e 400 sementes viáveis por m²) entre si e vigor de sementes (AV-alto vigor ou BV-baixo vigor) dentro da mesma cultivar (A;B) e mesma densidade (C), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os efeitos isolados, diferentes letras maiúsculas, apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Para a interação entre cultivar e vigor de sementes, a cultivar BRS Gaivota foi a que apresentou maior NDVI com a utilização de sementes de alto vigor.

Já com o uso de sementes menos vigorosas, a cultivar BRS Gaivota gerou maior cobertura do solo em comparação com a BRS Sabiá, CD 150 e BRS Parrudo. Em relação aos diferentes níveis de vigor, nas cultivares CD 150 e BRS Gaivota sementes de alto vigor apresentaram maiores valores de NDVI (Figura 3.4D). Segundo Rêgo et al. (2012), o NDVI expressa valores que representa os índices de vegetação, sendo que quanto maior o seu valor (mais próximo de +1), corresponde à vegetação mais densa, enquanto os valores que apresentam baixos índices estão mais próximos de zero.

No experimento conduzido em Ponta Grossa, a cultivar CD 150 apresentou menor valor de NDVI em relação a BRS Gralha Azul, BRS Gaivota e BRS Parrudo (Figura 3.5D). Corroborando com os resultados de Soltani e Galeshi (2002), os quais indicam haver diferenças genotípicas para as características que determinam a rápida cobertura do solo pelo dossel das plantas. A maior densidade de semeadura e a utilização de sementes de alto vigor resultaram em maiores valores de NDVI (Figura 3.5E; 3.5F). A partir dos resultados obtidos, é possível aferir que a utilização de sementes de alto vigor propicia um maior crescimento inicial das plantas de trigo, o que conseqüentemente, de acordo com Henning et al. (2010) causa maior e mais rápido sombreamento, diminuindo assim, a evaporação de água do solo, a qual pode auxiliar no crescimento das plantas. Segundo os mesmos autores, plantas com tamanho inicial e taxas de crescimento maiores, proporcionam o fechamento mais rápido dos espaços entre as linhas, favorecendo o controle de plantas daninhas.

3.5.2 Estádio 2 - Alongamento do Colmo

Para altura de plantas, em Londrina, as plantas da cultivar BRS Gralha Azul apresentaram menor estatura em relação à BRS Sabiá, CD 150 e a BRS Gaivota (Figura 3.6A). A maior densidade de semeadura acarretou em maior altura de plantas, em relação aquelas instaladas em menor densidade (Figura 3.6B). Trindade et al. (2006) também verificaram aumento da altura de plantas em maiores populações de trigo. Segundo Mauad et al. (2010) esta maior altura das plantas provenientes das maiores densidades de semeadura, pode ser devido ao aumento da competição intra-específica por luz, o que causa o estiolamento das mesmas.

Quanto ao vigor de sementes, as plantas originadas de sementes vigorosas demonstraram maior altura em comparação as oriundas de sementes menos vigorosas (Figura 3.6C).

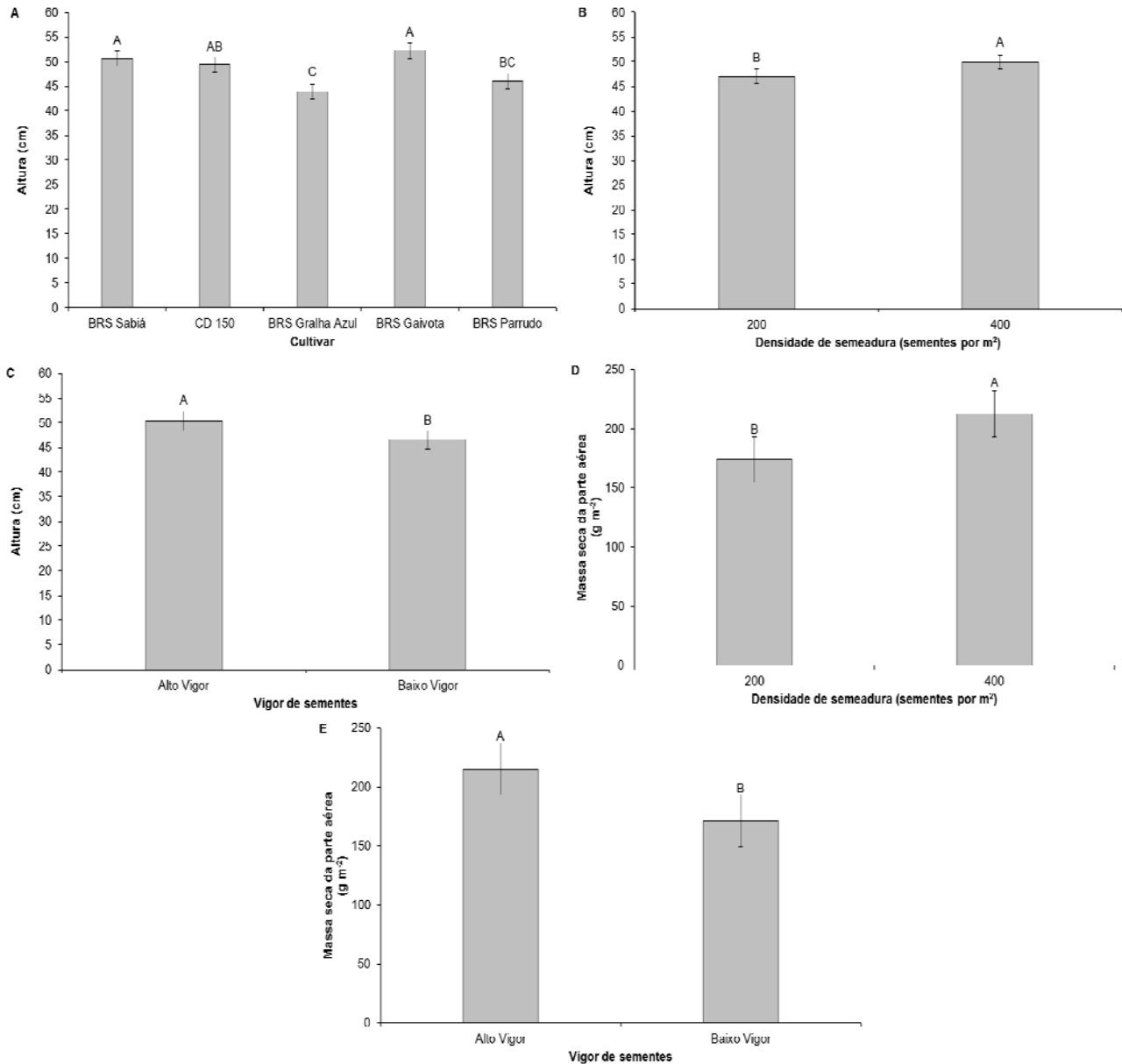


Figura 3.6 – Efeito isolado de cultivar (A), densidade de semeadura (B) e vigor de sementes (C) para altura de plantas e de densidade de semeadura (D) e vigor de sementes (E) para massa seca da parte aérea (estádio 2), em Londrina - PR. Diferentes letras maiúsculas, apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Para a variável altura de plantas, em Ponta Grossa, a cultivar BRS Sabiá apresentou maior altura em relação as demais cultivares (Figura 3.7A). As sementes de alto vigor geraram plantas com maior crescimento e conseqüentemente maior altura de plantas (Figura 3.7B).

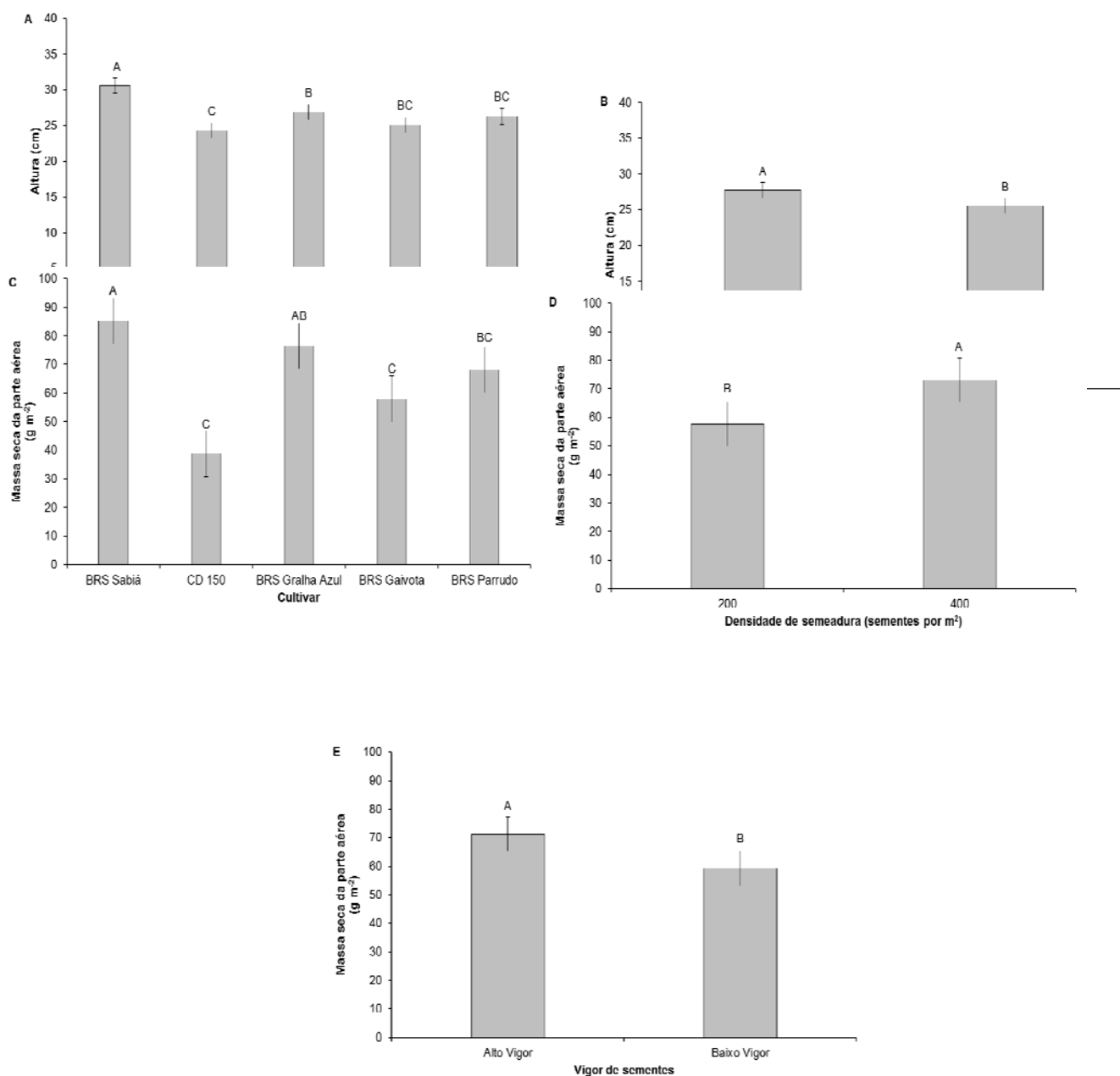


Figura 3.7 – Efeito isolado de cultivar (A) e vigor de sementes (B) para altura de plantas e de cultivar (C), densidade de semeadura (D) e vigor de sementes (E) para massa seca da parte aérea (estádio 2), em Ponta Grossa - PR. Diferentes letras maiúsculas, apontam diferença estatística, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Em Londrina, a maior densidade de semeadura e a utilização de sementes de alto vigor proporcionaram maior massa seca por área (Figura 3.6D;

3.6E). Resultados similares foram obtidos por Khah, Roberts e Ellis (1989) ao verificarem que a utilização de sementes de baixo vigor prejudicou a taxa de crescimento das plantas de trigo, no período inicial de até sete semanas após a emergência das plântulas. Schuch et al. (2000), Kolchinski, Schuch e Peske (2005) e Mondo et al. (2013), também obtiveram comportamento semelhante, ao estudarem o efeito dos níveis de vigor de sementes de aveia, soja e milho, respectivamente, sobre a produção de massa seca da parte aérea.

Em Ponta Grossa, a cultivar BRS Sabiá apresentou maior massa seca da parte aérea do que a CD 150, BRS Gaivota e BRS Parrudo (Figura 3.7C). Tanto a densidade de semeadura de 400 sementes por m^2 como a utilização de sementes mais vigorosas acarretaram maior produção de massa seca da parte aérea (Figura 3.7D; 3,7E), concordando com os resultados constatados para as condições de Londrina.

Para os dados de NDVI, em Londrina, as plantas da cultivar BRS Parrudo oriundas de sementes de baixo vigor, quando instaladas na densidade de 200 sementes viáveis por m^2 apresentaram maior NDVI em relação a BRS Sabiá, CD 150 e BRS Gaivota. Na maior densidade, as plantas oriundas de sementes de baixo vigor da cultivar CD 150 resultaram nos menores valores de NDVI. Na menor densidade de plantas, as cultivares BRS Sabiá, CD 150 e BRS Gaivota apresentaram maiores valores de NDVI quando oriundas de sementes de alto vigor. Já na maior densidade de semeadura, apenas a cultivar CD 150 apresentou maior cobertura vegetal quando proveniente de sementes de alto vigor (Figura 3.8).

Ainda, na comparação do alto vigor de sementes dentro das densidades de semeadura de 200 e 400 sementes por m^2 , todas as cultivares, exceto a BRS Gralha Azul, apresentaram maiores valores de NDVI quando instaladas em uma maior população de plantas. Já as sementes de baixo vigor, em ambas as densidades, apresentaram diferença quanto a cobertura vegetal somente nas cultivares BRS Sabiá, CD 150 e BRS Gaivota, apresentando maior valor de NDVI quando instaladas na densidade de 400 sementes por m^2 (Figura 3.8).

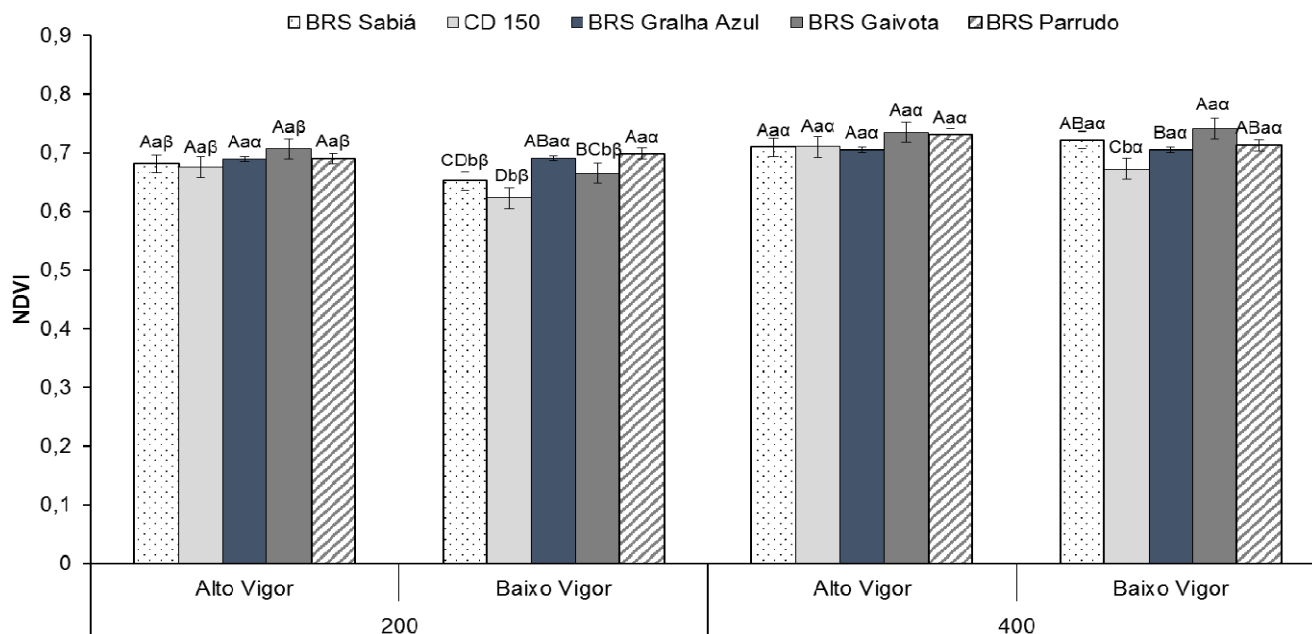


Figura 3.8 – Interação tripla de cultivar para a variável NDVI (estádio 2), em Londrina - PR. Diferentes letras maiúsculas diferem as cultivares entre si, dentro do mesmo nível de vigor e densidade de sementeira. Diferentes letras minúsculas, diferem os níveis de vigor (alto e baixo), dentro do mesma cultivar e densidade de sementeira. Diferentes letras gregas, diferem as densidades de sementeira (200 e 400 sementes por m²), dentro da mesma cultivar e nível de vigor, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Em Ponta Grossa, na fase de alongamento do colmo, as plantas oriundas de sementes de alto vigor da cultivar BRS Gaivota demonstraram maiores valores de NDVI. Para as sementes de baixo vigor, as cultivares BRS Gralha Azul, BRS Gaivota e BRS Parrudo apresentaram maior cobertura vegetal, em relação as demais. Na comparação entre os níveis de vigor, apenas as cultivares CD 150 e BRS Gaivota apresentaram menor valor de NDVI com a utilização de sementes menos vigorosas (Figura 3.9A). Para efeito isolado de densidade de sementeira, constatou-se que a maior densidade de plantas promoveu maior cobertura do solo, com maiores valores de NDVI, em relação a menor densidade (Figura 3.9B).

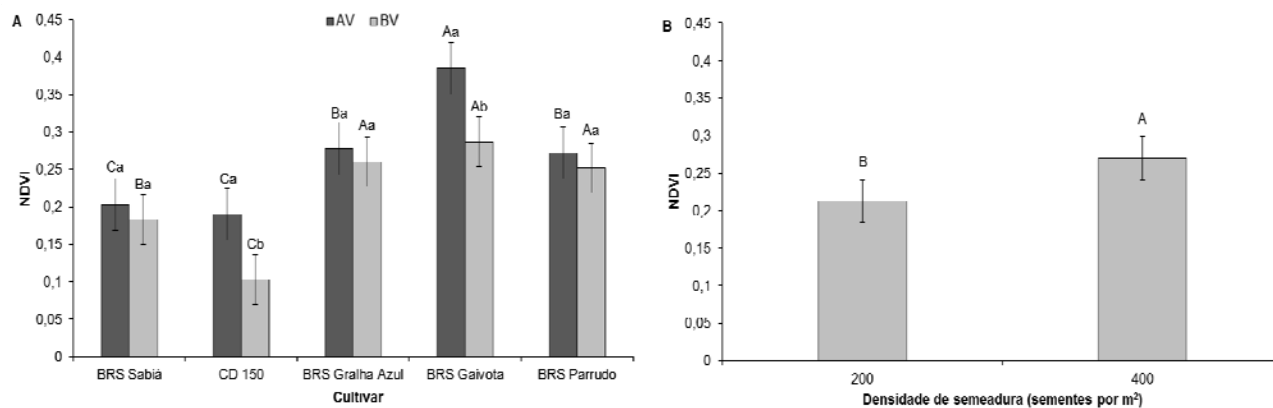


Figura 3.9 – Interação entre cultivar e vigor de sementes (A), efeito isolado de densidade de semeadura (B) para a variável NDVI (estádio 2), em Ponta Grossa - PR. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si, dentro do mesmo nível de vigor de sementes (A), e diferentes letras minúsculas, diferem os níveis de vigor de sementes (AV- alto vigor ou BV-baixo vigor) entre si, dentro da mesma cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

3.5.3 Estádio 3 - Emborrachamento

Em relação ao número de perfilhos verificou-se o mesmo comportamento em ambos os locais. Foi constatado que as plantas da cultivar CD 150 desenvolveram maior quantidade de perfilhos em relação as demais cultivares (Figura 3.10A; 3.11A). Além da capacidade de perfilhamento estar ligada diretamente a fatores genéticos da cultivar e das suas interações com o ambiente de cultivo (FIOREZE, 2011), pode-se observar que a CD 150 apresentou menor estande de plantas em relação as cultivares que produziram menor quantidade de perfilhos.

