

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**SAMUEL CRISTIAN DALLÓ**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE TRIGO SUBMETIDOS A  
DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS DE PLANTAS E DOSES DE NITROGÊNIO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2015**

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO DE AGRONOMIA

SAMUEL CRISTIAN DALLÓ

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE TRIGO SUBMETIDOS A  
DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS DE PLANTAS E DOSES DE NITROGÊNIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO  
2015

SAMUEL CRISTIAN DALLÓ

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE TRIGO SUBMETIDOS A  
DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS DE PLANTAS E DOSES DE NITROGÊNIO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Agronomia da  
Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná, Câmpus Pato Branco, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Giovani Benin

PATO BRANCO

2015

**Dalló, Samuel Cristian**

**Desempenho agronômico de cultivares de trigo submetidos a diferentes arranjos espaciais de plantas e doses de nitrogênio / Samuel Cristian Dalló**

**Pato Branco. UTFPR, 2015**

**50 f. : il. ; 30 cm**

**Orientador: Prof. Dr. Giovani Benin**

**Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2015.**

**Bibliografia: f. 45 – 51**

**1. Agronomia. 2. Densidade de semeadura 3. Espaçamento entrelinha 4. Rendimento de grãos. 5. Afilhos férteis. 6. Senescência de afilhos. I. Benin, Giovani, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. III. Desempenho agronômico de cultivares de trigo submetidos a diferentes arranjos espaciais de plantas e doses de nitrogênio.**

**CDD: 630**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Pato Branco  
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias  
**Curso de Agronomia**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **Trabalho de Conclusão de Curso - TCC**

#### **DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE TRIGO SUBMETIDOS A DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS DE PLANTAS E DOSES DE NITROGÊNIO**

por

**SAMUEL CRISTIAN DALLÓ**

Monografia apresentada às 10 horas 00 min. do dia 17 de agosto de 2015, como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

**Eng. Agr. Msc. Leomar Guilherme Woyann**  
UTFPR

**Eng. Agr. Diego Maciel Trevizan**  
UTFPR

**Prof. Dr. Giovani Benin**  
UTFPR  
Orientador

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

A minha família

**Dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pelas oportunidades que tem me dado, por ter me dado saúde, força, perseverança e paciência para enfrentar as dificuldades e superá-las.

Aos meus pais, Sérgio e Roseli, pelo apoio e incentivo em todos os momentos. Por terem me dado uma ótima educação podendo assim me tornar um homem de caráter. Também por nunca deixarem me faltar nada mesmo nos momentos difíceis. A eles minha eterna gratidão.

A minha namorada, Daiane Carnieletto, pela paciência, apoio e incentivo, por compartilhar comigo os momentos tristes e alegres, sendo muito importante nessa caminhada.

Ao meu orientador, Prof<sup>o</sup> Dr. Giovani Benin, pela orientação não só no TCC, mas também durante esses cinco anos de graduação, pelos conhecimentos compartilhados e pela amizade durante todo esse período.

Aos colegas do Fitomelhoramento da UTFPR, pela parceria, amizade, auxílio, conhecimentos compartilhados.

Aos colegas de graduação em Agronomia, pela amizade, pelo auxílio, pelo companheirismo durante esses cinco anos de graduação. Que essa amizade perdure para sempre.

Aos professores da UTFPR, pelos conhecimentos transmitidos, por me ajudarem a ser uma pessoa melhor e pela amizade construída nesse período.

A UTFPR, pela estrutura disponibilizada, permitindo o ótimo desenvolvimento das atividades e proporcionando um bom ambiente para o aprendizado.

Enfim, a todos que de alguma maneira ajudaram a chegar até aqui. A contribuição de cada um foi muito importante para vencer essa etapa. Muito obrigado.

A maior recompensa pelo nosso trabalho não é o que nos pagam por ele, mas aquilo em que ele nos transforma.

(John Ruskin)



## RESUMO

DALLÓ, Samuel Cristian. Desempenho agronômico de cultivares de trigo submetidos a diferentes arranjos espaciais de plantas e doses de nitrogênio. p. 53. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco, 2015.

O arranjo espacial de plantas é a combinação entre densidade de semeadura e espaçamento entre linhas. O nitrogênio é o nutriente mais demandado e o mais importante para a cultura do trigo. Esses fatores podem ser ajustados de acordo com as características de cada cultivar, tendo forte influência no rendimento de grãos e seus componentes. O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de arranjos espaciais de plantas e doses de nitrogênio no rendimento de grãos e seus componentes em dois cultivares de trigo. Os cultivares Ametista e CD 150 foram submetidos a quatro densidades de semeadura (150, 300, 450 e 600 sementes  $m^{-2}$ ), dois espaçamentos entre linhas (0,15 m e 0,25 m) e duas doses de nitrogênio (20  $kg\ ha^{-1}$  e 120  $kg\ ha^{-1}$ ). Os três fatores foram significativos para rendimento de grãos (RG) para os dois cultivares estudados, exceto doses de nitrogênio para o cultivar CD 150. Para o número de afilhos férteis (NAF) por metro linear, os três fatores foram significativos para os dois cultivares, exceto espaçamento entre linhas para o cultivar Ametista. O NAF esteve fortemente correlacionado com o RG e a senescência de afilhos é maior em condições severas de competição.

**Palavras-chave:** Rendimento de grãos, densidade de semeadura, espaçamento entrelinhas, afilhos férteis, senescência de afilhos.

## ABSTRACT

DALLÓ, Samuel Cristian. Agronomic traits of wheat cultivars under different spatial arrangements of plants and nitrogen rates. p. 53. Completion of Course Work – Agronomy Course, Federal University of Technology - Paraná - Câmpus Pato Branco, 2015.

The spatial arrangement of plants is the combination of seeding rate and row spacing. Nitrogen is the nutrient most demanded and most important nutrient wheat. These factors can be adjusted according to the characteristics of each cultivar such as height and tillering capacity, having strong influence on grain yield and its components. The objective of this study was to evaluate the effects of spatial arrangements of plants and nitrogen rates on grain yield and its components in two wheat cultivars. Cultivars Ametista and CD 150 were submitted to four seeding rates (150, 300, 450 and 600 seeds  $m^{-2}$ ), two row spacings (0,15 m and 0,25 m) and two rates of nitrogen (20  $kg\ ha^{-1}$  and 120  $kg\ ha^{-1}$ ). The three factors were significant for grain yield (GY) for both cultivars studied, except nitrogen rates for the cultivar CD 150. For the number of fertile tillers (NFT) per meter, three factors were significant for both cultivars except row spacing to tend Ametista. The NFT was strongly correlated with the GY. The tiller senescence is higher in severe conditions of competition.

**Key-words:** Grain yield, seeding rate, row spacing, fertile tillers, tillers senescence.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Imagem original (A) e imagem após a classificação (B). Nesse exemplo foi obtido os seguintes resultados: verde: 67,21%, solo: 5,89% e palha: 26,90%. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015. ....**28**
- Figura 2:** Rendimento de grãos do cultivar Ametista nas densidades de semeadura (A) e espaçamentos entre linhas (B). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015. ....**31**
- Figura 3:** Rendimento de grãos do cultivar CD 150 entre as densidades de semeadura (A), espaçamentos entre linhas (B), doses de N (C) e comparação de médias para a interação espaçamento entre linhas x doses de nitrogênio (D). (\*) Letras maiúsculas e letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si entre as doses de N e espaçamentos entre linhas, respectivamente, pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.....**32**
- Figura 4:** Número de afilhos férteis por metro linear do cultivar Ametista para as densidades de semeadura (A), espaçamentos entre linhas (B), doses de N (C) e comparação de médias para a interação espaçamento entre linhas x doses de nitrogênio (D). (\*) Letras maiúsculas e letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si nas doses de N e espaçamentos entre linhas, respectivamente, pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.....**34**
- Figura 5:** Número de afilhos férteis por metro linear do cultivar CD 150 entre as densidades de semeadura (A) e doses de N (B). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015. ....**34**
- Figura 6:** Correlações de Pearson entre número de afilhos férteis e rendimento de grãos para o cultivar Ametista. 1A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; 1C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1D: Espaçamento 0,25 m e

oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. (\*\*) (\*) Significativo a 1% e 5% respectivamente, pelo teste t. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015. ....36

**Figura 7:** Correlações de Pearson entre número de afillhos férteis e rendimento de grãos para o cultivar CD 150. 1A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; 1C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1D: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. (\*\*) (\*) Significativo a 1% e 5% respectivamente, pelo teste t. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015. ....37

**Figura 8:** Regressões para taxa de cobertura do solo pelo cultivar Ametista. 1A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; 1C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1D: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. D1, D2, D3 e D4: 150, 300, 450 e 600 sementes m<sup>-2</sup>. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015. ....41

**Figura 9:** Regressões para taxa de cobertura do solo pelo cultivar CD 150. 1A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; 1C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1D: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. D1, D2, D3 e D4: 150, 300, 450 e 600 sementes m<sup>-2</sup>. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015. ....42

**Figura 10:** Correlações de Pearson entre o teor de clorofila na antese e índice de área foliar do cultivar Ametista. 1A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; 1C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1D: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. (\*\*) (\*) Significativo a 1% e 5% respectivamente, pelo teste t. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.....43

**Figura 11:** Correlações de Pearson entre o teor de clorofila na antese e índice de área foliar do cultivar CD 150. 1A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; 1C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; 1D: Espaçamento 0,25 m

e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. (\*\*) (\*) Significativo a 1% e 5% respectivamente, pelo teste t. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.....**44**

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Descrição das cultivares, obtentor, ciclo, estatura e capacidade de perfilhamento. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.....**25**
- Tabela 2:** Detalhamento dos tratamentos utilizados no experimento, densidades de semeadura, doses de nitrogênio e espaçamento entre linhas. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015. ....**26**
- Tabela 3:** Análise química do solo da área onde foi semeado o experimento. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015. ....**26**
- Tabela 4:** Resumo da ANOVA para caracteres avaliados do cultivar Ametista e CD 150. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.....**30**
- Tabela 5:** Resultados obtidos através de cálculos de regressão e média dos caracteres, dos tratamentos em diferentes densidades de semeadura para o cultivar Ametista<sup>(1)</sup>. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.....**39**
- Tabela 6:** Resultados obtidos através de cálculos de regressões quadráticas e média dos caracteres, dos tratamentos em diferentes densidades de semeadura para o cultivar CD 150<sup>(1)</sup>. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015. ....**40**

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ANOVA	Análise da variância
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CD	Coodetec
DMPA	Dias após a semeadura para Máxima Produção de Afilhos
EUN	Eficiência de Uso do Nitrogênio
ha	Hectare
IAF	Índice de Área Foliar
kg	Kilogramas
m	Metro
MPA	Máxima Produção de Afilhos
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
N	Nitrogênio
NAF	Número de Afilhos Fértis
OR	Ottoni Rosa
PMET	Ponto de Máxima Eficiência Técnica
R <sup>2</sup>	Coefficiente de determinação
RG	Rendimento de grãos
SA	Senescência de Afilhos
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	19
2.1 OBJETIVOS GERAIS .....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	20
3.1 A CULTURA DO TRIGO E SUA IMPORTÂNCIA.....	20
3.2 ARRANJO ESPACIAL DE PLANTAS .....	21
3.2.1 Densidades de semeadura .....	21
3.2.2 Espaçamentos entre linhas .....	22
3.3 ADUBAÇÃO NITROGENADA.....	23
3.3.1 Nitrogênio na Planta.....	23
3.3.2 Adubação Nitrogenada em Trigo .....	23
<b>4. MATERIAL E METODOS</b> .....	25
4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	25
4.2 CARACTERES AGRONÔMICOS AVALIADOS.....	26
4.2.1 Rendimento de grãos.....	26
4.2.2 Número de afilhos .....	27
4.2.3 Teor De Clorofila .....	27
4.3 TAXA DE COBERTURA DO SOLO PELA CULTURA .....	27
4.3.1 Índice de Área Foliar (IAF) .....	28
4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	30
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	46
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	47



## 1. INTRODUÇÃO

Considerada uma cultura de grande relevância para a alimentação humana em todo o mundo, o trigo também se torna importante no ponto de vista econômico e ambiental, por ser uma das únicas culturas de inverno que possibilita retorno financeiro satisfatório ao produtor e também por ser uma ótima alternativa para a rotação de culturas e manutenção da palhada no solo.

A área de cultivo de trigo no Brasil situa-se predominantemente na região Sul do país. Na safra de 2014, a produção brasileira de trigo foi de 5,9 milhões de toneladas, sendo 3,7 milhões de toneladas produzidas pelo Estado do Paraná. No entanto, o volume atual produzido não supre a demanda brasileira, que é atualmente, de aproximadamente 12 milhões de toneladas (CONAB, 2015). A produtividade é considerada baixa se compararmos a outros países. Dessa forma, a adoção de novos métodos de manejo, escolha da cultivar correta e do nível tecnológico empregado são essenciais para a obtenção de altas produtividades.

