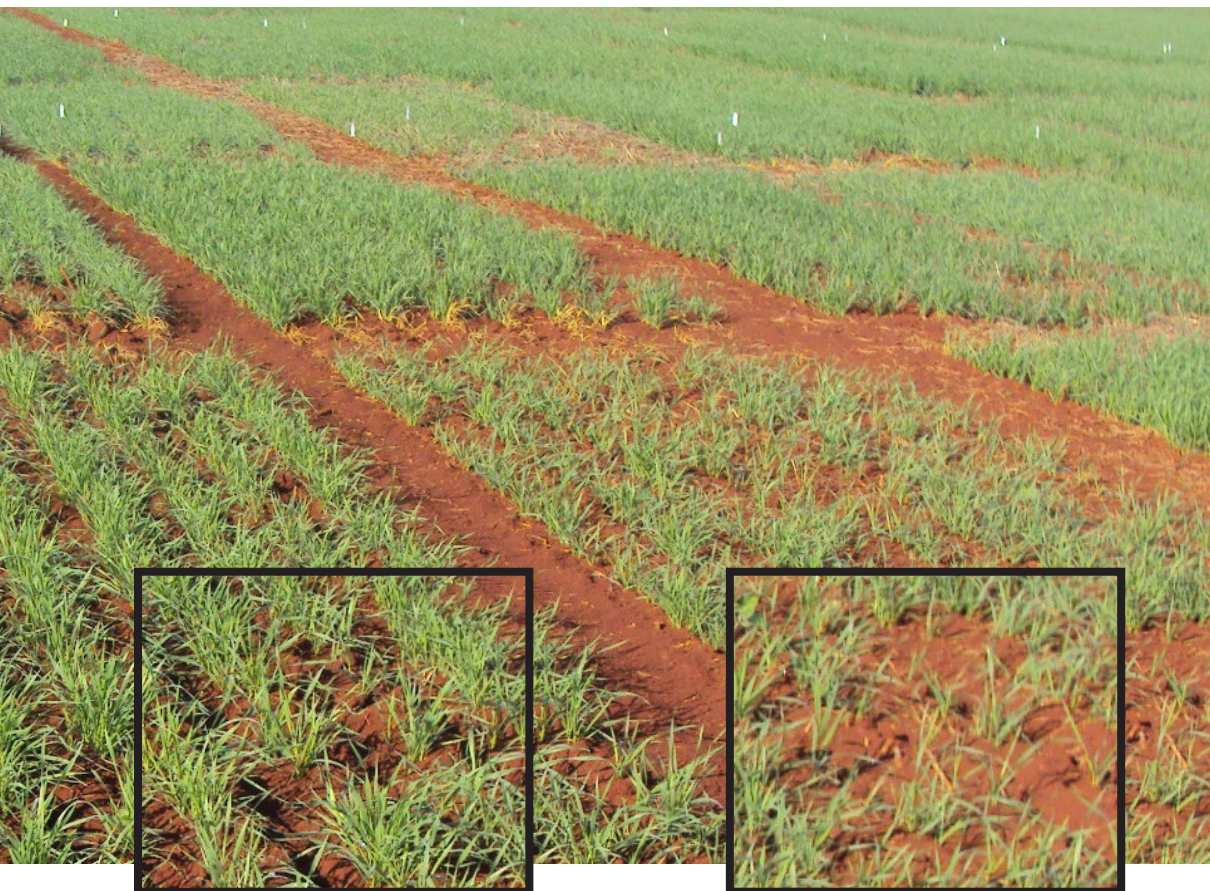


## Vigor de semente e densidade de semeadura na cultura do trigo em diferentes ambientes de produção do Paraná



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Soja  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

## **DOCUMENTOS 425**

# **Vigor de semente e densidade de semeadura na cultura do trigo em diferentes ambientes de produção do Paraná**

*Fernando Augusto Henning  
Julia Abati  
José Salvador Simonetto Foloni  
Manoel Carlos Bassoi  
Cristian Rafael Brzezinski  
Claudemir Zucareli  
José de Barros França-Neto  
Francisco Carlos Krzyzanowski*

**Embrapa Soja**  
Londrina, PR  
2019

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**  
Rod. Carlos João Strass, s/n  
Acesso Orlando Amaral, Caixa Postal 231  
Distrito da Warta  
CEP 86001-970, Londrina, PR  
Fone: (43) 3371 6000  
www.embrapa.br/soja  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Soja

Presidente  
*Ricardo Vilela Abdelnoor*

Secretária-Executiva  
*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros  
*Clara Beatriz Hoffmann Campo, Claudine Dinali Santos Seixas, José Marcos Gontijo Mandarinho, Liliane Marcia Mertz-Henning, Marcelo Hiroshi Hirakuri, Mariangela Hungria da Cunha, Norman Neumaier, e Vera de Toledo Benassi*

Supervisão editorial  
*Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Normalização bibliográfica  
*Valéria de Fátima Cardoso*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Foto da capa  
*Julia Abati*

**1ª edição**  
PDF digitalizado (2019).

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Soja

---

Vigor de semente e densidade de semeadura na cultura do trigo em diferentes ambientes de produção do Paraná / Fernando Augusto Henning... [et al.]. – Londrina : Embrapa Soja, 2019.

32 p. - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 425).

1. Trigo. 2. Semente. 3. Densidade de semeadura. I. Henning, Fernando Augusto. II. Abati, Julia. III. Foloni, José Salvador Simonetto. IV. Bassoi, Manoel Carlos. V. Brzezinski, Cristian Rafael. VI. Zucareli, Claudemir. VII. França-Neto, José de Barros. VIII. Krzyzanowski, Francisco Carlos. IX. Série.

CDD: 631.587 (21.ed.)

---

© Embrapa, 2019

## Autores

### **Fernando Augusto Henning**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

### **Julia Abati**

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, professora adjunta da Universidade Estadual de Maringá - UEM, Campus Regional de Umuarama, Umuarama, PR.

### **José Salvador Simonetto Foloni**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agricultura, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

### **Manoel Carlos Bassoi**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Cereal Sciences, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

### **Cristian Rafael Brzezinski**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, coordenador na empresa Grupo Don Mario, Palmas, TO.

### **Claudemir Zucareli**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agricultura, professor adjunto da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

### **José de Barros França-Neto**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

### **Francisco Carlos Krzyzanowski**

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

## Conteúdo

Introdução.....	9
Metodologia .....	10
Estande de lavoura e desenvolvimento de plantas de trigo em razão do vigor de semente e da densidade de semeadura .....	14
Componentes de produção do trigo em razão do vigor de semente e da densidade de semeadura .....	21
Considerações finais .....	28
Referências .....	29



## Apresentação

A triticultura paranaense tem tido expressivos ganhos de produtividade e de qualidade industrial nas últimas décadas, resultantes do aporte tecnológico. Há um somatório de avanços em diferentes áreas da pesquisa agrônômica, tais como, geração de cultivares, manejo fitotécnico da lavoura, adubação, sistema plantio direto, proteção fitossanitária, mecanização, zoneamento agroclimático, entre outros.

Contudo, os desafios da triticultura são muitos. No caso da qualidade de semente, por exemplo, comumente especula-se que problemas de vigor não seriam tão prejudiciais ao trigo como são para outras culturas, como a soja e o milho. Justifica-se, erroneamente, que o trigo, por perfilhar, teria alta capacidade de compensação (plasticidade fenotípica) para minimizar perdas decorrentes de falhas de estande.

Atualmente, busca-se aprimorar a indicação de densidades de semeadura na lavoura de trigo no Paraná específicas para cada cultivar lançada no mercado, em diferentes ambientes de produção, contemplando conjuntamente aferições quanto ao vigor de semente.

*Ricardo Vilela Abdelnoor*

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
Embrapa Soja





## Introdução

O trigo tem aptidão para várias regiões edafoclimáticas do Brasil e sustentação tecnológica para compor diferentes sistemas de produção, em regime de sequeiro ou irrigado, em rotação com outras culturas de grãos (soja, milho, feijão, canola, etc.), ou com culturas olerícolas (batata, tomate, cenoura, etc.), ou na integração lavoura-pecuária (Reunião..., 2017). Em termos de extensão de área, na safra 2017 foram cultivados 1,92 milhão de hectares de trigo em todo o território brasileiro, dos quais no Paraná foram 961,5 mil hectares (Conab, 2018).