Houve também efeito isolado de densidade, o qual demonstrou que as plantas que se desenvolveram em uma maior população produziram menor quantidade de perfilhos em relação as instaladas em menor densidade populacional (Figura 3.10B; 3.11B). Esta redução no número de perfilhos por planta, devido ao aumento na população, está relacionada ao aumento na concentração de auxina nas plantas, o que causa acréscimo na dominância apical e reduz o desenvolvimento das gemas laterais (NEDEL; ASSIS; CARMONA, 1988). Resultados similares foram encontrados por Destro et al. (2001) e Valério et al. (2008) ao verificarem que lavouras de trigo quando instaladas com baixas

populações produzem mais perfilhos do que em alta densidade de semeadura. Gross et al. (2012) também observaram na cultura do trigo, que o aumento na densidade de semeadura reduziu linearmente o número de perfilhos por planta.

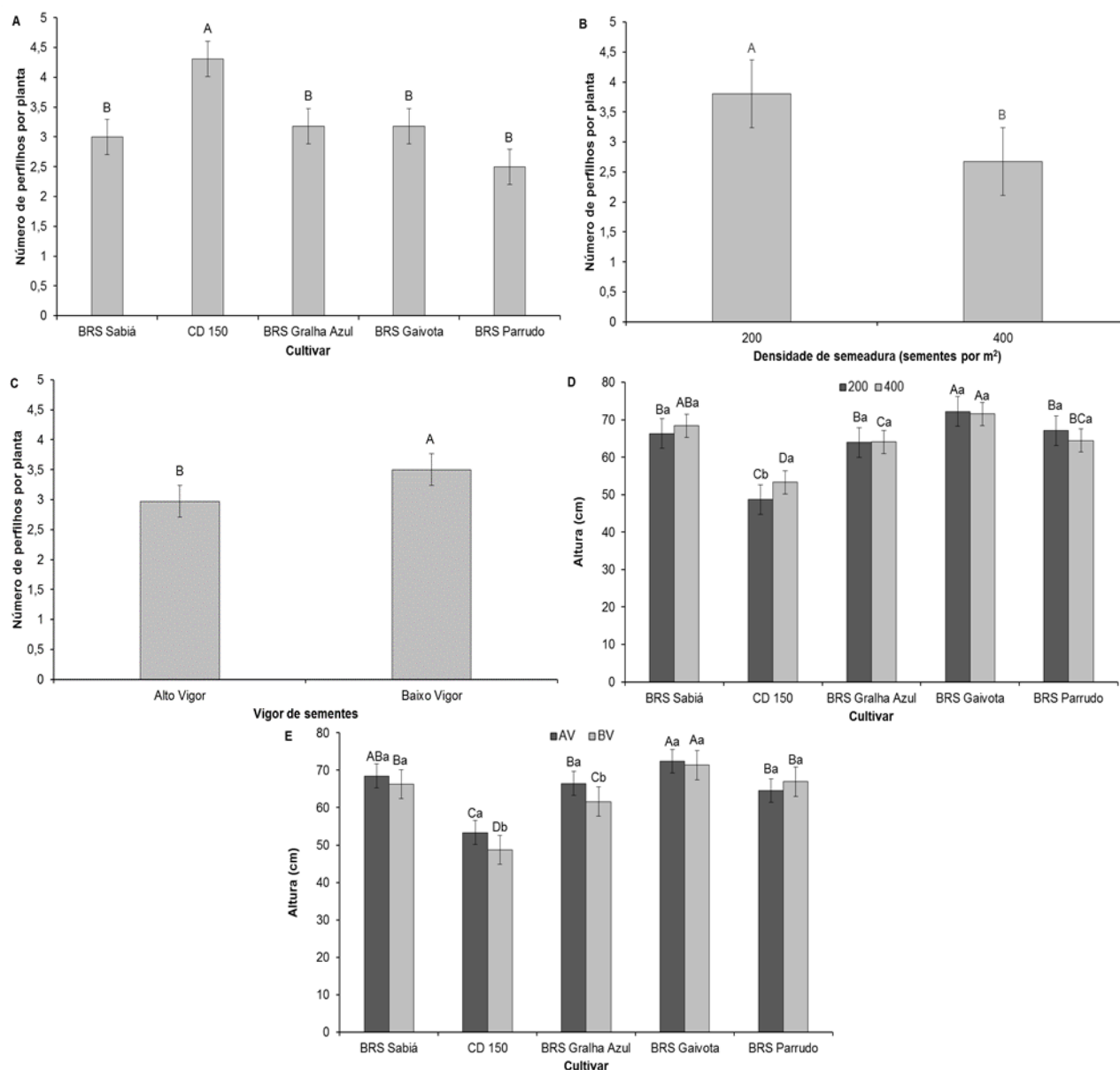


Figura 3.10 – Efeito isolado de cultivar (A), densidade de semeadura (B) e vigor de sementes (C) para número de perfilhos e interação entre cultivar e densidade de semeadura (D) e cultivar e vigor de sementes (E) para altura de plantas (estádio 3), em Londrina - PR. Para as interações, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si, dentro da mesma densidade de semeadura (D) e dentro do mesmo nível de vigor de sementes (E), e diferentes letras minúsculas, diferem as densidades de semeadura (200 e 400 sementes por m²) e os níveis de vigor de sementes (AV- alto vigor ou BV-baixo vigor) e dentro da mesma cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Quanto ao vigor de sementes, a utilização de sementes de baixo vigor resultou em maior número de perfilhos por planta em comparação as sementes de alto vigor (Figura 3.10C; 3.11C). Este resultado pode estar associado ao fato da utilização de sementes de baixo vigor ter proporcionado o estabelecimento de menor estande de plantas. Segundo Caires, Feldhaus e Blum (2001) e Barbieri et al. (2013), reduções acentuadas na população de plantas de trigo levam a uma maior necessidade de compensação por meio da emissão de perfilhos, pois nesta situação há menor competição intra-específica por fatores do meio, como água, luz e nutrientes, além de estar relacionada a fatores hormonais. No entanto, a capacidade da cultura do trigo em compensar a redução do número de plantas através da emissão de perfilhos é altamente variável em função do potencial do genótipo em produzir perfilhos (VALÉRIO et al., 2009), bem como das condições ambientais em favorecer a expressão desse potencial de perfilhamento.

Em Londrina, na densidade de 200 e 400 sementes por m², a cultivar CD 150 apresentou menores valores para altura de plantas. Ainda, apenas nesta cultivar foi observado diferença entre as densidades de semeadura, com menor altura quando instalada na densidade de 200 sementes por m² (Figura 3.10D).

Na interação entre cultivar e vigor de sementes, a CD 150 foi a cultivar com menor porte, tanto com a utilização de sementes de alto como de baixo vigor. Apenas nas cultivares CD 150 e BRS Galha Azul as plantas apresentaram maior crescimento em altura quando oriundas de sementes de alto vigor em relação as de baixo vigor (Figura 3.10E).

Em Ponta Grossa, para a variável altura de plantas, as cultivares BRS Sabiá, BRS Galha Azul e BRS Gaivota apresentaram maior estatura em relação a CD 150 e a BRS Parrudo (Figura 3.11D).

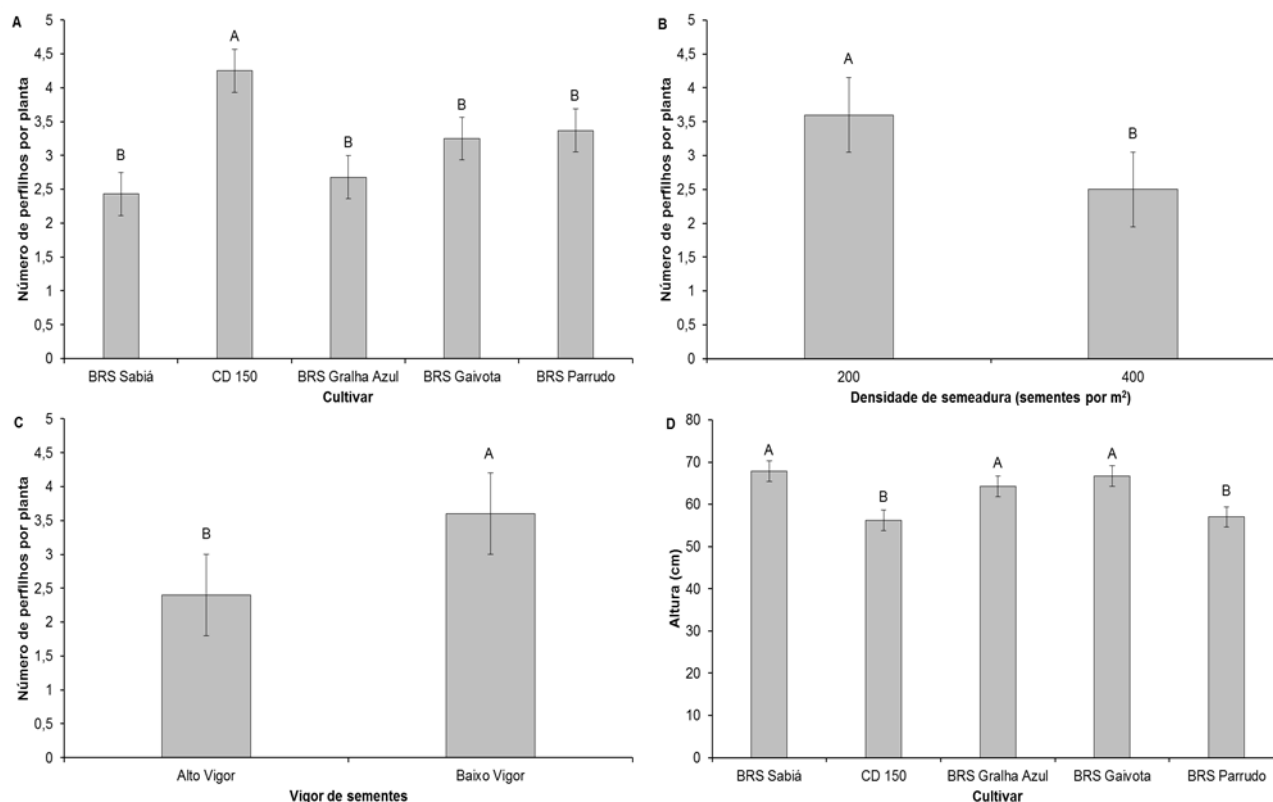


Figura 3.11 – Efeito isolado de cultivar (A), densidade de sementeira (B) e vigor de sementes (C) para número de perfilhos e efeito isolado de cultivar (D) para altura de plantas (estádio 3), em Ponta Grossa - PR. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Em Londrina, as plantas da cultivar CD 150, originadas de sementes de baixo vigor, apresentaram menor produção de massa seca da parte aérea em comparação a BRS Sabiá, BRS Gaivota e BRS Parrudo. Comparando os níveis de vigor de sementes, somente houve diferença na cultivar CD 150, com menor crescimento da parte aérea para sementes de baixo vigor (Figura 3.12A). A maior densidade de sementeira proporcionou maior massa seca da parte aérea das plantas, em comparação com a densidade de 200 sementes por m² (Figura 3.12B).

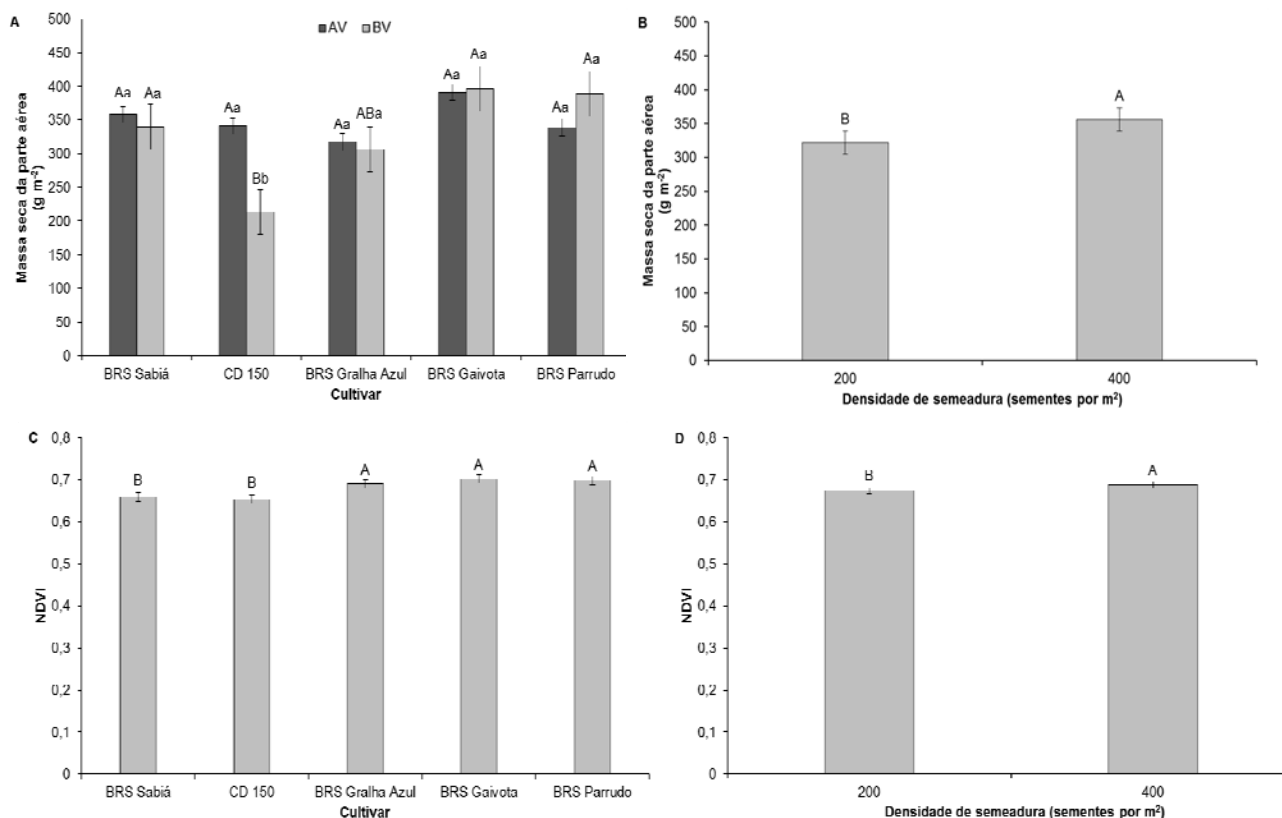


Figura 3.12 – Interação entre cultivar e vigor de sementes (A) e efeito isolado de densidade de semeadura (B) para massa seca da parte aérea e efeito isolado de cultivar (C) e densidade de semeadura (D) para NDVI (estádio 3), em Londrina - PR. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si, dentro da mesmo nível de vigor e diferentes letras minúsculas, diferem os níveis de vigor de sementes (AV- alto vigor ou BV-baixo vigor) entre si, dentro da mesma cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Em Ponta Grossa, foi observado os mesmos efeitos do estágio 2, para a variável massa seca, com efeitos isolados dos fatores estudados. A cultivar BRS Sabiá obteve maior massa seca da parte aérea que a CD 150, BRS Gaivota e BRS Parrudo (Figura 3.13A). A maior densidade de semeadura e a utilização de sementes mais vigorosas acarretaram maior massa seca da parte aérea (Figura 3.13B; 3.13C).

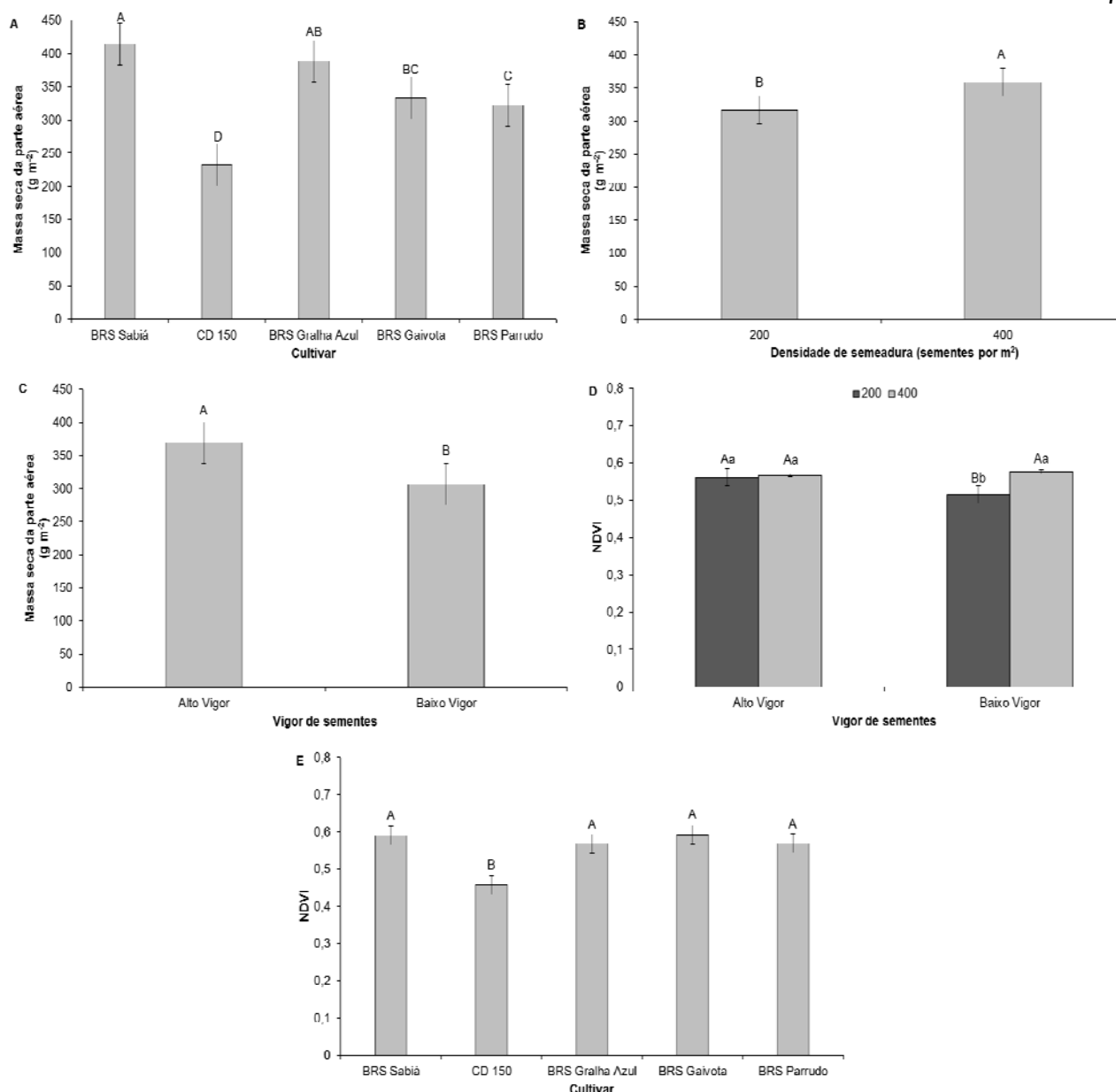


Figura 3.13 – Efeito isolado de cultivar (A), densidade de semeadura (B) e vigor de sementes (C) para massa seca da parte aérea e interação entre densidade de semeadura e vigor de sementes (D) e efeito de cultivar (E) para NDVI (estádio 3), em Ponta Grossa - PR. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as densidades entre si, dentro do mesmo nível de vigor de sementes, e diferentes letras minúsculas diferem os níveis de vigor de sementes, dentro da mesma densidade de semeadura (200 e 400 sementes por m²), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Para o NDVI, em Londrina, as cultivares BRS Galinha Azul, BRS Gaivota e BRS Parrudo apresentaram maiores valores de NDVI em relação as demais (Figura 3.12C). As cultivares avaliadas diferem quanto ao porte e área foliar e, estes parâmetros possuem influência direta no índice de vegetação. A maior

densidade de semeadura proporcionou um maior valor de NDVI do que a menor densidade de plantas (Figura 3.12D).