De modo geral, o nitrogênio (N) é o fator mais limitante para a obtenção de altas produtividades em trigo (TEIXEIRA FILHO et al., 2010; LERNER et al., 2013; BARRACLOUGH et al., 2014) por ser o nutriente mais demandado pela cultura (FU et al., 2014). As cultivares modernas de trigo são mais exigentes em nitrogênio, porém mais responsivas a esse elemento (BECHE et al., 2014; GAJU et al., 2014). Isto mostra que a adubação nitrogenada se torna cada vez mais essencial para o sucesso da cultura, mas representa um custo significativo para o tricultor.

A aplicação correta de N, época de plantio, densidade de semeadura e espaçamento entre linhas são algumas das técnicas de manejo que podem ser ajustadas de acordo com as condições climáticas e as características da cultivar utilizada (ZECEVIC et al., 2014). Vários estudos documentam que a adubação nitrogenada (BENIN et al., 2012; NIKOLIC et al., 2012; NOURELDIN et al., 2013), densidade de semeadura (ARDUINI et al., 2006; VALÉRIO et al., 2008; SILVEIRA et al., 2010; TAVARES et al., 2014) e espaçamento entre linhas (HUSSAIN et al., 2012; ZHOU et al., 2012; PANDEY et al., 2013; SANDLER et al., 2014) afetam significativamente o rendimento de grãos e seus componentes.

O arranjo espacial de plantas é resultante da combinação entre densidade de semeadura e espaçamento entre linhas. Com isso, pode afetar a

competição entre plantas por espaço, luz, água e nutrientes refletindo no crescimento e desenvolvimento individual das plantas (ARDUINI et al., 2006).

A utilização incorreta da combinação cultivar x densidade de sementeira x espaçamento x dose de N pode acarretar no acamamento de plantas em altas doses de N (ZAGONEL et al., 2002), maior senescência de afilhos (HILTBRUNNER et al., 2005; SCHILLINGER & WUEST, 2014), elevada incidência de doenças (BACCAR et al., 2011) e menor taxa fotossintética nas folhas baixas (PROVENZI et al., 2012).

A densidade de sementeira é uma das práticas culturais que mais afetam o rendimento de grãos (VALÉRIO et al., 2008), pois está diretamente ligada com a capacidade da planta em produzir afixos férteis (OZTURK et al., 2006). Este fato torna o ajuste adequado da densidade de sementeira peça-chave para alcançar os rendimentos desejados. Entretanto, os genótipos de trigo diferem quanto a capacidade de perfilhamento muitas vezes mantendo o rendimento de grãos em densidades abaixo do recomendado. Isso é possível graças à elevada plasticidade da cultura, compensando a falta ou excesso de um componente com o ajuste de outro (VALÉRIO et al., 2008; ESPINDULA et al., 2010; FIOREZE & RODRIGUES, 2012).

Neste contexto, o uso de arranjos espaciais que maximizem o desempenho dos componentes do rendimento, ajustado para diferentes cultivares, pode resultar em maior produtividade de grãos, com rentabilidade e sustentabilidade ambiental. Desta forma, este trabalho se propõe estudar o efeito de diferentes arranjos espaciais de plantas e doses de nitrogênio sobre o desempenho agrônômico de dois cultivares de trigo.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a o efeito de diferentes arranjos espaciais de plantas e doses de nitrogênio (N) sobre o desempenho agrônômico dos cultivares de trigo Ametista e CD 150.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito dos diferentes arranjos espaciais de plantas (densidade de semeadura e espaçamento entre linhas) sobre o rendimento de grãos dos cultivares avaliados.
- Avaliar o número de afilhos férteis por metro linear nos diferentes arranjos espaciais de plantas e doses de nitrogênio.
- Avaliar a taxa de sobrevivência de afilhos nos diferentes arranjos espaciais de plantas e doses de N.
- Avaliar a taxa de cobertura do solo nos diferentes arranjos espaciais de plantas e doses de N.
- Avaliar o teor de clorofila na antese nas diferentes densidades de semeadura, espaçamento entre linhas e doses de nitrogênio.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A CULTURA DO TRIGO E SUA IMPORTÂNCIA

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma das principais gramíneas cultivadas no mundo, juntamente com o milho e o arroz. É amplamente utilizado para a alimentação humana por ser uma fonte excelente de amido, e em concentrações menores, de proteínas, lipídeos, fibras e minerais (RODRIGHERO et al., 2015). Seu subproduto, a farinha, destina-se a fabricação de vários alimentos como pães, massas e biscoitos para alimentação humana e do farelo usado na alimentação animal (GAO et al., 2012).

Essa gramínea possui grande importância no agronegócio brasileiro, pois abrange diversas áreas como pesquisa, produção, industrialização e comercialização, proporcionando a geração de milhares de empregos (RODRIGUES et al., 2014). Essa cultura também apresenta importância para a sustentabilidade de pequenas e médias propriedades do Sul do Brasil, onde se insere perfeitamente em esquemas de rotação de culturas (NUNES et al., 2011).

Embora o trigo seja cultivado sob diferentes condições climáticas, é no clima temperado que ocorre seu melhor desenvolvimento (GOODING, 2009). Em função disso, no Sul do Brasil é onde se concentra a maior produção de trigo brasileira. Os estados do Paraná e Rio Grande do Sul foram responsáveis por aproximadamente 88% da produção nacional na safra 2014. A produção total de trigo no Brasil na última safra foi de 5,9 milhões de toneladas. Esse montante representa aproximadamente 50% do volume total consumido internamente, tornando o Brasil um dos principais países importadores de trigo (CONAB, 2015; SILVA et al., 2015).

As cultivares atualmente utilizadas para plantio apresentam porte baixo, reduzindo, dessa forma, a incidência de acamamento. O alto potencial para rendimento de grãos das cultivares modernas pode ultrapassar os 5000 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto as cultivares pioneiras alcançavam em média 1500 kg ha<sup>-1</sup> (SCHEEREN et al., 2002; TAVARES et al., 2011). Estudos comparando cultivares antigas e modernas tem mostrado significativo ganho genético. Rodrigues et al (2002) relataram ganho genético de 1,54% ao ano enquanto Beche et al (2014) encontraram valores de até 0,82% ao ano.

## 3.2 ARRANJO ESPACIAL DE PLANTAS

O arranjo espacial de plantas pode ser definido como a combinação entre densidade de semeadura e espaçamento entre linhas de plantio (PIRES et al., 2005), afetando a competição pelos recursos do ambiente, como água, luz e nutrientes. Além disso, o uso adequado dessas práticas culturais favorece a supressão de plantas invasoras (FAHAD et al., 2015).

### 3.2.1 Densidades de semeadura

A densidade de semeadura, principalmente, é considerada peça-chave para alcançar altas produtividades, sendo ajustada de acordo com a capacidade de perfilhamento da cultivar e tolerância ao acamamento (FIOREZE et al., 2012). O ajuste correto da densidade de semeadura proporciona maior equilíbrio entre os componentes de rendimento, resultando em maior produtividade (VALÉRIO et al., 2013).

Alguns autores relatam o efeito significativo da densidade de semeadura sobre os caracteres agronômicos e produtividade de grãos. Arduini et al., (2006) avaliando densidades de 200, 250 e 400 sementes  $m^{-2}$  em três cultivares de *Triticum durum* encontraram diferenças para peso da espiga, número de espigas  $m^{-2}$ , número de grãos por espiga e no rendimento de grãos entre as três cultivares. No entanto, Tavares et al. (2014) não encontraram diferença no rendimento de grãos utilizando densidades de 150, 250, 350 e 450 plantas  $m^{-2}$ . Já Silveira et al., (2010) observaram maior rendimento de grãos quando utilizaram densidade de plantas  $m^{-2}$  de 350, 500 e 600, em relação as densidades de 50 e 200 plantas  $m^{-2}$ .

Avaliando os efeitos de diferentes densidades de semeadura sob a eficiência de uso do nitrogênio (EUN) em duas cultivares de trigo por dois anos, Dai et al., (2013) encontraram diferença significativa para uma das cultivares avaliadas. A EUN foi maior na densidade de 405 sementes  $m^{-2}$ , enquanto, a menor EUN foi observada na densidade de 135 sementes  $m^{-2}$ .

### 3.2.2 Espaçamentos entre linhas

O ajuste do espaçamento entre linhas desempenha importantes funções no desenvolvimento da cultura. Dentre elas está a otimização da capacidade de perfilhamento da cultura (THORSTED et al., 2006) e utilização eficiente da luz, água e nutrientes (HUSSAIN et al., 2012). Além disso, o espaçamento pode modificar a arquitetura da planta, competência fotossintética das folhas e o particionamento de matéria seca (SAMANI et al., 1999).

Da mesma forma, diferentes espaçamentos entre linhas podem afetar o perfilhamento das plantas, além da competição por luz, água e nutrientes (ARDUINI et al., 2006; KALPANA et al., 2014). O uso de espaçamento reduzido contribui no controle de plantas daninhas, devido ao rápido fechamento das entrelinhas além de proporcionar a conservação da umidade do solo (HUSSAIN et al., 2003; BOSTRÖM et al., 2012).

Estudos mostram a influência dessas técnicas de manejo sobre o rendimento de grãos e seus componentes. Hussain et al., (2012) observaram diferenças significativas no número de afilhos férteis e número de grãos por espiga utilizando três cultivares de trigo em quatro espaçamentos entre linhas diferentes (15, 20, 25 e 30 cm). O rendimento de grãos diminuiu conforme se aumentou o espaçamento. Porém em trabalho realizado por Pandey et al (2013) utilizando espaçamentos entre linhas de 15, 20 e 25 cm, o rendimento de grãos não diferiu entre os tratamentos. Entretanto, encontraram diferença no número de afilhos férteis e índice de colheita.

Quando as plantas se desenvolvem em condições severas de competição e de baixa disponibilidade de recursos, apresentam redução na taxa de crescimento afetando a determinação do número de grãos por unidade de área. No entanto, a proporção de luz interceptada pelo dossel é atingida antes e é maior em altas densidades. Dessa forma, quando o cultivo alcança 95% de interceptação luminosa antes de iniciar o crescimento da espiga, o rendimento da cultura será determinado independente do número de plantas estabelecidas na área (KRUIKE & SATORRE et al., 2003).

### 3.3 ADUBAÇÃO NITROGENADA

#### 3.3.1 NITROGÊNIO NA PLANTA

O nitrogênio é absorvido pelas plantas nas formas de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e amônio ( $\text{NO}_4^+$ ). A quantidade de nitrogênio absorvido varia de acordo com o estágio de desenvolvimento das plantas. A taxa de absorção aumenta progressivamente durante o crescimento vegetativo, atingindo o máximo durante a fase reprodutiva e decrescendo na fase de enchimento de grãos (BREDEMEIER & MUNDSTOCK, 2000).

O nitrogênio na planta exerce várias funções determinantes para seu desenvolvimento. Este nutriente é constituinte de muitos componentes da célula vegetal, dentre eles a clorofila (TAIZ & ZIEGER, 2006). Theago et al. (2014) observaram aumento linear nas concentrações de clorofila em quatro doses de N (50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup>). Isso se atribui ao fato de que 50 a 70% do N total da folha compõem as enzimas que estão associadas aos cloroplastos. Segundo Hassan et al. (2009), genótipos que mantêm maior teor de clorofila A e clorofila B durante o período de crescimento apresentam maior capacidade fotossintética e elevada produção de biomassa.

A deficiência de nitrogênio nas plantas pode ser verificada inicialmente pela rápida paralisação do crescimento. Em tempo, se esta deficiência persistir iniciará o amarelecimento ou clorose das folhas. Em condições severas de deficiência as folhas tornam-se completamente amareladas e caem. Os sintomas de deficiência de N surgem primeiramente nas folhas mais velhas (TAIZ & ZIEGER, 2006).

#### 3.3.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA EM TRIGO

Em gramíneas, e em especial na cultura do trigo, o N é o nutriente mais demandado (VIANA e KIEHL, 2010). O uso da adubação nitrogenada é um dos principais fatores responsáveis pelo aumento da produtividade da cultura (ZAGONEL et al., 2002; MUELLER et al., 2012; SILVA et al., 2014).

A fonte principal de nitrogênio no solo é a matéria orgânica, entretanto, grande parte deste N não está disponível ou não é suficiente para as necessidades

das plantas (MENEZHIN et al., 2008; SILVA et al., 2008). Dessa forma, a aplicação de N nas lavouras representa um dos principais e mais importantes manejos da cultura do trigo.

O uso crescente de cultivares de alto potencial produtivo implica na maior utilização de insumos, principalmente nitrogênio. A aplicação errônea implica em inúmeros fatores negativos. Por um lado, a falta de nitrogênio pode limitar a produtividade, o excesso pode reduzi-la e aumentar os custos ao produtor, além de danos ambientais, pela lixiviação de nitrato (TEIXEIRA FILHO et al, 2007; ASPLUND et al., 2014). Dessa forma, pesquisas sobre as doses corretas a serem aplicadas se fazem necessárias para minimizar essas perdas.

De acordo com Zagonel et al (2002), a dose de N a ser utilizada deve ser baseada na estatura da cultivar e na fertilidade do solo. Para cultivares de porte alto e em condições de alta fertilidade, recomendam-se as doses menores, a fim de evitar o acamamento das plantas (PRANDO et al., 2013). No geral, a dose de N utilizada varia de 30 a 60 kg ha<sup>-1</sup>. Porém algumas cultivares podem responder até 120 kg ha<sup>-1</sup> do elemento. Nesse caso, é recomendado o parcelamento da dose, a fim de aumentar seu aproveitamento (ZAGONEL et al., 2002).