Entre os procedimentos para a instalação da lavoura de trigo, destacam-se a qualidade de semente e a densidade de semeadura. Obter estandes de plantas apropriados é fundamental para que a cultivar possa expressar ao máximo o seu potencial genético em produtividade, assim como, para ampliar a sua estabilidade produtiva perante adversidades climáticas (Foloni et al., 2016).

Há elevada ineficiência quando se utiliza sementes de baixa qualidade, e a situação se agrava quando é associada à inadequada densidade de semeadura. A qualidade da semente é caracterizada pela germinação, vigor, sanidade e purezas genética e física (França-Neto et al., 2010; Marcos Filho, 2015).

Atualmente no Brasil, a germinação e a pureza são os únicos critérios exigidos para a comercialização de sementes. No entanto, é comum encontrar lotes de sementes de uma mesma cultivar, com capacidades de germinação semelhantes, mas que têm comportamentos distintos quanto à emergência de plântulas devido à diferença de vigor, ocasionando perdas de produtividade (Carvalho; Nakagawa, 2012).

Sementes mais vigorosas proporcionam emergência de plântulas mais rápida e uniforme, favorecem o crescimento da parte aérea e das raízes, reduzem o índice de plantas subdesenvolvidas (“dominadas”), conferem maior tolerância a adversidades ambientais e elevam o potencial produtivo (Finch-Savage; Bassel, 2015; Marcos Filho, 2015; Krzyzanowski et al., 2018).

Problemas de vigor de sementes, em grande parte, são incorrigíveis. Significa que o aumento da densidade de semeadura pode não compensar os prejuízos causados por plantas subdesenvolvidas originadas de sementes de

baixo vigor, mesmo que o estande da lavoura seja ajustado. Nesse sentido, é preciso buscar não somente uma quantidade ideal de plantas por unidade de área, mas também evitar ou minimizar que se estabeleçam plantas subdesenvolvidas que produzam menos, mesmo em condições favoráveis de ambiente.

O objetivo do trabalho foi avaliar a interação entre níveis de vigor de semente e densidades de semeadura para diferentes cultivares de trigo, conduzidas em regiões distintas de ambientes de produção para a triticultura no Paraná.

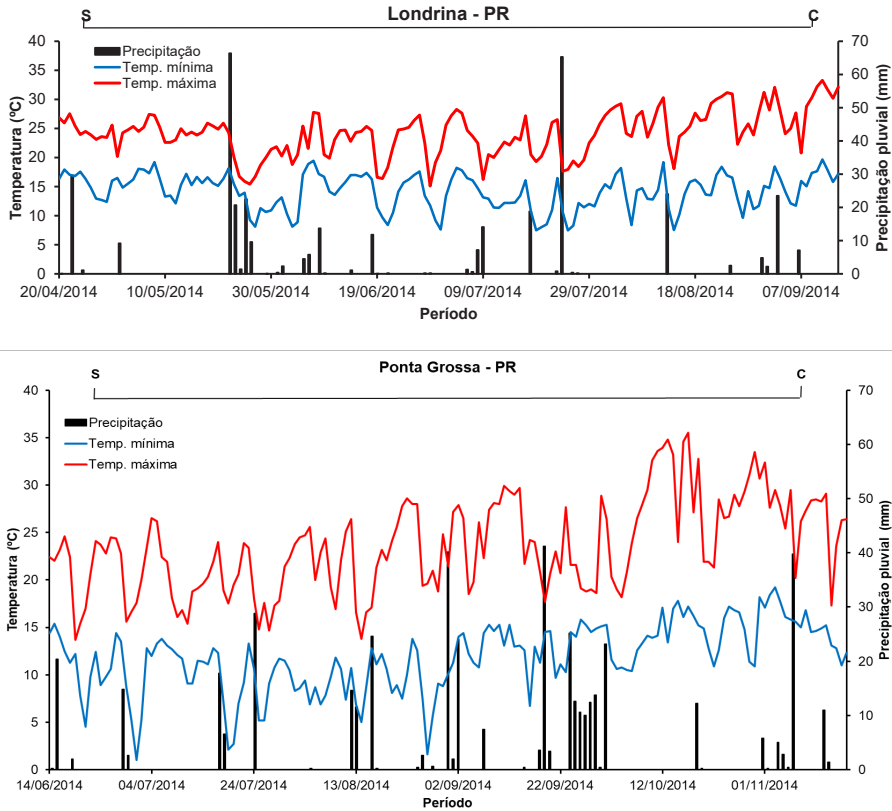
## Metodologia

Foram instalados dois experimentos na safra 2014, em locais representativos das macrorregiões de adaptação edafoclimática para triticultura (MRTs) 1 e 3 no Estado do Paraná, nos municípios de Ponta Grossa e Londrina, respectivamente (Reunião..., 2017; Bassoi et al., 2018).

A MRT 1 tem clima tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen, denominado de subtropical úmido mesotérmico com verões tipo temperado (temperaturas amenas) (Alvares et al., 2013). Nessa macrorregião tritícola, as temperaturas médias no mês mais frio permanecem abaixo de 18 °C e no mês mais quente abaixo de 22 °C, há expressivo risco de geada e não há estação seca definida (Nitsche et al., 2019). Na MRT 3 o clima é do tipo Cfa (Köppen), denominado subtropical úmido com verões quentes (Alvares et al., 2013). As temperaturas médias no mês mais frio são inferiores a 18 °C e no mês mais quente acima de 22 °C, com verões relativamente quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração de chuvas no verão, contudo, sem estação seca definida (Nitsche et al., 2019). No que diz respeito à indicação de cultivares de trigo, a Reunião... (2017) define a MRT 1 como de abrangência do centro-sul e sudeste do PR, com épocas de semeadura em junho e julho. E a MRT 3 como norte e noroeste do PR, com épocas de semeadura em março e abril.

Os dois experimentos foram conduzidos em fazendas da Embrapa. Em Ponta Grossa a 25° 09' sul, 50° 05' oeste e altitude de 965 m e em Londrina a 23° 11' sul, 51° 10' oeste e altitude de 564 m. O solo de Ponta Grossa foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura média e o de Londrina como Latossolo Vermelho eutroférico de textura argilosa (Santos et al., 2006; Bhering; Santos, 2008). Ambos os solos tiveram seus perfis ava-

liados e encontravam-se aptos para triticultura (Reunião..., 2014). Os dados diários de precipitação pluvial e de temperaturas máxima e mínima estão apresentados na Figura 1.



**Figura 1.** Dados diários de precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima, coletados no decorrer da condução dos experimentos em Londrina e Ponta Grossa, na safra 2014. S: Semeadura; C: Colheita.

As áreas experimentais estavam sendo manejadas no sistema plantio direto (SPD) há mais de 15 anos e as parcelas foram instaladas sobre palhada de soja em ambos os locais. Em Ponta Grossa o SPD vinha sendo mantido com rotação de milho e soja no verão e trigo e aveia-preta no inverno, e em Londrina o SPD era composto por soja no verão e trigo e aveia-preta no inverno. Foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade para análise química (Claessen, 1997), com os seguintes resultados para Ponta Grossa e Londrina, respectivamente: pH (CaCl<sub>2</sub>): 5,57 e 6,0; P: 12,57 e

27,08 mg/kg; H+Al: 4,39 e 2,74 cmol<sub>c</sub>/kg; Al: 0,02 e 0,00 cmol<sub>c</sub>/kg; K: 0,19 e 0,79 cmol<sub>c</sub>/kg; Ca: 5,78 e 5,74 cmol<sub>c</sub>/kg; Mg: 2,04 e 2,62 cmol<sub>c</sub>/kg; MO: 2,21 e 1,75 g/kg; CTC: 12,39 e 11,89 cmol<sub>c</sub>/kg; V: 64,50 e 76,95%.

