

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

KASSIANO FELIPE ROCHA

**RENDIMENTO E QUALIDADE INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE
TRIGO SUBMETIDOS À FORMAS DE PARCELAMENTO DA
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2014

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

KASSIANO FELIPE ROCHA

**RENDIMENTO E QUALIDADE INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE
TRIGO SUBMETIDO À FORMAS DE PARCELAMENTO DA
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO

2014

KASSIANO FELIPE ROCHA

**RENDIMENTO E QUALIDADE INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE
TRIGO SUBMETIDOS À FORMAS DE PARCELAMENTO DA
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Giovani Benin
Co-Orientador: Prof. Dr. Luís César Cassol
Co-Orientador: Prof. Dr. Jonatas Thiago Piva

PATO BRANCO

2014

R672r

Rocha, Kassiano Felipe

Rendimento e qualidade industrial de cultivares de trigo submetidos à formas de parcelamento da adubação nitrogenada/Kassiano Felipe Rocha. Pato Branco: UTFPR, 2014.

68 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Giovani Benin

Co-orientador: Prof. Dr. Luís César Cassol e Jonatas Thiago Piva
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Pato Branco, 2014.
Bibliografia: f. 59 – 65

1. Trigo. 2. Nitrogênio. 3. Adubação tardia. I. Benin, Giovani, orient. II. Cassol, Luís César, co-orient. III. Piva, Jonatas Thiago, co-orient. IV. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. V. Título.

CDD: CDD 22^a ed. 630



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Pato Branco
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação nº 091

Rendimento e qualidade industrial de cultivares de trigo submetidos à formas de parcelamento da adubação nitrogenada

por

Kassiano Felipe Rocha

Dissertação apresentada às treze horas e trinta minutos do dia trinta de janeiro de dois mil e quatorze, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Sistemas de Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal) 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:

Prof. Dr. Jonatas Thiago Piva
UFSC/Curitiba

Prof. Dr. Volnei Pauletti
UFPR/Ctba

Prof. Dr. Luís César Cassol
UTFPR/PB

Prof. Dr. Giovanni Benin
UTFPR/PB
Orientador

Visto da Coordenação:

Prof. Dr. Idalmir dos Santos
PPGAG

*O termo de aprovação assinado encontra-se na coordenação do PPGAG

Dedico este trabalho aos meus pais Valdir e Dirce, minha namorada Josicl ea, familiares e amigos que s ao a raz ao de minha busca por ajudar o mundo ser melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, saúde e a oportunidade de chegar até aqui.

Agradeço a minha família, principalmente, meus pais Valdir e Dirce, pelo apoio e incentivo nas tomadas de decisões.

Agradeço minha namorada Josicléa que além do apoio profissional, sempre esteve ao meu lado me ajudando e me incentivando.

Agradeço aos meus amigos, laboratoristas, mestrandos e doutorandos das áreas de solos, fitopatologia, melhoramento e sementes que não deixaram de prestar ajuda em todas as fases de planejamento, execução, análises e conclusão dos experimentos de campo.

Agradeço a UTFPR por mais uma vez abrir as portas e conceder-me uma oportunidade.

Agradeço ao meu Orientador Giovani Benin e Co-orientadores Luís César Cassol e Jonatas Thiago Piva pelas orientações e pelos ensinamentos a mim dirigidos.

Agradeço a UFSC/Curitibanos por aceitar o desafio de conduzirmos um experimento em parceria.

Agradeço a CAPES pela bolsa de estudos que me auxiliou nas despesas com execução dos experimentos e moradia.

Enfim, agradeço pessoas, instituições públicas e privadas que de uma forma ou outra me auxiliaram nessa caminhada.

Muito obrigado!

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

ROCHA, Kassiano Felipe. Rendimento e qualidade industrial de cultivares de trigo submetidos à formas de parcelamento da adubação nitrogenada. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

O trigo é um cereal de inverno importante nas propriedades agrícolas no esquema de rotação de culturas e, principalmente para gerar renda. O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura e o é grande responsável pelo rendimento de grãos e pela composição da qualidade industrial de panificação. O manejo desse nutriente é de suma importância para que se forneça N em todos os estádios da planta, sendo necessário aplicá-lo de forma parcelada. O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta do parcelamento da adubação nitrogenada sobre o rendimento de grãos e a qualidade de panificação de dois cultivares de trigo. Conduziram-se experimentos em Pato Branco e Curitiba nos em delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema bifatorial com três repetições. Foram testados dois cultivares de trigo e 11 formas de parcelamento da adubação nitrogenada + testemunha sem N. Foram utilizados os cultivares BRS Galha Azul e Quartz. Com exceção da testemunha, os tratamentos receberam 20 kg N ha⁻¹ na semeadura, parcelando-se 100 kg N ha⁻¹ da seguinte forma: 100-00-00, 00-100-00, 00-60-40, 00-70-30, 00-80-20, 60-00-40, 70-00-30, 80-00-20, 50-50-00, 70-30-00, 30-70-00, no estádio de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. Foram avaliados os caracteres morfológicos, componentes de rendimento, rendimento de grãos, índice de clorofila Falker, teor de nitrogênio no tecido vegetal e qualidade industrial de panificação. Nos dois locais de avaliação ocorreu estresse hídrico no desenvolvimento da cultura. O rendimento de grãos e a qualidade de panificação são pouco influenciados pelo parcelamento da adubação nitrogenada, especialmente em áreas que apresentam níveis elevados de matéria orgânica no solo. O cultivar BRS Galha Azul produziu farinha de alta qualidade de panificação. A utilização de N na cultura do trigo aumenta o rendimento de grãos e a qualidade de panificação, porém sem resposta suficiente para indicar a melhor forma de parcelamento.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. Nitrogênio. Adubação tardia.

ABSTRACT

ROCHA, Kassiano Felipe. Yield and industrial quality of wheat cultivars subjected to times of nitrogen application. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2014.

Wheat is a winter cereal important for farm in the crop rotation scheme and, primarily to generate income. Nitrogen is the nutrient most required for the culture and is largely responsible for the yield and the composition of industrial breadmaking quality. The management of this nutrient is of paramount importance to provide N in all stages of the plant, being necessary to apply it in installments. The objective of this study was to evaluate the response of split nitrogen fertilization on grain yield and quality of two cultivars of bread wheat. Experiments were conducted in Pato Branco and Curitibaanos in randomized block designer in a factorial scheme with three replications. Two bread wheat and 11 forms installment of nitrogen fertilization + control without N. Were used the cultivars BRS Galha Azul and Quartzo. Was parceled 100 kg N ha⁻¹ following: 100-00-00, 00-100-00, 00-60-40, 00-70-30, 00-80-20, 60-00-40, 70-00-30, 80-00-20, 50-50-00, 70-30-00, 30-70-00, in double ring, terminal spyke and booting stages, respectively. Were evaluated the morphological characters, yield components, grain yield, Falker chlorophyll index, nitrogen content in plant tissue quality and industrial bakery. In both evaluation sites occurred drought stress on crop development. Grain yield and wheat baking quality were little influenced by split nitrogen fertilization, especially in lanes that showed high levels of organic matter in soil. The BRS Galha Azul produced a high quality wheat bakery. The use of N in wheat baking quality and yield increases, but not enough to indicate the best way to answer parceling.

Keywords: *Triticul aestivum* L. Nitrogen. Late fertilization.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Precipitação pluviométrica e temperatura média para os meses correspondentes ao período de condução dos experimentos em Pato Branco – PR (A) e Curitiba – SC (B) na safra 2012. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....12
- Figura 2 – Comprimento de espiga de trigo após parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. Média de dois cultivares. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.....19
- Figura 3 – Comprimento de espiga (A) e número de espiguetas por espiga (B) de dois cultivares de trigo no município de Pato Branco. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.....20
- Figura 4 – Biomassa total de plantas de trigo na antese (A) e biomassa total de planta de trigo na maturação fisiológica (B) após parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. Média de dois cultivares. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.....22
- Figura 5 – Rendimento de grãos de trigo (A) e índice de colheita (B) após parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. Média de dois cultivares. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.....24
- Figura 6 – Estatura de planta (A), espigas por metro quadrado (B), número de espiguetas por espiga (C) e número de grãos por espiga de trigo (D) após parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente no município de Curitiba. Média de dois cultivares. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.....26
- Figura 7 - Comprimento de espiga de dois cultivares de trigo no município de Curitiba. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.....27
- Figura 8 – Estatura de planta (A), número de espigas por metro quadrado (B), número de espiguetas por espiga (C) e número de grãos por espiga (D) de dois cultivares de trigo no município de Curitiba. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro.....28
- Figura 9 – Peso hectolitro (A) e índice de colheita (B) de dois cultivares de trigo no município de Curitiba. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro.....31
- Figura 10 – Rendimento de grãos de trigo (A) e índice de colheita (B) após parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel,

- espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Curitiba. Média de dois cultivares. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.....32
- Figura 11 – Índice de clorofila B (A) e clorofila A+B (B) no estágio fenológico de emborrachamento após o parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semente e nos estágios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. Média de dois cultivares. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....34
- Figura 12 – Índice de clorofila A (A), clorofila B (B) e clorofila A+B (C) de dois cultivares de trigo, no estágio fenológico de emborrachamento, no município de Pato Branco. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semente e nos estágios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....35
- Figura 13 - Índice de clorofila A (A), clorofila B (B) e clorofila A+B (C) de dois cultivares de trigo, no estágio fenológico de antese, no município de Pato Branco. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semente e nos estágios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....36
- Figura 14 – Estimativas de correlação de Pearson entre o rendimento de grãos de trigo e o índice de clorofila Falker A (A), B (B) e A+B (C) no estágio de emborrachamento e índice de clorofila Falker A (D), B (E) e A+B (F) no estágio de antese no município de Pato Branco.* Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo.....37
- Figura 15 – Índice de clorofila A (A), clorofila B (B) e clorofila A+B (C) no estágio fenológico de antese após o parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semente e nos estágios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Curitiba. Média de dois cultivares. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....39
- Figura 16 – Índice clorofila B (A) e clorofila A+B (B) de dois cultivares de trigo, no estágio fenológico de antese, no município de Curitiba. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semente e nos estágios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....40
- Figura 17 – Estimativas de correlação de Pearson entre o rendimento de grãos de trigo e o índice de clorofila Falker A (A), B (B) e A+B (C) no estágio fenológico de antese no município de Curitiba.* Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo.....41
- Figura 18 – Teor de nitrogênio (%N) na palha de plantas de trigo no estágio fenológico de maturação fisiológica após o parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semente e nos estágios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. Média de dois cultivares. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....43
- Figura 19 – Estimativas de correlação de Pearson entre o teor de nitrogênio (%N) em plantas de trigo no estágio de antese e o índice de clorofila Falker A (A), B (B) e A+B (C) em folha bandeira na antese e no município de Pato Branco.* Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo.....45

- Figura 20 – Teor de nitrogênio (%N) em plantas de trigo no estágio fenológico de antese após o parcelamento (A) da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, em dois cultivares (B) no município de Curitiba. Médias, para formas de parcelamento e cultivares, seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott e pelo teste F, respectivamente, a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....47
- Figura 21 – Teor de nitrogênio (%N) em grãos de trigo no estágio fenológico de maturação fisiológica no município de Curitiba. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....49
- Figura 22 – Estimativas de correlação de Pearson entre o teor de nitrogênio (%N) em plantas de trigo no estágio de antese e o índice de clorofila Falker A (A), B (B) e A+B (C) em folha bandeira na antese e no município de Curitiba.* Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo.....50
- Figura 23 – Força de glúten (W) para os cultivares BRS Gralha Azul (A) e Quartzo (B) em resposta a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....52
- Figura 24 – Plotagem dos escores da análise AMMI 1 para interação entre dois cultivares de trigo e doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente para os caracteres força de glúten (A), teor de proteína (B), estabilidade (C), relação tenacidade/extensibilidade (D) e número de queda (E) no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....53
- Figura 25 – Força de glúten (W) para os cultivares BRS Gralha Azul (A) e Quartzo (B) em resposta a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Curitiba. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....55
- Figura 26 – Plotagem dos escores da análise AMMI 1 para interação entre dois cultivares de trigo e doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente para os caracteres força de glúten (A), teor de proteína (B), estabilidade (C), relação tenacidade/extensibilidade (D) e número de queda (E) no município de Curitiba. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química da área antes da implantação do experimento em Pato Branco – PR. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....	11
Tabela 2 - Caracterização química da área antes da implantação do experimento em Curitiba – SC. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....	11
Tabela 3 - Descrição dos cultivares BRS Gralha Azul e Quartzo em relação a características de interesse agrônômico. UTFPR, Câmpus Pato Branco- PR, 2014.....	13
Tabela 4 – Identificação dos tratamentos quanto à quantidade de N a ser aplicado na adubação de base e em cobertura nos estádios de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....	13
Tabela 5 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) dos caracteres comprimento de espiga (CE), estatura de planta (EP), número de espigas por metro quadrado (NEM), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG), rendimento de grãos (RG), peso do hectolitro (PH), biomassa total na antese (BTA), biomassa total na maturação fisiológica (BTM) e índice de colheita (IC) em resposta a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada em dois cultivares de trigo no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....	18
Tabela 6 – Número de espigas por metro quadrado de dois cultivares de trigo em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....	21
Tabela 7 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) dos caracteres comprimento de espiga (CE), estatura de planta (EP), número de espigas metro quadrado (NEM), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG), rendimento de grãos (RG), peso do hectolitro (PH), biomassa total na antese (BTA), biomassa total na maturação fisiológica (BTM) e índice de colheita (IC) após doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada em dois cultivares de trigo no município de Curitiba. UTFPR, Campus Pato Branco, 2014.....	25
Tabela 8 – Biomassa total de plantas na antese de dois cultivares de trigo em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Curitiba. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....	29
Tabela 9 – Biomassa total de plantas na maturação fisiológica de dois cultivares de trigo em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Curitiba. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....	30
Tabela 10 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) da análise de variância para o índice de clorofila Falker A, B e A+B nos estádios fenológicos de emborrachamento e antese em dois cultivares de trigo submetidos a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura no município de Pato Branco. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2014.....	33
Tabela 11 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) da análise de variância para o índice de clorofila Falker A, B e A+B no estágio fenológico de antese em dois cultivares de trigo submetidos a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura no município de Curitiba. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2014.....	38
Tabela 12 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) da análise de variância para o teor de nitrogênio (% N) na plantas, na antese, na palha e no grão, na maturação fisiológica, de dois cultivares de trigo submetidos a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....	42

Tabela 13 – Teor de nitrogênio em plantas de dois cultivares de trigo em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no estágio fenológico de antese no município de Pato Branco. UTFPR, Campus Pato Branco, 2014.....	42
Tabela 14 – Teste de comparação de médias para o teor de nitrogênio (%N) no grão de trigo de dois cultivares em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no estágio fenológico de maturação fisiológica no município de Pato Branco. UTFPR, Campus Pato Branco, 2014.....	44
Tabela 15 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) da análise de variância para o teor de nitrogênio (% N) na plantas, na antese, na palha e no grão, na maturação fisiológica, de dois cultivares de trigo submetidos a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Curitiba. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....	46
Tabela 16 – Teste de comparação de médias para o teor de nitrogênio (%N) na palha de trigo de dois cultivares em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no estágio fenológico de maturação fisiológica no município de Curitiba. UTFPR, Campus Pato Branco, 2014.....	48
Tabela 17 – Valores médios e amplitude de variação de caracteres indicativos de qualidade de panificação de dois genótipos de trigo em resposta a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.....	51
Tabela 18 – Valores médios e amplitude de variação de caracteres indicativos de qualidade de panificação de dois genótipos de trigo em resposta a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Curitiba. UTFPR, Campus Pato Branco, 2014.....	54

LISTA DE SIGLAS

Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
PR	Unidade da Federação – Paraná
SC	Unidade da Federação – Santa Catarina

LISTA DE ABREVIATURAS

Al	Alumínio
AMMI	Additive main effects and multiplicative interaction
BTA	Biomassa total na antese
BTM	Biomassa total na maturação fisiológica
Ca	Cálcio
CE	Comprimento de espiga
cm	Centímetro
cmol	Centimol
C/N	Relação carbono/nitrogênio
dm	Decímetro
E	Estabilidade
EP	Estatuta de planta
EUN	Eficiência de uso do nitrogênio
ha	Hectare
IC	Índice de colheita
ICF	Índice de clorofila Falker
K	Potássio
Kg	Quilograma
m	Metro
m%	Saturação por alumínio
mg	miligrama
Mg	Magnésio
MMG	Massa de mil grãos
MO	Matéria Orgânica
N	Nitrogênio
NEE	Número de espiguetas por espiga
NEM	Número de espigas por metro quadrado
NGE	Número de grãos por espiga
NH ₃	Amônia
NH ₄ ⁺	Amônio
NO ₃ ⁻	Nitrato
NQG	Número de queda
P	Fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico
P/L	Relação tenacidade/extensibilidade
RG	Rendimento de grãos
V%	Saturação por bases
VCU	Valor de cultivo e uso
W	Força de glúten