## 4. MATERIAL E METODOS

### 4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido na área experimental do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Pato Branco (altitude de 764 m, latitude de 26°10'38"S e longitude 52°41'24"W) na safra agrícola de 2014. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com textura argilosa e o clima catalogado como Cfa (clima temperado úmido com verão quente) (KÖPPEN & GEIGER, 1928).

Foram avaliados dois cultivares de trigo (Tabela 01) sob quatro densidades de semeadura, duas doses de nitrogênio e dois espaçamentos entre linhas (Tabela 02).

**Tabela 1:** Descrição dos cultivares, obtentor, ciclo, estatura e capacidade de perfilhamento. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Cultivares	Obtentor	Ciclo	Estatura	Perfilhamento
Ametista	OR Sementes	Precoce	Média	Médio/alto
CD 150	Coodetec	Precoce	Baixa	Baixo

O experimento foi conduzido sob delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 4x2x2 (densidade x doses x espaçamentos) (Tabela 02). As unidades experimentais consistiram de 6 m de comprimento e 1,54 m de largura, totalizando 9,24 m<sup>2</sup>.

O plantio foi realizado no dia 15 de junho com auxílio de uma semeadora de parcelas marca Semina. A adubação de base foi efetuada de acordo os resultados da análise de solo (Tabela 3). A aplicação da dose 20 kg de N ha<sup>-1</sup> foi realizada no estádio de duplo anel da cultura, e a dose de 120 kg de N ha<sup>-1</sup> foi dividida em duas aplicações, 60 kg de N ha<sup>-1</sup> no estádio de duplo anel e 60 kg de N ha<sup>-1</sup> no estádio de espiguetas terminal. A fonte de nitrogênio utilizada foi a uréia (45% N). O manejo de pragas e doenças seguiu as indicações técnicas para a cultura do trigo (RCBPTT, 2014).

**Tabela 2:** Detalhamento dos tratamentos utilizados no experimento, densidades de semeadura, doses de nitrogênio e espaçamento entre linhas. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Densidades (Sementes m <sup>-2</sup> )	Doses de N (kg ha <sup>-1</sup> )	Espaçamentos (m)
150	20	0,15
		0,25
	120	0,15
		0,25
300	20	0,15
		0,25
	120	0,15
		0,25
450	20	0,15
		0,25
	120	0,15
		0,25
600	20	0,15
		0,25
	120	0,15
		0,25

**Tabela 3:** Análise química do solo da área onde foi semeado o experimento. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

pH	H+Al	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	P	M.O.	V	M
CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	%	
4,85	4,20	0,075	5,7	1,7	0,3	10,05	69,02	64,7	1,01

## 4.2 CARACTERES AGRONÔMICOS AVALIADOS

### 4.2.1 Rendimento de grãos

No estágio de maturação de colheita efetuou-se a colheita da área útil da parcela com o auxílio de uma colhedora de parcelas. Após, o trigo foi limpo e seco até atingir massa constante para a determinação da produtividade. A massa

dos grãos foi corrigida para 13% de umidade. Posteriormente, foi estimado o rendimento de grãos por área ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

#### 4.2.2 Número de afilhos

A dinâmica do afilhamento foi determinada a partir da contagem do número de afilhos emitidos pelas plantas amostradas. As amostragens foram realizadas semanalmente. A primeira avaliação ocorreu no início do perfilhamento e a última no espigamento. A última avaliação consistiu na contagem do número de afilhos férteis para a obtenção do número de espigas por metro linear. A avaliação será realizada em um metro linear por parcela.

#### 4.2.3 Teor De Clorofila

O teor de clorofila total (A+B) foi mensurado no estágio de antese (Z60; Zadoks, 1974). Foram realizadas leituras na posição central da folha bandeira totalmente expandida em dez plantas por parcela, utilizando um medidor eletrônico portátil de clorofila (modelo ClorofiLOG CFL 1030, Falker, Brasil). Esse sensor analisa três faixas de frequência de luz e utilizando os índices de absorção em diferentes frequências determina o teor relativo de clorofila com base na presença de clorofila A ( $\text{Chl}_A$ ), clorofila B ( $\text{Chl}_B$ ) e A+B ( $\text{Chl}_{A+B}$ ).

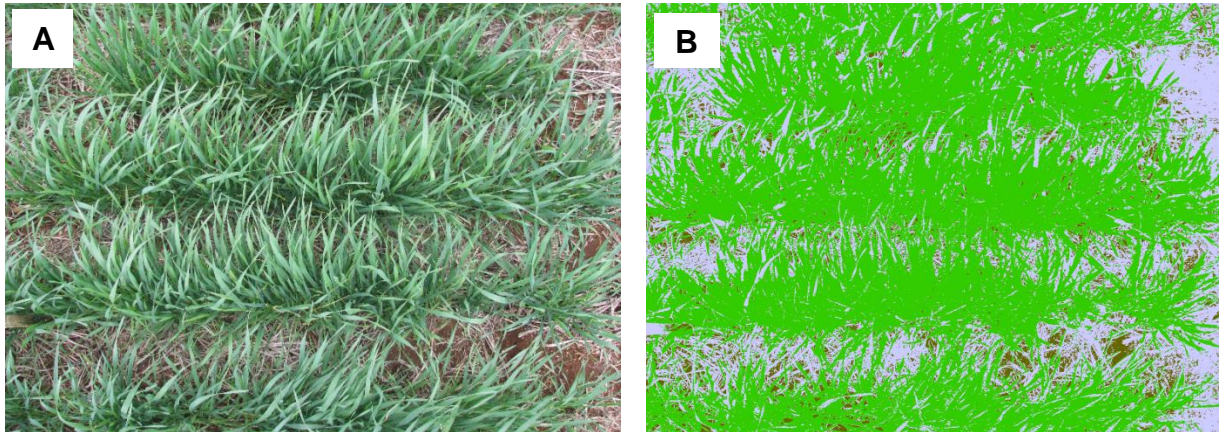
#### 4.3 TAXA DE COBERTURA DO SOLO PELA CULTURA

A taxa de cobertura do solo pela cultura foi obtida através da análise de imagens. Essas imagens foram capturadas semanalmente, em todas as parcelas, em um período de 40 dias. As fotografias foram obtidas por meio de uma câmera fotográfica digital Canon com resolução de 8,0 mega pixels. As fotografias geradas pela câmera consistem de 3264 pixels de largura e 2448 pixels de altura.

A área de captura da imagem foi limitada por estacas. A câmera foi posicionada a 1,5 metros de altura sobre a parcela a fim de englobar área idêntica em todas as avaliações.

Posteriormente, as imagens foram analisadas por meio do programa SisCob v. 1.0 (software para análise da cobertura do solo) (JORGE & SILVA, 2009)

disponibilizado pela Embrapa Instrumentação Agropecuária. Essa análise é realizada por uma rede neural onde foram pré-definidos padrões de cores para cada constituinte da imagem. A cor verde representa o trigo, a cor cinza a palhada e a cor marrom como representante do solo (Figura 1). O cálculo da porcentagem de cobertura se deu para cada padrão de cor.



**Figura 1:** Imagem original (A) e imagem após a classificação (B). Nesse exemplo foi obtido os seguintes resultados: verde: 67,21%, solo: 5,89% e palha: 26,90%. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

#### 4.3.1 Índice de Área Foliar (IAF)

O índice de área foliar foi obtido através da fórmula descrita por Foulkes et al. (2009):

$$IAF = \frac{m^{-2} \text{ área verde } ha^{-1}}{m^{-2} \text{ solo } ha^{-1}},$$

onde se utilizou os dados fornecidos pelo programa SisCob v. 1.0, convertidos para hectare (ha).

#### 4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O experimento foi avaliado em modelo fatorial triplo, considerando densidade de semeadura, dose de nitrogênio e espaçamentos entre linhas como efeitos fixos. A depender da significância para os caracteres avaliados foram realizadas regressões polinomiais para os fatores quantitativos e comparação de médias para os fatores qualitativos. A regressões polinomiais foram realizadas com

o auxílio do programa SigmaPlot 12.0 (Systat Software, Inc.). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. As análises foram realizadas com o auxílio do software Genes (CRUZ, 2013).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os caracteres rendimento de grãos (RG) e número de afilhos férteis (NAF) foram significativos ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ) para a maioria dos efeitos estudados, exceto o efeito de doses de N para RG no cultivar Ametista e espaçamento entre linhas para NAF no cultivar CD 150. A interação entre espaçamentos entre linhas x doses de N foi significativa para RG no cultivar CD 150 e para NAF no cultivar Ametista. Os coeficientes de variação (CV) foram relativamente baixos, variando de 7,55% a 11,99% para NAF e de 12,61% a 20,21% para RG, indicando boa precisão experimental (Tabela 4).

**Tabela 4:** Resumo da ANOVA para caracteres avaliados do cultivar Ametista e CD 150. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

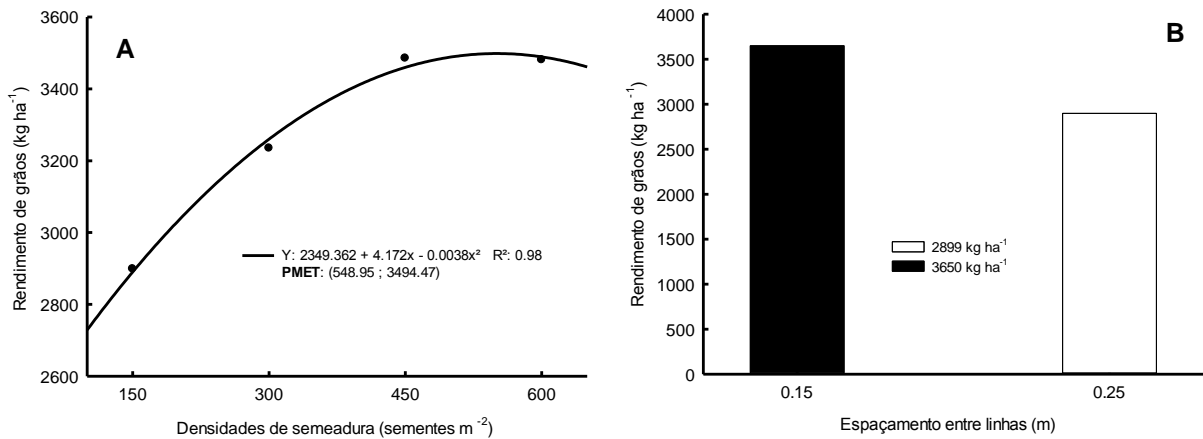
Caracteres	Fontes de Variação							CV (%)
	(A)	(G)	(L)	A x G	A x L	G x L	A x G x L	
<b>AMETISTA</b>								
<i>Quadrado Médio</i>								
RG	919886,3*	6777027**	753504,1 <sup>ns</sup>	35028,4 <sup>ns</sup>	177708,5 <sup>ns</sup>	39905,3 <sup>ns</sup>	35098,9 <sup>ns</sup>	12,61
NAF	285,4**	4721,7**	1645**	134,5 <sup>ns</sup>	129,5 <sup>ns</sup>	1692,2**	140,9 <sup>ns</sup>	7,55
<b>CD 150</b>								
<i>Quadrado Médio</i>								
RG	2241946**	2085834*	3417601,3*	202155,5 <sup>ns</sup>	124529,9 <sup>ns</sup>	2133633*	90665,4 <sup>ns</sup>	20,21
NAF	4856,6**	999,2 <sup>ns</sup>	4313**	253,6 <sup>ns</sup>	125,4 <sup>ns</sup>	1312,5 <sup>ns</sup>	220,1 <sup>ns</sup>	11,99

(A): Densidades; (G): Espaçamentos; (L): Doses de N; CV: Coeficiente de Variação; RG: Rendimento de grãos; NAF: Número de Afilhos Férteis; CV: Coeficiente de Variação. (\*) (\*\*) Significativo a 5% e a 1% de probabilidade de erro.

Para o cultivar Ametista o maior RG foi obtido na densidade de 450 sementes  $m^{-2}$  com 3485  $kg\ ha^{-1}$  e o menor RG na densidade de 150 sementes  $m^{-2}$  com 2898  $kg\ ha^{-1}$ . O ponto de máxima eficiência técnica (PMET) foi de 549 sementes  $m^{-2}$  com RG de 3495  $kg\ ha^{-1}$  (Figura 2). É importante ressaltar que a densidade de semeadura recomendada pelo obtentor para esse cultivar é de 300 a 330 sementes  $m^{-2}$ .

Para o cultivar CD 150, o maior RG foi obtido na densidade de semeadura de 600 sementes  $m^{-2}$  (2825  $kg\ ha^{-1}$ ), seguido pela densidade de 450 sementes  $m^{-2}$  (2680  $kg\ ha^{-1}$ ). O menor RG foi obtido na menor densidade, 150 sementes  $m^{-2}$ , com 1864  $kg\ ha^{-1}$ . O PMET foi alcançado na densidade de 513 sementes  $m^{-2}$  com RG de 2826  $kg\ ha^{-1}$  (Figura 3). Para esse cultivar, a recomendação do obtentor é de 300 a 350 sementes  $m^{-2}$ . Diferenças significativas

na produtividade de grãos de trigo em relação a diferentes densidades de semeadura são relatadas por diversos autores (FANG et al., 2010; SILVEIRA et al., 2010; VALÉRIO et al., 2013; DAI et al., 2014; MUNSIF et al., 2014; TAVARES et al., 2014).