A instalação do trigo foi realizada com semeadora-adubadora tratorizada, desenvolvida para experimentação agrônômica no SPD. Em Ponta Grossa a semeadura ocorreu em 19/06/2014 e em Londrina em 25/04/2014, de acordo com o regime de chuvas e o zoneamento de risco climático para o trigo (Reunião..., 2014). As sementes foram tratadas com o inseticida imidacloprido na dose de 60 g por 100 kg de semente e com os fungicidas carboxina+tiram nas doses de 60+60 g por 100 kg de semente (Agrofit, c2003; Reunião..., 2014).

Em ambos os experimentos foi realizada adubação de semeadura com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), adubação de cobertura com N no pleno perfilhamento, manejo fitossanitário para plantas daninhas, pragas e doenças e outros procedimentos agrônômicos conforme indicações para a cultura do trigo (Agrofit, c2003; Reunião..., 2014). Foram utilizadas quatro cultivares de trigo nos dois experimentos, sendo duas de ciclo precoce (BRS Sabiá e CD 150) e duas de ciclo médio (BRS Gralha-azul e BRS Gaivota), todas com indicação para as MRTs 1 e 3 do Paraná (Reunião..., 2014).

O delineamento experimental nos dois locais foi em blocos completos ao acaso com quatro repetições, no esquema fatorial 2x2x4, da seguinte forma: dois níveis de vigor de semente (alto e baixo), duas densidades de semeadura (200 e 400 sementes aptas/m<sup>2</sup>) e quatro cultivares de trigo (BRS Sabiá, CD 150, BRS Gaivota e BRS Gralha-azul). As parcelas experimentais foram constituídas por nove linhas de lavoura espaçadas a 0,20 m e com 6 m de comprimento, totalizando 10,8 m<sup>2</sup>, e a área útil foi composta pelas sete linhas centrais com 5 m de comprimento, totalizando 7,0 m<sup>2</sup>.

As sementes de baixo vigor foram obtidas a partir de lotes de alto vigor para todas as cultivares de trigo, por meio do método do envelhecimento acelerado, da seguinte forma: as sementes foram acondicionadas em caixas de poliestireno cristal (tipo gerbox<sup>®</sup>) sobre suportes telados, com lâmina de água ao fundo (40 mL) para manter a umidade relativa do ar próxima a 100%. Em seguida, as caixas foram colocadas em câmaras de incubação modelo *Water-jacketed*, sob temperatura de 42 °C por 60 horas contínuas.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das análises de qualidade fisiológica dos lotes de sementes de níveis de vigor alto (VA) e baixo (VB) das quatro cultivares de trigo, obtidos conforme as seguintes metodologias: (1) germinação e primeira contagem de germinação (Brasil, 2009); (2) comprimento da parte aérea, raiz e total de plântula (Nakagawa, 1999); (3) massa da matéria seca da parte aérea e de raiz (Nakagawa, 1999); (4) índice de velocidade de emergência de plântulas em substrato areia em casa de vegetação, utilizando a equação de Popinigis (1977); e (5) emergência de plântulas em substrato areia em casa de vegetação, com contagem total de plântulas emergidas aos 12 dias após a semeadura.

**Tabela 1.** Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea de plântula (CPA), comprimento de raiz (CR), comprimento total de plântula (CTP), massa da matéria seca da parte aérea de plântula (MSPA), massa da matéria seca de raiz (MSR), obtidos a partir de lotes de sementes com níveis de vigor alto (AV) e baixo (BV) das cultivares de trigo CD 150, BRS Sabiá, BRS Gaivota e BRS Gralha-azul.

Atributo	CD 150		BRS Sabiá		BRS Gaivota		BRS Gralha-azul	
	AV	BV	AV	BV	AV	BV	AV	BV
PCG (%)	85	74	93	85	94	72	96	89
G (%)	90	80	94	89	96	87	98	94
E (%)	87	80	91	86	94	82	96	94
IVE	19,13	16,10	20,26	16,67	20,15	14,48	20,58	18,70
CPA (cm)	8,60	7,09	9,55	8,25	7,36	6,34	7,88	7,24
CR (cm)	12,16	8,90	15,34	12,01	12,70	11,05	13,34	12,89
CTP (cm)	20,76	15,99	24,89	20,27	20,07	17,39	21,23	20,13
MSPA (mg/plântula)	5,63	5,27	8,06	7,45	6,08	5,30	7,84	7,29
MS (mg/plântula)	6,18	4,31	8,21	7,67	7,64	7,05	8,70	8,17

Em ambos os experimentos, foram determinados o número de plântulas emergidas/m<sup>2</sup>, a altura e a massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), cujas amostragens foram realizadas quando o trigo apresentava de duas a três folhas desenroladas nos colmos principais, antes do início do perfilhamento, nos estádios fenológicos Z12 a Z13 da escala de Zadoks et al. (1974). Para essas avaliações, foram coletadas subamostras com gabarito de 0,25 m<sup>2</sup> em três pontos ao acaso na área útil das parcelas.

No decorrer do desenvolvimento das plantas de trigo foram avaliadas a altura e a MSPA em diferentes estádios fenológicos, da seguinte forma: (1) início do alongamento, quando as plantas estavam com o primeiro nó dos colmos principais visível e o segundo perceptível ao tato (Z31 a Z32 de Zadoks et al., 1974); (2) início do emborrachamento, quando havia inchaço perceptível na parte superior dos colmos (Z43 a Z44 de Zadoks et al., 1974); e (3) no pleno espigamento, quando as espigas encontravam-se totalmente aparentes, antes do florescimento (Z59 a Z60 de Zadoks et al., 1974). Também foi quantificado o número de perfilhos por planta no início do emborrachamento (Z43 e Z44 de Zadoks et al., 1974), e o número de espigas/m<sup>2</sup> no pleno espigamento (Z59 a Z60 de Zadoks et al., 1974). Para todas as avaliações supracitadas, foram coletadas submotras com gabarito de 0,70 m de comprimento em três pontos ao acaso na área útil das parcelas, totalizando 0,42 m<sup>2</sup>, em Ponta Grossa e Londrina.

Após a maturação fisiológica dos grãos, em Ponta Grossa e Londrina, foi realizada colheita mecanizada com colhedora automotriz desenvolvida para experimentação agrônômica. Nesta operação, foram colhidas cinco linhas de lavoura na área útil das parcelas. Ressalta-se que essas linhas reservadas para mensurar a produtividade de grãos não foram utilizadas para as amostragens supracitadas. Os grãos foram limpos, pesados e foi determinado o teor de água, e a produtividade foi calculada com umidade corrigida para 130 g/kg. Em seguida, alíquotas do material colhido foram separadas para determinação da massa de 1.000 grãos. Foi quantificado o número de grãos por espiga.

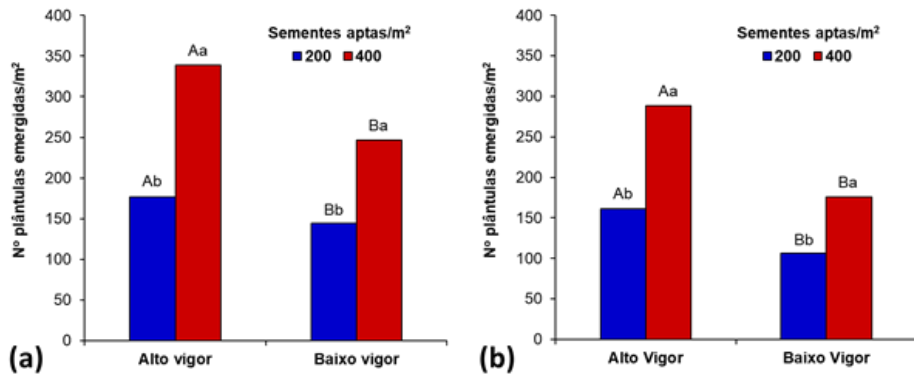
Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste F a 5% de significância. Em seguida, as médias dos tratamentos experimentais foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de significância.