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 A CULTURA DO TRIGO.....	6
2.2 ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DO TRIGO.....	7
2.3 MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO TRIGO.....	8
2.4 EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO RENDIMENTO DE GRÃOS E QUALIDADE DE PANIFICAÇÃO DO TRIGO.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 LOCALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS.....	11
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	12
3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	14
3.4 PRODUÇÃO DE BIOMASSA E QUANTIFICAÇÃO DE N NO TECIDO VEGETAL.....	15
3.5 ÍNDICE DE CLOROFILA FOLIAR.....	15
3.6 CARACTERES MORFOLÓGICOS, COMPONENTES DE RENDIMENTO E RENDIMENTO DE GRÃOS.....	16
3.7 QUALIDADE INDUSTRIAL DE PANIFICAÇÃO DO TRIGO.....	16
3.8 ANÁLISE DE DADOS.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 CARACTERES MORFOLÓGICOS, COMPONENTES DE RENDIMENTO E RENDIMENTO DE GRÃOS DE TRIGO.....	18
4.1.1 Pato Branco.....	18
4.1.2 Curitibaanos.....	24
4.2 ÍNDICE DE CLOROFILA FALKER (ICF).....	32
4.2.1 Pato Branco.....	32
4.2.2 Curitibaanos.....	37
4.3 TEOR DE NITROGÊNIO NO TECIDO VEGETAL.....	41
4.3.1 Pato Branco.....	41
4.3.2 Curitibaanos.....	46
4.4 QUALIDADE INDUSTRIAL DE PANIFICAÇÃO.....	50
4.4.1 Pato Branco	50
4.4.2 Curitibaanos.....	54
5 CONCLUSÕES.....	57
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS	59
ANEXOS	67

1 INTRODUÇÃO

Apesar da grande demanda para a alimentação humana, a cultura do trigo (*Triticum aestivum* L) teve sua área de cultivo reduzida em 11,3% no Brasil, na safra 2012 (CONAB, 2012). A dificuldade em competir com o trigo argentino, os problemas de comercialização, tanto pelo preço do produto quanto na qualidade exigida pelos moinhos, tornam a cultura do trigo pouco atrativa ao produtor rural. Dentre outros fatores, o manejo inadequado da adubação nitrogenada tem limitado a elevação da produtividade e a qualidade das lavouras de trigo no Brasil.

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais requeridos pela cultura do trigo. Exerce importante função nos processos bioquímicos da planta, sendo constituinte de enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos, clorofila e proteínas, algumas inclusive que conferem qualidade de panificação. Sua deficiência afeta a produção de biomassa e eficiência de uso da radiação solar, com grande efeito sobre o rendimento de grãos e seus componentes (HEINEMANN et al., 2006).

A dinâmica do N no solo é muito variada, pois além das formas lábeis para as plantas, nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+), o nutriente pode encontrar-se na forma orgânica que não é absorvido. O nutriente na forma de NO_3^- pode ser lixiviado em condições de alta precipitação e percolação de água no perfil do solo, que ao atingir a água dos lençóis freáticos pode eutrofizá-la através do aumento do teor deste íon.

Entretanto, as principais perdas de N dos sistemas de produção agrícolas ocorrem por volatilização de amônia (NH_3) que podem atingir até 75% de perdas do fertilizante aplicado. A ureia (45% de N) é amplamente utilizada como fertilizante, porém se aplicada sob condições climáticas desfavoráveis, ou seja, solo com umidade insuficiente para a solubilização do fertilizante e a incorporação deste ao solo, podem elevar as perdas, diminuindo a eficiência de uso do N (EUN) aplicado.

Na cultura do trigo, de forma geral, a recomendação de adubação nitrogenada é feita aplicando-se 20 kg N ha^{-1} na semeadura e o restante em cobertura no período de perfilhamento da cultura, que compreende o intervalo entre o estágio fenológico de duplo anel e espiguetas terminal.

Os diferentes estádios de desenvolvimento do trigo compreendem fases da cultura onde esta responde de forma diferente as variações climáticas e

também à adubação. Em estádios mais precoces do desenvolvimento da cultura, primeiros 60 dias após a emergência (DAE), alterações como a diferenciação de gemas das axilas das folhas estão ocorrendo para a emissão de afilhos que produzirão espigas. Também é nesta fase que se diferenciam primórdios florais, número de espiguetas por espiga e número de grãos por espiguetas, o que aumenta o acúmulo de biomassa, podendo potencializar o rendimento de grãos caso a planta encontre condições adequadas de clima e nutrição para maximizar estes caracteres.

Os estádios mais tardios de desenvolvimento da cultura apresentam os componentes que incrementam rendimento definidos, porém a cultura encontra-se no período de enchimento de grãos, o qual os fotoassimilados são transferidos para os grãos. Nesta fase o suprimento adequado de nutrientes promove enchimento de grãos pleno e estes acumulam o máximo de massa podendo também promover aumento na qualidade de panificação (GAO et al., 2012), uma vez que o N absorvido neste estágio é convertido em proteína e translocado para o grão.

Para minimizar perdas e suprir N ao trigo em todo seu desenvolvimento pode-se aplicá-lo de forma parcelada em mais de um estágio fenológico da cultura. Assim, consegue-se uma melhor distribuição do N em todo o ciclo, podendo aliar elevada produtividade com aumento na qualidade de panificação, características cada vez mais desejadas pelos produtores de trigo.

O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta do parcelamento da adubação nitrogenada sobre o rendimento de grãos e a qualidade de panificação de dois cultivares de trigo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um produto de alta demanda de produção no mundo, devido a sua importância na alimentação humana e animal. A produtividade média nacional de trigo é de 2.600 kg ha⁻¹ de grãos (CONAB, 2012) aquém do potencial da cultura, cujos dados de pesquisa a campo mostram rendimentos superiores a 6.000 kg ha⁻¹ de grãos (TRINDADE et al., 2006; PENCKOWSKI, et al., 2010), mostrando que, principalmente, o manejo da cultura deve ser melhorado.

No Brasil, para a safra 2012, a área de cultivo diminuiu 11,3%, tendo queda de 24% no estado do Paraná e 1,5% em Santa Catarina (CONAB, 2012). Isso se deve a dificuldades de comercialização e baixos preços (CONAB, 2012) pagos até então para o produto, bem como a grande importação do mesmo, principalmente da Argentina, que no ano de 2011 chegou ao volume de sete milhões de toneladas (USDA, 2012).

Aliado a isso, o risco que a cultura oferece ao agricultor quanto a perdas por geada, chuva na colheita e granizo torna o seu cultivo questionável (SILVA NETO; OLIVEIRA; LORENZONI, 2009). Apesar de a cultura ser tolerante a geada, dependendo do estágio fenológico, as perdas podem chegar a 100% (SILVA et al., 2008b). Se de um lado a semeadura no início do período de zoneamento apresenta risco de perda por geada, de outro a semeadura mais tardia representa atraso na semeadura no cultivo de verão, que é o cultivo de maior interesse dentro da propriedade agrícola. Equacionar essas questões se constitui num dos desafios dos produtores de trigo.

Apesar desse cenário, o trigo é uma importante cultura de inverno para o sul do Brasil, por se constituir em uma das poucas alternativas de geração de renda na estação fria do ano. Além de proporcionar retorno econômico, o trigo também protege o solo e fornece palha para as culturas de verão como a soja e o milho (FAVARATO et al., 2012), mitigando os efeitos da erosão e tendo efeito de supressão a emergência e estabelecimento de plantas daninhas.

Por apresentar relação carbono/nitrogênio (C/N) alta, a palha da cultura permanece por mais tempo na superfície do solo, comparada a palhada de culturas com baixa relação C/N. Isso favorece o aumento da retenção de água no solo e diminui a perda por evaporação, sendo assim, importante para a manutenção do sistema plantio direto, além de melhorar o processo de ciclagem de nutrientes e a fertilidade do solo (PAVINATO & CERETTA, 2004).

2.2 ESTÁDIOS DO DESENVOLVIMENTO DO TRIGO

O ciclo de desenvolvimento do trigo pode ser subdividido em fases, onde cada uma tem sua importância quanto a resposta aos estímulos de ambiente que a cultura se encontra (KIRBY et al., 1999). Estas fases são determinantes para fixar o manejo da cultura, desde a semeadura, tratamentos culturais até a colheita.

O estágio de duplo anel ocorre quando a planta atinge maturidade para apresentar dois nós visíveis em lupa, sendo um anel de folha e outro de espiga. O estágio de espiguetas terminal é determinado pela presença da espiga em seu meristema apical com ângulo igual a 90° entre as últimas espiguetas do ápice da espiga (NERSON et al., 1980). Esta fase vegetativa da cultura, também chamada de perfilhamento, define a maioria dos componentes de rendimento.