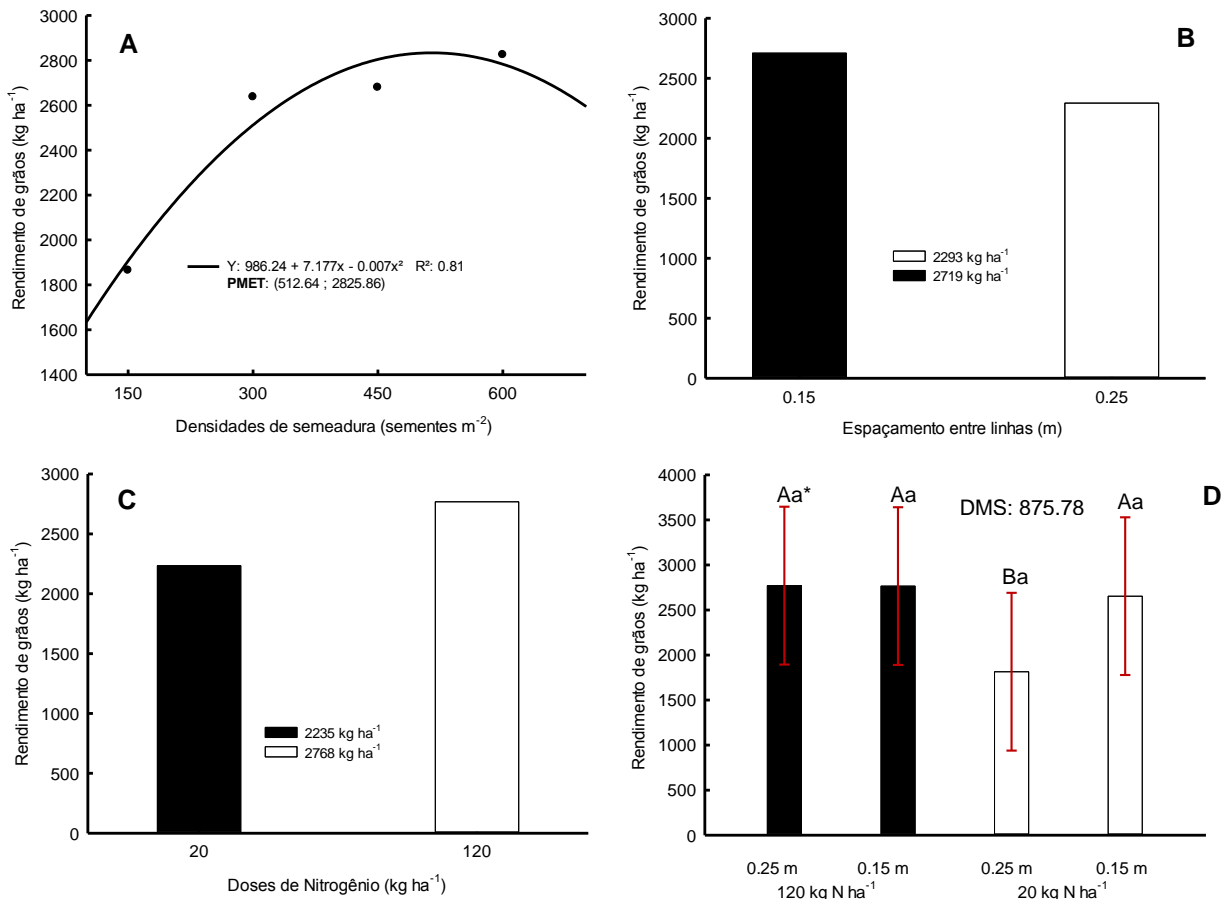
**Figura 2:** Rendimento de grãos do cultivar Ametista nas densidades de semeadura (A) e espaçamentos entre linhas (B). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Os cultivares Ametista e CD 150 apresentaram comportamento diferenciado quanto à densidade de semeadura em relação ao RG, como já discutido acima. Estes resultados podem estar relacionados ao efeito compensatório da planta em modificar ou ajustar os demais componentes do rendimento, ou seja, a menor quantidade de afilhos férteis foi provavelmente compensada por outro componente do rendimento como número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e massa de mil grãos. Isso demonstra que em cultivares com alta capacidade de perfilhamento, o número de afilhos inférteis também é maior, sendo imprescindível o ajuste adequado da densidade de semeadura (VALÉRIO et al., 2008).

O espaçamento de 0,15 m proporcionou o maior RG para o cultivar Ametista (3650 kg ha<sup>-1</sup>), enquanto que o espaçamento 0,25 m apresentou um RG de 2899 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 2). O mesmo comportamento foi verificado no cultivar CD 150 onde o RG no espaçamento 0,15 m (2719 kg ha<sup>-1</sup>) foi superior ao espaçamento 0,25 m (2293 kg ha<sup>-1</sup>) (Figura 3).

A maior produtividade no espaçamento de 0,15m está relacionada com a melhor distribuição das plantas na área, maximizando a eficiência de

utilização da luz, água e nutrientes (ZHONG et al., 2015). Efeitos (positivo ou negativos) do espaçamento entre linhas sobre a produtividade de grãos do trigo também são relatados por Hussain et al. (2012), Zhou et al. (2012), Fahad et al. (2015) e Zhong et al. (2015). Além disso, o uso de espaçamentos reduzidos auxilia no controle de plantas daninhas, devido ao rápido fechamento das entre linhas (FAHAD et al., 2015).



**Figura 3:** Rendimento de grãos do cultivar CD 150 entre as densidades de sementeira (A), espaçamentos entre linhas (B), doses de N (C) e comparação de médias para a interação espaçamento entre linhas x doses de nitrogênio (D). (\*) Letras maiúsculas e letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si entre as doses de N e espaçamentos entre linhas, respectivamente, pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Para as doses de N utilizadas no cultivar CD 150, o maior RG foi obtido na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> (2768 kg ha<sup>-1</sup>) e o menor RG na dose de 20 kg ha<sup>-1</sup> com 2235 kg ha<sup>-1</sup>. A interação entre espaçamento entre linhas x doses de N foi

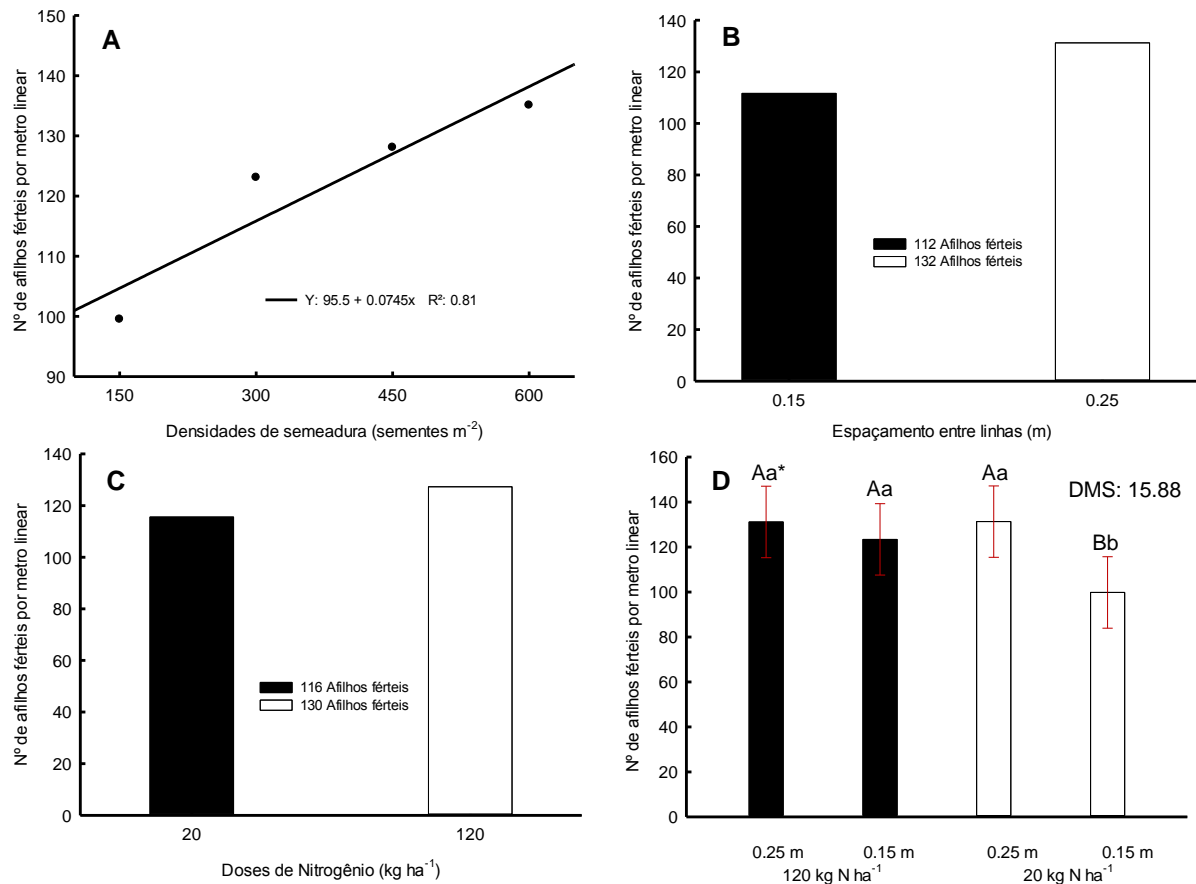


significativa. Contudo, os espaçamentos entre linhas não diferiram estatisticamente para as doses de N aplicadas. Entretanto, as doses de N diferiram para os espaçamentos utilizados (Figura 3D).

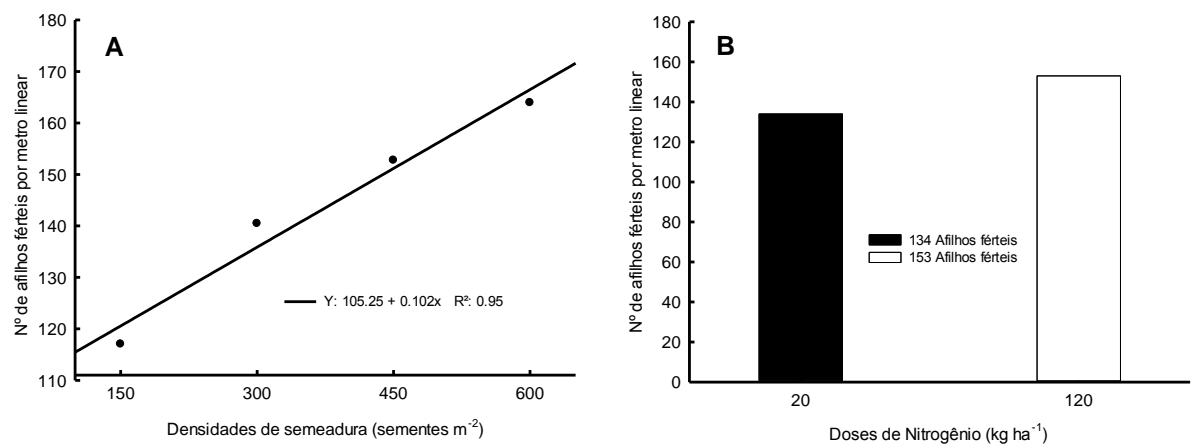
O NAF obteve resposta linear positiva em relação as densidades de semeadura para os cultivares Ametista (Figura 4A) e CD 150 (Figura 5A). O maior NAF foi de 135 para o cultivar Ametista e 164 para o cultivar CD 150, sendo obtidos na maior densidade de semeadura. A menor produção de afilhos férteis foi de 99 e 117 para os cultivares Ametista e CD 150, respectivamente, na menor densidade de semeadura utilizada. Essa diferença está relacionada com a capacidade genética que cada genótipo tem em produzir afilhos férteis (VALÉRIO et al., 2008).

Para o cultivar Ametista, os espaçamentos entre linhas diferiram entre si para o NAF. O espaçamento entre linha 0,25 m alcançou a produção de 132 afilhos férteis por metro linear. Já para o espaçamento 0,15 m foram obtidos 112 afilhos férteis (Figura 4B).

A produção de afilhos férteis diferiu entre as doses de N aplicadas para os dois cultivares estudados. A dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> foi responsável pela maior produção de afilhos férteis com 130 para o cultivar Ametista (Figura 4C) e 153 para o cultivar CD 150 (Figura 5B). Associação positiva entre NAF e alta oferta de N foram observadas por Benin et al. (2012) em estudo conduzido por dois anos. A interação para espaçamento entre linhas e doses de N foi significativa. Contudo, os espaçamentos entre linhas diferiram estatisticamente para cada dose de N aplicada. Além disso, as doses de N diferiram significativamente para cada espaçamento utilizado (Figura 4D).