## Estande de lavoura e desenvolvimento de plantas de trigo em razão do vigor de semente e da densidade de semeadura

O delineamento experimental do presente trabalho foi concebido para avaliar um fatorial triplo, composto por níveis de vigor de sementes, densidades de semeadura e cultivares de trigo. Contudo, com o intuito de explorar detalhadamente o banco de dados sobre qualidade de semente e estande de

plantas, não foram analisadas as interações com cultivares. Sendo assim, os resultados apresentados foram calculados a partir das médias gerais das quatro cultivares de trigo utilizadas nos experimentos.

O número de plântulas emergidas na lavoura apresentou interação significativa entre vigor de semente e densidade de semeadura, em Londrina e Ponta Grossa (Figura 2). Em ambos os locais, as sementes de alto vigor proporcionaram incrementos significativos nas quantidades de plântulas/m<sup>2</sup>, em comparação às sementes de baixo vigor. Além disso, os aumentos gerados pelas sementes de alto vigor foram significativos para as duas densidades estudadas, de 200 e 400 sementes aptas/m<sup>2</sup>, em Londrina e Ponta Grossa.



**Figura 2.** Número de plântulas/m<sup>2</sup> na emergência do trigo instalado com sementes de níveis alto e baixo de vigor e com densidades de semeadura de 200 e 400 sementes/m<sup>2</sup>, em Londrina (a) e Ponta Grossa (b) na safra 2014. Letras maiúsculas nas colunas comparam os níveis de vigor de semente dentro de cada densidade de semeadura, e as minúsculas as densidades de semeadura dentro de cada nível de vigor, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias de quatro cultivares: BRS Sabiá, CD 150, BRS Gaivota e BRS Galha-azul.

Para mensurar o número de plântulas emergidas de trigo foram realizadas amostragens quando as mesmas se encontravam com duas a três folhas desenroladas nos colmos principais, antes do início do perfilhamento, seguindo a escala fenológica de Zadoks et al. (1974).

Os resultados apresentados na Figura 2 corroboram o conceito agrônomo de que sementes vigorosas possibilitam emergência mais rápida e uniforme da lavoura, conferindo maior potencial de rendimento de grãos (Finch-Savage; Bassel, 2015; Marcos Filho, 2015; Krzyzanowski et al., 2018).

Na Figura 3 tem-se a imagem de duas parcelas experimentais de trigo instaladas com sementes de níveis alto e baixo de vigor. Essas parcelas foram conduzidas com a mesma cultivar, mesma densidade de semeadura e com os mesmos procedimentos agrônômicos. Observa-se na parcela A que a biomassa da parte aérea das plantas foi relativamente superior, as quais foram originadas de sementes de alto vigor. E na parcela B, com plantas oriundas de sementes de baixo vigor, nota-se biomassa relativamente inferior.



**Figura 3.** Imagem de parcelas experimentais de trigo no início do perfilhamento, instaladas com sementes de níveis de vigor alto (a) e baixo (b). Essas parcelas foram conduzidas com a mesma cultivar, mesma densidade de semeadura e com os mesmos procedimentos agrônômicos, em Londrina na safra de 2014.

É recorrente o argumento de que problemas de vigor de semente na cultura do trigo não teriam o mesmo potencial de dano econômico como têm em outras culturas, como a soja e o milho, por exemplo. Essa suposição, errônea, se baseia no fato de o trigo perfilhar e também devido às elevadas densidades de semeadura utilizadas na sua instalação (até 4 milhões de sementes por hectare).

Reafirma-se, portanto, que sementes de baixo vigor na cultura do trigo, independentemente da densidade de semeadura, geram lavouras com menor número de plantas por unidade de área (Figura 2). Especificamente para o atributo estande de plantas, considerando que a triticultura brasileira é praticada em regiões subtropical e tropical e sem aporte de irrigação na grande maioria das áreas (Reunião..., 2017), quando acontecem adversidades climáticas na

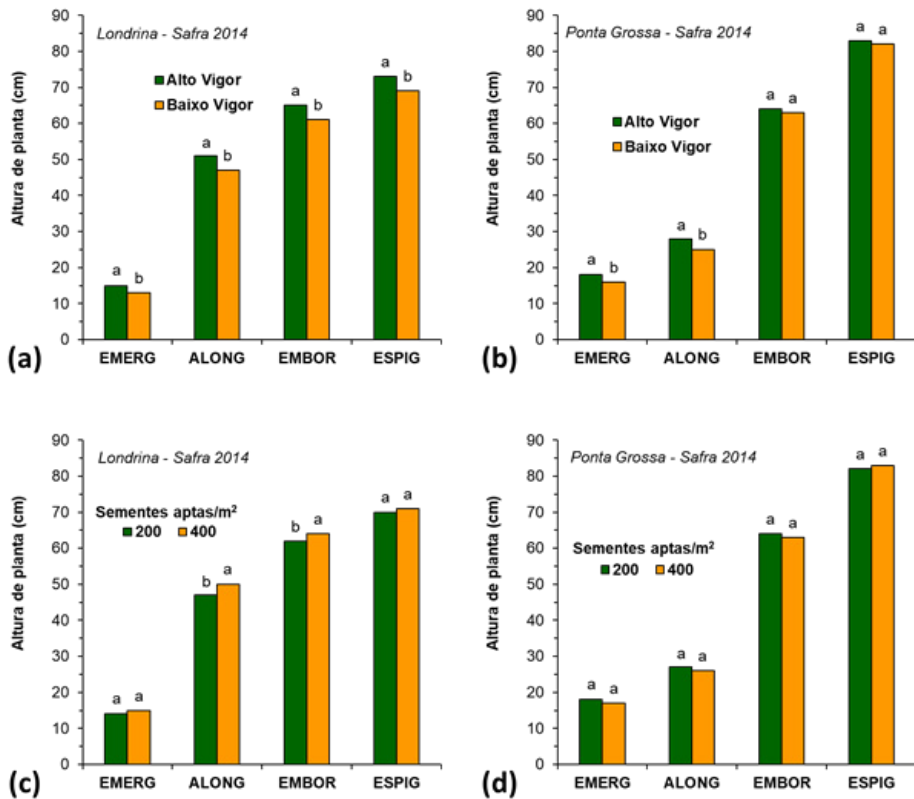


fase inicial da lavoura (deficit hídrico, etc.), é comum ter agravamento do dano econômico devido ao uso de sementes com problemas de qualidade.

Foram avaliadas a altura de planta e a massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) do trigo em diferentes estádios fenológicos, apresentados nas Figuras 4 e 5. As amostragens foram realizadas com base na escala de Zadoks et al. (1974), da seguinte forma: (1) EMERG: Estádios Z12 a Z13, com plântulas na emergência (antes do perfilhamento); (2) ALONG: Estádios Z31 a Z32, no início do alongamento; (3) EMBOR: Estádios Z43 a Z44, no início do emborrachamento; e (4) ESPIG: Estádios Z59 a Z60, no pleno espigamento (antes do florescimento).

A semente de alto vigor aumentou significativamente a altura do trigo em todos os estádios de desenvolvimento da cultura, da emergência ao espigamento, na condição edafoclimática de Londrina (Figura 4a). Em Ponta Grossa, a semente de alto vigor elevou a altura do trigo na fase inicial da lavoura, na emergência (antes do perfilhamento) e no início do alongamento dos colmos (Figura 4b).

Quanto à densidade de semeadura, somente no experimento de Londrina houve incremento de altura do trigo instalado com 400 sementes viáveis/m<sup>2</sup>, em comparação ao estande de 200 sementes viáveis/m<sup>2</sup> (Figura 4c). Do ponto de vista conceitual, o aumento da densidade de semeadura intensifica o auto-sombreamento no dossel da lavoura acarretando em maior comprimento dos entrenós dos colmos do trigo, resposta comumente denominada de estiolamento. Por outro lado, no experimento de Ponta Grossa não houve alteração de altura do trigo, com 200 ou 400 sementes viáveis/m<sup>2</sup>, em todos os estádios fenológicos avaliados (Figura 4d).