Em Ponta Grossa, constatou-se, na comparação entre densidades de semeadura, que a utilização de sementes de baixo vigor propiciou maior cobertura do solo na densidade de 400 sementes por m². Na menor densidade de semeadura, a utilização de sementes de alto vigor acarretou em maiores valores de NDVI em relação as sementes de baixo vigor (Figura 3.13D). Para efeito de cultivar, a CD 150 apresentou menor valor de NDVI em comparação as demais (Figura 3.13E).

3.5.4 Estádio 4 - Emergência da Inflorescência

Para altura de plantas, em Londrina, as cultivares BRS Sabiá e CD 150 apresentaram menor crescimento em estatura, na densidade de semeadura de 200 sementes por m² (Figura 3.14A). Entre as cultivares utilizadas, somente a BRS Sabiá e a CD 150 possuem ciclo precoce e com isso apresentam menor estatura em relação as cultivares de ciclo médio e tardio, que apresentam fase vegetativa mais longa (WENDT et al., 2006; JANDREY et al., 2012; REUNIÃO..., 2014). Já na maior densidade, na comparação entre as cultivares, a CD 150 foi a que demonstrou a menor altura.

Ainda, comparando as densidades de semeadura, a menor densidade resultou em menor e maior estatura das plantas nas cultivares BRS Sabiá e BRS Parrudo, respectivamente (Figura 3.14A). Quanto ao efeito isolado do vigor de sementes, a utilização de sementes de alto vigor gerou plantas com maior altura, em relação as sementes de baixo vigor (Figura 3.14B). Panozzo et al. (2009), também verificaram, porém em soja, que as plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentaram maior estatura, em torno de 5% superior as plantas oriundas de sementes de baixo vigor.

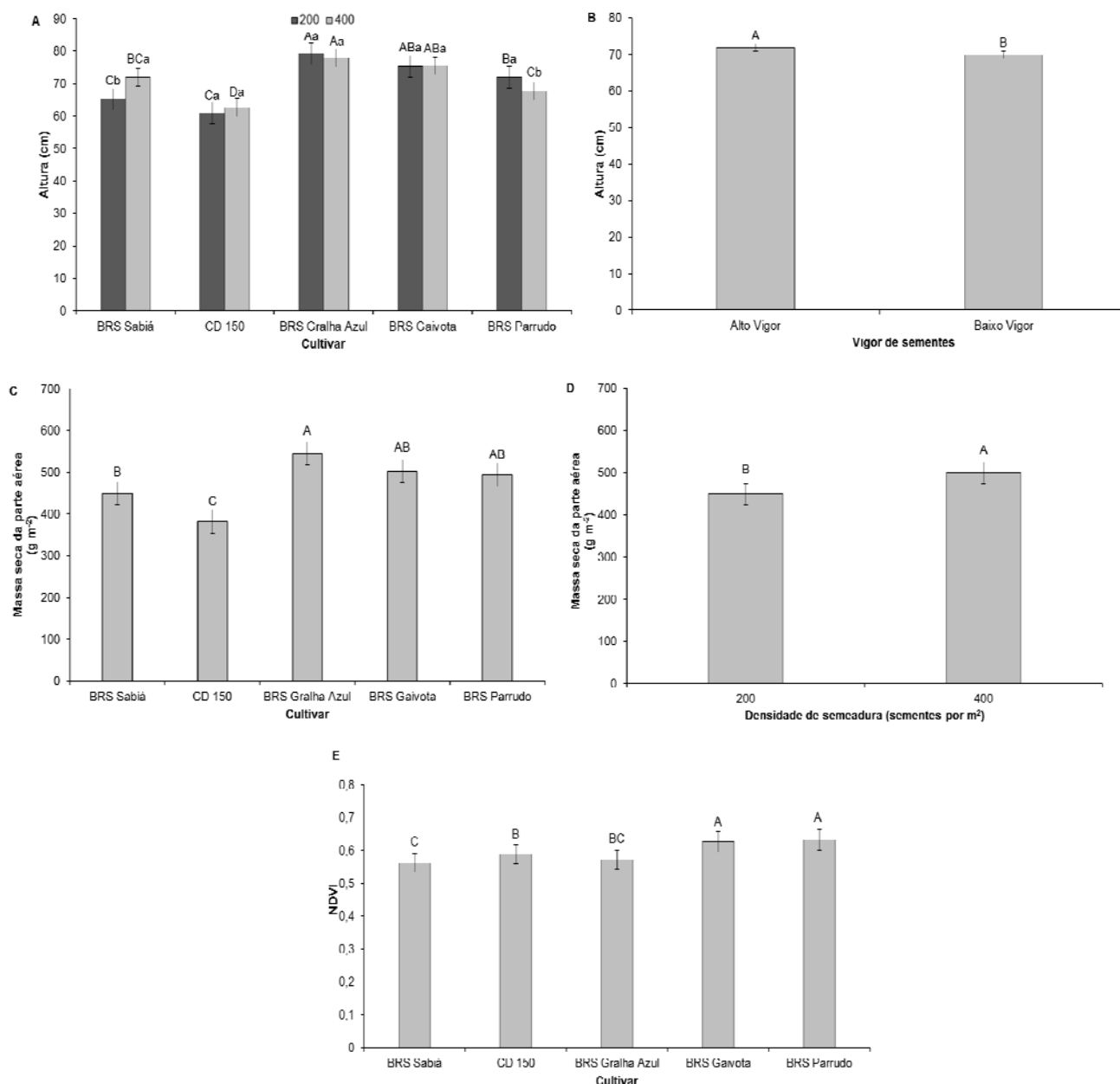


Figura 3.14 – Interação entre cultivar e densidade de semeadura (A) e efeito isolado de vigor de sementes (B) para altura de plantas e efeito isolado de cultivar (C), densidade de semeadura (D) para massa seca da parte aérea e de cultivar (E) para NDVI (estádio 4), em Londrina - PR. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si, dentro da mesma densidade de semeadura e diferentes letras minúsculas diferem as densidades de semeadura (200 e 400 sementes por m²), dentro da mesma cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Em Ponta Grossa, foi observado o mesmo comportamento para a variável altura de plantas nos estádios 3 e 4. As cultivares BRS Sabiá, BRS Gralha Azul e BRS Gaivota apresentaram maior estatura em relação a CD 150 e a BRS

Parrudo (Figura 3.15A). Não houve efeito de densidade de plantas nesta fase (emergência da inflorescência), sendo que neste estágio as plantas já encontravam-se com a sua máxima estatura. Contudo, resultados divergentes foram encontrados, em plantas de soja, por Tourino et al. (2002) e Godói et al. (2005), ao verificarem que a altura final de plantas aumentou com o incremento da densidade de semeadura.

Para a variável massa seca da parte aérea, em Londrina, houve efeito isolado de cultivar e densidade de semeadura, onde a cultivar CD 150 apresentou menor massa seca em relação as demais cultivares (Figura 3.14C). Quanto à densidade, o maior valor foi constatado na maior densidade de plantas (Figura 3.14D).

Em Ponta Grossa, foi constatada maior massa seca da parte aérea na cultivar BRS Sabiá, em relação a CD 150, BRS Gaivota e BRS Parrudo, quando instalada na densidade de semeadura de 400 sementes por m². Em comparação as densidades de semeadura dentro de cada cultivar, apenas na BRS Sabiá houve diferença para massa seca da parte aérea, com menor produção, na densidade de 200 sementes por m² (Figura 3.15B). Quanto ao vigor de sementes, as plantas oriundas de sementes de alto vigor resultaram em maior massa seca da parte aérea (Figura 3.15C).

A partir dos resultados obtidos para a variável massa seca da parte aérea, em Londrina, é possível constatar que a produção de massa seca é influenciada positivamente pelo vigor de sementes, principalmente nas fases iniciais de crescimento e desenvolvimento das plantas de trigo e que, conforme os estágios de desenvolvimento se sucedem, esta influência tende a reduzir, corroborando com o descrito por Tekrony e Egli (1991) e Marcos Filho (2013).

Mondo et al. (2012), estudando o efeito do vigor de sementes em plantas de milho, observaram que a utilização de lotes homogêneos de sementes de alto vigor está diretamente relacionada ao crescimento inicial das plantas, porém seus efeitos não persistem até o final do ciclo da cultura. No entanto, este comportamento não foi observado em Ponta Grossa, pois em todos os estágios de desenvolvimento das plantas de trigo, o vigor de sementes teve efeito na habilidade da planta em acumular massa seca.

Resultados do efeito do vigor de sementes em stádios mais avançados foram também encontrados por Mielezrski et al. (2008), ao avaliarem o efeito do vigor de sementes em plantas de arroz, constataram que no estágio de maturação as sementes de alto vigor produziram plantas com maior área foliar e massa seca da parte aérea, ambas 19% superiores às sementes de baixo vigor.

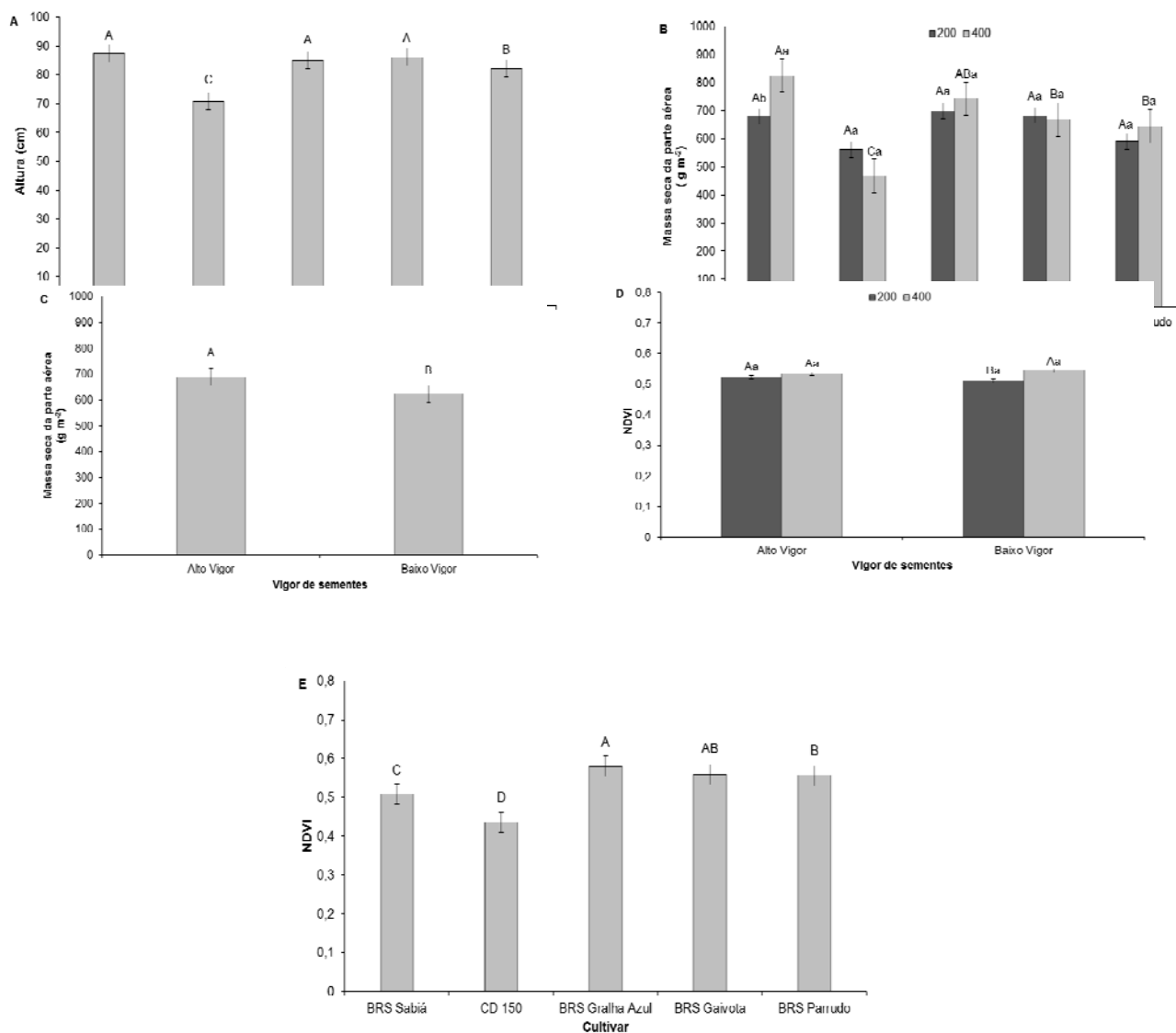


Figura 3.15 – Efeito isolado de cultivar (A) para altura de plantas, interação entre cultivar e densidade de semeadura (B) e efeito isolado de vigor (C) para massa seca da parte aérea, interação entre densidade de semeadura e vigor de sementes e efeito isolado de cultivar para NDVI (estádio 4), em Ponta Grossa - PR. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares (B) e as densidades de semeadura (D), dentro da mesma densidade de semeadura e do mesmo nível de vigor de sementes e, diferentes letras minúsculas diferem as densidades de semeadura (200 e 400 sementes por m²) e os níveis de vigor de sementes, dentro da mesma cultivar (B) e mesma densidade (D), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Para a variável NDVI, em Londrina, houve efeito isolado somente de cultivar, onde as cultivares BRS Gaivota e BRS Parrudo apresentaram maior cobertura vegetal do solo em relação as demais cultivares (Figura 3.14E). Pires et al. (2014) também observaram valores de NDVI diferenciados entre os genótipos estudados em todas as avaliações, desde o perfilhamento até a maturação completa do trigo.

No experimento instalado em Ponta Grossa a maior cobertura do solo foi observada na densidade de 400 sementes por m², apenas quando estas foram oriundas de sementes de baixo vigor (Figura 3.15D). Para o efeito isolado de cultivar, a BRS Gralha Azul apresentou o maior NDVI, porém não diferiu da BRS Gaivota. Já o menor valor foi o da cultivar CD 150 (Figura 3.15E).

3.5.5 Produtividade de Grãos

Para os dados de produtividade de grãos, em Londrina, houve interação entre cultivar e densidade de semeadura. Na densidade de semeadura de 200 sementes por m², as cultivares BRS Sabiá, CD 150 e BRS Parrudo apresentaram as maiores produtividades, em relação as demais cultivares. Na maior densidade de plantas, a BRS Sabiá e a CD 150 foram as mais produtivas.

Quanto as diferentes densidades de semeadura, apenas na BRS Parrudo a densidade de 200 sementes por m² apresentou maior produtividade de grãos (Figura 3.16A). Para efeito isolado de vigor de sementes, as plantas de trigo oriundas de sementes vigorosas obtiveram maior rendimento em relação as plantas originadas de sementes de baixo vigor (Figura 3.16B).

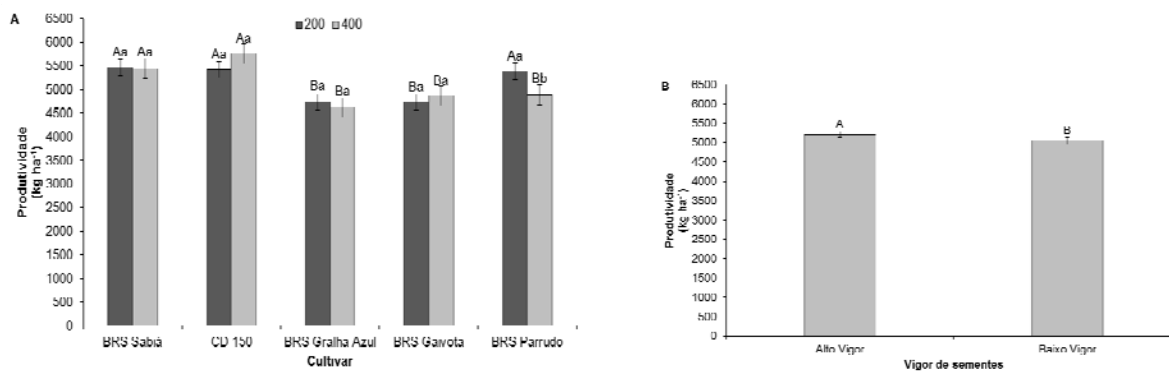


Figura 3.16 – Interação entre cultivar e densidade de semeadura (A) e efeito isolado de vigor de sementes (B) para a variável produtividade, em Londrina - PR. Para a interação, diferentes letras maiúsculas, diferem as cultivares entre si, dentro da mesma densidade de semeadura (200 ou 400 sementes por m²) e diferentes letras minúsculas diferem as densidades de semeadura, dentro da mesma cultivar, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

Em Ponta Grossa, as cultivares BRS Sabiá, BRS Galha Azul e BRS Parrudo apresentaram maior produtividade em relação as demais cultivares. Na fase de perfilhamento da cultura, normalmente as condições climáticas de Ponta Grossa são mais propícias para o desenvolvimento de perfilhos, contribuindo com o rendimento da cultura, principalmente em baixas densidades de plantas. No entanto, os resultados obtidos demonstraram que a densidade de semeadura de 400 sementes por m² resultou em maior produtividade, ou seja, as condições de ambiente não favoreceram a expressão da capacidade de compensação da cultura quando em baixas densidades.