**Figura 4:** Número de afilhos férteis por metro linear do cultivar Ametista para as densidades de semeadura (A), espaçamentos entre linhas (B), doses de N (C) e comparação de médias para a interação espaçamento entre linhas x doses de nitrogênio (D). (\*) Letras maiúsculas e letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si nas doses de N e espaçamentos entre linhas, respectivamente, pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.



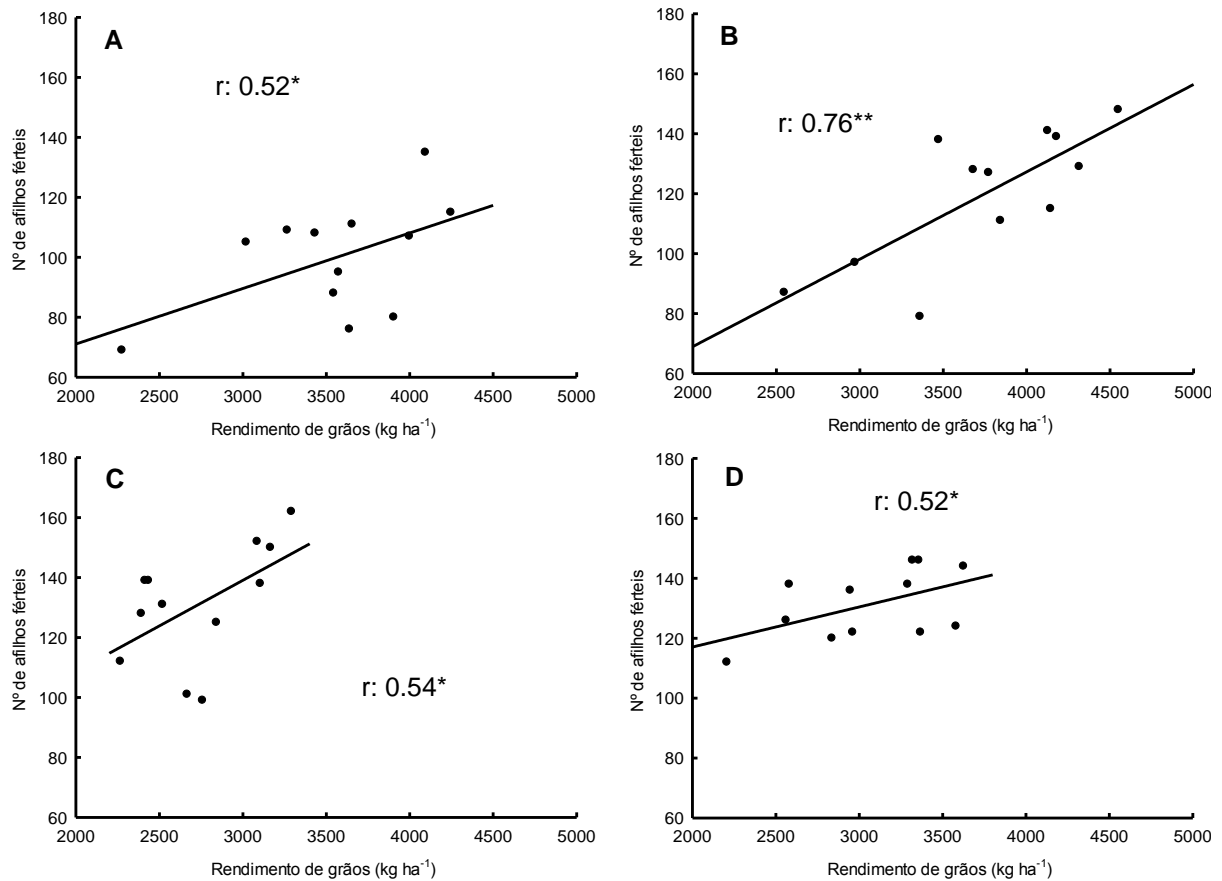
**Figura 5:** Número de afilhos férteis por metro linear do cultivar CD 150 entre as densidades de semeadura (A) e doses de N (B). UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Segundo Mundstock (1999) e Valério et al. (2008), a produtividade brasileira de trigo está abaixo da média devido a baixa participação dos afilhos férteis na composição do rendimento de grãos. Este fato demonstra que ocorre ajuste falho na densidade de semeadura, posto que os genótipos apresentam alta diversidade no potencial de afilhamento (VALÉRIO et al., 2008).

A densidade de semeadura influencia de forma expressiva o rendimento de grãos e seus componentes (FIOREZE et al., 2012). Além disso, o rendimento de grãos está fortemente relacionado com a capacidade do genótipo em produzir afilhos férteis (OZTURK et al., 2006; VALÉRIO et al., 2008).

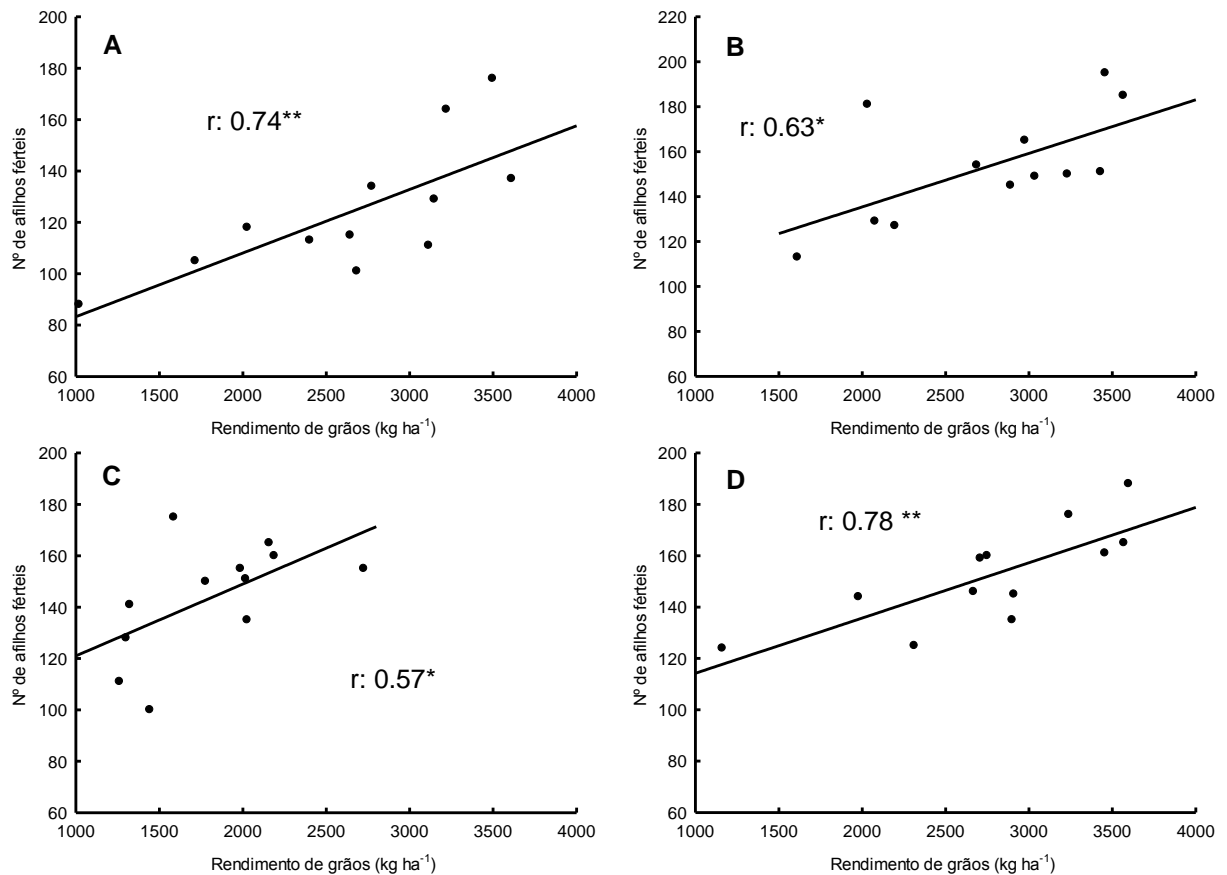
Nas figuras 6 e 7 observam-se as correlações entre NAF e RG para os cultivares Ametista e CD 150, respectivamente. Os coeficientes de correlação de Pearson obtidos neste trabalho revelaram a existência de diferença de magnitude entre os caracteres estudados (DANCEY & REIDY, 2006).

Os valores de correlações para o cultivar Ametista e CD 150 foram positivos e significativos para todos os tratamentos, demonstrando que para esses cultivares, o RG final é influenciado pelo NAF. O maior valor de correlação para o cultivar Ametista foi obtido pelo tratamento com alta oferta de N ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e espaçamento 0,15 m ( $r=0,76$ ) (Figura 6B). Os menores valores foram obtidos pelos tratamentos com baixa oferta de N ( $20 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e espaçamento 0,15 m ( $r=0,52$ ) e alta oferta de N e espaçamento 0,25 m ( $r=0,52$ ).



**Figura 6:** Correlações de Pearson entre número de filhos férteis e rendimento de grãos para o cultivar Ametista. A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; D: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. (\*\*) (\*) Significativo a 1% e 5% respectivamente, pelo teste t. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Para o cultivar CD 150 o maior valor de correlação foi obtido no tratamento com alta oferta de N e espaçamento 0,25 m ( $r=0,78$ ) (Figura 7D) e a menor correlação pelo tratamento com baixa oferta de N e espaçamento 0,25 m ( $r=0,57$ ) (Figura 7C). Diante disso, verifica-se que a adubação nitrogenada e a distribuição espacial das plantas por unidade de área potencializam o NAF e por consequência o RG, uma vez que o NAF constitui um dos mais importantes componentes do RG em trigo.



**Figura 7:** Correlações de Pearson entre número de afilhos férteis e rendimento de grãos para o cultivar CD 150. A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; D: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. (\*\*) (\*) Significativo a 1% e 5% respectivamente, pelo teste t. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

O nitrogênio desempenha importante papel na produção de afilhos em trigo. Este elemento é utilizado para manejar a população de afilhos, justamente pela exportação de carboidratos do colmo principal para a produção de novos afilhos (VALÉRIO et al., 2009).

Para o cultivar Ametista, nos tratamentos com alta oferta de N (120 kg ha<sup>-1</sup>), o ponto de máxima produção de afilhos (MPA) foi crescente de acordo com o aumento das densidades de plantio, independente do espaçamento. No espaçamento 0,25 m, a MPA nas densidades D1, D2, D3 e D4 foram de 162, 182, 195 e 259 afilhos por metro linear, respectivamente. Estes valores são ajustados as equações quadráticas; (D1)  $Y: 53,067 + 38,529x - 3,4048x^2$ , (D2)  $Y: 93 + 42,99x - 5,14x^2$ , (D3)  $Y: 91,133 + 59,086x - 8,381x^2$  e (D4)  $Y: 170,47 + 59,229x - 9,904x^2$ . No espaçamento 0,15 m a MPA foi de 119, 167, 174 e 204 para D1, D2, D3 e D4,

respectivamente. As equações foram ajustadas por equações quadráticas; (D1)  $Y: 65,2 + 28x - 2,667x^2$ , (D2)  $Y: 44,933 + 57,081x - 6,786x^2$ , (D3)  $Y: 106,53 + 41,557x - 5,643x^2$  e (D4)  $Y: 134,33 + 55,652x - 9,214x^2$  (Tabela 5). Contudo, evidencia-se que há tendência de redução na produção de afilhos devido à senescência dos mesmos.

Em condições de alta competição, a senescência de afilhos (SA) é elevada. Nas densidades D3 e D4, a taxa de SA variou de 29,74% a 45,95%, respectivamente para o espaçamento 0,25 na alta oferta de N. No espaçamento 0,15 m a SA nas maiores densidades variou de 23,56% a 33,33% na alta oferta de N.

Como pode ser verificada, a SA é relativamente menor no espaçamento 0,15 m. Este fato atribui-se a menor competição de plantas dentro da linha de plantio, sendo que as plantas possuem melhor distribuição por unidade de área neste espaçamento. Além disso, no espaçamento 0,15 m a produção de afilhos foi significativamente menor que no espaçamento 0,25 m. Tavares et al. (2014) relatam que os genótipos diferem entre si na capacidade de perfilhamento. Além disso, o ajuste incorreto da densidade de semeadura proporciona maior competição intraplanta e interplanta, quando a densidade é abaixo e acima do recomendado, respectivamente.

Os tratamentos com baixa oferta de N ( $20 \text{ kg ha}^{-1}$ ) apresentaram resultados contrastantes em função da baixa disponibilidade N. Devido a este déficit de N o potencial de afilhamento se torna comprometido pelo fato de as plantas ficarem dependentes apenas do N disponível no solo (VALÉRIO et al., 2009). Segundo este mesmo autor, a deficiência de N no período de afilhamento causa assincronia na emissão de afilhos, tendo pouca chance de sobreviver mesmo recebendo posteriormente suplementação de N.