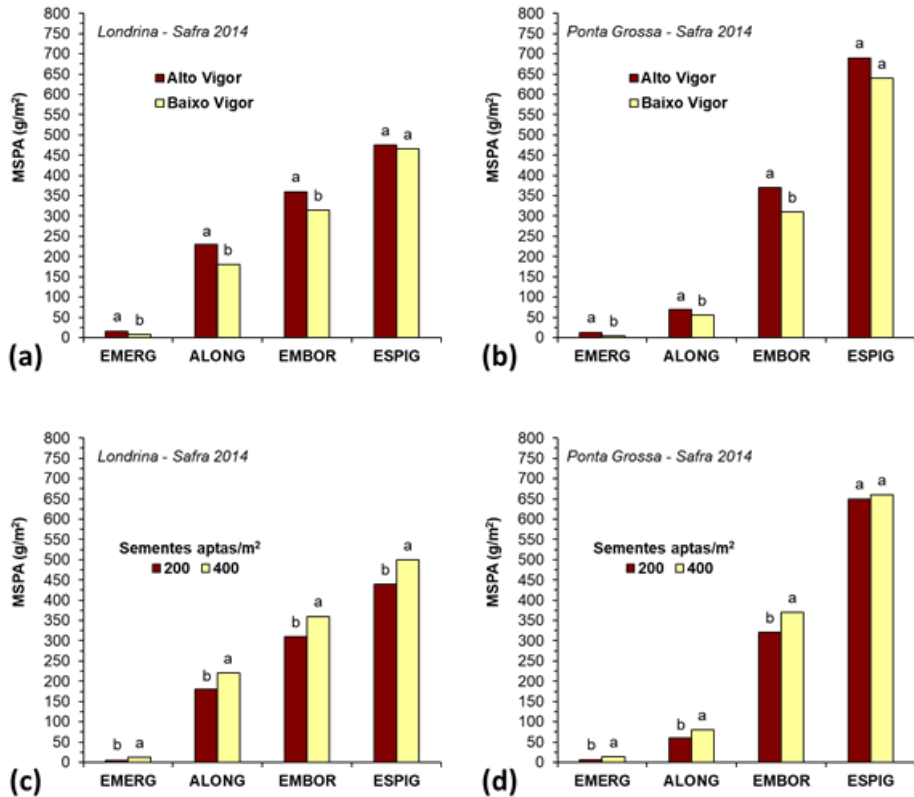


**Figura 4.** Altura de planta do trigo nos estádios fenológicos de emergência (EMERG), início do alongamento dos colmos (ALONG), início do emborrachamento (EMBOR) e espigamento pleno (ESPIG), em função do nível de vigor de semente em Londrina (a) e Ponta Grossa (b), e da densidade de semeadura em Londrina (c) e Ponta Grossa (d), na safra 2014. Letras nas colunas comparam níveis de vigor de semente e densidades de semeadura dentro de cada estágio fenológico, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias de quatro cultivares: BRS Sabiá, CD 150, BRS Gaivota e BRS Gralha-azul.

Nas Figuras 5a e 5b verifica-se que a MSPA do trigo foi significativamente incrementada com o uso de sementes de alto vigor, em diferentes estádios da lavoura, nas duas condições edafoclimáticas estudadas. Os resultados de MSPA reforçam o posicionamento agrônomo de priorizar investimentos em qualidade fisiológica de semente.

Quanto à densidade de semeadura, o uso de 400 sementes aptas/m<sup>2</sup> elevou significativamente a MSPA do trigo em todos os estádios fenológicos estudados, tanto em Londrina como em Ponta Grossa (Figuras 5c e 5d). Contudo,

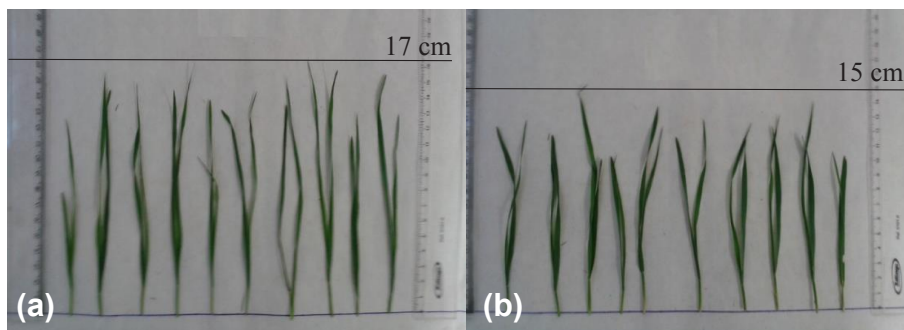
é prudente considerar que uma produção elevada de biomassa não significa, necessariamente, incremento no rendimento de grãos, pois, a correlação entre essas duas variáveis pode ser negativa na cultura do trigo.



**Figura 5.** Massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) de plantas de trigo nos estádios fenológicos de emergência (EMERG), início do alongamento dos colmos (ALONG), início do emborrachamento (EMBOR) e espigamento pleno (ESPIG), em função do nível de vigor de semente em Londrina (a) e Ponta Grossa (b), e densidade de semeadura em Londrina (c) e Ponta Grossa (d), na safra 2014. Letras nas colunas comparam níveis de vigor de semente e densidades de semeadura dentro de cada estágio fenológico, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias de quatro cultivares: BRS Sabiá, CD 150, BRS Gaivota e BRS Galha-azul.

Na Figura 6 há imagens de plântulas de trigo coletadas na emergência (antes do perfilhamento), quando estavam com duas a três folhas desenroladas nos colmos principais, nos estádios Z12 e Z13 da escala de Zadoks et al. (1974). As plântulas oriundas de sementes de alto vigor tinham porte relativamente

maior (Figura 6a), em comparação às plântulas originadas de sementes de baixo vigor (Figura 6b).



**Figura 6.** Imagens de plântulas de trigo originadas de sementes de níveis alto (a) e baixo (b) de vigor, coletadas na emergência da lavoura (antes do perfilhamento), nos estádios Z12 e Z13 da escada de Zadoks et al. (1974), em experimento conduzido em Londrina na safra 2014.

Na triticultura é fundamental conhecer os estádios fenológicos críticos que definem o rendimento de grãos, para orientar táticas de manejo. De acordo com Pires et al. (2011), o potencial produtivo do trigo é definido, em grande parte, no período que abrange a formação da espiga dentro do colmo, que se inicia com a diferenciação floral da gema apical e se estende até o final do emborrachamento (pré-espigamento).

O perfilhamento do trigo cessa quando a gema apical do colmo principal sofre diferenciação floral (surgimento dos primórdios da espiga). A partir desse estágio inicia-se a fase de alongamento dos entrenós do colmo principal e, subsequentemente, dos colmos dos perfilhos. Quando começa o alongamento dos entrenós, o ponto de crescimento da planta de trigo passa a ficar acima da superfície do solo (Zadoks et al., 1974; Ozturk et al., 2006; Pires et al., 2011).

Há relatos de grandes avanços no potencial produtivo do trigo, em diversos países, porque nos programas de melhoramento foram priorizadas seleções de linhagens com características que favoreciam o crescimento da espiga dentro do colmo, na fase entre a diferenciação floral e o emborrachamento pleno, principalmente envolvendo modificações no padrão de partição de fotoassimilados com maior direcionamento para nutrir as espigas (Slafer et al., 2001; citados por Pires et al., 2011).

Quanto ao desenvolvimento da planta de trigo, da emergência ao espigamento, os dados do presente trabalho evidenciam que sementes de alto vigor favorecem expressivamente a taxa de crescimento das plantas, corroborando o embasamento técnico defendido por Carvalho e Nakagawa (2012) e Finch-Savage e Bassel (2015).

Finalizando, com base nos dados apresentados nas Figuras 2, 4 e 5, reforça-se a importância da qualidade fisiológica da semente na instalação da cultura e no desenvolvimento das plantas de trigo. Amplia-se, portanto, às explicações de vários autores sobre ganhos agronômicos decorrentes do uso de sementes mais vigorosas, principalmente em regiões subtropical e tropical em que há elevada frequência de adversidades climáticas (Finch-Savage; Bassel, 2015; Marcos Filho, 2015; Krzyzanowski et al., 2018).