Quanto aos níveis de vigor de sementes, a utilização de sementes vigorosas propiciou maior rendimento de grãos quando comparadas as sementes de baixo vigor. Este comportamento pode ser justificado pelo maior crescimento e desenvolvimento das plantas provenientes de sementes vigorosas, principalmente nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, o que contribuiu para o incremento da produtividade de grãos. Tais resultados corroboram com os encontrados por Kolchinski, Schuch e Peske (2005) e Schuch, Kolchinski e Finatto (2009), onde plantas de soja oriundas de sementes de alta qualidade fisiológica apresentaram acréscimos no rendimento de grãos de 35 e 25% superior às obtidas com o uso de sementes de baixa qualidade, respectivamente. Melo et al. (2006)

avaliando as plantas originadas de sementes de alto e baixo vigor, em populações de arroz irrigado, evidenciaram que as plantas originadas de sementes de alto vigor apresentaram maior rendimento de grãos em relação as plantas derivadas de sementes de baixo vigor. Ainda, Höfs et al. (2004) também verificaram que o uso de sementes de alta qualidade fisiológica proporcionou acréscimos próximos a 10% no rendimento de grãos em arroz irrigado.

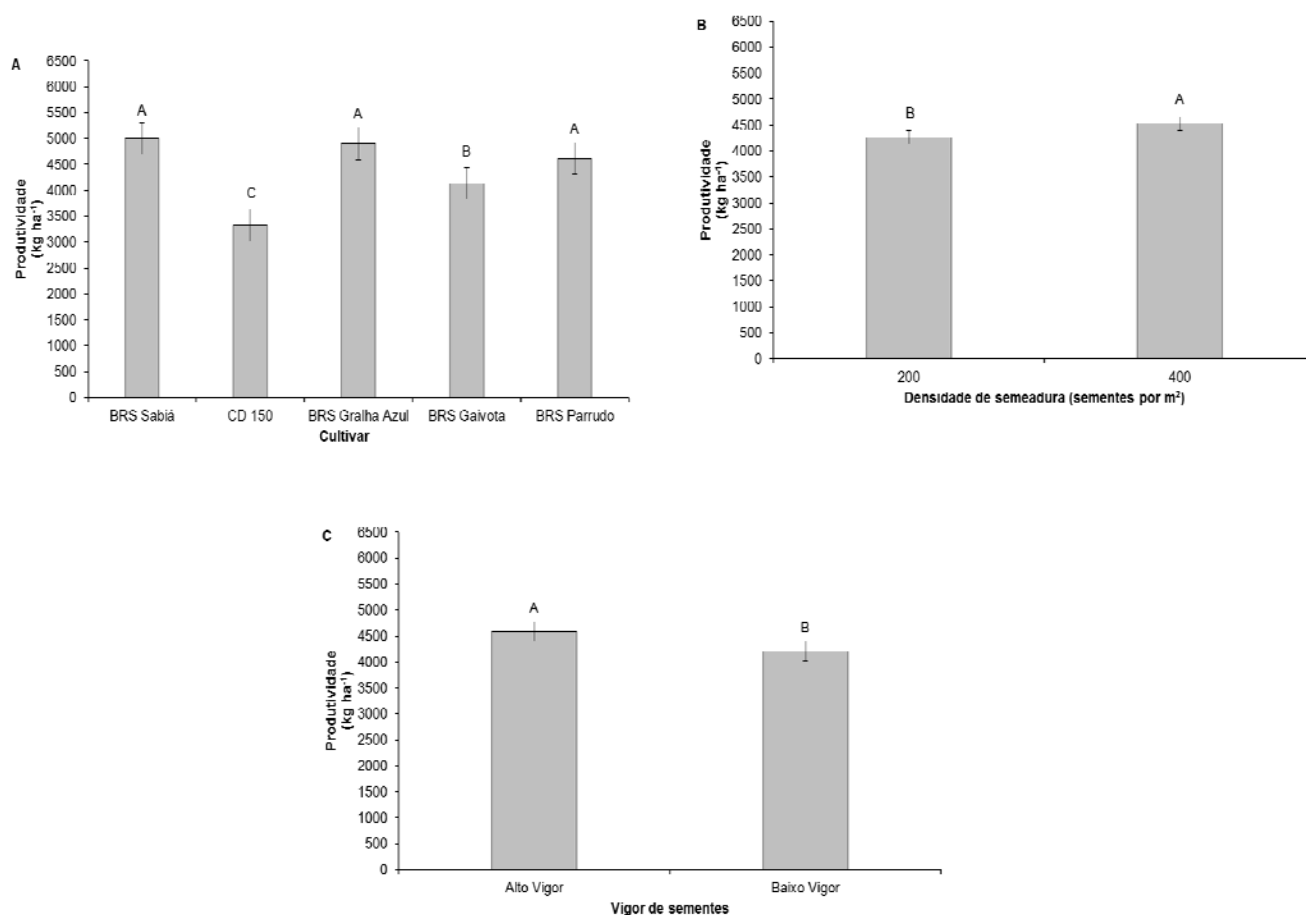


Figura 3.17 – Efeito isolado de cultivar (A), densidade de semeadura (B) e vigor de sementes (C) para a variável produtividade, em Ponta Grossa - PR. Para o efeito isolado, diferentes letras maiúsculas apontam diferenças estatísticas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A barra de erros representa o erro padrão da média.

A partir dos resultados é possível constatar que as cultivares de trigo apresentaram respostas diferenciadas aos fatores estudados em função das condições ambientais em que as plantas foram expostas durante o seu cultivo. Esse comportamento é dependente da interação genótipo x ambiente, onde cada cultivar responde de forma diferenciada aos tratamentos ao qual são submetidas, por meio

de suas características genéticas associadas as condições do ambiente (temperatura, precipitação, radiação solar, fotoperíodo e vernalização), bem como as técnicas de manejo.

Neste contexto, a recomendação da densidade de semeadura apresenta elevada importância, visto que o estabelecimento adequado de plantas é essencial para a obtenção de elevados rendimentos. Nota-se que, em ambos os locais, as cultivares não alcançaram a densidade de semeadura almejada, mesmo sendo ajustada a partir dos resultados do teste de germinação. Diante disto, a utilização de sementes vigorosas apresenta grande importância para o estabelecimento da cultura, pois estas propiciam emergência rápida e uniforme, contribuindo para obtenção de uma lavoura com estande adequado.

Além disso, apesar das plantas de trigo apresentarem plasticidade, produzindo perfilhos para compensar as falhas no estande, esta necessita de condições ambientais adequadas para sua efetiva contribuição, além de genótipos perfilhadores. Desta maneira, o uso de sementes de trigo mais vigorosas favorece o crescimento das plantas e contribui para a obtenção de maiores produtividades de grãos, independente do ambiente onde foi conduzido o experimento.

3.6 CONCLUSÕES

O crescimento, o desenvolvimento e o rendimento são alterados pelo vigor de sementes, densidade de semeadura e genótipos utilizados, com respostas variáveis de acordo com o ambiente de cultivo.

Sementes vigorosas favorecem o estabelecimento de plantas a campo e proporcionam maior altura de plantas, massa seca da parte aérea e rendimento de grãos do trigo, contudo de forma mais acentuada para as condições ambientais de Ponta Grossa.

A densidade de semeadura de 200 sementes por m^2 favorece o desenvolvimento de perfilhos.

A densidade de semeadura de 400 sementes por m^2 resulta em maior massa seca da parte aérea por área em todos os estádios de desenvolvimento em Londrina e, em maior produtividade de grãos em Ponta Grossa.

Em Londrina, na densidade de 200 sementes por m^2 , as cultivares BRS Sabiá, CD 150 e BRS Parrudo são as mais produtivas. Já na densidade de 400

sementes a BRS Sabiá e a CD 150 apresentam maiores produtividades de grãos. Em Ponta Grossa as cultivares BRS Sabiá, BRS Galha Azul e BRS Parrudo são as mais produtivas.

3.7 REFERÊNCIAS

ALVARENGA, C.B.; SOARES SOBRINHO, J.S.; SANTOS, E.M. Comportamento de cultivares de trigo em diferentes densidades de semeadura sob irrigação indicadas para a região do Brasil Central. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 98-107, 2009.

BARBIERI, A.P.P.; MARTIN, T.N.; MERTZ, L.M.; NUNES, U.R.; CONCEIÇÃO, G.M. Redução populacional de trigo no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 724-731, 2013.

BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; LORENCETTI, C.; VALÉRIO, I.P.; SCHMIDT, D.A.M.; HARTWIG, I.; RIBEIRO, G.; VIEIRA, E.A.; SILVA, J.A.G. Early generation selection strategy for yield and yield components in white oat. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 4, p. 357-365, 2005.

BENNETT, M.A. Determination and standardization challenges of vigor tests of vegetable seeds. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 58-62, 2001.

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G.dos. **Mapa de solos do estado do Paraná: legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Curitiba: Embrapa Florestas; Londrina: IAPAR, 2008. 74 p.

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

COPELAND, L.O., MCDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 2. ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1985. 312 p.

CAIRES, E.F.; FELDHAUS, I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 213-223, 2001.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira – Grãos**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_09_09_00_21_boletim_graos_janeiro_2015.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2015.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973.

DESTRO, D.; MIGLIORANZA, E.; ARIAS, C.A.A.; VENDRAME, J.M.; ALMEIDA, J.C.V. Main stem and tiller contribution to wheat cultivars yield under different irrigation regimes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 325-330, 2001.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FIOREZE, S.L. **Densidade de semeadura e aplicação de reguladores vegetais**. 2011. 74 fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

FRANÇA NETO, J.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 37-38, 2010.

GODOI, C.R.C.; NETO, A..S.; PINHEIRO, J.B. Avaliação do desempenho de linhagens de soja, resistentes ao complexo de percevejos, cultivadas em diferentes densidades de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 85-93, 2005.

GROSS, T.F.; DIAS, A.R.; KAPPES, C.; SCHIEBELBEIN, L.M.; ANSELMO, J.L.; HOLANDA, H.V. Comportamento produtivo do trigo em diferentes métodos e densidades de semeadura. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 11, n. 4, p. 50-60, 2012.

HENNING, F.A.; MERTZ, L.M.; JACOB JUNIOR, E.A.; MACHADO, R.D.; FISS, G.; ZIMMER, P.D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 727-734, 2010.

HOFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 54-62, 2004.

IAPAR. Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso: 05 jan. 2015.

JANDREY, P.E.; FRANCO, F.A.; COSTA, A.C.T.; SILVA, M.B.; RODRIGUES, L.F.O.S. Dias para espigamento, altura de plantas e índice de acamamento em genótipos de trigo. **Scientia Agraria Paranaensis**, Cascavel, v. 11, suplemento, p. 32-37, 2012.

KHAH, E.M.; ROBERTS, E.H.; ELLIS, R.H. Effects on seed ageing on growth and yield of spring wheat at different plant-population densities. **Field Crops Research**, v.20, p.175-190, 1989.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000, 531 p.

LEMO, J.M.; GUIMARÃES, V.F.; VENDRUSCOLO, E.C.G.; SANTOS, M.F.; OFFEMANN, L.C. Resposta de cultivares de trigo à inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, e à adubação nitrogenada de cobertura. **Científica**, Jaboticabal, v. 41, n. 2, p. 189-198, 2013.

LIMA, T.C.; MEDINA, P.F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 106-113, 2006.

MAPA. **Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** – portarias Paraná, cultura trigo. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

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

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 21-24, 2013.

MAUAD, M.; SILVA, T.L.B.; ALMEIDA NETO, A.I.; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MELO, P.T.B.S.; SHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; CONCENÇO, G. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 84-94, 2006.

MIELEZRSKI, F.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; PANOZZO, L.E.; CARVALHO, R..R; ZUCHI, J. Desempenho em campo de plantas isoladas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 139-144, 2008.

MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M.; DOURADO-NETO, D.; PUPIM, T.L.; DIAS, M.A.N. Vigor de sementes e desempenho de plantas de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 143-155, 2012.

MONDO, V.H.V.; CICERO, S.M.; DOURADO NETO, D.; PUPIM, T.L.; DIAS, M.A.N. Seed vigor and initial growth of corn crop. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 64-69, 2013.

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

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; França Neto, J.deB. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; CARMONA, P.S. A planta de arroz: morfologia e fisiologia. In: PESKE, S.T.; NEDEL, J.L.; BARROS, A.C.S.A. (Ed.). **Produção de arroz irrigado**. Pelotas: Editora Universitária, 1998. p. 351-412.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: The Macmillan, 1979. v. 1, 839 p.

PANOZZO, L.E.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; MIELEZRSKI, F.; PESKE, F.B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista de FZVA**, Uruguaiana, v.16, n. 1, p. 32-41, 2009.

PIRES, J.L.F.; CORASSA, G.M.; STRIEDER, M.L.; DALMAGO, G.A.; CUNHA, G.R.da; SANTI, A.; SILVA JUNIOR, J.P.da; SANTI, A.L.; SANTOS, H.P.dos; PASINATO, A.; REMOR, C. Uso de sensor óptico ativo para caracterização do perfil de NDVI em dosséis de trigo submetidos a diferentes estratégias de manejo. In: BERNARDI, A.C.deC.; NAIME, J.deM.; RESENDE, A.V.de; BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014, Cap. 25, p. 279-286.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.

RÊGO, S.C.A.; LIMA, P.P.S.; LIMA, M.N.S.; MONTEIRO, T.R.R.M. Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI no município de São Domingos do Cariri-PB. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 2, n. 4, p. 1217-1219, 2012.

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2014**. Londrina, PR: Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), 2014, 235 p.

ROUSE, J.W; HASS, R.H; SCHELL, J.A; DEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS**. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE SYMPOSIUM, 1973, Washington. Proceedings...Washington: NASA, 1973. v. 1, p. 309-317.

SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 35-41, 2010.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S.; ROSENTHAL, M.D. Emergência no campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 2, p. 97-101, 2000.

SCHUCH, L.O.B.; KOLCHINSKI, E.M.; FINATTO, J.A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p.144-149, 2009.

SOLTANI, A.; GALESHI, S. Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperate sub-humid environment: experimentation and simulation. **Field Crops Research**, v. 77, p. 17-30, 2002.

TAVARES, L.C.V.; FOLONI, J.S.S.; BASSOI, M.C.; PRETE, C.E.C. Genótipos de trigo em diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 166-174, 2014.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. **Crop Science**, v.31, p.816-822, 1991.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N.R.; CÉSAR, M.L.; SORATTO, R.P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C.A.C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agrícola Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

TRINDADE, M.G.; STONE, L.F.; HEINEMANN, A.B.; CÃNOVAS, A.D.; MOREIRA, J.A. Nitrogênio e água como fatores da produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 24-29, 2006.

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; MACHADO, A.deA.; BENIN, G.; SCHEEREN, P.L.; SOUZA, V.Q.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 319-326, 2008.

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; BENIN, G. MAIA, L.C.; SILVA, J.A.G.; SCHMIDT, D.M.; SILVEIRA, G. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1207-1218, 2009.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N.M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 33-41, 2002.

WHALEY, J.N.; SPARKES, D.L.; FOULKES, M.J.; SPINK, J.H.; SCOTT, R.K. The physiological response of winter wheat to reductions in plant density. **Annals of Applied Biology**, v. 137, p. 164- 177, 2000.

ZADOCKS, J.C.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, n. 6, p. 415-421, 1974.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002.

WENDT, W.; DUCA, L. J. L. Del; 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, 2006. 2 p.

Apêndice 3.1 – Resumo da análise de variância (quadrados médios) para as características agrônômicas avaliadas em plantas de trigo, em função das cultivares, vigor de sementes e densidades de semeadura, em Londrina - PR.

Quadrados médios									
		Estádio 1				Estádio 2			
FV	GL	NPLT	ALTU	MSPA	NDVI	ALTU	MSPA	NDVI	
Bloco	3	760,23 ^{ns}	17,45**	16,16**	0,001 ^{ns}	29,01 ^{ns}	3803,33 ^{ns}	0,000 ^{ns}	
Cultivar (C)	4	11112,00*	3,75*	32,30**	0,051**	187,33**	11543,91 ^{ns}	0,004**	
Densidade (D)	1	485161,25**	0,20 ^{ns}	235,05**	0,470**	165,88**	29562,59**	0,027**	
Vigor (V)	1	62272,80**	19,80**	85,69**	0,148**	301,08**	38275,03**	0,004**	
C*D	4	2594,50 ^{ns}	1,30 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,007*	11,34 ^{ns}	1664,66 ^{ns}	0,000*	
C*V	4	5590,92 ^{ns}	2,08 ^{ns}	2,72 ^{ns}	0,009*	5,58 ^{ns}	885,20 ^{ns}	0,001**	
D*V	1	11281,50 ^{ns}	0,42 ^{ns}	16,40**	0,002 ^{ns}	48,67 ^{ns}	1609,73 ^{ns}	0,001*	
C*D*V	4	4657,62 ^{ns}	0,38 ^{ns}	3,19 ^{ns}	0,003 ^{ns}	27,04 ^{ns}	3325,67 ^{ns}	0,000*	
Erro	57	3818,50	1,02	1,80	0,002	18,44	3147,76	0,00	
Média		238,75	14,37	5,37	0,345	48,44	193,26	0,69	
CV (%)		25,88	7,03	25,02	15,53	8,87	29,03	2,31	

Quadrados médios									
		Estádio 3				Estádio 4			
FV	GL	NPERF	ALTU	MSPA	NDVI	ALTU	MSPA	NDVI	PROD
Bloco	3	2,41*	13,48 ^{ns}	2160,56 ^{ns}	0,000 ^{ns}	2,18 ^{ns}	7280,17 ^{ns}	0,000 ^{ns}	60262,96 ^{ns}
Cultivar (C)	4	7,04**	981,10**	33098,69**	0,007**	674,32**	61588,82**	0,016**	2524990,79*
Densidade (D)	1	25,31**	10,01 ^{ns}	23648,42*	0,004**	7,08 ^{ns}	51267,38**	0,000 ^{ns}	22646,45 ^{ns}
Vigor (V)	1	5,51**	84,66**	8206,55 ^{ns}	0,000 ^{ns}	75,66*	695,61 ^{ns}	0,000 ^{ns}	505938,05*
C*D	4	1,15 ^{ns}	30,69*	3209,75 ^{ns}	0,000 ^{ns}	66,79**	1322,36 ^{ns}	0,000 ^{ns}	396904,35*
C*V	4	1,35 ^{ns}	35,09**	17356,96**	0,000 ^{ns}	20,80 ^{ns}	2727,70 ^{ns}	0,000 ^{ns}	120353,33 ^{ns}
D*V	1	0,61 ^{ns}	18,72 ^{ns}	1771,92 ^{ns}	0,000 ^{ns}	21,63 ^{ns}	3427,18 ^{ns}	0,000 ^{ns}	80,00 ^{ns}
C*D*V	4	0,51 ^{ns}	9,44 ^{ns}	3340,62 ^{ns}	0,000 ^{ns}	9,24 ^{ns}	2385,81 ^{ns}	0,000 ^{ns}	23073,21 ^{ns}
Erro	57	0,76	8,51	4591,19	0,000	11,88	3587,83	0,000	125016,95
Média		3,23	64,01	339,21	0,68	70,83	474,40	0,59	5129,20
CV (%)		26,99	4,56	19,97	2,74	4,87	12,59	3,78	6,89

^{ns}, não significativo, ** e *, significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

NPLT: número de plantas; ALTU: altura de plantas; MSPA: massa seca da parte aérea; NDVI: índice de vegetação por diferença normalizada; NPERF: número de perfilhos; e PROD: produtividade de grãos.