**Tabela 5:** Resultados obtidos através de cálculos de regressão e média dos caracteres, dos tratamentos em diferentes densidades de semeadura para o cultivar Ametista <sup>(1)</sup>. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Tratamento	Densidade <sup>(2)</sup> (sementes m <sup>-2</sup> )	MPA (nº)	DMPA (dias)	NAF (nº)	SA (%)	R <sup>2</sup>
0,25 m + 120 kg N ha <sup>-1</sup>	D1	162	78	119	26,54	0,84 <sup>(Q)</sup>
	D2	182	57	128	29,67	0,84 <sup>(Q)</sup>
	D3	195	57	137	29,74	0,99 <sup>(Q)</sup>
	D4	259	61	140	45,95	0,96 <sup>(Q)</sup>
0,15 m + 20 kg N ha <sup>-1</sup>	D1	102	60	75	26,47	0,96 <sup>(Q)</sup>
	D2	174	49	111	36,21	0,99 <sup>(Q)</sup>
	D3	175	60	100	57,14	0,97 <sup>(Q)</sup>
	D4	193	57	114	40,93	0,93 <sup>(Q)</sup>
0,25 m + 20 kg N ha <sup>-1</sup>	D1	138	72	104	24,64	0,80 <sup>(Q)</sup>
	D2	164	59	128	21,95	0,95 <sup>(Q)</sup>
	D3	183	60	142	22,40	0,73 <sup>(Q)</sup>
	D4	218	49	151	30,74	0,95 <sup>(Q)</sup>
0,15 m + 120 kg ha <sup>-1</sup>	D1	119	82	100	15,97	0,96 <sup>(Q)</sup>
	D2	167	63	126	24,55	0,97 <sup>(Q)</sup>
	D3	174	56	133	23,56	0,98 <sup>(Q)</sup>
	D4	204	62	136	33,33	0,98 <sup>(Q)</sup>

<sup>(1)</sup>MPA: Máxima Produção de Afilhos; DMPA: Dias após a semeadura para a Máxima Produção de Afilhos; NAF: Número de Afilhos Fértis por metro linear; SA: Senescência de Afilhos. <sup>(2)</sup>D1=150, D2=300, D3=450 e D4=600 sementes por metro quadrado. <sup>(Q),(L)</sup> Regressão quadrática, respectivamente.

O cultivar CD 150 apresentou resultados semelhantes ao cultivar Ametista (Tabela 6), onde os tratamentos com alta oferta de N, a MPA foi crescente de acordo com o aumento da densidade de semeadura, exceto para o espaçamento 0,25 m, onde D2 produziu mais afilhos que D3. No espaçamento 0,15 m, a MPA foi de 132, 160, 181, 183 para D1, D2, D3 e D4, respectivamente, ajustadas às equações; (D1) Y: 82,53 + 10,28x, (D2) Y: 113,03 + 9,23x, (D3) Y: 111,22 + 13,93x, (D4) Y: 146 + 7,4x.

No espaçamento 0,25 m, a MPA nas densidades D1, D2, D3 e D4 foram de 149, 176, 174 e 182 afilhos por metro linear, respectivamente, ajustadas às equações; (D1) Y: 82,6 + 13,733x, (D2) Y: 121,8 + 23,19x – 2,476x<sup>2</sup>, (D3) Y: 116,27 + 23,224 – 2,31x<sup>2</sup>, (D4) Y: 117,2 + 25,28x – 2,45x<sup>2</sup>.

As equações lineares ajustadas no espaçamento 0,15 m mostram que não há decréscimo na produção de afilhos devido à baixa SA. Contudo, no espaçamento 0,15 m a competição entre plantas dentro da linha de plantio é menor, possibilitando a sobrevivência de afilhos. Neste caso, a SA foi menor nas maiores densidades, mostrando que o potencial de afilhamento e SA são dependentes da capacidade do genótipo e de sua interação com o ambiente.

**Tabela 6:** Resultados obtidos através de cálculos de regressões quadráticas e média dos caracteres, dos tratamentos em diferentes densidades de semeadura para o cultivar CD 150 <sup>(1)</sup>. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

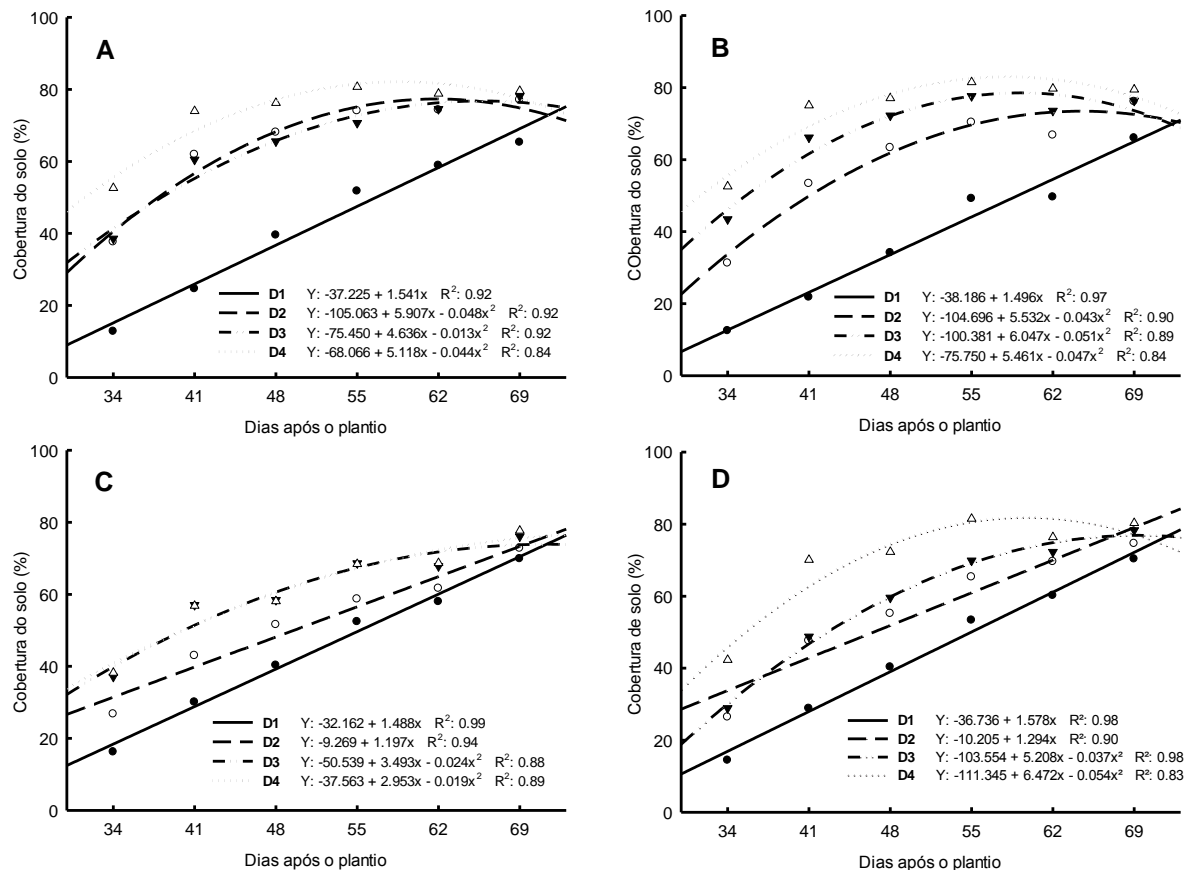
Tratamento	Densidade <sup>(2)</sup> (sementes m <sup>-2</sup> )	MPA (nº)	DMPA (dias)	NAF (nº)	SA (%)	R <sup>2</sup>
0,25 m + 120 kg N ha <sup>-1</sup>	D1	149	70	131	12,08	0,98 <sup>(L)</sup>
	D2	176	65	153	13,07	0,96 <sup>(Q)</sup>
	D3	174	63	159	8,62	0,97 <sup>(Q)</sup>
	D4	182	65	166	8,79	0,93 <sup>(Q)</sup>
0,15 m + 20 kg N ha <sup>-1</sup>	D1	112	62	101	9,82	0,97 <sup>(Q)</sup>
	D2	123	62	110	10,57	0,99 <sup>(Q)</sup>
	D3	147	60	128	12,92	0,82 <sup>(Q)</sup>
	D4	176	62	158	10,23	0,71 <sup>(Q)</sup>
0,25 m + 20 kg N ha <sup>-1</sup>	D1	128	60	113	11,72	0,99 <sup>(Q)</sup>
	D2	173	58	148	14,45	0,99 <sup>(Q)</sup>
	D3	166	62	154	7,23	0,92 <sup>(Q)</sup>
	D4	180	61	160	11,11	0,92 <sup>(Q)</sup>
0,15 m + 120 kg ha <sup>-1</sup>	D1	132	63	123	6,82	0,97 <sup>(L)</sup>
	D2	160	63	150	6,25	0,99 <sup>(L)</sup>
	D3	181	63	170	6,07	0,98 <sup>(L)</sup>
	D4	183	63	172	6,01	0,99 <sup>(L)</sup>

<sup>(1)</sup>MPA: Máxima Produção de Afilhos; DMPA: Dias após a semeadura para a Máxima Produção de Afilhos; NAF: Número de Afilhos Fértis por metro linear; SA: Senescência de Afilhos. <sup>(2)</sup>D1=150, D2=300, D3=450 e D4=600 sementes por metro quadrado. <sup>(Q)</sup><sup>(L)</sup> Regressão quadrática e linear, respectivamente.

A taxa de cobertura do solo pelos cultivares Ametista (Figura 8) e CD 150 (Figura 9) mostra que os percentuais de cobertura diferem entre as densidades.

As menores taxas de cobertura são obtidas pelas menores densidades, devido a menor população de plantas por unidade de área. Para o cultivar Ametista a maior taxa de cobertura de solo foi alcançada pelo tratamento com alta oferta de N e espaçamento 0,25 m com 82,58% de cobertura com o PMET aos 60 dias após a germinação. A menor taxa de cobertura ocorreu no tratamento com baixa oferta de N e espaçamento 0,15 m com 65,3% de cobertura de solo aos 69 dias após a germinação.

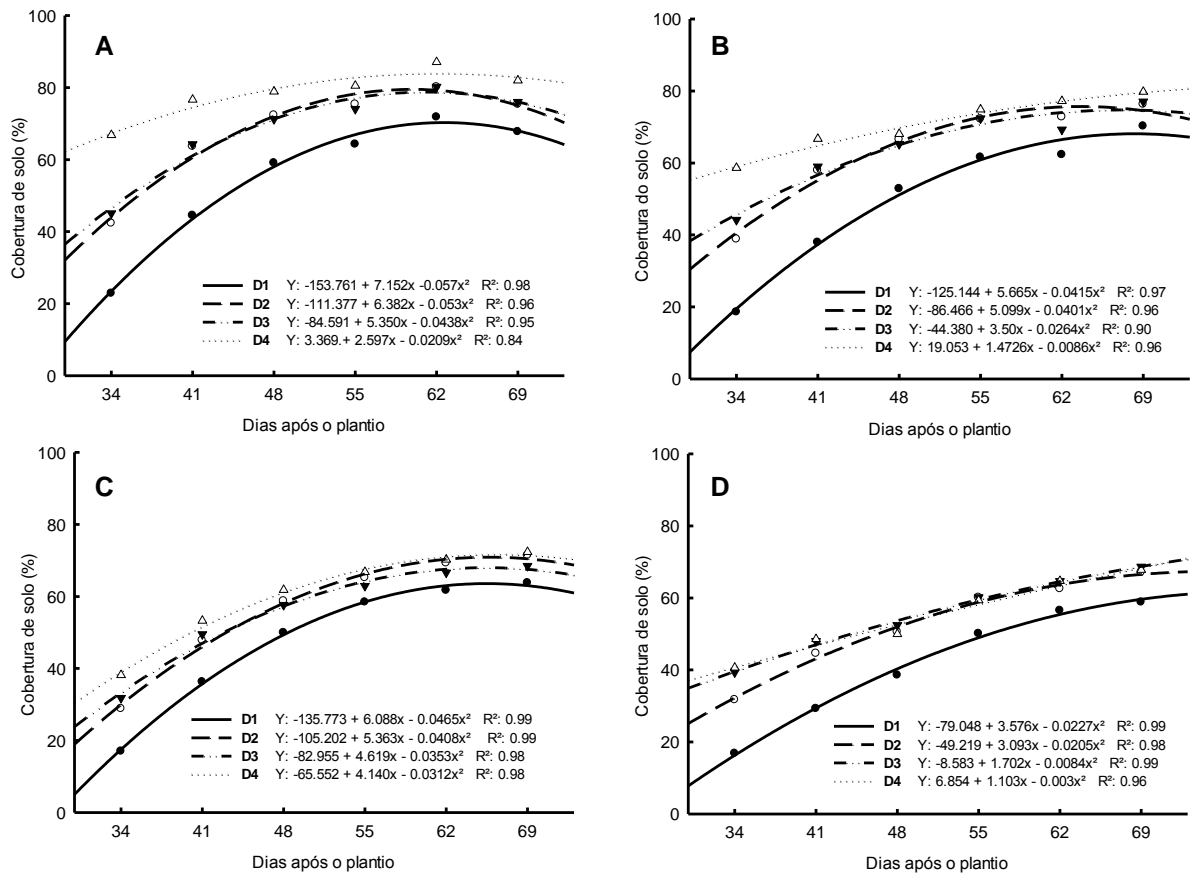




**Figura 8:** Regressões para taxa de cobertura do solo pelo cultivar Ametista. A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; D: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. D1, D2, D3 e D4: 150, 300, 450 e 600 sementes m<sup>-2</sup>. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