O emborrachamento é identificado com o aparecimento das aristas da espiga, porém ainda com a espiga dentro da bainha da folha bandeira (NERSON et al., 1980). Até este estágio, aproximadamente 50 DAE, componentes de rendimento como número de espiguetas por espiga e grãos por espiguetas são definidos (SERRAGO et al., 2008). Segundo Rodrigues et al. (2007) o número de grãos por área é o componente que mais incrementou o rendimento de grãos na evolução genética dos cultivares de trigo, mostrando a importância deste estágio.

Após o emborrachamento ocorre o espigamento e antese, onde os fotoassimilados são translocados aos grãos não diferenciando-se mais estruturas que irão compor o rendimento de grãos (SLAFER, 2012). Apesar de não aumentar a capacidade de emitir novos componentes de rendimentos, o suprimento nutricional é indispensável para que ocorra pleno enchimento de grãos e estes contenham massa e teor de proteína desejados.

Dentre os cultivares de trigo existem variações das fases entre os estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal, emborrachamento, antese e maturação fisiológica (RODRIGUES et al., 2011). Dessa forma se faz importante a caracterização do estágio através da dessecação da planta para posicionar corretamente cada trato cultural.

2.3 MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO TRIGO

Em alguns casos, o solo tem a capacidade em fornecer N à cultura, advindo da mineralização da matéria orgânica. O nitrato (NO_3^-) e o amônio (NH_4^+) são as duas formas preferencialmente assimiláveis pelas plantas e devem estar em quantidade suficiente na solução do solo para que a cultura tenha capacidade de se desenvolver plenamente e expressar o seu máximo produtivo (ROS et al., 2003). A variabilidade das condições edafoclimáticas, associada aos processos que interferem na dinâmica do N no solo e nas suas relações com a planta, podem ocasionar grandes modificações na disponibilidade e na necessidade desse nutriente para a planta (SIMILI et al., 2008; ESPINDULA et al., 2010).

Por se tratar de um cátion, o NH_4^+ possui capacidade de se adsorver aos colóides do solo e aumentar a sua permanência no mesmo, quando comparado com o NO_3^- , que é um ânion livre e está sujeito a perdas por lixiviação (ROSOLEM et al., 2003), quando as condições forem favoráveis. As perdas por lixiviação podem promover a eutrofização da água dos lençóis freáticos (DYNIA et al., 2006; ABRIL et al., 2007; PAULA et al., 2011).

Além dos aspectos técnicos ligados ao manejo de insumos, principalmente o nitrogênio, constantemente estão sendo lançadas novas cultivares de trigo, com diferentes exigências nutricionais e maior eficiência em absorção de N. Isso tem contribuído para a minimização de perdas e danos ao meio ambiente. Além disso, a quantidade de N a ser aplicada deve levar em consideração a resposta de cada cultivar (VIEIRA et al., 1995; TEIXEIRA FILHO et al., 2011; BENIN et al., 2012). Estes autores reforçam a necessidade de serem realizados estudos sobre a resposta de cultivares ao manejo da adubação nitrogenada em condições específicas de ambiente.

Práticas de manejo inadequadas podem reduzir a EUN (TEIXEIRA FILHO et al., 2009; ESPINDULA et al., 2010). A cultura do trigo responde positivamente a adubação nitrogenada, sendo que seu efeito, em termo de rendimento de grãos, será tanto maior quanto mais próximo dos períodos iniciais de desenvolvimento o nitrogênio for aplicado (MEGDA et al., 2009).

O manejo de N para a cultura do trigo ocorre, na maioria das vezes, com aplicação de parte do nutriente em semeadura e parte em uma única aplicação em cobertura (CQFS - RS/SC, 2004), normalmente até o estágio de espiguetas terminal (OLIVEIRA, 2003), onde ocorre o perfilhamento.

O parcelamento da dose de N aplicada em cobertura é prática que pode promover fornecimento de N ao longo do desenvolvimento da cultura, minimizando perdas (ROSOLEM et al., 2003; DYNIA et al., 2006; ABRIL et al., 2007; TASCA, 2009; PAULA et al., 2011) e contribuindo para maior rendimento (HAILE et al., 2012) e qualidade de panificação (PENCKOWSKI et al., 2010).

Dentre os adubos nitrogenados utilizados, a ureia é a principal, e as condições climáticas são determinantes para o seu melhor aproveitamento pela cultura, sem que ocorram perdas do nutriente. Por se apresentar na forma amídica (NH_2), a ureia, quando aplicada ao solo, deve encontrar umidade suficiente para que ocorra a hidrólise completa do grânulo até chegar as formas minerais NH_4^+ e NO_3^- (DUARTE, 2006), pois caso contrário pode ocorrer expressivas perdas, principalmente, por volatilização de NH_3 (TASCA, 2009).

2.4 EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO RENDIMENTO DE GRÃOS E QUALIDADE DE PANIFICAÇÃO DO TRIGO

Atualmente, as exigências do mercado consumidor por trigos com qualidade de panificação superior aumentaram no Brasil. Isso se tornou mais evidente com a publicação da Instrução Normativa Nº 38, de 30 de Novembro de 2010 (BRASIL, 2010) e da Resolução - RDC Nº 7 de 18 de fevereiro de 2011 (BRASIL, 2011), que determinam os novos padrões qualitativos para a comercialização do trigo brasileiro. O Anexo A demonstra os valores para classificação dos tipos de trigo em cada categoria.

Na divisão dos tipos de trigo em classes comerciais, consideram-se a força de glúten - W ($\times 10^{-4}$ Joules), a estabilidade (minutos) e o número de queda (segundos). Farinha com alta capacidade de absorção de água, boa tolerância ao amassamento, glúten de força média a forte e alta concentração de proteína, são fatores primordiais na qualidade de farinha (MÓDENES et al., 2009).

A aplicação de N em estádios iniciais de desenvolvimento maximiza principalmente os componentes de rendimento, com reflexos positivos sobre a produtividade (SANGOI et al., 2007; MEGDA, 2009). O principal efeito da aplicação do N em estádios mais tardios, a partir do emborrachamento, é o aumento no teor de proteínas nos grãos e a força de glúten (YANO, et al., 2005; GAO et al., 2012).

Uma estratégia para que as culturas, especialmente a do trigo, consigam melhorar a EUN, é aplicá-lo de forma parcelada, em mais de um estágio fenológico da cultura (SILVA et al., 2008a). Assim, consegue-se uma melhor distribuição do N em todo o ciclo da cultura, o que pode aliar alto rendimento com o aumento da qualidade de panificação (RAWLUK et al., 1999; YUE et al., 2007). Porém para alguns anos parcelar a adubação nitrogenada promove o mesmo resultado de uma única aplicação em qualquer estágio da cultura (SILVA et al., 2008a).

Em média cada quilo de N mineral aplicado incrementa de 0,01 até 0,03% a concentração de proteína do grão do trigo (XUE et al., 2007; CAZETTA et al., 2008) e 0.58 a 0.81 unidades de força de glúten (CAZETTA et al., 2008). Desta forma, uma estratégia para melhorar os parâmetros de qualidade é realizar o parcelamento da dose de N em cobertura em estádios mais avançados de desenvolvimento da cultura (RAWLUK et al., 1999; YANO, et al., 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

O experimento foi conduzido em dois locais: Pato Branco, PR e Curitiba, SC. Em Pato Branco foi implantado na área experimental do Curso de Agronomia, pertencente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná / Câmpus Pato Branco, compreendendo a região de valor de cultivo e uso (VCU) 2. Com altitude próxima a 760 m, o clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é Cfa.

O solo pertence à unidade de mapeamento LVdf2 - Latossolo Vermelho distroférrico de textura argilosa e relevo ondulado (BHERING et al., 2008). A área é cultivada em plantio direto consolidado, advindo de cultivo de milho na última safra de verão e sua caracterização química pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química da área antes da implantação do experimento em Pato Branco – PR. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Profundidade	MO	pH	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	V	m
cm	g dm ⁻³	CaCl ₂	mg dm ⁻³	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	%	-----
0,0 – 10,0	72,37	5,1	11,54	0,33	7,18	1,57	0,00	67,49	0,00
10,0 – 20,0	53,61	4,6	2,78	0,17	4,14	1,75	0,20	52,32	3,54

MO= Matéria orgânica; V = Saturação por Bases; m = Saturação por Alumínio.

Em Curitiba – SC o experimento foi implantado na área experimental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), situada na região de VCU 1, a 27°S latitude, 50°W longitude e 1050 m de altitude, sob um Cambissolo Háplico de textura argilosa. A área é cultivada em sistema plantio direto consolidado, porém com pousio na última safra e a caracterização química antes da implantação do experimento pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização química da área antes da implantação do experimento em Curitiba – SC. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Profundidade	MO	pH	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	V	m
cm	g dm ⁻³	CaCl ₂	mg dm ⁻³	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	%	-----
0,0 – 20,0	53,61	6,6	10,70	0,13	7,98	3,91	0,00	85,31	0,00

MO= Matéria orgânica; V = Saturação por Bases; m = Saturação por Alumínio.