Apêndice 3.2 – Resumo da análise de variância (quadrados médios) para as características agrônômicas avaliadas em plantas de trigo, em função das cultivares, vigor de sementes e densidades de semeadura, em Ponta Grossa - PR.

Quadrados médios									
Estádio 1									
FV	GL	NPLT	ALTU	MSPA	NDVI	ALTU	MSPA	NDVI	
Bloco	3	2561,21 ^{ns}	3,18 ^{ns}	1,81 ^{ns}	0,000 ^{ns}	7,43 ^{ns}	410,37 ^{ns}	0,002 ^{ns}	
Cultivar (C)	4	23980,85**	13,03**	27,66**	0,000**	95,91**	5122,17**	0,085**	
Densidade (D)	1	220395,01**	0,43 ^{ns}	129,45**	0,002**	0,13 ^{ns}	4780,55**	0,065**	
Vigor (V)	1	124267,61**	19,50**	108,67**	0,004**	95,26**	2874,42**	0,047**	
C*D	4	5907,29**	1,46 ^{ns}	4,72**	0,000 ^{ns}	10,50 ^{ns}	231,86 ^{ns}	0,002 ^{ns}	
C*V	4	4262,76**	3,34 ^{ns}	5,11**	0,000 ^{ns}	0,43 ^{ns}	342,81 ^{ns}	0,006**	
D*V	1	21945,31**	0,05 ^{ns}	17,02**	0,000 ^{ns}	11,78 ^{ns}	419,44 ^{ns}	0,000 ^{ns}	
C*D*V	4	953,28 ^{ns}	1,89 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,000 ^{ns}	5,74 ^{ns}	27,72 ^{ns}	0,000 ^{ns}	
Erro	57	1129,14	2,58	1,13	0,000	5,33	209,99	0,001	
Média		162,73	17,43	4,14	0,02	26,62	65,27	0,24	
CV (%)		20,65	9,21	25,68	39,97	8,68	22,20	16,23	

Quadrados médios									
Estádio 3									
FV	GL	NPERF	ALTU	MSPA	NDVI	ALTU	MSPA	NDVI	PROD
Bloco	3	2,03 ^{ns}	40,23 ^{ns}	3005,04 ^{ns}	0,001 ^{ns}	6,45 ^{ns}	14455,54 ^{ns}	0,001 ^{ns}	201013,47
Cultivar (C)	4	9,71**	474,72**	79730,82**	0,050**	718,00**	141446,23**	0,053**	7527763,03
Densidade (D)	1	28,80**	2,59 ^{ns}	35360,34**	0,022**	18,81 ^{ns}	14939,50 ^{ns}	0,009**	1414322,1
Vigor (V)	1	28,80**	9,38 ^{ns}	78930,06**	0,006 ^{ns}	0,06 ^{ns}	86539,77**	0,000 ^{ns}	2818878,61
C*D	4	1,33 ^{ns}	21,22 ^{ns}	2394,99 ^{ns}	0,002 ^{ns}	1,57 ^{ns}	31383,38*	0,000 ^{ns}	139077,95
C*V	4	1,95 ^{ns}	19,48 ^{ns}	2315,02 ^{ns}	0,002 ^{ns}	8,31 ^{ns}	6677,95 ^{ns}	0,000 ^{ns}	380943,76
D*V	1	0,20 ^{ns}	23,32 ^{ns}	34,36 ^{ns}	0,015**	1,45 ^{ns}	3226,40 ^{ns}	0,002*	34155,11 ^{ns}
C*D*V	4	1,04 ^{ns}	26,19 ^{ns}	8879,09 ^{ns}	0,001 ^{ns}	6,83 ^{ns}	930,77 ^{ns}	0,000 ^{ns}	43470,64 ^{ns}
Erro	57	0,84	21,04	3822,89	0,001	5,79	10372,87	0,000	231432,89
Média		3,00	62,40	337,74	0,55	82,30	655,95	0,52	4396,93
CV (%)		30,56	7,35	18,31	7,79	2,93	15,53	4,42	10,94

^{ns}, não significativo, ** e *, significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

NPLT: número de plantas; ALTU: altura de plantas; MSPA: massa seca da parte aérea; NDVI: índice de vegetação por diferença normalizada; NPERF: número de perfilhos; e PROD: produtividade de grãos.

4 Artigo B: VIGOR DE SEMENTES E DENSIDADE DE SEMEADURA NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE TRIGO

4.1 RESUMO

Entre os fatores que contribuem para a obtenção de altos rendimentos de grãos na cultura do trigo, destacam-se a correta escolha de genótipos e ambientes de cultivo, a utilização de sementes de elevada qualidade e a densidade de plantas adequada. Diante disto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do nível de vigor de sementes de cultivares de trigo, quando submetidas a diferentes densidades de semeadura, em dois locais de cultivo com características edafoclimáticas contrastantes, sobre a emergência de plântulas, os componentes de produção e o rendimento de grãos da cultura. Os experimentos foram conduzidos em dois locais (Londrina-PR e Ponta Grossa-PR), sob o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x5, com quatro repetições. Foram avaliados dois níveis de vigor de sementes (alto e baixo), duas densidades de semeadura (200 e 400 sementes viáveis por m²) e cinco cultivares de trigo (BRS Sabiá, CD 150, BRS Gralha Azul, BRS Gaivota e BRS Parrudo). As avaliações efetuadas foram: emergência de plântulas, acamamento, componentes do rendimento (número de espigas por área, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiguetas, número de grãos por espiga e massa de mil sementes), produtividade de grãos, índice de colheita e peso do hectolitro. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A utilização de sementes vigorosas favorece a emergência de plântulas e proporciona maiores produtividades de grãos, para todas as cultivares em ambos locais. A compensação dos componentes do rendimento e potencial produtivo variam conforme o ambiente de cultivo, o vigor de sementes, a densidade de semeadura e o genótipo utilizado.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Qualidade de sementes. Emergência de plântulas. Componentes do rendimento. Produtividade.

SEEDS VIGOR AND PLANTING DENSITY ON PRODUCTION PERFORMANCE WHEAT CULTIVARS

4.2 ABSTRACT

Among the factors that contribute to the achievement of high grain yield in wheat crop, the highlights are the correct choice of genotypes and cultivation environments, the use of high quality seeds and the density of suitable plants. Hence, the objective of this study was to evaluate the effect of the level of vigor wheat cultivars seeds when exposed to different plant, in two cultivation sites with contrasting soil and climatic characteristics, on seedling emergence, yield components and the yield of the grain. The experiments were conducted at two sites (Londrina-PR and Ponta Grossa-PR), under a randomized block design in a 2x2x5 factorial scheme, with four replications. We evaluated two levels of seed vigor (high and low), two sowing densities (200 and 400 viable seeds per m²) and five wheat cultivars (BRS Sabia, CD 150, BRS Gralha Azul, BRS Gaivota and BRS Parrudo). The tests conducted were: seedling emergence, lodging, yield components (number of ears per area, number of spikelets per spike, number of grains per spikelet, number of grains per spike and weight of a thousand seeds), grain yield, index harvest and test weight. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. The use of vigorous seeds favors the emergence of seedlings and provides higher yields of grain, for all cultivars in both locations. The compensation of the components of income and productive potential vary by culture environment, the vigor of seeds, sowing density and genotype used.

Keywords: *Triticum aestivum* L. Seed quality. Seedling emergence. Yield components. Productivity.

4.3 INTRODUÇÃO

A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) apresenta destaque no cenário mundial, tanto em área de cultivo como em consumo, em virtude da sua importância para a alimentação humana e animal, para a elaboração de produtos não alimentícios e pelos benefícios gerados ao sistema de produção agrícola (FAVARATO et al., 2011; MORI; IGNACZACK, 2011; SCHEUER et al., 2011).

A obtenção de altos rendimentos na cultura do trigo é influenciada pela interação de diversos fatores, entre os quais se destacam a genética da cultivar, o manejo fitotécnico, as condições ambientais e a qualidade das sementes utilizadas (LIMA; MEDINA; FANAN, 2006; TRINDADE et al., 2006).

Sementes de elevada qualidade (genética, física, sanitária e fisiológica) estão associadas ao desempenho da cultura a campo, pois favorecem o estabelecimento de estande adequado e o alcance de altos tetos produtivos (KRZYZANOWSKI, 2004; MARCOS FILHO, 2005). Dentre os atributos de qualidade, o vigor de sementes assume papel fundamental na produção agrícola. Lotes de sementes da mesma cultivar, com capacidades de germinação semelhantes, podem apresentar comportamentos distintos na emergência de plântulas em condições de campo, por possuírem diferentes níveis de vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

De acordo com Marcos Filho (1999) sementes mais vigorosas apresentam maior capacidade de resistir a condições adversas do ambiente durante o processo germinativo e conferem a planta melhores condições de desenvolvimento. Além disto, Melo et al. (2006) observaram que plantas de arroz originadas de sementes de alto vigor apresentaram desempenho superior quanto a massa seca, área foliar, perfilhamento, panícula por planta e rendimento de grãos, em relação as plantas oriundas de sementes de baixo vigor. Já lotes de sementes menos vigorosos apresentam menor porcentagem e velocidade de emergência, comprometendo o estabelecimento da densidade de plantas almejada, principalmente quando a densidade de semeadura utilizada é próxima ao limite mínimo recomendado (KOLCHINSKI; SCHUCH; PESKE, 2005; MARCOS FILHO, 2013).

Desta forma, outro fator decisivo para a cultura do trigo é o ajuste adequado da densidade de semeadura, pois esta é a prática cultural que mais influencia os componentes do rendimento do trigo e conseqüentemente a

produtividade da cultura (OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006; SPARKER, HOLME, GAJU, 2006; MARTIN et al., 2010). No entanto, fatores como a qualidade de sementes, a velocidade e a profundidade de semeadura, o preparo do solo e as condições ambientais podem comprometer o estabelecimento da densidade almejada (COPETTI, 2015).

Mundstock (1999) e Gross et al. (2012) verificaram, na cultura do trigo, que o aumento na densidade de semeadura reduziu o número de perfilhos e altura de plantas, espiguetas por espiga, massa de mil grãos e aumentou o número de espigas por área, contudo tais efeitos não refletiram na produtividade de grãos. Segundo Caires, Feldhaus e Blum (2001) e Valério et al. (2008) elevadas densidades de plantas oneram o custo de produção e não garantem altos rendimentos de grãos em trigo, dado que nesta condição, geralmente há maior número de espigas por unidade de área, porém estas são constituídas por menor número de grãos.

Por outro lado, densidades muito baixas de semeadura podem comprometer negativamente o rendimento de grãos, pois acarretam estande inadequado de plantas e favorecem o crescimento de ervas daninhas. Nesta situação, as plantas de trigo dependem muito das condições do ambiente, como fertilidade do solo e disponibilidade hídrica para garantir níveis de perfilhamento adequados, além disso a capacidade e sobrevivência dos perfilhos é altamente dependente do genótipo utilizado (ALVARENGA et al., 2009; FIOREZE, 2011; PIRES; VARGAS; CUNHA, 2011).

O perfilhamento está indiretamente relacionado aos componentes do rendimento, já que o mesmo altera o número de espigas por unidade de área (DAVIDSON; CHEVALIER, 1990; NUNES; SOUZA; MERCANTE, 2011), podendo até certo limite compensar a baixa densidade de plantas quando da instalação da cultura.

Diferentes densidades de semeadura podem não alterar a produtividade de grãos devido a cultura do trigo apresentar elevada plasticidade, onde as plantas compensam a falta ou excesso de um componente do rendimento de grãos pela modificação nos demais componentes. Contudo, estes efeitos compensatórios dos componentes de rendimento são dependentes do genótipo, do ambiente e da interação genótipo x ambiente (HOLEN et al., 2001; VALÉRIO et al., 2008; NAKAGAWA, 2014).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do nível de vigor de sementes de cultivares de trigo, quando submetidas a diferentes densidades de semeadura, em dois locais de cultivo com características edafoclimáticas contrastantes, sobre a emergência de plântulas, os componentes de produção e o rendimento de grãos da cultura.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em dois locais, sendo um no campo experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, em Londrina-PR, localizado no Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja), que se encontra a latitude de 23° 11' Sul, longitude 51° 10' Oeste e altitude de aproximadamente 564 m e, outro no campo experimental da Embrapa Produtos e Mercado, localizado em Ponta Grossa-PR, cuja latitude é de 25° 09' Sul, longitude 50° 05' e altitude em torno de 865 m.

Em Londrina, o solo da região é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico de textura argilosa e em Ponta Grossa como Latossolo Vermelho distroférico de textura média (BHERING; SANTOS, 2008). O clima segundo a classificação de Köppen, em Londrina é Cfa, ou seja, clima subtropical úmido, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão. No município de Ponta Grossa o clima é do tipo Cfb, o qual se caracteriza por ser tipicamente temperado, com temperatura média do mês mais frio abaixo de 18 °C e do mês mais quente abaixo de 22 °C, com verões frescos e expressivo risco de geada (IAPAR, 2015).

Os dados de temperatura máxima, média e mínima diária e precipitação pluvial durante o período de cultivo, para as duas áreas experimentais, são apresentadas na Figura 4.1.

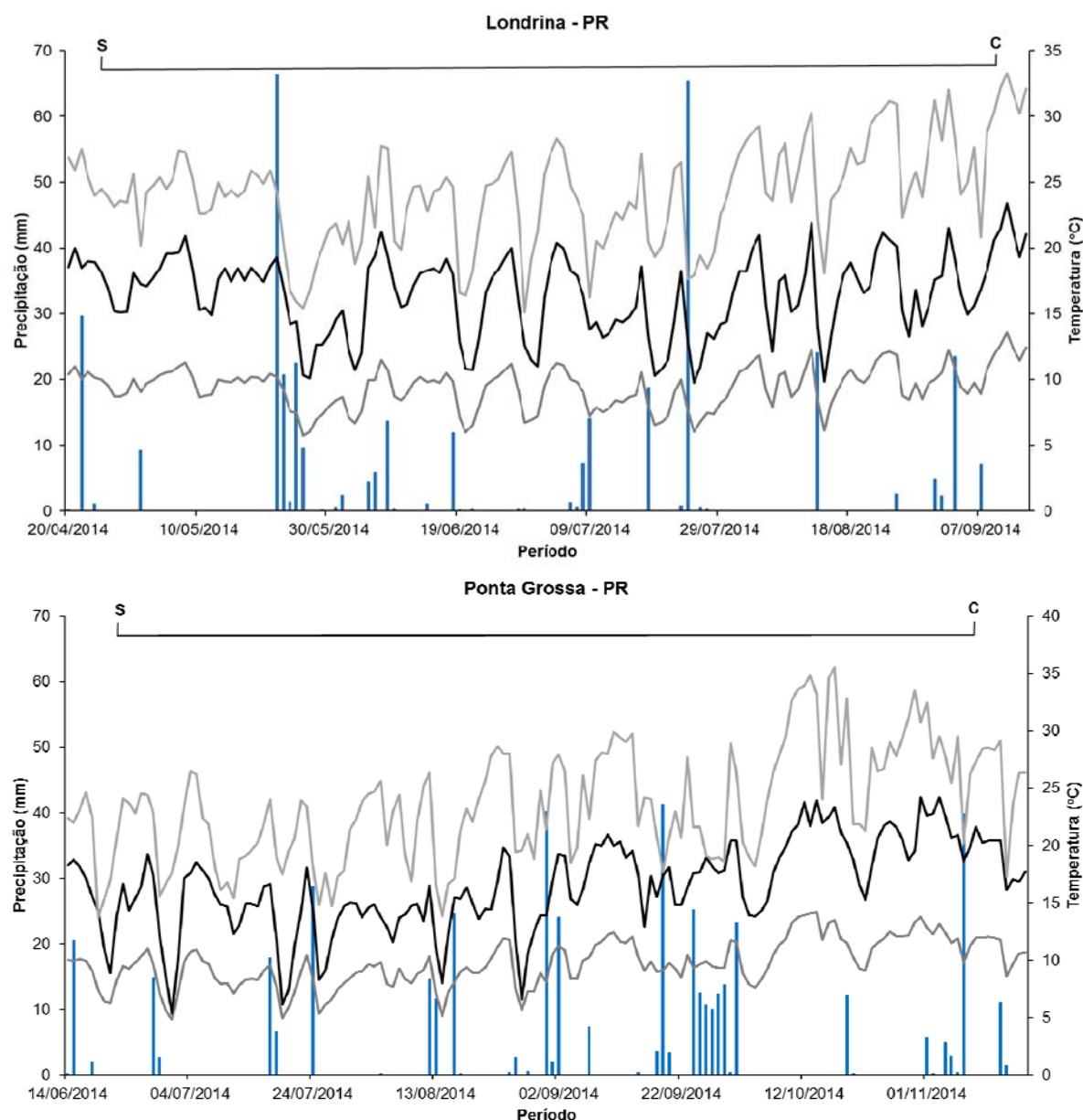


Figura 4.1 – Temperatura máxima, média e mínima diária (°C) e precipitação pluvial (mm) em Londrina - PR e Ponta Grossa - PR, para o período de desenvolvimento da cultura do trigo. S: semeadura e C: colheita.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x5, sendo os fatores dois níveis de vigor de sementes (alto e baixo), duas densidades de semeadura (200 e 400 sementes viáveis por m²) e cinco cultivares de trigo (BRS Sabiá, BRS Gaivota, BRS Parrudo, BRS Galha Azul e CD 150), com quatro repetições.

As cultivares utilizadas apresentam ciclos distintos, sendo que a BRS Sabiá e CD 150 apresentam ciclo precoce, com maturação média de 103 e 114 dias, respectivamente. As cultivares de ciclo médio utilizadas foram a BRS Galha

Azul, que apresenta maturação com aproximadamente 124 dias e a BRS Gaivota com 128 dias. Já o comportamento da cultivar BRS Parrudo é distinto para as regiões onde foi instalado os experimentos, apresentando em Ponta Grossa ciclo precoce e em Londrina ciclo tardio. A BRS Parrudo diferentemente das demais cultivares exige maiores respostas a vernalização, justificando a diferença de ciclo entre locais (REUNIÃO..., 2014). Além disso, as cultivares apresentam diferenças quanto ao potencial de perfilhamento.