## Componentes de produção do trigo em razão do vigor de semente e da densidade de semeadura

A produtividade de grãos na cultura do trigo é resultante do balanço entre três componentes de produção, a saber: número de espigas/m<sup>2</sup>, número de grãos/espiga e massa média de grãos (ou massa de 1.000 grãos). Esses componentes apresentam variações interdependentes e são capazes de compensar um ao outro, dentro de determinados limites (Holen et al., 2001; Prystupa et al., 2004; Arduini et al., 2006).

Há outros atributos morfológicos das plantas de trigo que podem servir de parâmetros para reforçar explicações acerca do potencial de rendimento de grãos como, por exemplo, o número de perfilhos férteis/planta, número de espiguetas/espiga, número de grãos/espiguetas, etc.

As cultivares de trigo utilizam diferentes estratégias para compor seus rendimentos de grãos. Algumas baseiam a sua eficiência no perfilhamento, outras no índice de fertilidade das espigas, e há aquelas que têm elevada massa média de grãos. Contudo, em análise conjunta, destacam-se as cultivares que possuem mecanismos compensatórios entre os componentes de produção, característica agrônômica comumente denominada de plasticidade fenotípica (Mundstock, 1999; Pires et al., 2011).

Na Figura 7a verifica-se que o número de perfilhos por planta foi significativamente maior no trigo instalado com sementes de baixo vigor, em ambos os locais estudados. Este resultado é explicado devido ao menor número de plântulas/m<sup>2</sup> onde foram utilizadas sementes de menor qualidade fisiológica (Figura 2). Portanto, houve coerência agrônômica, ou seja, a menor competição intraespecífica favoreceu o perfilhamento.

No que se refere à densidade de semeadura, foi constatado incremento significativo do número de perfilhos por planta com a menor densidade de semeadura, de 200 sementes aptas/m<sup>2</sup>, em Londrina e Ponta Grossa (Figura 7b). Também houve lógica agrônômica na relação entre redução da densidade de semeadura e aumento do perfilhamento.

As sementes de baixo vigor deixaram maiores quantidades de falhas na lavoura, conforme observa-se nas Figuras 2 e 3. Onde há problemas de estande reduz-se a competição intraespecífica, acarretando em maior disponibilidade de água, luz e nutrientes por unidade de planta, estimulando o perfilhamento. Somado a isso, quando há maior espaço entre as plantas, amplia-se a incidência de luz no terço inferior do dossel do trigo, favorecendo também o surgimento de perfilhos.

Mundstock (1999) relata que o trigo, por perfilhar, é classificado como de alta plasticidade fenotípica, ou seja, tem elevada capacidade de compensar falhas nas lavouras. Porém, o autor pondera que o incremento do número de perfilhos/planta não significa, necessariamente, ganhos de rendimento, pois há perfilhos que geram espigas inférteis ou com poucos grãos.

Conhecer a relação entre potencial de perfilhamento e número de espigas férteis na lavoura de trigo é fundamental para o manejo fitotécnico, principalmente em ambientes onde são frequentes adversidades climáticas. Sob estresse ambiental, seja por seca ou geadas, é comum haver elevada discrepância cronológica na emissão e desenvolvimento dos perfilhos, o que acarreta em altos índices de espigas inférteis e desuniformidade no enchimento de grãos, gerando prejuízos de produtividade e de qualidade de farinha (Ozturk et al., 2006; Valério et al., 2008; Foloni et al., 2016).

A mortalidade de perfilhos no trigo é causada principalmente por fatores climáticos, notadamente deficiência hídrica. Há também senescência prematura de perfilhos mesmo em condições favoráveis de ambiente. Nesses

casos, há morte de perfilhos quando inicia a formação das espigas devido à competição por fotoassimilados. Além disso, somado ao fator ambiente, a sobrevivência de perfilhos varia expressivamente entre cultivares (Davidson; Chevalier, 1990).

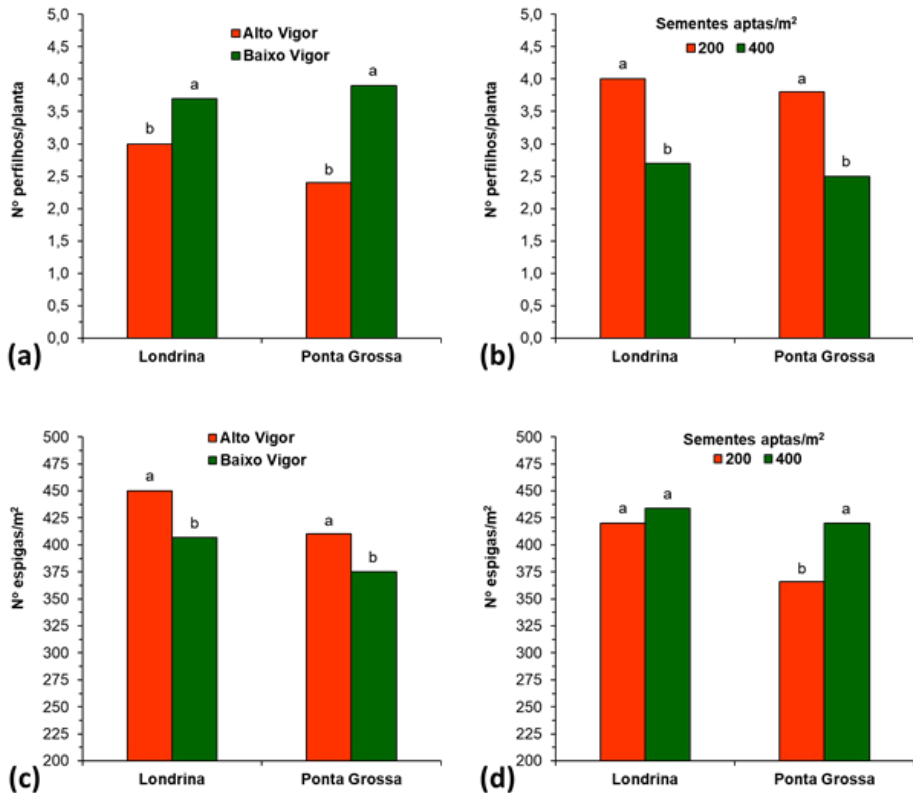
Em estudos de fitotecnia na cultura do trigo, associados ao melhoramento genético, preconiza-se estabelecer densidades de semeadura específicas para cada cultivar lançada no mercado, considerando as principais interações entre genótipo, ambiente e manejo (Foloni et al., 2016). Todavia, além do estande de plantas, para a caracterização fitotécnica completa das cultivares de trigo é fundamental mensurar o número de espigas férteis por ocasião da colheita e relacioná-lo com o ganho de produtividade. Porque, é preciso ponderar que perfilhos em excesso imobilizam elevadas quantidades de fotoassimilados para produzirem suas estruturas vegetativas, mas, em grande parte, não contribuem significativamente para o rendimento de grãos (Mundstock, 1999; Pires et al., 2011; Foloni et al., 2016).

Na Figura 7c verifica-se que as sementes de alto vigor aumentaram significativamente o número de espigas/m<sup>2</sup>, nos dois ambientes estudados. Pires et al. (2011) afirmam que grande parte do potencial produtivo do trigo é definido no decorrer da formação da espiga dentro do colmo, ou seja, no período que vai da diferenciação floral (início do alongamento) ao emborrachamento pleno. Sendo assim, os dados deste trabalho permitem apontar que sementes mais vigorosas geram plantas com maior capacidade de formar espigas mais produtivas, e este favorecimento fisiológico ocorre a partir da diferenciação floral, na fase inicial da cultura.

Por outro lado, as sementes de baixo vigor incrementaram o número de perfilhos por planta, mas este aumento não acarretou em maiores quantidades de espigas/m<sup>2</sup> no final da lavoura (Figuras 7a e 7c). Novamente destaca-se que sementes de alto vigor têm maior capacidade de gerar espigas férteis na cultura do trigo. E o inverso também acontece, ou seja, o perfilhamento em excesso, quando há falhas de estande devido ao uso de sementes de baixo vigor, em grande parte, produz espigas inférteis ou com poucos grãos (Mundstock, 1999; Ozturk et al., 2006; Valério et al., 2008; Pires et al., 2011; Foloni et al., 2016).