Informações sobre a precipitação e a temperatura ambiente durante a condução do experimento, nas duas áreas de estudo, encontram-se na Figura 1.

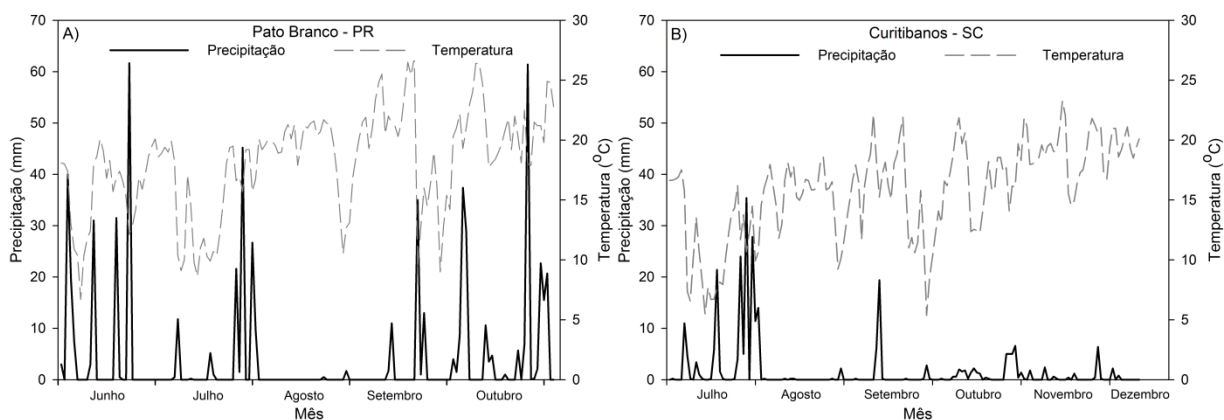


Figura 1 - Precipitação pluviométrica e temperatura média para os meses correspondentes ao período de condução dos experimentos em Pato Branco – PR (A) e Curitiba – SC (B) na safra 2012. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Em ambos os locais, o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema bifatorial, com dois cultivares de trigo e onze combinações de épocas de aplicação de N em cobertura + testemunha sem N, totalizando 24 tratamentos em três repetições.

Os cultivares escolhidos, BRS Gralha Azul e Quartzo, possuem caracteres agrônômicos desejáveis quanto ao seu potencial de rendimento e de qualidade industrial de panificação. Ambos os cultivares são adaptados às regiões de VCU 1, 2 e 3 para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. O cultivar BRS Gralha Azul tem valores de força de glúten (W) e estabilidade (E) que conferem a ele característica de trigo melhorador, já o cultivar Quartzo é classificado como trigo tipo pão (Tabela 3).

Tabela 3 - Descrição dos cultivares BRS Gralha Azul e Quartzo em relação a características de interesse agrônomo. UTFPR, Câmpus Pato Branco- PR, 2014.

Cultivar	Porte	Ciclo	Qualidade de Panificação			
			W*	E	P/L	Classe
BRS Gralha Azul	Médio	Médio	335	15,0	1,68	Melhorador
Quartzo	Médio	Médio	272	10,5	1,25	Pão

* Determinação pelo teste de alveografia expresso em 10^{-4} Joules.

Fonte: informações das empresas obtentoras (2012).

Os tratamentos foram compostos por 11 combinações de parcelamento da adubação nitrogenada. A partir da definição da expectativa de rendimento de grãos em 5.300 kg ha^{-1} , fixou-se a dose de 120 kg N ha^{-1} . Com exceção da testemunha que não recebeu N, todos os tratamentos receberam 20 kg N ha^{-1} no sulco de semeadura (CQFS – RS/SC, 2004) e 100 kg N ha^{-1} aplicados em diferentes parcelamentos em cobertura.

O parcelamento do N em cobertura foi distribuído nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento (Tabela 4), que foram identificados através da dessecação de plantas e visualização da estrutura meristemática de cada estágio como descrito por Nerson et al. (1980). A fonte de N para aplicação em cobertura foi a ureia.

Tabela 4 – Identificação dos tratamentos quanto à quantidade de N a ser aplicado na adubação de base e em cobertura nos estádios de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Tratamentos	Semeadura*	Duplo Anel**	Espiguetas Terminal**	Emborrachamento**	Total
T1	0	0	0	0	0
T2	20	100	0	0	120
T3	20	0	100	0	120
T4	20	0	60	40	120
T5	20	0	70	30	120
T6	20	0	80	20	120
T7	20	60	0	40	120
T8	20	70	0	30	120
T9	20	80	0	20	120
T10	20	50	50	0	120
T11	20	70	30	0	120
T12	20	30	70	0	120

* N aplicado na semeadura; ** N aplicado via ureia a lanço sem incorporação.

3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Em Pato Branco (região de VCU 2), a semeadura foi realizada no dia 28 de junho e em Curitiba (região de VCU 1), no dia 12 de julho, ambos em 2012. As parcelas foram compostas de seis fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas em 0,20 m, com densidade de 350 plantas m^{-2} , totalizando área útil e total de 6 m^2 . Para a semeadura, utilizou-se uma semeadora de parcelas experimentais marca Semina/Embrapa.

Em ambos os locais, com base na concentração de nutrientes no solo, na profundidade 0,0 – 20,0 cm (Tabelas 1 e 2) e numa expectativa de rendimento de grãos de 5.300 $kg\ ha^{-1}$, foram calculadas as quantidades de P e K a ser aplicadas (CQFS - RS/SC, 2004). Foram aplicados 100 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 + 43 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O e 79,5 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 + 83 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O na semeadura em Pato Branco e Curitiba, respectivamente.

Os fertilizantes utilizados foram o monoamônio fosfato (MAP), o superfosfato triplo (STF) e o cloreto de potássio (KCl) para elaboração de formulações que atendessem as necessidades de N, P e K para cada tratamento no momento da semeadura. As adubações nitrogenadas de cobertura no município de Pato Branco ocorreram nos dias 28 de julho, 09 de agosto e 29 de agosto nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, sendo que a antese ocorreu no dia 07 de setembro.

Em Curitiba, por consequência da semeadura mais tardia, dada pelo zoneamento de risco climático, as adubações nitrogenadas ocorreram nos dias 24 de agosto, 06 de setembro e 05 de outubro nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, ocorrendo a antese no dia 17 de outubro.

A colheita dos experimentos ocorreu nos dias 26 de outubro e 06 de dezembro de 2012 em Pato Branco e Curitiba, respectivamente, colhendo-se área total de cada parcela nos dois locais.

3.4 PRODUÇÃO DE BIOMASSA E QUANTIFICAÇÃO DE N NO TECIDO VEGETAL

A quantificação da biomassa e do teor de N no tecido vegetal foi realizada em dois estádios fisiológicos da cultura, antese e maturação fisiológica, nos dois locais de avaliação. Para tal procedeu-se o corte do dossel das plantas, rente ao solo, em 0,2 m² de cada parcela. As amostras foram secas em estufa a 60°C até obterem massa constante.

Após secas, mensurou-se a massa seca total das amostras na antese (BTA) e na maturação fisiológica (BTM). Com exceção da coleta em maturação fisiológica, onde separou-se os grãos do restante da palha para análise do teor de N no tecido vegetal, as amostras foram moídas em moinho de facas e passadas por peneira <1,0 mm.

A quantificação do N no tecido vegetal foi realizada pelo método de extração com H₂SO₄ P.A. em bloco digestor a 370°C que solubiliza a amostra. Após as amostras seguirem para destilação em destilador de N semi micro Kjeldahl, onde o destilado foi coletado em erlenmeyer contendo solução indicadora de ácido bórico e posteriormente titulado com ácido sulfúrico conforme descrito por Tedesco et al. (1995).

3.5 ÍNDICE DE CLOROFILA FOLIAR

Com um medidor portátil de clorofila Falker ClorofiLOG 1030, foi possível avaliar a campo o índice de clorofila Falker (ICF) que cada combinação dos fatores testados proporcionou. Foram avaliados os ICF "A" e "B".

No município de Pato Branco foram realizadas leituras nos estádios de emborrachamento e antese, já no município de Curitiba avaliou-se somente o estágio de antese. Em cada parcela foram feitas dez leituras de clorofila avaliando-se a folha bandeira, completamente expandida, de plantas saudáveis.