Para todas as cultivares, as sementes classificadas como de baixo vigor foram obtidas a partir dos lotes de sementes com alto vigor, mediante a aplicação do envelhecimento acelerado. Para a condução do envelhecimento, as sementes foram colocadas em caixas plásticas, tipo gerbox, com suportes telados, contendo ao fundo 40 mL de água destilada. Após foram incubadas em câmara de incubação do modelo "Water-jacketed", sob temperatura de 42 °C por um período de 60 horas, causando redução no vigor das mesmas. Assim, as sementes não submetidas ao envelhecimento acelerado foram consideradas como de alto vigor e as envelhecidas como de baixo vigor.

Para caracterizar os lotes de sementes a serem utilizados, tanto de baixo como de alto vigor, foi avaliada a qualidade fisiológica (Tabela 4.1) e sanitária (Tabela 4.2) das sementes, por meio dos seguintes testes:

Teste de Germinação: Realizado com oito subamostras de 50 sementes, totalizando 400 sementes por lote. As sementes foram distribuídas sobre papel germitest umedecido com volume de água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca do substrato. Os rolos com as sementes foram acondicionados em germinador, tipo Mangelsdorf, a temperatura de 20 °C, sob regime de luz constante. Após oito dias foram realizadas as avaliações conforme as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira Contagem de Germinação: Realizada em conjunto com o teste de germinação. A avaliação foi realizada após quatro dias da instalação do teste, contabilizando somente as plântulas normais, com resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

Comprimento de plântula, parte aérea e raiz: Foram utilizadas três subamostras de 25 sementes por repetição, totalizando 300 sementes por tratamento. O papel germitest foi umedecido com água destilada equivalente a 2,5

vezes a massa seca do substrato. As sementes foram dispostas no terço superior no sentido longitudinal do papel. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente no germinador por sete dias, a 20 °C. Após, foi efetuada a medida das plântulas normais (comprimento total da plântula, parte aérea e raiz) com auxílio de régua milimetrada (NAKAGAWA, 1999). Os resultados foram expressos em centímetros por plântula.

Massa seca de parte aérea e raiz: Realizada com as plântulas normais obtidas no teste de comprimento de plântula, retirando-se o restante da semente e separando-se a parte aérea e a raiz. Em seguida, estas foram colocadas em saco de papel e levadas à estufa com circulação de ar forçado, onde permaneceram por 24 horas à temperatura de 80 °C (NAKAGAWA, 1999). Ao final deste período, a massa seca foi avaliada em balança com precisão de 0,0001 g, e os resultados expressos em mg por plântula.

Índice de velocidade de emergência: Foram utilizadas quatro repetições de 100 sementes por tratamento. A semeadura foi realizada em bandejas plásticas onde as sementes foram dispostas sobre uma camada de areia uniforme com auxílio de um contador manual, a uma profundidade de 3 cm. O teste foi conduzido em condições de casa de vegetação e a umidade mantida com irrigações. As avaliações foram realizadas diariamente, a partir do início da emergência, registrando-se o número de plântulas emergidas até o décimo segundo dia após a semeadura. Para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) utilizou-se a equação sugerida por Popinigis (1977): $IVE = N_1/D_1 + N_2/D_2 + N_n/D_n$, onde N_1 = número de plântulas emergidas no primeiro dia; N_n = número acumulado de plântulas emergidas; D_1 = primeiro dia de contagem; D_n : número de dias contados após a semeadura.

Emergência de plântulas em areia: Foi realizado em conjunto com o IVE. Após 12 dias da semeadura foi efetuada a contagem total de plântulas emergidas, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Tabela 4.1 – Valores médios dos atributos da qualidade fisiológica de sementes de trigo, para caracterização dos lotes de sementes de alto vigor (AV) e de baixo vigor (BV).

Cultivar	PCG (%)		G (%)		CTP (cm)		CR (cm)		CPA (cm)	
	AV	BV	AV	BV	AV	BV	AV	BV	AV	BV
BRS Sabiá	93	85	94	89	24,89	20,27	15,34	12,01	9,55	8,25
BRS Gaivota	94	72	96	87	20,07	17,39	12,70	11,05	7,36	6,34
BRS Parrudo	94	87	98	92	20,50	16,86	13,25	10,51	7,24	6,35
BRS Gralha Azul	96	89	98	94	21,23	20,13	13,34	12,89	7,88	7,24
CD 150	85	74	90	80	20,76	15,99	12,16	8,90	8,60	7,09

Cultivar	MSPA (mg)		MSR (mg)		IVE		E (%)	
	AV	BV	AV	BV	AV	BV	AV	BV
BRS Sabiá	8,06	7,45	8,21	7,67	20,26	16,67	91	86
BRS Gaivota	6,08	5,30	7,64	7,05	20,15	14,68	94	82
BRS Parrudo	7,36	6,52	7,48	7,01	20,64	18,72	97	95
BRS Gralha Azul	7,84	7,29	8,70	8,17	20,58	18,70	96	94
CD 150	5,63	5,27	6,18	4,31	19,13	16,10	87	80

PCG: Primeira contagem de germinação; G: Germinação; CTP: Comprimento total de plântula; CR: Comprimento de raiz; CPA: Comprimento de parte aérea; MSPA: Massa seca de parte aérea; MSR: Massa seca de raiz; IVE: Índice de velocidade de emergência e E: Emergência de plântulas em areia.

Análise sanitária – blotter test: Para avaliação da qualidade sanitária das sementes utilizou-se o método do *blotter test*, conforme descrito por Neergaard (1979). As sementes foram dispostas em gerbox, devidamente desinfetados com hipoclorito de sódio a 1,05%, contendo no seu interior três folhas de papel filtro umedecidas com água destilada e autoclavada. Foram utilizados 10 gerbox com 20 sementes tomadas ao acaso, com duas repetições, totalizando 400 sementes por tratamento. Após, as sementes foram levadas a câmara de incubação onde permaneceram por sete dias a temperatura de 20 °C (± 2 °C), sob luz fluorescente contínua. Foi realizada a identificação dos fungos com auxílio de microscópio estereoscópico binocular e microscópico óptico. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Tabela 4.2 – Porcentagens de fungos encontrados nos lotes de sementes de trigo de alto vigor (AV) e de baixo vigor (BV).

Cultivar	<i>Helminthosporium sp.</i>		<i>Aspergillus sp.</i>	
	AV	BV	AV	BV
BRS Sabiá	04	02	-	08
BRS Gaivota	02	02	-	08
BRS Parrudo	02	02	-	02
BRS Gralha Azul	02	02	-	02
CD 150	-	-	-	06

Em ambos os locais, a área experimental foi instalada no sistema de plantio direto, sendo soja a cultura antecessora. Previamente a instalação dos experimentos foram coletadas amostras de solo das áreas experimentais para análise das características químicas (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Atributos químicos do solo da área experimental, da camada de 0-20 cm de profundidade, em Londrina - PR e Ponta Grossa - PR.

Londrina - PR									
pH	P	H + Al	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	CTC	M.O.	V
CaCl ₂	mg kg ⁻¹		-----	cmolc kg ⁻¹	-----			g kg ⁻¹	%
6,0	27,08	2,74	0,0	5,74	2,62	0,79	11,89	1,75	76,95
Ponta Grossa - PR									
5,57	12,57	4,39	0,02	5,78	2,04	0,19	12,39	2,21	64,50

A semeadura dos experimentos foi realizada mecanicamente, com semeadora de parcelas da marca SEMEATO[®], no dia 25 de Abril de 2014, em Londrina e no dia 19 de Junho de 2014, em Ponta Grossa, dentro do período recomendado no zoneamento edafoclimático para a cultura (MAPA, 2014). As sementes foram tratadas com o inseticida Gaucho[®] (imidacloprido) na dose de 100 mL 100 kg⁻¹ de sementes e com o fungicida Vitavax-Thiram[®] (carboxin + thiram) na dose de 250 mL 100 kg⁻¹ de sementes. O tratamento das sementes foi realizado em sacos plásticos, no qual os produtos foram adicionados sobre as sementes, com posterior agitação até a completa cobertura das mesmas, com volume de calda de 600 mL 100 kg⁻¹ de sementes.

Na semeadura foi realizada a adubação com 280 kg ha^{-1} do fertilizante formulado 15-15-15 (NPK). No início da fase de perfilhamento realizou-se a adução nitrogenada de cobertura, utilizando como fonte o nitrato de amônio, totalizando 40 kg N ha^{-1} . Os tratos culturais da cultura foram realizados de acordo com as Informações Técnicas para a cultura do Trigo (REUNIÃO..., 2014).

As parcelas experimentais foram constituídas por cinco linhas, espaçadas a 0,20 m com seis metros de comprimento, totalizando uma área de 6 m^2 por parcela. Para avaliação da emergência de plântulas e dos componentes do rendimento foram consideradas como área útil as três linhas centrais, deixando-se como bordadura os 0,5 m na extremidade final e inicial da parcela. A colheita foi realizada mecanicamente com auxílio de uma colhedora de parcelas do tipo Wintersteiger®, em toda a área da parcela. Em Londrina a colheita foi realizada no dia 09 de setembro de 2014 e em Ponta Grossa no dia 12 de novembro de 2014, quando a cultura encontrava-se no estágio de maturação de colheita.

4.4.1 Avaliações

4.4.1.1 Emergência de plântulas

Aos 15 dias após a semeadura efetuou-se a contagem total de plântulas emergidas em uma área total de $0,75 \text{ m}^2$ por parcela, sendo esta composta por três subamostras de $0,25 \text{ m}^2$. O resultado foi expresso em plântulas por m^2 .

4.4.1.2 Acamamento

As avaliações de acamamento foram realizadas a partir de observações visuais na época da maturação, atribuindo notas de zero (sem acamamento) até 100% (plantas da parcela totalmente acamadas).

4.4.1.3 Componentes do rendimento

No momento da colheita foram coletadas todas as plantas em uma área de $0,25 \text{ m}^2$, na área útil da parcela, a fim de determinar os componentes de rendimento da cultura. As plantas foram ensacadas e identificadas para posterior avaliação.

4.4.1.3.1 Número de espigas por área

Foi contabilizado o número total de espigas da área coletada (0,25 m²), com resultados expressos em espigas por m².

4.4.1.3.2 Número de espiguetas por espiga

Foram avaliadas dez espigas tomadas ao acaso da área coletada de cada parcela. O número de espiguetas por espiga foi determinado pela relação entre o número total de espiguetas e o número total de espigas avaliadas.

4.4.1.3.3 Número de grãos por espiga

O número de grãos por espiga foi determinado pela relação entre o número total de grãos e o número total de espigas avaliadas.

4.4.1.3.4 Número de grãos por espiguetas

Foi determinado através da relação entre o número total de grãos por espiga e o número total de espiguetas por espiga.

4.4.1.3.5 Massa de mil sementes (MMS)

Obtido com a utilização de duas subamostras de 100 sementes, por repetição. Realizou-se a correção da umidade de todas as amostras para 13% e o resultado foi expresso em gramas (BRASIL, 2009).

4.4.1.3.6 Produtividade de grãos

O grau de umidade dos grãos após a colheita foi mensurado por um determinador de capacitância digital, modelo GAC 2100, previamente ajustado e calibrado para a cultura do trigo. A produtividade foi obtida por meio da pesagem dos grãos colhidos em cada parcela experimental, com umidade corrigida para 13% e transformados em kg ha⁻¹.

4.4.1.4 Índice de colheita

O índice de colheita foi determinado pela razão entre a massa dos grãos e a massa total da parte aérea, avaliado em uma área de 0,25 m². Os índices obtidos foram multiplicados por 100 para expressão dos resultados em porcentagem.

4.4.1.5 Peso do hectolitro

O peso do hectolitro foi determinado com o uso do aparelho DalleMolle[®]. Os resultados foram expressos em kg hL⁻¹.

4.4.2 Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados quanto a normalidade e homocedasticidade, utilizando-se os testes de Shapiro-Wilk e de Hartley, respectivamente, os quais indicaram ser necessária a transformação dos dados de acamamento, sendo estes transformados em raiz quadrado de $(x + 0,5)$. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, separadamente para cada local de cultivo. As análises foram executadas através do programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2011).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações e os efeitos isolados das causas de variação estudadas para os parâmetros avaliados, em ambos os locais de cultivo, estão apresentados nos quadros de análise de variância (Apêndice 4.1; 4.2).

Para a variável emergência de plântulas, em Londrina, constatou-se maior número de plântulas emergidas na densidade de 400 em relação a de 200 sementes por m², para os dois níveis de vigor avaliados. Na comparação entre os níveis de vigor, a utilização de sementes de alto vigor propiciou maior emergência de plântulas em relação as de baixo vigor, em ambas densidades de semeadura (Tabela 4.4). Estes resultados demonstram a importância do vigor de sementes na implantação da lavoura, principalmente com a utilização de baixas densidades de semeadura, visto que em condições de estresses ambientais, como a não ocorrência

de chuva observada nos primeiros dias após a semeadura (Figura 4.1), em ambos os locais, as sementes de alto vigor demonstraram menores consequências, resultando em estabelecimento de maior número de plântulas, em relação as sementes de baixo vigor, corroborando com o descrito por França Neto, Krzyzanowski e Henning (2010).

Resultados similares aos observados para os efeitos de vigor de sementes foram encontrados por Hamman et al. (2002) ao observarem, estudando a relação entre a qualidade de sementes e o ambiente de semeadura, que a utilização de sementes de alto vigor resultou em maior emergência de plântulas de soja em condições de estresse do que sementes de baixo vigor.

Segundo Scheeren et al. (2010), os resultados de inadequação do estande de plantas, como os observados nesse estudo, reforçam a necessidade de se utilizar um teste de vigor antes da semeadura, pois somente o valor da germinação pode não ser suficiente para determinar a densidade de semeadura e estabelecer um estande adequado, principalmente sob condições ambientais inadequadas.

Tabela 4.4 – Valores médios de emergência de plântulas por área (plântulas por m²), em Londrina - PR, em função da densidade de semeadura e vigor de sementes.

Densidade (sementes viáveis por m ²)	-----Vigor de sementes -----	
	Alto Vigor	Baixo Vigor
200	179,60 Ba	149,35 Bb
400	346,45 Aa	257,40 Ab

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para efeito de cultivar, a CD 150 apresentou menores valores de emergência de plântulas, em comparação as demais cultivares (Tabela 4.5). A partir da caracterização dos lotes de sementes, pode-se observar que a cultivar CD 150 apresentou resultados inferiores quanto a qualidade fisiológica em relação as demais, tanto nos lotes de alto como baixo vigor, o que possivelmente acarretou esta diferença na emergência de plântulas em campo (Tabela 4.1).

Tabela 4.5 – Valores médios de emergência de plântulas por área (EM por m²), número de espigas por área (NE por m²), número de espiguetas por espiga (NEPE), número de grãos por espiga (GPE), massa de mil sementes (MMS em gramas) e índice de colheita (IC em %) para as diferentes cultivares de trigo cultivadas em Londrina - PR.

Cultivar	EM	NE	NEPE
BRS Sabiá	240,56 A	452,50 A	15,81 C
CD 150	189,31 B	448,68 A	16,75 BC
BRS Gralha Azul	242,75 A	429,00 AB	18,18 A
BRS Gaivota	233,93 A	372,68 BC	15,93 C
BRS Parrudo	259,43 A	333,00 C	17,25 AB
Cultivar	GPE	MMS	IC
BRS Sabiá	35,93 A	38,24 A	43,75 A
CD 150	33,56 AB	38,18 A	44,42 A
BRS Gralha Azul	35,87 A	33,78 B	37,63 B
BRS Gaivota	32,18 B	34,83 B	34,94 B
BRS Parrudo	34,81 AB	37,53 A	37,71 B

As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em Ponta Grossa foi verificado que a cultivar CD 150 apresentou valores inferiores quanto a emergência de plântulas em relação as demais, em ambas as densidades de semeadura. Na maior densidade a BRS Parrudo resultou em maior emergência de plântulas, contudo não diferiu da BRS Gralha Azul. Na comparação entre densidades de semeadura, todas as cultivares apresentaram maior número de plântulas emergidas quando utilizou-se a densidade de 400 sementes por m² (Tabela 4.6).

Tabela 4.6 – Valores médios de emergência de plântulas por área (plântulas por m²), em Ponta Grossa - PR, em função da cultivar e densidade de semeadura (sementes viáveis por m²).

Cultivar	Densidade	
	200	400
BRS Sabiá	144,25 Ab	243,87 Ba
CD 150	100,50 Bb	176,12 Ca
BRS Gralha Azul	147,50 Ab	265,75 ABa
BRS Gaivota	142,62 Ab	242,87 Ba
BRS Parrudo	159,75 Ab	289,75 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em ambos os níveis de vigor avaliados a cultivar CD 150 resultou em menor número de plântulas emergidas em relação as demais cultivares. Na comparação entre os níveis de vigor, constatou-se maior emergência de plântulas em todas as cultivares oriundas de sementes de alto vigor (Tabela 4.7). Assim como

em Londrina, a densidade de 400 sementes por m² resultou em maior emergência de plântulas, nos dois níveis de vigor avaliados. A utilização de sementes de alto vigor acarretou maior emergência de plântulas em comparação as de baixo vigor, em ambas as densidades de semeadura (Tabela 4.8).

Tabela 4.7 – Valores médios de emergência de plântulas por área, número de espiguetas por espiga, peso do hectolitro e índice de colheita do trigo, em Ponta Grossa - PR, em função de cultivar e vigor de sementes.

Emergência (plântulas por m²)		
Cultivar	Vigor de Sementes	
	Alto Vigor	Baixo Vigor
BRS Sabiá	229,87 Aa	158,25 BCb
CD 150	196,12 Ba	80,50 Db
BRS Gralha Azul	231,12 Aa	182,12 Bb
BRS Gaivota	242,62 Aa	142,87 Cb
BRS Parrudo	237,00 Aa	212,50 Ab
Número de espiguetas por espiga		
Cultivar	Vigor de Sementes	
	Alto Vigor	Baixo Vigor
BRS Sabiá	16,00 Bb	16,87 Ba
CD 150	15,37 Bb	16,62 Ba
BRS Gralha Azul	17,87 Aa	18,12 Aa
BRS Gaivota	15,12 Ba	15,12 Ca
BRS Parrudo	18,25 Aa	17,37 ABb
Peso do hectolitro (kg hl⁻¹)		
Cultivar	Vigor de Sementes	
	Alto Vigor	Baixo Vigor
BRS Sabiá	79,42 ABa	80,12 ABa
CD 150	79,33 ABa	77,96 Cb
BRS Gralha Azul	80,61 Aa	80,52 Aa
BRS Gaivota	78,71 Ba	78,62 BCa
BRS Parrudo	79,22 ABa	77,30 Cb
Índice de colheita (%)		
Cultivar	Vigor de Sementes	
	Alto Vigor	Baixo Vigor
BRS Sabiá	39,68 ABCb	43,38 Aa
CD 150	42,00 Aa	36,46 BCb
BRS Gralha Azul	40,02 ABa	40,66 ABa
BRS Gaivota	35,14 Ca	32,97 Ca
BRS Parrudo	36,99 BCa	36,91 BCa

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O estande desejado, em ambos os locais, era de 200 e 400 sementes por m², porém pode ser observado nas tabelas 4.4, 4.6 e 4.8 que os valores obtidos foram inferiores aos almejados. Tais resultados demonstram a necessidade de estudos relacionados a ação de outros fatores edafoclimáticos ou de manejo que interferem no estabelecimento da cultura. Neste caso, estes resultados

inferiores de emergência provavelmente estejam relacionados a não ocorrência de chuvas logo após a semeadura (Figura 4.1). De acordo com Faria e Caramori (1996), condições de precipitações pluviais insuficientes após a semeadura fazem com que as sementes fiquem expostas a ação de fungos e pragas presentes no solo, acarretando atrasos na emergência das plântulas e decréscimos no estande de plantas.