No que se refere à densidade de semeadura, o aumento para 400 sementes aptas/m<sup>2</sup> não elevou o número de espigas/m<sup>2</sup> em Londrina (Figura

7d). Mas em Ponta Grossa, o uso de 400 sementes aptas/m<sup>2</sup> incrementou significativamente a quantidade de espigas/m<sup>2</sup> na fase final da lavoura, em comparação ao estande de 200 sementes aptas/m<sup>2</sup>.



**Figura 7.** Número de perfilhos/planta (a e b) e de espigas/m<sup>2</sup> (c e d) no estágio de espigamento (pré-florescimento) do trigo em função do nível de vigor de semente e da densidade de semeadura, em Londrina e Ponta Grossa na safra 2014. Letras nas colunas comparam níveis de vigor de semente e densidades de semeadura, separadamente para cada localidade, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias de quatro cultivares: BRS Sabiá, CD 150, BRS Gaivota e BRS Gralha-azul.

Variações na densidade de semeadura alteram a relação de competição intra-planta (entre perfilhos) e inter-plantas na cultura do trigo. Há duas situações a serem consideradas: (1) quando são utilizadas baixas quantidades de sementes por unidade de área, tem-se redução da competição inter-plantas na fase vegetativa, mas há elevação da competição intra-plantas no período



de enchimento de grãos devido ao aumento dos perfilhos/planta; por causa disso, gera-se menor número de espigas por metro quadrado e maior número de grãos/espiga na fase final da lavoura; e (2) Por outro lado, à medida que se aumenta a densidade de semeadura, há maior competição inter-plantas reduzindo os perfilhos/planta; assim, há diminuição das espigas/planta na fase de enchimento de grãos, mas eleva-se o número de espigas/m<sup>2</sup> na colheita (espigas férteis) (Darwinkel, 1978; Holen et al., 2001; Arduini et al., 2006).

É importante lembrar que os dados do presente trabalho foram calculados a partir das médias de quatro cultivares de trigo, sendo duas precoces e duas de ciclo médio, conduzidas em dois ambientes de produção. Significa que o efeito do vigor de semente sobre o desenvolvimento da lavoura teve expressiva robustez estatística (Figuras 2, 4, 5 e 7). Porém, quanto ao fator genético, deve-se considerar que cultivares de trigo apresentam respostas distintas de perfilhamento em função de variações do ambiente e do manejo. Por isso, nos estudos de posicionamento fitotécnico é primordial executar trabalhos específicos para cada cultivar (Pires et al., 2011; Foloni et al., 2016).

Ainda no âmbito das especificidades das ações de pesquisa sobre fitotecnia, reafirma-se que algumas cultivares necessitam de maiores aportes de sementes por unidade de área, outras devem ser instaladas com menores quantidades de sementes, e há aquelas que possuem mecanismos de compensação entre os componentes de produção, minimizando problemas decorrentes do déficit ou excesso de plantas no estande (Holen et al., 2001; Lloveras et al., 2004; Arduini et al., 2006; Valerio et al., 2008; Silveira et al., 2010).

Para o trigo nas MRTs 1, 2 e 3 do Paraná, resultados de pesquisa apontam que o principal componente de produção é o número de espigas/m<sup>2</sup>, seguido pelo número de grãos/espiga e por último a massa média de grãos (Foloni et al., 2016).

Neste trabalho, as sementes mais vigorosas proporcionaram incrementos significativos do principal componente de produção do trigo, que é o número de espigas/m<sup>2</sup> (Figura 7). Além disso, em termos estatísticos, o fator vigor de semente apresentou magnitude de efeito expressivamente superior ao da densidade de semeadura para este componente de produção.

Na Figura 8 estão os resultados do número de grãos/espiga e massa de 1.000 grãos do trigo. Nenhum desses componentes foi estatisticamente alterado em função do vigor de semente e da densidade de semeadura, em Ponta Grossa e Londrina.

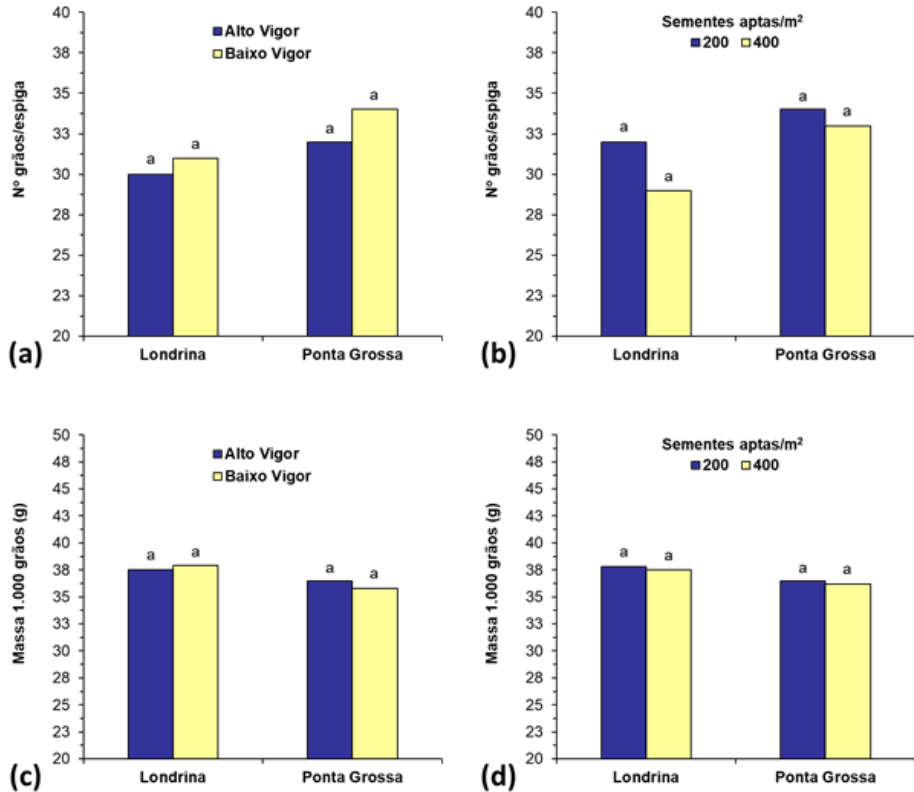
No âmbito da ecofisiologia do trigo, há um período crítico de cerca de 30 dias para a formação dos primórdios florais das espiguetas, sendo em torno de 20 dias na pré-floração e 10 dias na pós-floração (floração: anteras aparentes nas espigas). Nesse período, define-se, em grande medida, o componente de produção número de grãos por espiga. Porém, condições desfavoráveis de ambiente, como geada e seca, podem reduzir o número de flores férteis e também prejudicar a taxa de fecundação (Fischer, 1985; Pires et al., 2011).

Para reforçar as explanações acerca da ausência de efeito do vigor de semente e da densidade de semeadura sobre o número de grãos por espiga (Figuras 8a e 8b), é prudente salientar que esses resultados foram gerados a partir das médias de quatro cultivares de trigo, sendo duas precoces e duas de ciclo médio. Portanto, é provável que tenha havido variação de cronologia de estádios fenológicos entre as cultivares, as quais podem ter tido respostas fisiológicas distintas em função de alterações climáticas ocorridas no decorrer das fases de florescimento e enchimento de grãos, mesmo que por poucos dias.

Na cultura do trigo há três etapas decisivas que definem o potencial de rendimento de grãos, separadas da seguinte forma: (1ª Etapa) abrange o estabelecimento das plântulas, perfilhamento e início do alongamento dos colmos, e as principais contribuições são a formação da área foliar e a definição do número de espigas/m<sup>2</sup>; (2ª Etapa) vai do espigamento ao florescimento, e compreende o desenvolvimento e fecundação das flores, na qual ocorre o estabelecimento do número de grãos/espiga; e (3ª Etapa) engloba o enchimento de grãos, com início após o florescimento e término na maturação fisiológica dos grãos, constituindo o componente massa média de grãos (Prystupa et al., 2004; Arduini et al., 2006; Pires et al., 2011; Reunião..., 2017).