3.6 CARACTERES MORFOLÓGICOS, COMPONENTES DE RENDIMENTO E RENDIMENTO DE GRÃOS

Foram avaliados os seguintes caracteres agrônômicos e componentes do rendimento: comprimento da espiga (CE), em centímetros; estatura de planta (EP), em centímetros; número de espigas por metro quadrado (NEM); número de espiguetas por espiga (NEE); número de grãos por espiga (NGE); massa de mil grãos (MMG), em gramas; rendimento de grãos (RG), em kg ha^{-1} ; peso do hectolitro (PH), em kg hL^{-1} ; biomassa total na antese (BTA), em kg ha^{-1} ; biomassa total na maturação fisiológica (BTM), em kg ha^{-1} (SCHEEREN, 1984). O índice de colheita (IC) foi determinado a partir do quociente entre o RG e BTM.

O CE e a EP foram obtidos com auxílio de uma régua, medindo-se dez espigas e plantas por unidade experimental, respectivamente. O NEM foi obtido através da contagem de espigas de dois metros lineares das duas fileiras centrais de cada parcela. O NEE e o NGE foram obtidos através da contagem das espiguetas e grãos de dez espigas, respectivamente, coletadas aleatoriamente na parcela. Contou-se 200 grãos e após mensurada sua massa pôde-se calcular a MMG. O RG foi obtido através da mensuração da massa de grãos que cada parcela proporcionou, corrigindo os dados para 13% de umidade e extrapolando para kg ha^{-1} .

3.7 QUALIDADE INDUSTRIAL DE PANIFICAÇÃO DO TRIGO

Os parâmetros avaliados foram o teor de proteína (% Proteína), número de queda (NQG), estabilidade (E), força de glúten (W), relação entre tenacidade (P) e extensibilidade (L) (P/L).

O número de queda avaliou o grau de germinação do trigo segundo o método no AACC 56-81. A estabilidade da massa foi mensurada pelo processo de farinografia pelo método 54-21 da AACC (1995), em farinógrafo Brabender. A característica viscoelástica da farinha foi avaliada pelo método no 54-30 da AACC (1995), utilizando-se o alveógrafo marca Chopin, modelo NG (Villeneuve-la-Garenne Cedex, França). Para as determinações, utilizam-se 250 g de farinha e 129,4 ml de água. O aparelho mede a sobrepessão máxima exercida na expansão da massa

(tenacidade (P)), expressa em mm, o comprimento da curva (extensibilidade (L)), expressa em mm e a energia de deformação da massa (força de glúten (W)), expressa em 10^{-4} Joules.

As três repetições de cada um dos tratamentos foram misturadas, formando amostras compostas, nas quais se avaliou os parâmetros de qualidade industrial.

3.8 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados dos caracteres avaliados foram submetidos à análise de homogeneidade de variância (teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors). Atendidos estes pressupostos, os dados seguiram para análise de variância pelo teste F 5% ($p < 0,05$), onde ocorrendo significância, para cultivar atribuiu-se letra A para a maior média e B para a menor, e para formas de parcelamento ou para a interação aplicou-se o teste Scott e Knott de comparação de médias a 5% de probabilidade de erro.

A análise AMMI1 (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction) foi utilizada para estimar a contribuição relativa dos efeitos principais de ambiente, genótipo e da interação genótipo x ambiente e o desempenho médio dos parâmetros de qualidade industrial. Esta análise, implementada através do aplicativo GGE Biplot (YAN et al., 2001), combina a análise de variância dos efeitos aditivos de genótipos e formas de parcelamentos da adubação nitrogenada com a análise de componentes principais do efeito multiplicativo da interação entre os fatores testados (ZOBEL et al., 1988).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERES MORFOLÓGICOS, COMPONENTES DE RENDIMENTO E RENDIMENTO DE GRÃOS DE TRIGO

4.1.1 Pato Branco

Dos parâmetros avaliados somente o número de espigas por metro quadrado (NEM) apresentou interação significativa entre as formas de parcelamento da adubação nitrogenada e os cultivares de trigo (Tabela 5). Os caracteres estatura de planta (EP), número de grãos por espiga (NGE), e massa de mil grãos (MMG) e peso de hectolitro (PH) não apresentaram significância pelo teste F a 5% para os dois fatores, corroborando os resultados de Costa et al. (2013).

Tabela 5 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) dos caracteres comprimento de espiga (CE), estatura de planta (EP), número de espigas por metro quadrado (NEM), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG), rendimento de grãos (RG), peso do hectolitro (PH), biomassa total na antese (BTA), biomassa total na maturação fisiológica (BTM) e índice de colheita (IC) em resposta a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada em dois cultivares de trigo no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Caractere	Bloco	Parcelamentos de N (A)	Cultivares (D)	A x D	ERRO	Média Geral	CV%
GL	2	11	1	11	46	-	-
CE	0.18	0.62*	18.00*	0.24 ^{ns}	0.14	8.35	4.42
EP	28.96	9.57 ^{ns}	1.68 ^{ns}	6.68 ^{ns}	6.72	69.78	3.71
NEM	926.04	2515.91*	355.56 ^{ns}	2507.83*	414.81	408.33	4.99
NEE	0.39	0.43 ^{ns}	120.90*	0.49 ^{ns}	0.66	15.53	5.25
NGE	38.50	12.28 ^{ns}	15.13 ^{ns}	17.19 ^{ns}	14.22	30.07	12.54
MMG	3.61	1.37 ^{ns}	6.30 ^{ns}	2.28 ^{ns}	2.53	34.98	4.55
RG	591353	533748*	170817 ^{ns}	126339 ^{ns}	71868	3371	7.95
PH	4.27	0.62 ^{ns}	0.32 ^{ns}	0.75 ^{ns}	0.56	78.85	0.95
BTA	1409485	1502357*	1360700 ^{ns}	357023 ^{ns}	399214	5146	12.28
BTM	3549821	4387851*	1617001 ^{ns}	1277087 ^{ns}	1087114	9074	11.49
IC	0.0033	0.0093*	0.0002 ^{ns}	0.0053 ^{ns}	0.0029	0.3779	14.16

* Significativos a 5% ($p < 0,05$) de probabilidade de erro pelo teste F. ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

O caractere número de espiguetas por espiga (NEE) apresentou médias que diferiram significativamente somente entre os cultivares (Tabela 5). Já o rendimento de grãos (RG), biomassa total na antese (BTA), biomassa total na maturação fisiológica (BTM) e o índice de colheita (IC) apresentaram médias significativamente diferentes entre as formas de parcelamento da adubação nitrogenada. O comprimento de espiga (CE) apresentou diferença significativa para os dois fatores.

O caractere CE apresentou desempenho superior quando parcelou-se 70 + 30 kg N ha⁻¹ (T8) e 80 + 20 kg N ha⁻¹ (T9) nos estádios de duplo anel e emborrachamento, respectivamente, diferindo significativamente dos demais tratamentos pelo teste de Scott e Knott a 5% (Figura 2).

Verificou-se menor média de CE para a testemunha (T1), mas não diferindo significativamente dos tratamentos T3, T10 e T12 (Figura 2). Isso indica que o desempenho dos cultivares não foi afetado pela dose de N, discordando do resultado de Noureldin et al. (2013).

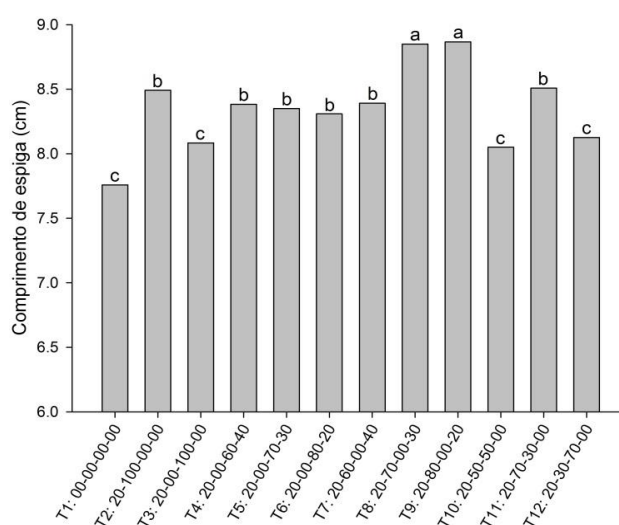


Figura 2 – Comprimento de espiga de trigo após parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. Média de dois cultivares. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

Verificou-se maior CE e NEE para o cultivar BRS Gralha Azul em relação ao cultivar Quartzo (Figura 3). Costa et al. (2013) atribuíram a diferença do NEE entre cultivares ao fator genético, uma vez que a planta pode compensar o menor desempenho deste caractere com o aumento do número de perfilhos por

unidade, número de grãos por espiga e o peso médio de grãos para compor o rendimento de grãos.