Tabela 4.8 – Valores médios de emergência de plântulas por área (plântulas por m²), em Ponta Grossa - PR, para cultivares de trigo, em função da densidade de semeadura e vigor de sementes.

Densidade (sementes viáveis por m ²)	Vigor de sementes	
	Alto Vigor	Baixo Vigor
200	161,80 Ba	116,05 Bb
400	292,90 Aa	194,45 Ab

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os dados de acamamento, em Londrina, verificou-se que as cultivares BRS Sabiá e BRS Gralha Azul apresentaram maiores valores em comparação a CD 150, BRS Gaivota e BRS Parrudo, na densidade de 200 sementes por m². Já na maior densidade de plantas, a BRS Sabiá foi a cultivar com maiores porcentagens de acamamento (Tabela 4.9). As cultivares utilizadas neste estudo apresentam diferenças genéticas quanto à suscetibilidade ao acamamento, sendo que as cultivares que apresentaram os maiores valores, BRS Sabiá e BRS Gralha Azul, são classificadas como moderadamente resistente e moderadamente suscetível ao acamamento, respectivamente (FOLONI; BASSOI, 2014). Dentre as características genotípicas relacionadas ao acamamento destacam-se o porte das plantas, a espessura da parede e o diâmetro do colmo (KHEIRALLA, 1994).

A maior densidade de semeadura acarretou maior acamamento de plantas em relação a densidade de 200 sementes por m², apenas para a cultivar BRS Sabiá (Figura 4.9). Segundo Zagonel et al. (2002), altas densidades de semeadura podem resultar no aumento do acamamento da cultura. No entanto Cruz et al. (2003), alegam que a expressão do acamamento depende, além das práticas culturais adotadas, de fatores genéticos, inter-relacionados com fatores do clima (principalmente vento e chuva) e do solo.

Tabela 4.9 – Valores médios de acamamento, peso do hectolitro e produtividade de grãos de trigo, em Londrina - PR, em função da densidade de semeadura (sementes viáveis por m²) e cultivar.

Acamamento (%)		
Cultivar	Densidade	
	200	400
BRS Sabiá	15,00 Ba	35,00 Cb
CD 150	1,25 Aa	0,62 Aa
BRS Gralha Azul	16,87 Ba	17,50 Ba
BRS Gaivota	0,00 Aa	0,00 Aa
BRS Parrudo	0,62 Aa	0,00 Aa
Peso do hectolitro (kg hl⁻¹)		
Cultivar	Densidade	
	200	400
BRS Sabiá	78,77 Aa	77,12 Ba
CD 150	78,78 Aa	79,87 Aa
BRS Gralha Azul	73,60 Ba	75,16 Ba
BRS Gaivota	79,33 Aa	77,61 ABa
BRS Parrudo	77,57 Aa	76,27 Ba
Produtividade (kg ha⁻¹)		
Cultivar	Densidade	
	200	400
BRS Sabiá	5466,37 Aa	5440,25 Aa
CD 150	5417,12 Aa	5757,62 Aa
BRS Gralha Azul	4732,37 Ba	4618,12 Ba
BRS Gaivota	4729,25 Ba	4865,25 Ba
BRS Parrudo	5385,00 Aa	4880,62 Bb

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em Ponta Grossa, as cultivares BRS Sabiá e BRS Gralha Azul apresentaram maiores valores de acamamento em relação a CD 150 e BRS Gaivota e BRS Parrudo (Figura 4.10).

Em ambos locais, embora as diferenças estatísticas, é válido destacar que os valores obtidos de acamamento foram relativamente baixos, onde observou-se apenas leve inclinação dos colmos. Segundo Silva et al. (2006) e Teixeira Filho et al. (2010) quando os colmos não se dobram e ocorre somente inclinação dos mesmos, não há prejuízos para a produção de grãos, possibilitando assim o processo regular de amadurecimento. No entanto, quando os colmos dobram e quebram, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, há interrupção no deslocamento dos fotoassimilados e estes não são translocados até a espiga, causando prejuízo na qualidade e na massa média dos grãos de trigo, além de dificultar a colheita.

Tabela 4.10 – Valores médios de acamamento (AC em %), número de espigas por área (NE por m²), número de grãos por espigeta (GEPG), número de grãos por espiga (GPE), massa de mil sementes (MMS em gramas) e produtividade de grãos (PROD em kg ha⁻¹) para as diferentes cultivares de trigo cultivadas em Ponta Grossa - PR.

Cultivar	AC	NE	GEPG
BRS Sabiá	12,37 B	401,06 AB	1,93 A
CD 150	1,43 A	317,75 C	1,75 A
BRS Gralha Azul	22,50 C	429,75 A	2,00 A
BRS Gaivota	4,25 A	410,37 AB	1,81 A
BRS Parrudo	4,00 A	363,87 BC	1,25 B
Cultivar	GPE	MMS	PROD
BRS Sabiá	29,81 AB	40,09 A	5001, 56 A
CD 150	26,75 BC	39,50 A	3328,18 C
BRS Gralha Azul	30,43 A	35,44 B	4905,00 A
BRS Gaivota	25,18 C	35,73 B	4135,12 B
BRS Parrudo	25,50 C	39,85 A	4614,81 A

As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em Londrina, para a variável número de espigas, as cultivares BRS Sabiá e CD 150 apresentaram maior número de espigas por área, em relação a BRS Gaivota e BRS Parrudo (Tabela 4.5). Já em Ponta Grossa a BRS Gralha Azul produziu maior quantidade de espigas por área, em relação a CD 150 e BRS Parrudo (Tabela 4.10). Tais resultados demonstraram a plasticidade da cultura, bem como os efeitos dos fatores genótipo e ambiente na capacidade de compensação da cultura. Em ambos os locais houve diferenças na quantidade de plantas estabelecidas em função dos genótipos, contudo, os resultados de número de espigas não demonstraram o mesmo comportamento observado na emergência das plântulas, possivelmente devido aos efeitos genéticos e ambientais sobre a capacidade de perfilhamento e, conseqüentemente de alteração no número de espigas formadas por área.

A maior densidade de plantas acarretou em maior produção de espigas por área em Ponta Grossa (Tabela 4.11). Resultados similares foram obtidos por Zagonel, Venâncio e Kunz (2002), Valério et al. (2008) e Alvarenga, Sobrinho e Santos (2009), ao verificarem que o aumento da densidade de semeadura em trigo promoveu maior produção de espigas por unidade de área.

As plantas oriundas de sementes de alto vigor produziram maior número de espigas por área do que as originadas de baixo vigor (Tabela 4.11). Possivelmente, este resultado está associado ao fato das sementes de alto vigor produzirem plantas mais vigorosas e com maior capacidade de formarem perfilhos

efetivos ou ainda, por proporcionar o estabelecimento de maior número de plantas e conforme os resultados obtidos (Tabela 4.11), maiores densidades de plantas resultam em aumento no número de espigas por área.

Tabela 4.11 – Valores médios de número de espigas por área (NE por m²), número de espiguetas por espiga (NEPE), número de grãos por espiguetas (GEPG), massa de mil sementes (MMS em gramas) e produtividade de grãos (PROD em kg ha⁻¹) para efeito de densidades de semeadura (sementes viáveis por m²) e níveis de vigor sementes de trigo no experimento conduzido em Ponta Grossa - PR.

Densidade	NE	NEPE	MMS	PROD
200	359,80 B	17,02 A	38,32 A	4263,97 B
400	409,32 A	16,32 B	37,92 B	4529,90 A
Vigor	NE	GEPG	PROD	
Alto	397,47 A	1,85 A	4584,65 A	
Baixo	371,65 B	1,65 B	4209,22 B	

As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em Londrina a cultivar BRS Gralha Azul apresentou maior número de espiguetas por espiga em relação a BRS Sabiá, CD 150 e BRS Gaivota (Tabela 4.5). A densidade de semeadura de 200 sementes por m² resultou em maior número de espiguetas por espiga (Tabela 4.12). A menor população de plantas geralmente acarreta menor número de espigas por área, contudo o decréscimo deste componente normalmente leva ao incremento de outros, como o número de espiguetas por espiga, grãos por espiga e massa de mil sementes, devido a plasticidade da cultura do trigo (NAKAGAWA, 2014). Quanto ao vigor de sementes, o maior número de espiguetas por espiga foi obtido com a utilização de sementes menos vigorosas (Tabela 4.12), possivelmente devido a menor população de plantas estabelecida.

Tabela 4.12 – Valores médios de número de espiguetas por espiga (NEPE), grãos por espiga (GPE) e produtividade de grãos (PROD em kg ha⁻¹) para efeito de diferentes densidades de semeadura (sementes viáveis por m²) e níveis de vigor de sementes de trigo no experimento conduzido em Londrina - PR.

Densidade	NEPE	GPE	PROD
200	17,35 A	36,47 A	
400	16,22 B	32,47 B	
Vigor	NEPE	GPE	PROD
Alto	16,32 B	33,37 B	5208,72 A
Baixo	17,25 A	35,57 A	5049,67 B

As médias dentro de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em Ponta Grossa as cultivares BRS Galha Azul e BRS Parrudo foram as que produziram o maior número de espiguetas por espiga com a utilização de sementes de alto vigor. Já com o uso de sementes menos vigorosas, as espigas da cultivar BRS Galha Azul apresentaram maior número de espiguetas em relação a BRS Sabiá, CD 150 e BRS Gaivota. Quanto aos níveis de vigor, foi verificado que nas cultivares BRS Sabiá e CD 150 maiores números de espiguetas por espiga foram obtidos quando utilizada sementes menos vigorosas, enquanto na BRS Parrudo maior número de espiguetas por espiga foi observado com o uso de sementes vigorosas (Tabela 4.7).

Para efeito de densidade de semeadura, as plantas que se desenvolveram em uma menor população produziram maior quantidade de espiguetas por espiga em relação as instaladas em maior densidade populacional (Tabela 4.11), confirmando os resultados obtidos em Londrina. Mundstock (1999) cita que a cultura do trigo apresenta a capacidade de aumentar ou diminuir o número de espiguetas por inflorescência, de acordo com a densidade de semeadura, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho. Teixeira Filho et al. (2008) também observaram que menores densidades de semeadura acarretaram em maior produção de espiguetas por espiga em trigo.

Para a variável grãos por espiguetas foi observado efeito dos fatores cultivar e vigor de sementes somente no experimento conduzido em Ponta Grossa. A cultivar BRS Parrudo apresentou menor número de grãos por espiguetas em relação as demais (Tabela 4.10). A utilização de sementes vigorosas propiciou um maior número de grãos por espiguetas quando comparadas as sementes de baixo vigor (Tabela 4.11).

Nos dados de grãos por espiga, em Londrina, a BRS Sabiá e BRS Galha Azul produziram maior quantidade de grãos por espiga em relação a BRS Gaivota (Tabela 4.5). As plantas instaladas na densidade de 200 sementes por m² produziram maior número de grãos por espiga em comparação as que se desenvolveram na maior densidade populacional (Tabela 4.12). Zagonel, Venâncio e Kunz (2002) também verificaram na cultura do trigo, que o aumento da densidade de semeadura reduziu o número de grãos por espiga.

Para vigor de sementes, em Londrina, observou-se maiores valores de grãos por espiga com a utilização de sementes menos vigorosas (Tabela 4.12), o que pode estar associado ao menor número de espigas por área e maior número de

espiguetas por espiga. Já Mielezrski et al. (2008) observaram na cultura do arroz, que o número de grãos por panícula não foi afetado pelo vigor das sementes.

Em Ponta Grossa foi verificado que a cultivar BRS Gralha Azul produziu maior número de grãos por espiga do que a CD 150, BRS Gaivota e BRS Parrudo (Tabela 4.10).

Para a massa de mil sementes, houve efeito isolado de cultivar em ambos os locais. As sementes oriundas das cultivares BRS Sabiá, CD 150 e BRS Parrudo apresentaram maior massa em relação a BRS Gralha Azul e BRS Gaivota (Tabela 4.5; 4.10). Este resultado pode ser atribuído ao caráter genético da cultivar, visto que a massa média de mil sementes descrita para as cultivares BRS Sabiá, CD 150, BRS Parrudo, BRS Gralha Azul e BRS Gaivota é de 38, 37, 36, 34 e 34 gramas, respectivamente (COODETEC, 2012; SCHEEREN et al., 2013; BASSOI et al., 2014).

Em Ponta Grossa as plantas instaladas na densidade de semeadura de 200 sementes por m² produziram sementes com maior massa do que as instaladas na maior densidade (Tabela 4.11). Gross et al. (2012) também verificaram redução na massa de mil sementes com o aumento da densidade de semeadura. Segundo os autores a menor densidade de semeadura diminui a competição intraespecífica e favorece a entrada de luz no dossel da cultura durante a fase de enchimento de grãos, contribuindo com a eficiência fotossintética, até mesmo das folhas localizadas no terço inferior das plantas. Entretanto, apesar desta variável poder ser alterada com as diferentes práticas de manejo, a amplitude do valor da massa de mil sementes não é elevada, visto que esta é uma característica controlada geneticamente (GUARIENTI et al., 2005).

Para a variável peso do hectolitro, em Londrina as cultivares BRS Sabiá, CD 150, BRS Gaivota e BRS Parrudo obtiveram maiores valores do que a BRS Gralha Azul, na densidade de 200 sementes por m². Já com a maior densidade de semeadura, a cultivar CD 150 apresentou maiores valores para esta variável em comparação a BRS Sabiá, BRS Gralha Azul e BRS Parrudo (Tabela 4.9).

Em Ponta Grossa a cultivar BRS Gralha Azul apresentou maior peso do hectolitro em relação a BRS Gaivota, quando oriundas de sementes de alto vigor. Já com a utilização de sementes menos vigorosas, verificou-se que a BRS Gralha Azul produziu grãos com maior peso do hectolitro do que a CD 150, BRS Gaivota e BRS Parrudo. Nas cultivares CD 150 e BRS Parrudo as sementes de alto vigor

resultaram em grãos com maior peso do hectolitro (Tabela 4.7). Não houve efeito de densidade de semeadura para a variável peso do hectolitro, corroborando com os resultados encontrados por Alvarenga et al. (2009) e Tavares et al. (2014).

Quanto ao índice de colheita, em Londrina, as cultivares BRS Sabiá e CD 150 apresentaram maiores valores em relação a BRS Gralha Azul, BRS Gaivota e BRS Parrudo (Tabela 4.5). Segundo Durães, Magalhães e Oliveira (2002), as cultivares que apresentam maiores índices de colheita demonstram maior eficiência no transporte de fotoassimilados para o grão. Enquanto valores baixos, indicam que a cultivar em conjunto com as técnicas de manejo adotadas não estão promovendo o máximo aproveitamento dos fotoassimilados na produção dos grãos (FERNANDES, 2009).

Em Ponta Grossa a cultivar CD 150 apresentou maior índice de colheita do que a BRS Gaivota e BRS Parrudo com a utilização de sementes de alto vigor. Já com o uso de sementes menos vigorosas os maiores valores de índice de colheita foram obtidos para a cultivar BRS Sabiá, em comparação a CD 150, BRS Gaivota e BRS Parrudo. Em relação aos diferentes níveis de vigor, na cultivar BRS Sabiá o maior índice de colheita foi obtido quando utilizadas sementes de baixo vigor, já na CD 150 o maior índice de colheita foi verificado com a utilização de sementes vigorosas (Tabela 4.7). Schuch et al. (2000) ao estudarem o efeito do vigor em duas cultivares de aveia, verificaram maior índice de colheita nas plantas provenientes de sementes de baixo vigor. Enquanto Höfs et al. (2004) observaram que variações na qualidade fisiológica das sementes não demonstraram diferenças para esta variável.

Em Londrina foi constatada interação entre cultivar e densidade de semeadura, para a variável produtividade de grãos. As cultivares BRS Sabiá, CD 150 e BRS Parrudo foram as mais produtivas na densidade de 200 sementes por m². Na maior densidade de plantas, a BRS Sabiá e a CD 150 apresentaram maiores produtividades em relação as demais cultivares. Para as diferentes densidades de semeadura, somente na BRS Parrudo foi observado maior produtividade para a densidade de 200 sementes por m² (Tabela 4.9).

Nas condições ambientais de Londrina todas as cultivares utilizadas, exceto a BRS Parrudo, apresentaram rendimentos de grãos semelhantes em ambas as densidades, o que pode estar relacionado a plasticidade da cultura, ao produzir maior número de perfilhos nas menores densidades de plantas e pelo efeito

compensatório entre os componentes do rendimento (DESTRO et al., 2001; NUNES; SOUZA; MERCANTE, 2011).

Quanto ao efeito de vigor de sementes, a utilização de sementes de alto vigor propiciou maior rendimento de grãos em comparação as sementes de baixo vigor (Tabela 4.12).

Para Ponta Grossa, foi observado que as cultivares BRS Sabiá, BRS Gralha Azul e BRS Parrudo obtiveram maiores produtividades de grãos em relação a CD 150 e a BRS Gaivota (Tabela 4.10). Segundo Alvarenga, Sobrinho e Santos (2009), as cultivares apresentam diferenças no potencial de produção e na adaptabilidade aos ambientes a que são expostas, justificando as diferenças observadas entre cultivares, bem como entre os locais de cultivo.

A maior densidade de semeadura resultou em maior rendimento de grãos do que a densidade de 200 sementes por m², em Ponta Grossa. Em trabalho realizado por Tavares et al. (2014) foi observado que, em Ponta Grossa, a densidade de semeadura de 450 sementes viáveis por m² acarretou em maior rendimento de grãos no ano de 2009, enquanto em 2010, 150 sementes viáveis por m² foi suficiente para a obtenção de um bom rendimento de grãos. A partir destes resultados é possível aferir que existem diferenças nas condições climáticas em diferentes anos de cultivo e nas diferentes épocas de semeadura no mesmo local, sendo que condições climáticas inadequadas podem afetar negativamente o potencial de perfilhamento e a compensação nos componentes do rendimento pelas plantas, comprometendo a produtividade da cultura.

Quanto aos níveis de vigor, as plantas de trigo oriundas de sementes vigorosas apresentaram maiores produtividades em relação as de baixo vigor (Tabela 4.11). Resultados semelhantes quanto aos efeitos do vigor na produção de grãos foram encontrados por Kolchinski, Schuch e Peske (2005) e Schuch, Kolchinski e Finatto (2009), ao observarem que plantas de soja provenientes de sementes de alta qualidade fisiológica apresentaram rendimentos de grãos superiores às obtidas com o uso de sementes de baixa qualidade. Ainda, Grabe (1966), na cultura do milho e, Höfs et al. (2004) e Mielezrski et al. (2008), em arroz irrigado, também constataram acréscimos no rendimento de grãos com a utilização de sementes de alta qualidade fisiológica.