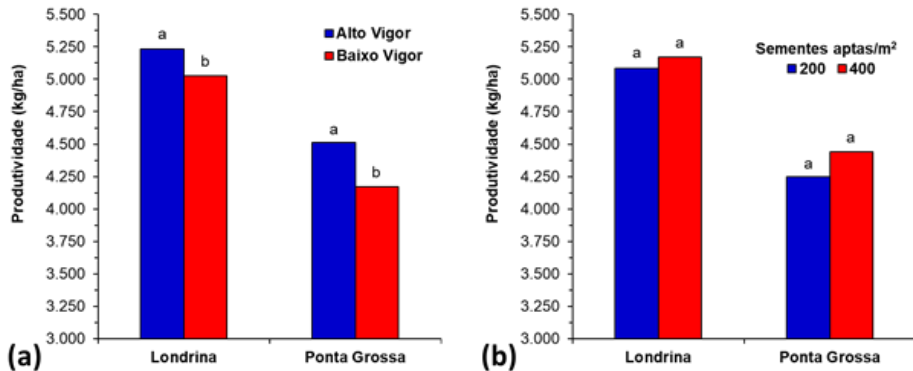
Nas Figuras 8c e 8d observa-se que a massa de 1.000 grãos não foi afetada pelo vigor de semente e pela densidade de semeadura, em Londrina e Ponta Grossa. Esses dois fatores têm efeitos pronunciados na fase inicial da cultura. Por sua vez, a massa de 1.000 de grãos é definida na fase de enchimento

de grãos, no final do ciclo do trigo. Justifica-se, assim, a ausência de resposta do vigor de semente e da densidade de semeadura para esse componente de produção, corroborando relatos de diversos autores (Prystupa et al., 2004; Arduini et al., 2006; Pires et al., 2011).



**Figura 8.** Número de grãos/espiga (a e b) e massa de 1.000 grãos (c e d) do trigo em função do nível do vigor de semente e da densidade de semeadura, em Londrina e Ponta Grossa na safra 2014. Letras nas colunas comparam níveis de vigor de semente e densidades de semeadura dentro de cada localidade, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias de quatro cultivares: BRS Sabiá, CD 150, BRS Gaivota e BRS Gralha-azul.

Na Figura 9a observa-se que a produtividade de grãos foi estatisticamente incrementada devido ao uso de sementes de alto vigor, em Ponta Grossa e Londrina. Por outro lado, a densidade de semeadura não alterou a produtividade da cultura do trigo em nenhum dos ambientes estudados (Figura 9b).



**Figura 9.** Produtividade de grãos do trigo em Londrina e Ponta Grossa em função do nível de vigor de sementes (a) e da densidade de semeadura (b), na safra 2014. Letras nas colunas comparam níveis de vigor de sementes e densidades de semeadura, dentro de cada localidade, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Médias de quatro cultivares: BRS Sabiá, CD 150, BRS Gaivota e BRS Galha-azul.

Dados de pesquisa demonstram que a produtividade do trigo é limitada primeiramente pela capacidade das plantas em armazenar fotoassimilados, e em segundo plano pela produção de fotoassimilados (Pires et al., 2011). Dessa forma, defende-se que o número de grãos/m<sup>2</sup> é o atributo da cultura do trigo mais importante para explicar a variação de produtividade de grãos (Fischer, 1985; Pires et al., 2011).

Por inferência, portanto, aponta-se que o número de grãos/m<sup>2</sup> na lavoura tritícola tem forte relação com o número de plântulas emergidas/m<sup>2</sup> e com o número de espigas/m<sup>2</sup>. Diante disso, neste trabalho, destaca-se que as sementes mais vigorosas foram decisivas na fase de estabelecimento das plantas, e também para a formação do principal componente de produção do trigo (número de espigas/m<sup>2</sup>), resultando em ganhos estatisticamente significativos de produtividade.

## Considerações finais

O uso de sementes de alto vigor aumenta o número de plântulas/m<sup>2</sup>, minimizando falhas de estande no estabelecimento da cultura do trigo, em diferentes condições edafoclimáticas de cultivo.

Sementes mais vigorosas elevam o porte e a produção de biomassa no decorrer do desenvolvimento das plantas de trigo (da emergência ao espigamento).

O principal componente de produção da cultura do trigo, que é o número de espigas/m<sup>2</sup>, é incrementado em decorrência do uso de sementes mais vigorosas.

O trigo tem ganhos de produtividade de grãos quando é instalado com sementes de alto vigor, em diferentes ambientes de produção no âmbito das macrorregiões tritícolas centro-sul e norte do Paraná.

O vigor de semente tem maior magnitude de efeito sobre o aumento do rendimento de grãos do trigo do que a densidade de semeadura.

## Referências

AGROFIT: consulta aberta. Brasília, DF: MAPA, c2003. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 18 dez. 2019.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ARDUINI, I.; MASONI, A.; ERCOLI, L.; MARIOTTI, M. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. **European Journal of Agronomy**, v. 25, p. 309-318, 2006.

BASSOI, M. C.; RIEDE, C. R.; CAMPOS, L. A. C.; FOLONI, J. S. S.; NASCIMENTO JUNIOR, A. do; ARRUDA, K. M. A.; SILVA, S. R. **Cultivares de trigo e triticale**: Embrapa e Iapar. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 64 p. (Catálogo 1/2018).

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. dos (Ed.). **Mapa de solos Estado do Paraná**: legenda atualizada. Embrapa Solos: Rio de Janeiro: Embrapa Florestas, Colombo, PR, 2008. 74 p. 1 mapa escala 1: 600.000; formato A0.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 395 p.

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. (Ed.). **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1).

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, v. 5, safra 2017/18, n. 11, décimo primeiro levantamento, ago. 2018. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/21709\\_4d-6f8550138ed03890d0bba9f9db1675](https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/21709_4d-6f8550138ed03890d0bba9f9db1675)>. Acesso em: 10 ago. 2018.

DARWINKEL, A. Patterns of tillering and grain production of winter wheat at a wide range of plant densities. **Netherlands Journal Agricultural Science**, v. 26, p. 383-398, 1978.

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

FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, p. 1-25, 2015.

FISCHER, R. A. Number of kernels in wheat crops and influence of solar radiation and temperature. **Journal of Agricultural Science**, v. 105, n. 2, p. 447-461, 1985.

FOLONI, J. S. S.; BASSOI, M. C.; SILVA, S. R. **Indicações fitotécnicas para cultivares de trigo da Embrapa no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 24 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 117).

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

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.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 24 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 136).

LLOVERAS, J.; MANENT, J.; VIUDAS, J.; LÓPEZ, A.; SANTIVERI, P. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a mediterranean climate. **Agronomy Journal**, v. 96, p. 1258-1265, 2004.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

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. de B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p. 2.1-2.24.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 18 dez. 2019.

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**, v. 192, n. 1, p. 10-16, 2006.

PIRES, J. L. F.; CUNHA, G. R. da; DALMAGO, G. A.; PASINATO, A.; SANTI, A.; PEREIRA, P. R. V. da S.; SANTOS, H. P. dos; SANTI, A. L. Integração de práticas de manejo no sistema de produção de trigo. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da (Ed.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. Cap. 4, p. 77-114.

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

PRYSTUPA, P.; SAVIN, R.; SLAFER, G. A. Grain number and its relationship with dry matter, N and P in the spikes at heading in response to N×P fertilization in barley. **Field Crops Research**, v. 90, p. 245-254, 2004.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 7., 2013, Londrina. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2014**. Londrina: Fundação Meridional, 2014. 235 p.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 10., 2016, Londrina. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2017**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 240 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SILVEIRA, G. da; CARVALHO, F. I. F. de; OLIVEIRA, A. C. de; VALÉRIO, I. P.; BENIN, G.; RIBEIRO, G.; CRESTANI, M.; LUCHE, H. S.; SILVA, J. A. G. Efeito da densidade de semeadura e potencial de afilhamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Bragantia**, v. 69, p. 63-70, 2010.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MACHADO, A. de A.; 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**, v. 43, n. 3, p. 319-326, 2008.

ZADOKS, 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.



**Embrapa**

---

**Soja**