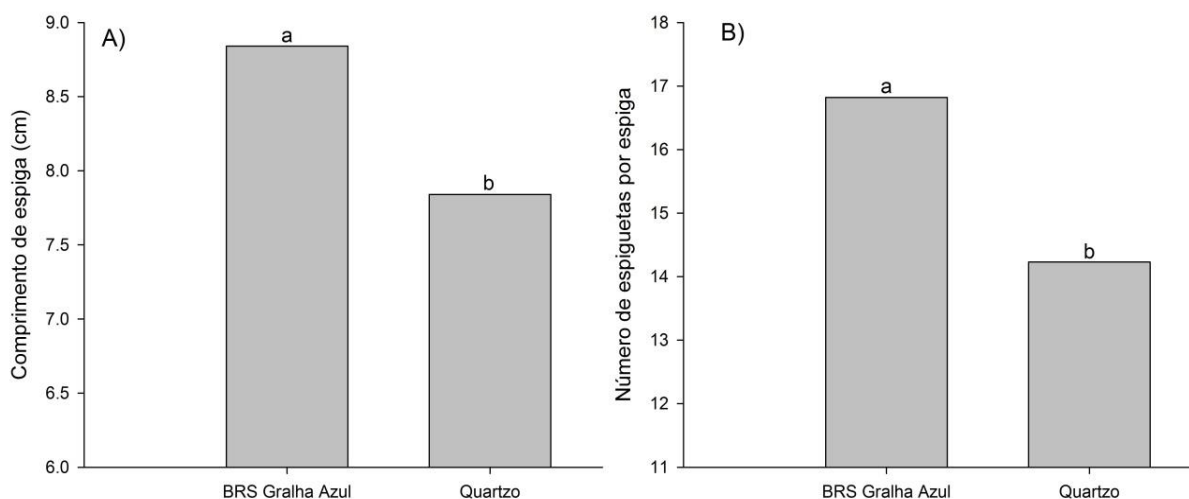


Figura 3 – Comprimento de espiga (A) e número de espiguetas por espiga (B) de dois cultivares de trigo no município de Pato Branco. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

O NEM apresentou desempenho superior para o cultivar Quartzo, em relação ao cultivar BRS Gralha Azul, somente quando aplicou-se $60 + 40 \text{ kg N ha}^{-1}$ nos estádios de espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente (Tabela 6).

A diminuição do NEM quando a adubação nitrogenada foi realizada em estádios mais desenvolvidos da cultura era esperado, uma vez que a cultura do trigo prioriza o incremento desse caractere em estádios iniciais de desenvolvimento (SANGOI et al., 2007; MEGDA et al., 2009). Porém, essa resposta não apresentou regularidade para essa estratégia de manejo de N, indicando interferência do fator climático (Figura 1A).

Melhor desempenho do NEM para o cultivar Quartzo em relação ao BRS Gralha Azul foi observado quando se utilizou 80 kg N ha^{-1} no estádio de duplo anel + 20 kg N ha^{-1} no estádio de emborrachamento e 50 kg N ha^{-1} no estádio de duplo anel + 50 kg N ha^{-1} no estádio de espiguetas terminal, diferindo significativamente os cultivares (Tabela 6). O caractere NEM apresentou desempenho inferior dos tratamentos T1, T3, T6 e T10 para o cultivar Quartzo.

Não se verificou um padrão de comportamento em relação ao efeito do parcelamento da adubação nitrogenada, porém o tratamento com 80 kg N ha^{-1} no

estádio de duplo anel + 20 kg N ha⁻¹ no estágio de emborrachamento (T9) promoveu maior NEM dentre as formas de parcelamento (Tabela 6), incrementado o RG (Sinclair; Jamieson, 2006).

As maiores médias de NEM para o cultivar BRS Gralha Azul foram para os tratamentos T9 e T10. Já as menores médias foram observadas nos tratamentos T4 e T6, onde o N foi aplicado no estágio de espiguetas terminal e emborrachamento (Tabela 6). Estes tratamentos apresentaram médias significativamente inferiores à testemunha (T1). Isso indica que o teor de N no solo, proveniente do alto teor de M.O. (Tabela 1), foi suficiente para suprir a cultura.

As formas de parcelamento que priorizaram a aplicação de todo N (100 kg N ha⁻¹) no estágio de duplo anel (T2) e espiguetas terminal (T3) apresentaram resposta significativamente igual à testemunha para o NEM (Tabela 6). Isso contraria a hipótese que a adubação nitrogenada nos períodos iniciais da cultura maximizaria a expressão do NEM, porém nesse caso, as condições climáticas desfavoráveis para a cultura (Figura 1A) podem ter favorecido a heterogeneidade dos resultados (LLOVERAS et al., 2004; ARDUINI et al., 2006).

Tabela 6 –Número de espigas por metro quadrado de dois cultivares de trigo em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Tratamento*	Cultivar	
	BRS Gralha Azul	Quartzo
	----- Espigas m ⁻² -----	
T1: 00-00-00-00	390 Ac**	380 Ab
T2: 20-100-00-00	386 Ac	418 Aa
T3: 20-00-100-00	400 Ac	383 Ab
T4: 20-00-60-40	350 Bd	430 Aa
T5: 20-00-70-30	426 Ab	405 Aa
T6: 20-00-80-20	371 Ad	376 Ab
T7: 20-60-00-40	415 Ab	405 Aa
T8: 20-70-00-30	421 Ab	440 Aa
T9: 20-80-00-20	468 Aa	413 Ba
T10: 20-50-50-00	458 Aa	376 Bb
T11: 20-70-30-00	425 Ab	438 Aa
T12: 20-30-70-00	413 Ab	406 Aa

*Quantidade de nitrogênio distribuído na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. **Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

A biomassa total na antese (BTA) apresentou desempenho superior sob efeito dos tratamentos T2, T7, T8, T9, T11 e T12, diferindo significativamente

das demais formas de parcelamento (Figura 4A). Isso indica que apesar de todas as formas de parcelamento já estarem com a dose total de N aplicadas no momento da antese, a maioria dos tratamentos que receberam N no estágio de duplo anel apresentaram maior crescimento (Figura 4A).

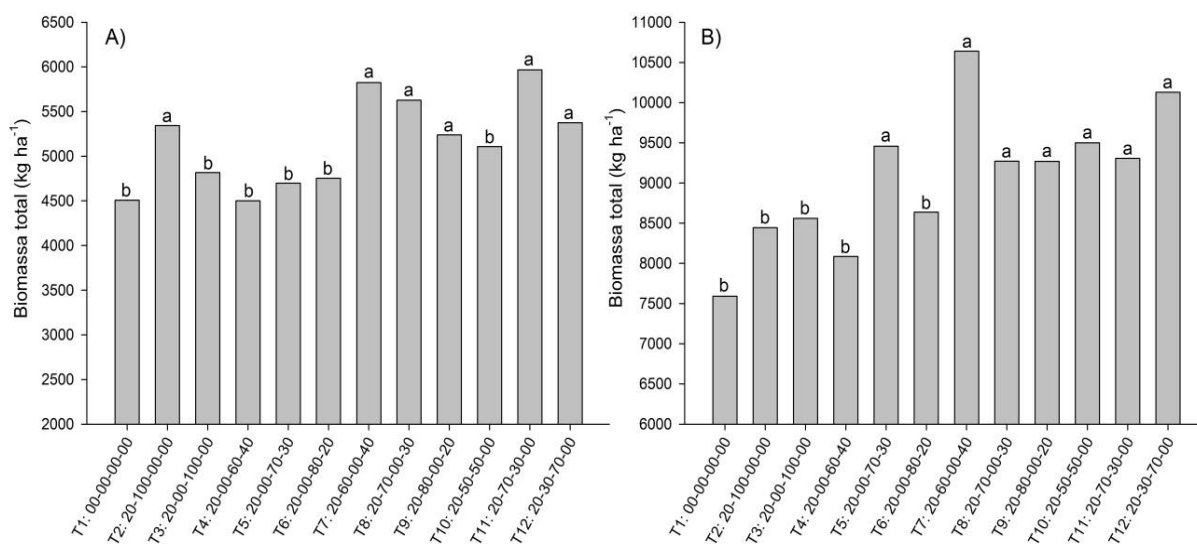


Figura 4 – Biomassa total de plantas de trigo na antese (A) e biomassa total de planta de trigo na maturação fisiológica (B) após parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. Média de dois cultivares. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

O regime hídrico durante o ciclo da cultura foi determinante para que a resposta para BTA tenha apresentado desempenho superior para os tratamentos que receberam N em duplo anel. Esta foi a única aplicação em que as condições de umidade estavam favoráveis a esta prática (Figura 1A). Isso indica que a ureia aplicada no estágio de duplo anel encontrou condições de umidade para reação completa até as formas minerais de N (DUARTE, 2006), que foram absorvidas pela cultura.