O maior rendimento de grãos devido a utilização de sementes vigorosas pode estar associado ao fato que estas propiciam maior estabelecimento

de plântulas, crescimento e desenvolvimento das plantas, aumentando a eficiência do uso da luz, pela maior interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel, exercendo assim influência sobre o rendimento de grãos (WALKER; BLACKSHAW; DEKKER, 1988).

A partir dos resultados, verifica-se que a utilização de sementes vigorosas na cultura do trigo favorece o estabelecimento do estande de plantas sobre uma ampla variação de condições ambientais, além de contribuir com o aumento da produtividade de grãos, em todos os genótipos tanto em alta como em baixa densidade. As características relacionadas aos componentes do rendimento são determinadas pelo genótipo, porém são também alterados pelas práticas de manejo adotadas e pelo ambiente de cultivo, visto que as cultivares respondem de maneira distinta aos diferentes ambientes a que são expostas, quanto à compensação aos efeitos nos componentes do rendimento. Por isso, ressalta-se a importância do ajuste adequado da densidade de semeadura em função do vigor de sementes, dos genótipos e do ambiente, a fim de buscar equilíbrio nos componentes do rendimento e alto rendimento de grãos da cultura.

4.6 CONCLUSÕES

A utilização de sementes vigorosas favorece a emergência de plântulas e proporciona maiores produtividades de grãos, para todas as cultivares em ambos locais.

A compensação dos componentes do rendimento e potencial produtivo variam conforme o ambiente de cultivo, o vigor de sementes, a densidade de semeadura e o genótipo utilizado.

Em Londrina, a densidade de semeadura de 200 sementes viáveis por m² resulta em maior número de grãos por espiga, número de espiguetas por espiga para todas as cultivares e níveis de vigor, porém não favorece a produtividade da cultivares, exceto para a BRS Parrudo.

Em Ponta Grossa, a densidade de semeadura de 400 sementes viáveis por m² reduz o número de espiguetas por espiga, a massa de mil sementes, porém, favorece a produtividade de grãos para todas as cultivares e níveis de vigor pelo maior número de espigas por área.

As cultivares BRS Sabiá, CD 150 e BRS Parrudo são as mais produtivas em Londrina, na menor densidade de semeadura. Na maior densidade a BRS Sabiá e a CD 150 apresentam maiores produtividades de grãos.

As cultivares BRS Sabiá, BRS Galha Azul e BRS Parrudo são as mais produtivas em Ponta Grossa, para ambos níveis de vigor e densidade de semeadura.

4.7 REFERÊNCIAS

ALVARENGA, C.B.; SOBRINHO, J.S.; SANTOS, E.M. Comportamento de cultivares de trigo em diferentes densidades de semeadura sob irrigação indicadas para a região do Brasil Central. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 98-107, 2009.

ALVARENGA, C.B.; SOBRINHO, J.S.; BUENO, M.R.; GONÇALVEZ, M.V. Avaliação de quatro densidade de semeadura e duas doses de nitrogênio no comportamento do trigo irrigado sob bioma cerrado em sistema de semeadura direta no município de Perdizes Minas Gerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 15-20, 2009.

BASSOI, M.C.; RIEDE, C.R.; CAMPOS, L.A.C.; FOLONI, J.S.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, A. **Cultivares de trigo e triticale**: Embrapa e IAPAR. 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/100413/1/Cultivares-de-trigo-e-triticale-Embrapa-e-lapar.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2015.

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G.dos. **Mapa de solos do estado do Paraná**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Curitiba: Embrapa Florestas; Londrina: Iapar, 2008. 74 p.

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

CAIRES, E.F.; FELDHAUS, I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 213-223, 2001.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

COODETEC – Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola. **Cultivares de trigo**. 2012. Disponível em: <http://www.coodetec.com.br/downloads/Guia_de_produtos_Trigo.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2015.

COPETTI, E. Os desafios da semeadura. **Seed News**, Pelotas, n. 1, p. 01-04 2015.

CRUZ, P.J.; CARVALHO, F.I.F.; SILVA, S.A.; KUREK, A.J.; BARBIERI, R.L.; CARGNIN, A. Influência do acamamento sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 5-8, 2003.

DAVIDSON, D.J.; CHEVALIER, P.M. Preanthesis tiller mortality in spring wheat. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 1, p. 832-836, 1990.

DESTRO, D.; MIGLIORANZA, E.; ARIAS, C.A.A.; VENDRAME, J.M.; ALMEIDA, J.C.V. Main stem and tiller contribution to wheat cultivars yield under diferente irrigation regimes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 325-330, 2001.

DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; OLIVEIRA, A.C. Índice de colheita genético e as possibilidades da genética fisiológica para melhoramento do rendimento de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 1, p. 33-40, 2002.

FAVARATO, L.F.; ROCHA, V.S.; ESPINDULA, M.C.; SOUZA, M.A.; PAULA, G.S. Teste de lixiviação de potássio para avaliação da qualidade em sementes de trigo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 4, 2011.

FARIA, R.T.; CARAMORI, P.H. Precipitação mínima para semeadura do trigo no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 119-126, 1996.

FERNANDES, E.C. **População de plantas e regulador de crescimento afetando a produtividade de cultivares de trigo**. Dissertação de mestrado em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2009, 100 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistic alanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FOLONI, J.S.S.; BASSOI, M.C. **Considerações sobre densidade de semeadura, adubação nitrogenada e redutor de crescimento em trigo**. Sistema de Alerta: Embrapa Soja. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver_alerta.php?cod_pagina_sa=230&cultura=>>. Acesso em: 29 jan. 2015.

FRANÇA NETO, J.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 1, p. 037-038, 2010.

FIOREZE, S.L. **Densidade de semeadura e aplicação de reguladores vegetais**. 2011. 74 fls. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

GUARIENTI, E.M.; CIACCO, C.F.; CUNHA, G.R.; DEL DUCA, L.J.A.; CAMARGO, C.M.O. Efeitos da precipitação pluvial, da umidade relativa do ar e de excesso e déficit hídrico do solo no peso do hectolitro, no peso de mil grãos e no rendimento de grãos de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 412-418, 2005.

GRABE, D.F. **Significance of seedling vigor in corn**. In: Annual hybrid corn industry – Research Conference, Chicago, v. 21, p. 39-44, 1966.

GROSS, T.F.; DIAS, A.R.; KAPPES, C.; SCHIEBELBEIN, L.M.; ANSELMO, J.L.; HOLANDA, H.V. Comportamento produtivo do trigo em diferentes métodos e densidades de semeadura. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 11, n. 4, p. 50-60, 2012.

HAMMAN, B.; EGLI, D.B.; KONING, G. Seed vigor, soil borne pathogens, pre emergent growth, and soybean seedling emergence. **Crop Science**, Madison, v. 42, p. 451-457, 2002.

HOFES, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 54-62, 2004.

HOLEN, D.L.; BRUCKNER, P.L.; MARTIN, J.M.; CARLSON, G.R.; WICHMAN, D.M.; BERG, J.E. Response of winter wheat to simulated stand reduction. **Agronomy Journal**, v. 93, p. 364-370, 2001.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso: 05 jan. 2015.

KHEIRALLA, K. Genetic analysis of some characters related to lodging resistance in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Australian Journal of Agricultural Sciences**, v. 25, n. 2, p. 115-124, 1994.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005.

KRZYZANOWSKI, F.C. **Desafios tecnológicos para a produção de semente de soja na região tropical brasileira**. In: WORLD RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. Proceedings... Foz do Iguaçu: EMBRAPA-CNPSo, 2004. p. 1324-1335.

LIMA, T.C.; MEDINA, P.F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 106-113, 2006.

MAPA. **Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** – portarias Paraná, cultura trigo. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; França Neto, J.deB. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1.1-1.20.

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

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 21-24, 2013.

MARTIN, T.N.; SIMIONATTO, C.C.; BERTONCELLI, P.; ORTIZ, S.; HASTENPFLUG, M.; ZIECH, M.F.; SOARES, A.B. Fitomorfologia e produção de cultivares de trigo duplo propósito em diferentes manejos de corte e densidades de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1695-1701, 2010.

MELO, P.T.B.S.; SHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; CONCENÇO, G. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina v. 28, n. 2, p. 84-94, 2006.

MIELEZRSKI, F.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; PANOZZO, L.E.; CARVALHO, R..R; ZUCHI, J. Desempenho em campo de plantas isoladas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 139-144, 2008.

MORI, C.; IGNACZAK, J.C. Aspectos econômicos do complexo agroindustrial do trigo. In: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. **Trigo no Brasil: bases para competição competitiva e sustentável**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2011, p. 41-76.

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

NAKAGAWA, J. Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; França Neto, J.deB. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p. 2.1-2.24.

NAKAGAWA, J. Os componentes da produtividade de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 24, n. 1, 2014.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: The Macmillan, 1979. v. 1, 839 p.

NUNES, A.S.; SOUZA, L.C.F.; MERCANTE, F.M. Adubos verdes e adubação mineral nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 432-438, 2011.

OZTURK, A.; CAGLAR, O.; BULUT, S. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at diferente seeding rates. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Madison, v. 192, n. 1, p. 10-16, 2006.

PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R.da. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011, 488 p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE. **Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2014**. Londrina, PR: Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), 2014, 235 p.

SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 35-41, 2010.

SCHEEREN, P.L.; CAIERÃO, E.; CASTRO, R.L.; SILVA, M.S.; PIRES, J.L.; WIETHOLTER, S.; FAÉ, G.F. **BRS Parrudo: trigo melhorador elevado rendimento de grãos**. Embrapa Trigo: Passo Fundo, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/116942/1/BRS-Parrudo.pdf>>. Acesso: 17 dez. 2014.

SCHEUER, P.M.; FRANCISCO, A.; MIRANDA, M.Z.; LIMBERGER, V.M. Trigo: características e utilização para panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 211-222, 2011.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N.; MAIA, M.S. Vigor de sementes de populações de aveia preta: II Desempenho e utilização de nitrogênio. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 121-127, 2000.

SCHUCH, L.O.B.; KOLCHINSKI, E.M.; FINATTO, J.A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 144-149, 2009.

SILVA, J.A.G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, E.A.; BENIN, G.; VALÉRIO, P.I.; CARVALHO, M.F.; FINATTO, T.; BUSATO, C.C.; RIBEIRO, G. Correlação de acamamento com rendimento de grãos e outros caracteres de interesse agrônomo em plantas de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, 2006.

SPARKES, D.L.; HOLME, S.J.; GAJU, O. Does light quality initiate tiller death in wheat? **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 24, n. 3, p. 212-217, 2006.

TAVARES, L.C.V.; FOLONI, J.S.S.; BASSOI, M.C.; PRETE, C.E.C. Genótipos de trigo em diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 166-174, 2014.

TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R.C.F.; FREITAS, J.G.; ARF, O.; SÁ, M.E. Desempenho agrônomo de cultivares de trigo em resposta a população de plantas e a adubação nitrogenada. **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 97-106, 2008.

TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C.G.S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 8, p. 797-804, 2010.

TRINDADE, M.G.; STONE, L.F.; HEINEMANN, A.B.; CÃNOVAS, A.D.; MOREIRA, J.A. Nitrogênio e água como fatores da produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 24-29, 2006.

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; MACHADO, A.deA.; BENIN, G.; SCHEEREN, P.L.; SOUZA, V.Q.; HARTWIG, I. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 319-326, 2008.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R.P. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidade de plantas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, p. 471-476, 2002.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002.

WALKER, G.K.; BLACKSHAW, R.E.; DEKKER, J. Leaf area and competition for light between plant species using direct sunlight transmission. **Weed Technology**, Champaign, v. 2, n. 2, p. 159-165, 1988.

Apêndice 4.1 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) para as características agronômicas avaliadas em plantas de trigo, em função das cultivares, vigor de sementes e densidades de semeadura, em Londrina - PR.

Quadrados médios											
FV	GL	EM	AC	NE	NEPE	GEPG	GPE	MMS	PH	IC	PROD
Bloco	3	1698,03 ^{ns}	1,90 ^{ns}	21032,08*	0,37 ^{ns}	0,00 ^{ns}	13,35 ^{ns}	7,10 ^{ns}	1,82 ^{ns}	17,26 ^{ns}	60262,96 ^{ns}
Cultivar (C)	4	11041,88**	61,66**	43781,16**	15,49**	0,03 ^{ns}	41,11*	68,39**	58,10**	278,59**	2524990,79**
Densidade (D)	1	377850,05**	1,99 ^{ns}	2784,80 ^{ns}	25,31**	0,00 ^{ns}	320,00**	2,92 ^{ns}	3,28 ^{ns}	41,99 ^{ns}	22646,45 ^{ns}
Vigor (V)	1	71162,45**	0,10 ^{ns}	18849,80 ^{ns}	17,11**	0,00 ^{ns}	96,80**	3,82 ^{ns}	0,14 ^{ns}	13,76 ^{ns}	505938,05*
C*D	4	1344,48 ^{ns}	3,47**	2090,01 ^{ns}	1,40 ^{ns}	0,03 ^{ns}	9,62 ^{ns}	7,22 ^{ns}	10,19*	38,65 ^{ns}	396904,35*
C*V	4	902,01 ^{ns}	0,21 ^{ns}	12882,70 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,03 ^{ns}	8,73 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,77 ^{ns}	17,47 ^{ns}	120353,33 ^{ns}
D*V	1	17287,20**	1,28 ^{ns}	2486,45 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,25 ^{ns}	1,48 ^{ns}	3,44 ^{ns}	21,86 ^{ns}	80,00 ^{ns}
C*D*V	4	464,38 ^{ns}	0,34 ^{ns}	12127,48 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,03 ^{ns}	9,62 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,86 ^{ns}	49,84 ^{ns}	23073,21 ^{ns}
Erro	57	1168,03	1,00	5367,80	1,03	0,02	13,53	3,73	3,43	18,77	125016,95
Média		233,20	8,68	407,17	16,78	2,00	34,47	36,51	77,41	39,69	5129,20
CV (%)		14,66	44,54	17,99	6,07	8,11	10,67	5,30	2,40	10,92	6,89

^{ns}, não significativo, ** e *, significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

EM: Emergência de plântulas; AC: Acamamento; NE: Número de espigas; NEPE: Número de espiguetas por espiga; GEPG: Grãos por espiguetas; GPE: Grãos por espiga; MMS: Massa de mil sementes; PH: Peso do hectolitro; IC: Índice de colheita e PROD: Produtividade de grãos.

Apêndice 4.2 - Resumo da análise de variância (quadrados médios) para as características agronômicas avaliadas em plantas de trigo, em função das cultivares, vigor de sementes e densidades de semeadura, em Ponta Grossa - PR.

Quadrados médios											
FV	GL	EM	AC	NE	NEPE	GEPG	GESPIGA	MMS	PH	IC	PROD
Bloco	3	1703,03**	2,14 ^{ns}	819,94 ^{ns}	1,25 ^{ns}	0,00 ^{ns}	18,94 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,54 ^{ns}	13,75 ^{ns}	201013,47 ^{ns}
Cultivar (C)	4	16684,66**	29,74**	31489,31**	23,85**	1,40**	95,51**	86,73**	14,66**	140,76**	7527763,03**
Densidade (D)	1	219451,25**	1,22 ^{ns}	49054,51**	9,80**	0,05 ^{ns}	40,61 ^{ns}	3,16*	0,06 ^{ns}	22,63 ^{ns}	1414322,11*
Vigor (V)	1	103968,20**	1,99 ^{ns}	13338,61*	1,80 ^{ns}	0,80*	0,01 ^{ns}	0,17 ^{ns}	6,16*	9,46 ^{ns}	2818878,61**
C*D	4	1714,59**	0,45 ^{ns}	1453,32 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,33 ^{ns}	17,70 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,49 ^{ns}	17,29 ^{ns}	139077,95 ^{ns}
C*V	4	5458,54**	0,15 ^{ns}	2972,05 ^{ns}	2,70**	0,26 ^{ns}	20,54 ^{ns}	1,27 ^{ns}	4,56*	47,09**	380943,76 ^{ns}
D*V	1	13886,45**	2,17 ^{ns}	1436,51 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	15,31 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,01 ^{ns}	18,19 ^{ns}	34155,11 ^{ns}
C*D*V	4	564,79 ^{ns}	1,08 ^{ns}	4048,88 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,05 ^{ns}	6,69 ^{ns}	8,32 ^{ns}	43470,64 ^{ns}
Erro	57	363,28	1,19	2833,12	0,70	0,14	10,21	0,56	1,53	11,22	231432,89
Média		191,30	8,91	384,56	16,67	1,75	27,53	38,12	79,18	38,42	4396,93
CV (%)		9,96	41,84	13,84	5,04	21,41	11,61	1,96	1,56	8,72	10,94

^{ns}, não significativo, ** e *, significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

EM: Emergência de plântulas; AC: Acamamento; NE: Número de espigas; NEPE: Número de espiguetas por espiga; GEPG: Grãos por espiguetas; GPE: Grãos por espiga; MMS: Massa de mil sementes; PH: Peso do hectolitro; IC: Índice de colheita e PROD: Produtividade de grãos.

5 CONCLUSÕES GERAIS

O crescimento, o desenvolvimento e o desempenho produtivo são alterados pelo vigor de sementes, densidade de semeadura e genótipos utilizados, com respostas variáveis de acordo com o ambiente de cultivo.

Sementes vigorosas favorecem o estabelecimento de plantas a campo e proporcionam maior altura de plantas, massa seca da parte aérea e rendimento de grãos do trigo, contudo de forma mais acentuada para as condições ambientais de Ponta Grossa.

A densidade de semeadura de 200 sementes por m^2 favorece o desenvolvimento de perfilhos.

A densidade de semeadura de 400 sementes por m^2 resulta em maior massa seca da parte aérea por área em todos os estádios de desenvolvimento em Londrina e, em maior produtividade de grãos em Ponta Grossa.

Em Londrina, a densidade de semeadura de 200 sementes por m^2 resulta em maior número de grãos por espiga, número de espiguetas por espiga para todas as cultivares e níveis de vigor, porém não favorece a produtividade da cultivares, exceto para a BRS Parrudo.

Em Ponta Grossa, a densidade de semeadura de 400 sementes por m^2 reduz o número de espiguetas por espiga, a massa de mil sementes, porém, favorece a produtividade de grãos para todas as cultivares e níveis de vigor pelo maior número de espigas por área.

Em Londrina, na densidade de 200 sementes por m^2 , as cultivares BRS Sabiá, CD 150 e BRS Parrudo são as mais produtivas. Já na densidade de 400 sementes a BRS Sabiá e a CD 150 apresentam maiores produtividades de grãos. Em Ponta Grossa as cultivares BRS Sabiá, BRS Galha Azul e BRS Parrudo são as mais produtivas.