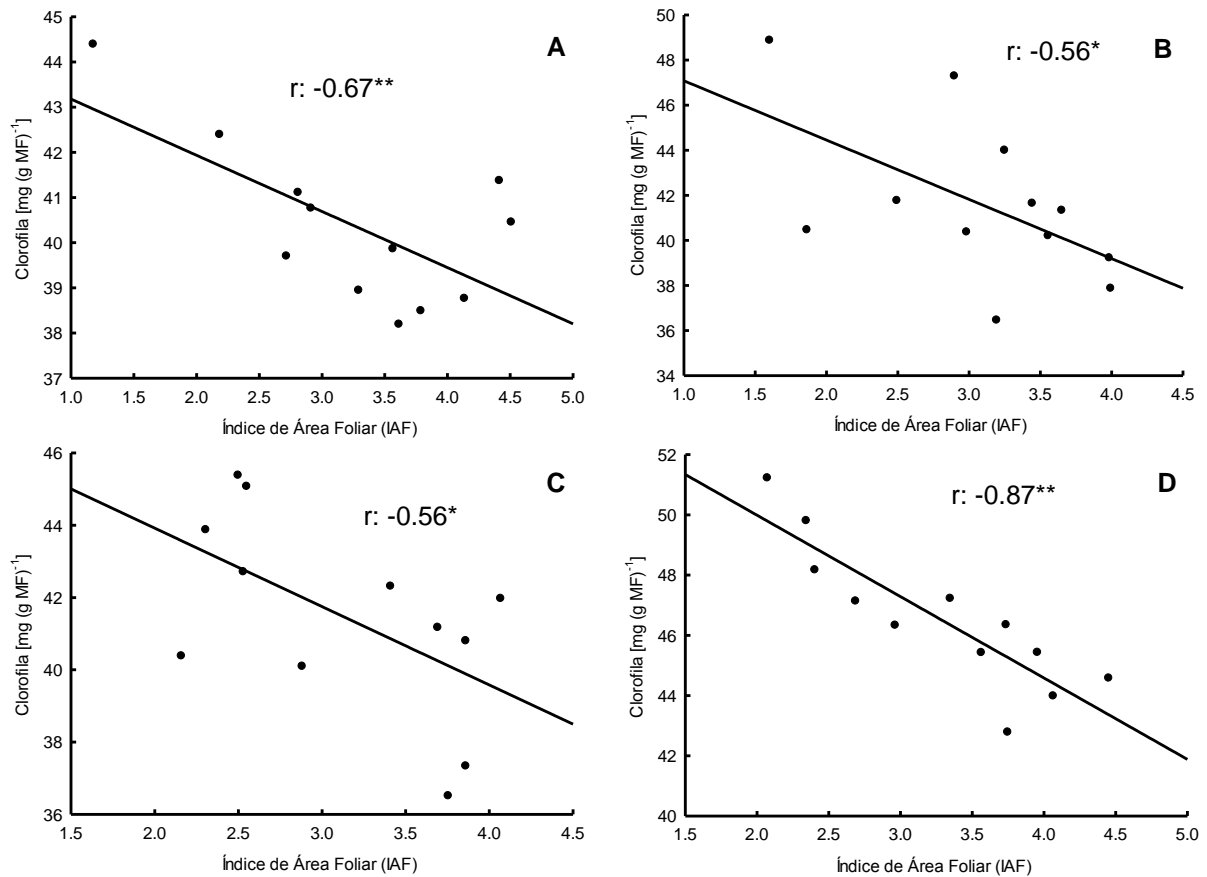
Para o cultivar CD 150 a maior taxa de cobertura de solo foi de 84,04% aos 62 dias após a germinação no tratamento com baixa oferta de N e espaçamento 0,15 m. A menor taxa de cobertura alcançada pela cultivar foi de 58,8% aos 69 dias após a germinação no tratamento com alta oferta de N e espaçamento 0,25 m.

Analisando as maiores densidades utilizadas (D3 e D4), verifica-se um decréscimo na taxa de cobertura do solo, decorrente principalmente, da senescência de afilhos. As densidades D3 e D4 alcançam cobertura de solo expressiva, que varia de 76,56% a 82,88%. A máxima taxa de cobertura de solo proporciona alta eficiência no uso da luz e alta taxa fotossintética (PROVENZI et al., 2012), além de maior aproveitamento dos agroquímicos. Por outro lado, elevado sombreamento favorece o desenvolvimento de doenças (BACCAR et al., 2011).



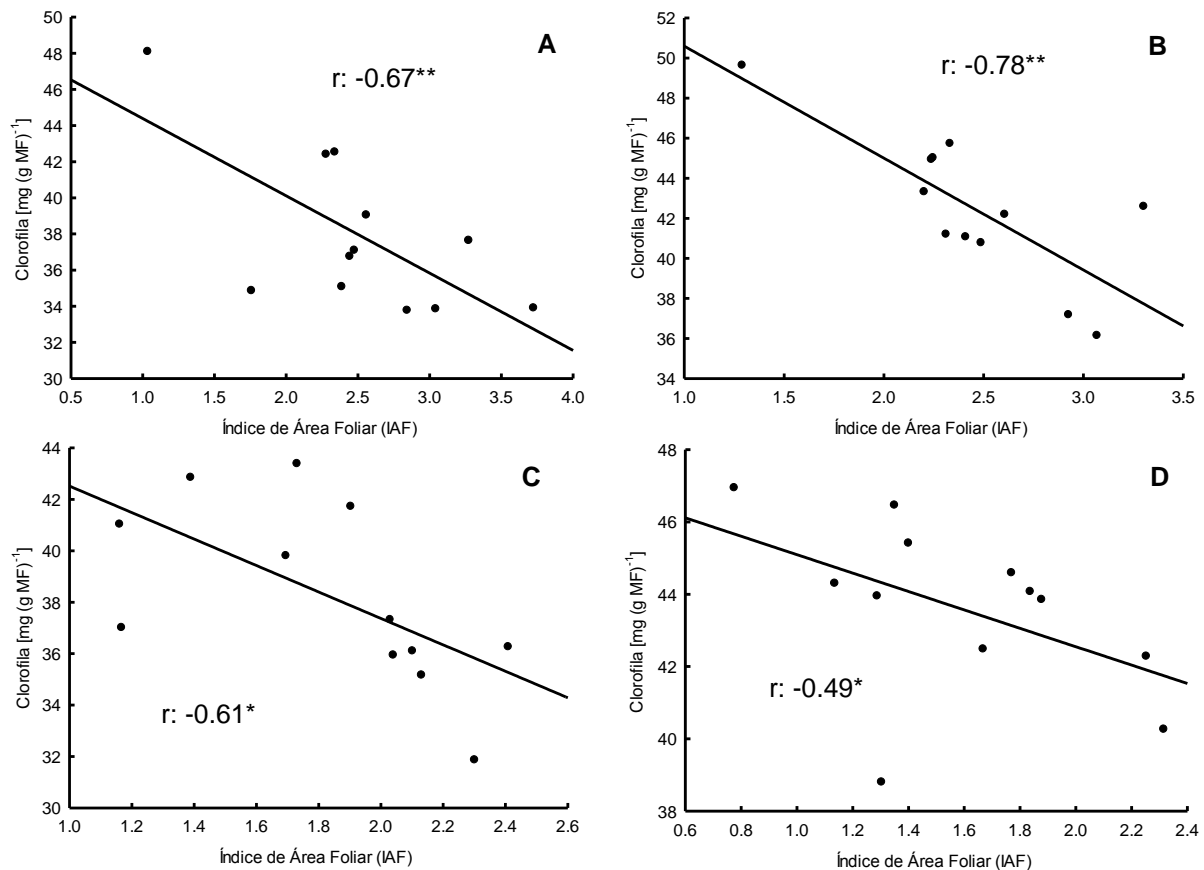
**Figura 9:** Regressões para taxa de cobertura do solo pelo cultivar CD 150. A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; D: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. D1, D2, D3 e D4: 150, 300, 450 e 600 sementes m<sup>-2</sup>. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Ambientes que apresentam elevado índice de sombreamento tendem a favorecer o desenvolvimento de doenças. Alguns fatores como manutenção da umidade, baixa incidência de luz solar e dificuldade na infiltração de agroquímicos favorecem o desenvolvimento de patógenos (BACCAR et al., 2011). Não obstante, a baixa eficiência de uso da luz solar devido a sobreposição das folhas, prejudica a síntese de clorofila, tornando escassa a produção de fotoassimilados para a manutenção da planta (BERTHELOOT et al., 2011).



**Figura 10:** Correlações de Pearson entre o teor de clorofila na antese e índice de área foliar do cultivar Ametista. A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; D: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. (\*\*) (\*) Significativo a 1% e 5% respectivamente, pelo teste t. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Os valores de correlação de Pearson entre os teores de clorofila na antese e índice de área foliar (IAF) para os cultivares Ametista (Figura 10) e CD 150 (Figura 11), tiveram correlação negativa. Isso significa que os teores de clorofila na folha diminuem quando há elevada sobreposição de folhas, dificultando a incidência direta de luz, reduzindo a taxa fotossintética (DONG et al., 2014).



**Figura 11:** Correlações de Pearson entre o teor de clorofila na antese e índice de área foliar do cultivar CD 150. A: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; B: Espaçamento 0,15 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>; C: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 20 kg ha<sup>-1</sup>; D: Espaçamento 0,25 m e oferta de N 120 kg ha<sup>-1</sup>. (\*\*) (\*) Significativo a 1% e 5% respectivamente, pelo teste t. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2015.

Para o cultivar Ametista o tratamento com alta oferta de N e espaçamento 0,25 m apresentou a maior correlação entre os fatores (r: -0,87) (Figura 10D). Isso ocorre porque no espaçamento 0,25 m, a densidade de plantas na linha é maior que no espaçamento 0,15 m. Além disso, a distribuição das plantas por unidade de área é uniforme. Dessa forma, a sobreposição das folhas é maximizada pela alta população de plantas por metro linear.

Para o cultivar CD 150, o tratamento com alta oferta de N e espaçamento 0,15 m foi o que apresentou a maior correlação (r: -0,78) (Figura 11B). De acordo com as características do cultivar, com porte mais reduzido e baixo perfilhamento, a redução do espaçamento favorece a sobreposição das folhas.

Níveis baixos de luminosidade, como as altas densidades proporcionam, levam a planta a aumentar sua área foliar específica e a estatura,

tornando favorável a captação de luz para realizar a fotossíntese (DONG et al., 2014). Este aumento na estatura se torna o principal responsável pelo acamamento da cultura em condições de altas densidades de semeadura.

## 6. CONCLUSÕES

O rendimento de grãos e o número de afilhos férteis são influenciados significativamente pela densidade de semeadura, espaçamento entre linhas e adubação nitrogenada.

O cultivar Ametista alcançou o maior RG na densidade de 450 sementes  $m^{-2}$  enquanto o cultivar CD 150 atingiu o maior RG na densidade de 600 sementes  $m^{-2}$ .

O menor RG foi obtido na densidade de 150 sementes  $m^{-2}$  para os dois cultivares, devido à baixa produção de afilhos e afilhos férteis.

Os afilhos férteis podem ser considerados como um dos principais componentes do rendimento em trigo.

A senescência de afilhos é elevada em condições severas de competição.

O teor de clorofila decresce a medida que se aumenta a densidade de semeadura devido a maior sobreposição de folhas.

## 7. REFERÊNCIAS

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 Agronomy**, v. 25, p. 309-318, 2006.

ASPLUND, L.; BERGKVIST, G.; WEIH, M. Proof of concept: nitrogen use efficiency of contrasting spring wheat varieties grown in greenhouse and field. **Plant Soil**, v. 374, p. 829 – 842, 2014.

BACCAR, R.; FOURNIER, C.; DORNBUSCH, T.; ANDRIEU, B.; GOUACHE, D.; ROBERT, C. Modeling the effect of wheat canopy architecture as affected by sowing density on Septori tritici epidemics using a coupled epidemic-virtual plant model. **Annals of Botany**, v. 108, p. 1179-1194, 2011.

BARRACLOUGH, P. B.; LOPEZ-BELLIDO, R.; HAWKESFORD, M. J. Genotypic variation in the uptake, partitioning and remobilisation of nitrogen during grain-filling in wheat. **Field Crops Research**, v. 156, p. 242 – 248, 2014.

BECHE, E.; BENIN, G.; BORNHOFEN, E.; DALLÓ, S. C.; SASSI, L. H. S.; OLIVEIRA, R. Eficiência de uso de nitrogênio em cultivares de trigo pioneiras e modernas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. n. 12, p. 948-947, 2014.

BENIN, G.; BORNHOFEN, E.; BECHE, E.; PAGLIOSA, E.S.; SILVA, C.L.; PINNOW, C. Agronomic performance of wheat cultivars in response to nitrogen fertilization levels. **Acta Scientiarum**, v. 34, p. 275 – 283, 2012.

BENIN, G.; PINNOW, C.; SILVA, C. L.; PAGLIOSA, E. S.; BECHE, E.; BORNHOFEN, E.; MUNARO, L. B.; SILVA, R. R. Análises biplot na avaliação de cultivares de trigo em diferentes níveis de manejo. **Bragantia**, v. 71, p. 28-36, 2012.

BOSTRÖM, U.; ANDERSON, L. E.; WALLENNHAMMAR, A. Seed distance in relation to row distance: Effect on grain yield and weed biomass in organically grown winter wheat, spring wheat and spring oats. **Field Crops Research**, v. 134, p. 144-152, 2012.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, p. 365-372, 2000.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento – Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_03\\_10\\_15\\_12\\_35\\_trigo\\_-\\_semana\\_-\\_02\\_a\\_06.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_03_10_15_12_35_trigo_-_semana_-_02_a_06.pdf)> acessado em 16-03-2015.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v.35, p.271-276, 2013.

DAI, X.; ZHOU, X.; JIA, D.; XIAO, L.; KONG, H.; HE, M. Managing the seeding rate to improve nitrogen-use efficiency of winter wheat. **Field crops research**, v. 154, p. 100-109, 2013.

DANCEY, C. & REIDY, J. .Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows. Porto Alegre, **Artmed**, 2006.

DONG, C.; FU, Y.; LIU, G.; LIU, H. Low light intensity effects on the growth, photosynthetic characteristics, antioxidant capacity, yield and quality of wheat (*Triticum aestivum* L.) at different growth stages in BLSS. **Advances in Space Research**, v. 53, p. 1557-1566, 2014.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A.; SOUZA, L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 1404-1411, 2010.

FAHAD, S.; HUSSAIN, S.; CHAUHAN, B. S.; SAUD, S.; WU, C.; HASSAN, S.; TANVEER, M.; JAN, A.; HUANG, J. Weed growth and crop yield loss in wheat as influenced by row spacing and weed emergence times. **Crop Protection**, v. 71, p. 101-108, 2015.

FANG, Y.; XU, B.; TURNER, N. C.; LI, F. Grain yield, dry matter accumulation and remobilization, and root respiration in winter wheat as affected by seeding rate and root pruning. **European Journal of Agronomy**, v. 33, p. 257-266, 2010.

FIGLIORINI, S. L.; CASTOLDI, G.; PIVETTA, L. A.; PIVETTA, L. G.; FERNANDES, D. M.; BÜLL, L. T. Tillering of two wheat genotypes as affected by phosphorus levels. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.34, p. 331-338, 2012.

FIGLIORINI, S. L.; RODRIGUES, J. D. Perfilamento do trigo em função de aplicação do regulador vegetal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 750-755, 2012.

FOULKES, M. J.; HAWKESFORD, M. J.; BARRACLOUGH, P. B.; HOLDSWORTH, M. J.; KERR, S.; KIGHTLEY, S.; SHEWRY, P. R. Identifying traits to improve the nitrogen economy of wheat: Recent advances and future prospects. **Field Crops Research**, v. 114, p. 329–342, 2009.

FU, Q.; WANG, Q.; SHEN, X.; FAN, J. Optimizing water and nitrogen inputs for winter wheat cropping system on the Loess Plateau, China. **Journal of Arid Land**, v. 6, p. 230-242, 2014.

GAJU, O.; ALLARD, V.; MARTRE, P.; LEGOUIS, J.; DELPHINE, M.; BOGARD, M.; HUBBART, S.; FOULKES, M. J. Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and grain nitrogen concentration in wheat cultivars. **Field Crops Research**, v. 155, p. 213 – 223, 2014.

GAO, X.; LUKOW, O. M.; GRANT, C. A. Grain concentrations of protein, iron and zinc and bread making quality in spring wheat as affected by seeding date and nitrogen fertilizer management. **Journal of Geochemical Exploration**, v.121, p.36-44, 2012.

GOODING, M. J. The wheat crop – Wheat Chemistry and Technology. **AACC International**, p. 19 – 49, 2009.



HASSAN, M. S.; KHAIR, A.; HAQUE, M. M.; AZAD, A. K.; HAMID, A. Genotypic variation in traditional rice varieties for chlorophyll content, spad value and nitrogen use efficiency. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 34, p. 505-515, 2009.

HILTBRUNNER, J.; LIEDGENS, M.; STAMP, P.; STREIT, B. Effects of row spacing and liquid manure on directly drilled winter wheat in organic farming. **European Journal of Agronomy**, v. 22, p. 441–447, 2005.

HUSSAIN, I.; KHAN, M. A.; AHMAD, K. Effect of row spacing on the grain yield and yield component of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Pakistan Journal of Agronomy**, v. 2, p. 153-159, 2003.

HUSSAIN, M.; MEHMOOD, Z.; KHAN, M. B.; FAROOQ, S.; LEE, D. Narrow row spacing ensures higher productivity of low tillering wheat cultivars. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 14, p. 413-418, 2012.

JORGE, L. A. C.; SILVA, D. J. C. SisCob: Manual de utilização. São Carlos, São Paulo: **Embrapa Instrumentação Agropecuária**, 18 p, 2009.

KALPANA, A.; PRUSTY, P.; MUKHOPADHYAY, S. K. Performande of wheat genotypes under different row spacing in New Alluvial Zone of West Bengal. **Journal of Crop and Weed**, v. 10, p. 480-483, 2014.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

KRUKA, B.; SATORRE, E. H. Densidad y Arreglo Espacial del Cultivo. In: SATORRE, Emilio H. et al. Producción de Granos: Bases Funcionales para su Manejo. Buenos Aires: **Facultad de Agronomía**, cap. 13, p. 279-312, 2003.

LERNER, S. E.; ARRIGONI, A. C.; ARATA, A. F. Uso de nitrógeno y calidad industrial em cultivares argentinos de trigo pan (*Triticum aestivum* L.). **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v. 39, p. 77-87, 2013.

MENEGHIN, M.F.S.; RAMOS, M.L.G.; OLIVEIRA, S.A.; RIBEIRO JUNIOR, W.Q.; AMABILE, R.F. Avaliação da disponibilidade de nitrogênio no solo para o trigo em latossolo vermelho do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32. n. 5. 2008.

MUELLER, N. D.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; RAY, D. K.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Closing yield gaps through nutrient and water management. **Nature**, v. 490, p. 254–257, 2012.

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

MUNSIF, F.; SHAH, S.; SAMUEL, A. L.; AMIN, M.; SHAN, A.; AHMAD, A.; ALI, Z. Integration of weed control methods with seed rates for improving wheat yield. **Pakistan Journal of Weed Sciences Research**, v. 20, p. 155-165, 2014.

NIKOLIC, O.; ZIVANOVIC, T.; JELIC, M.; DJALOVIC, I. Interrelationships between grain nitrogen content and other indicators of nitrogen accumulation and utilization efficiency in wheat plants. **Chilean Journal of Agricultural Research**, n. 72, p. 111-116, 2012.

NOURELDIN, A. N.; SAUDY, H. S.; ASHMANY, F.; SAED, H. M. Grain yield response index of bread wheat cultivars as influenced by nitrogen levels. **Annals of Agricultural Science**, v. 58, p. 147-152, 2013.

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**, v.70, 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 different seeding rates. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.192, p.10-16, 2006.

PANDEY, B. P.; BASNET, K. B.; BHATTA, M. R.; SAH, S. K.; THAPA, R. B.; KANDEL, T. P. Effect of row spacing and direction of sowing on yield attributing characters of wheat cultivated in Western Chitwan, Nepal. **Agricultural Sciences**, v. 4, p. 309-316, 2013.

PIRES, J. L. F.; LIMA, M. I. P. M.; VOSS, M.; SCHEEREN, P. L.; WIETHÖLTER, S.; CUNHA, G. R. da; IGNACZAK, J. C.; CAIERÃO, E. Avaliação de cultivares de trigo em sistema de manejo tradicional e otimizado, Passo Fundo, **Embrapa Trigo**, 2005. 19 p. Publicação Online. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 54).

PRANDO, A.M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, P. 34-41, 2013.

PROVENZI, F. D.; BERGAMO, R.; DEBASTIANI, W.; BALBINOT JR. A. A. Arranjo espacial de plantas em duas cultivares de trigo. **Unoesc &Ciência**, v. 3, p. 31-36, 2012.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 8., 2014, Canela - RS. Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2015.

RODRIGHERO, M. B.; CAIRES, E. F.; LOPES, R. B.; ZIELINSKI, A. A.; DEMIATE, I. M. Wheat technological quality as affected by nitrogen fertilization under a no-till system. **Acta Scientiarum**, v. 37, p. 175-181, 2015.

RODRIGUES, L. F. O. S.; GUIMARÃES, V. F.; SILVA, M. B.; JUNIOR, A. S. P.; KLEIN, J.; COSTA, A. C. P. R. Características agronômicas do trigo em função de *Azospirillum brasilense*, ácidos húmicos e nitrogênio em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 31-37, 2014.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; TEIXEIRA, M. C. C.; DEL DUCA, L. de J. Características fisiológicas associadas ao avanço no potencial de

rendimento de grãos de trigo. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2002. 26p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 6).

SAMANI, M. R. K.; KHAJEHPOUR, M, R.; GHAVALAND, A. Effects of row spacing and plant density on growth and dry matter accumulation in cotton on Isfhan. **Iran Journal Agricultural Sciences.**, v. 29, p. 667–679, 1999.

SANDLER, L.; NELSON, K. A.; DUDENHOEFFER, C. Winter wheat row spacing and alternative crop effects on relay-intercrop, double-crop, and wheat yields. **International Journal of Agronomy**, V. 2015, p. 1-8, 2014.

SCHEEREN, P. L.; CUNHA, G.R. da; SÓ E SILVA, M.; SOUSA, C. N. A. de.; DEL DUCA, L. de J. A.; CAETANO, V. da R.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S. R.; BASSOI, M. C.; SOUSA, P. G. de; ALBRECHT, J. C.; ANDRADE, J. M. V. de; CÂNOVAS, A.; SOARES SOBRINHO, J. O Melhoramento e os trigos da Embrapa em cultivo no Brasil. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2002. 5 p. Publicação Online. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico, 81).

SCHILLINGER, W.; WUEST, S. B. Wide row spacing for deep-furrow planting of winter wheat. **Field Crops Reseach**, v. 168, p. 57-64, 2014.

SILVA, C. L.; BENIN, G.; BORNHOFEN, E.; TODESCHINI, M. H.; DALLO, S. C.; SASSI, L. H. S. Characterization of brazilian wheat cultivars in terms of nitrogen use efficiency. **Bragantia**, v. 73, p. 87-96, 2014.

SILVA, J. A. G.; ARENHARDT, E. G.; KRÜGER, C. A. M. B.; LUCHESE, O. A.; METZ, M.; MAROLLI, A. A expressão dos componentes de produtividade do trigo pela classe tecnológica e aproveitamento do nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 27-33, 2015.

SILVA, S. A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SILVA, M. G. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo em sistema plantio direto no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2727-2722, 2008.

SILVEIRA, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; VALÉRIO, I. G.; 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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719 p.

TAVARES, L. C. V.; BASSOI, M. C.; MIRANDA, L. C.; PRETE, C. E. C. Transferência de tecnologia para cultivares de trigo no estado do Paraná. **Revista brasileira de sementes**, v. 33, p. 21-27, 2011.

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

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**, v. 45, p. 797-804, 2010.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R. C. F.; FREITAS, J. G.; ARF, O.; SÁ, M. E. Resposta de cultivares de trigo irrigados por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, p. 421-425, 2007.

THEAGO, E. Q.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; MEGDA, M. M.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio influenciando teores de clorofila e produtividade do trigo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 38, p. 1826-1835, 2014.

THORSTED, M. D.; OLESEN, J. E.; WEINER, J. Width of clover strips and wheat rows influence grain yield in winter wheat/white clover intercropping. **Field Crop Research**, v. 95, p. 280–290, 2006.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; BENIN, G.; SILVEIRA, G.; SILVA, J. A. G.; NORBERG, R.; HAGEMANN, T.; LUCHE, H. S.; OLIVEIRA, A. C. Seeding density in wheat: the more, the merrier? **Scientia Agricola**, v. 70, p. 176-184, 2013.

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**, v. 30, p. 1207-1218, 2009.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MACHADO, A. 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, p. 319-326, 2008.

VIANA, E.M.; KIEHL, J.C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, v. 69, n. 4, 2010.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAC, C. F. A decimal code for the growth stages of cereais. **Weed Research**, v. 14, p. 415-421, 1974.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P. Efeito de reguladores de crescimento na cultura de trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Planta Daninha**, 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**, v. 32, p. 25-29, 2002.

ZECEVIC, V.; BOSKOVIC, J.; KNEZEVIC, D.; MICANOVIC, D. Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. **Chilean Journal of Agricultural Research**, n. 74, p. 23-28, 2014.

ZHONG, W. W.; LIU, J. Q.; ZHOU, X. B.; CHEN, Y. H.; BI, J. J. Row spacing and irrigation effect on radiation use efficiency of winter wheat. **The Journal of Animals & Plant Sciences**, v. 25, p. 448-455, 2015.

ZHOU, X. B.; SUN, S. J.; YANG, G. M.; CHEN, Y. H.; LIU, P. Farmland microclimate and yield of winter wheat under different row spacing. **Journal of Agricultural Sciences**, v 18, p. 1-8, 2012.