Os tratamentos T5, T7, T8, T9, T10, T11 e T12 apresentaram melhor desempenho na produção de BTM, diferindo significativamente dos demais tratamentos pelo teste de Scott e Knott a 5% (Figura 4B).

Apesar da ausência de aplicação de N produzir biomassa aérea de trigo semelhante a alguns tratamentos com aplicação de 20 kg N há⁻¹ (Figura 4A e 4B) a produção foi de 15 e 21% a mais de BTA e BTM, respectivamente, em média quando se aplicou N. Isso corrobora Ercoli et al. (2008) e Zhang et al. (2010), que

testaram doses de N em condições de precipitação pluviométrica adequada e tiveram resposta linear em produção de biomassa com o aumento das doses de N.

A média geral do RG foi de 3.371 kg ha^{-1} (Tabela 5). O melhor desempenho para este caractere foi observado para as formas de parcelamento T2, T3, T4, T5, T7, T8, T9 e T11 (Figura 5A). As maiores médias absolutas de RG encontradas foram para os tratamentos T5, T7 e T11 (Figura 5A), com produtividade média próxima de 3.800 kg ha^{-1} , mas não diferindo significativamente dos tratamentos T2, T3, T4, T8 e T9 com média de RG próximos a 3.500 kg ha^{-1} , valores estes abaixo do encontrados em outros trabalhos conduzidos em condições de solo e clima favoráveis, que obtiveram RG acima de 6.000 kg ha^{-1} (TRINDADE et al., 2006; PENCKOWSKI, et al., 2010; GAUDIN et al., 2014), porém acima da média do estado do Paraná.

Teixeira Filho et al. (2011) trabalhando com adubação nitrogenada em trigo irrigado não observaram diferença significativa entre formas de parcelamento da adubação nitrogenada. Já Karam et al. (2009) avaliando dois cultivares de trigo, diferentes manejos de N e níveis de irrigação, encontraram redução do RG somente quando a cultura não foi irrigada.

O tratamento controle (T1), teve rendimento de grãos de 2.896 kg ha^{-1} , A média obtida no Estado do Paraná, na mesma safra, foi de 2.730 kg ha^{-1} (CONAB, 2013). Uma possível explicação para este elevado rendimento sem aplicação de N deve-se ao alto teor de matéria orgânica (MO) da área onde conduziu-se o experimento (Tabela 1) que pode ter fornecido N a partir da sua mineralização (PAVINATO e CERETTA, 2004) dando suporte a esta produtividade.

O IC apresentou desempenho superior para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5, T8 e T10, diferindo significativamente dos demais (Figura 5B). O grupo que constituiu as maiores médias apresentaram IC em torno de 0.4 e o grupo das menores médias não atingiu IC maior que 0.35. Isso indica que em torno de 40% da BTM foi convertida em grão corroborando dados de Karam et al. (2009) e Ercoli et al. (2013) que encontraram valores variando de 0.35 a 0.44 entre cultivares de trigo, fontes e manejos de N. Tanto a aplicação de N quanto o parcelamento pareceram não afetar o IC, o que deve ser regulado geneticamente.

O IC para a testemunha (T1) apresentou média de 0.38, significativamente superior ao tratamento T7 que apresentou média de 0.34 (Figura

5B). Quanto ao RG, o tratamento T7 produziu 3.635 kg ha⁻¹ significativamente superior ao T1 que produziu 2.896 kg ha⁻¹.

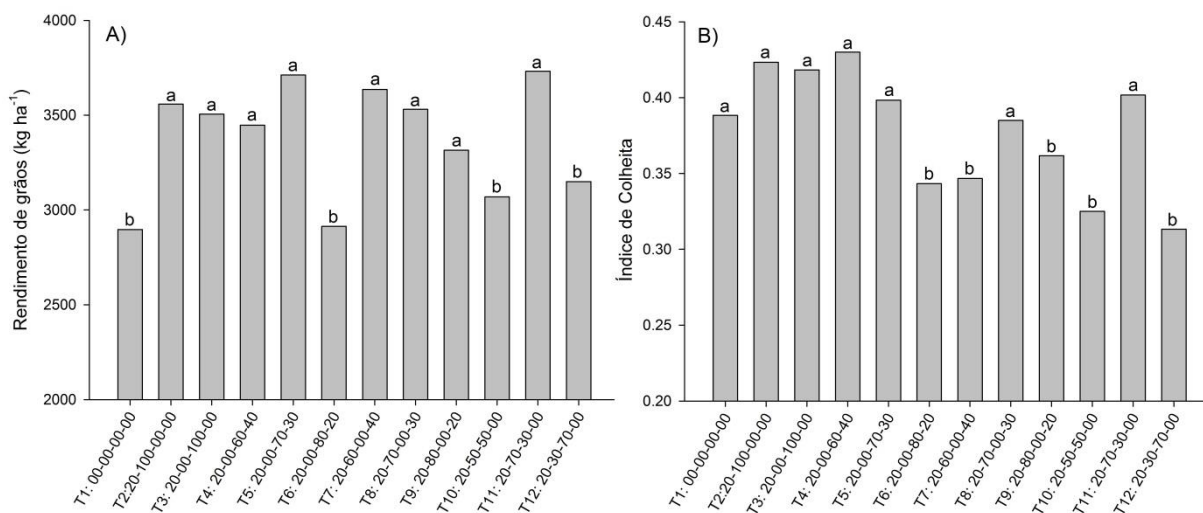


Figura 5 – Rendimento de grãos de trigo (A) e índice de colheita (B) após parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. Média de dois cultivares. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

4.1.2 Curitibaanos

No município de Curitibaanos, os caracteres BTA e BTM apresentaram interação significativa entre as formas de parcelamento da adubação nitrogenada e cultivares de trigo (Tabela 7). O caractere MMG não apresentou significância para nenhum dos fatores.

Os caracteres CE e PH apresentaram significância somente entre os cultivares (Tabela 7). O RG apresentou significância entre as médias para as formas de parcelamento da adubação nitrogenada. Já os caracteres EP, NEM, NEE, NGE e IC apresentaram significância pelo teste F a 5% para os dois fatores, que segundo Ortega et al. (2008) e Ercoli et al. (2013) são os mais afetados pelo parcelamento da adubação nitrogenada.

Tabela 7 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) dos caracteres comprimento de espiga (CE), estatura de planta (EP), número de espigas metro quadrado (NEM), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG), rendimento de grãos (RG), peso do hectolitro (PH), biomassa total na antese (BTA), biomassa total na maturação fisiológica (BTM) e índice de colheita (IC) após doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada em dois cultivares de trigo no município de Curitiba. UTFPR, Campus Pato Branco, 2014.

Caractere	Bloco	Parcelamentos de N (A)	Cultivares (D)	A x D	Erro	Média Geral	CV%
GL	2	11	1	11	46	-	-
CE	1.57	0.85 ^{ns}	6.69*	0.41 ^{ns}	0.95	7.38	13.19
EP	63.51	237.09*	168.06*	15.93 ^{ns}	31.08	69.38	8.04
NEM	17719.79	17564.49*	92808.68*	6152.62 ^{ns}	4977.40	477.29	14.78
NEE	2.67	8.72*	66.89*	0.98 ^{ns}	1.56	12.75	9.78
NGE	57.67	69.51*	258.78*	14.25 ^{ns}	16.58	27.27	14.93
MMG	38.56	4.71 ^{ns}	19.27 ^{ns}	7.88 ^{ns}	13.48	28.79	12.75
RG	412422	1009124*	88513 ^{ns}	41122 ^{ns}	29242	1880	9.09
PH	32.82	0.67 ^{ns}	29.44*	1.48 ^{ns}	1.03	73.65	1.38
BTA	197419	2303887*	4803708*	646590*	24315	3158	4.94
BTM	2316341	17460459*	3846844*	2638456*	678814	7373	11.17
IC	0.0017	0.0085*	0.0115*	0.0039 ^{ns}	0.0021	0.2646	17.17

* são valores significativos a 5% ($p < 0,05$) de probabilidade de erro pelo teste F. ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

Os caracteres EP, NEM, NEE e NGE apresentaram desempenho inferior somente para a testemunha (T1), diferindo significativamente das demais formas de parcelamento que foram iguais entre si (Figura 6). Isso indica que não houve resposta às formas de parcelamento da adubação nitrogenada e sim para dose de N.

Resposta semelhante foi encontrada por Silva et al. (2008a) para EP e por Salvagiotti & Miralles (2008) para os caracteres NEM, NEE e NGE. Estes resultados podem ter ocorrido devido a insuficiente oferta de N do solo para a testemunha, onde a aplicação de N, mesmo em condições de clima desfavorável, foi responsiva.

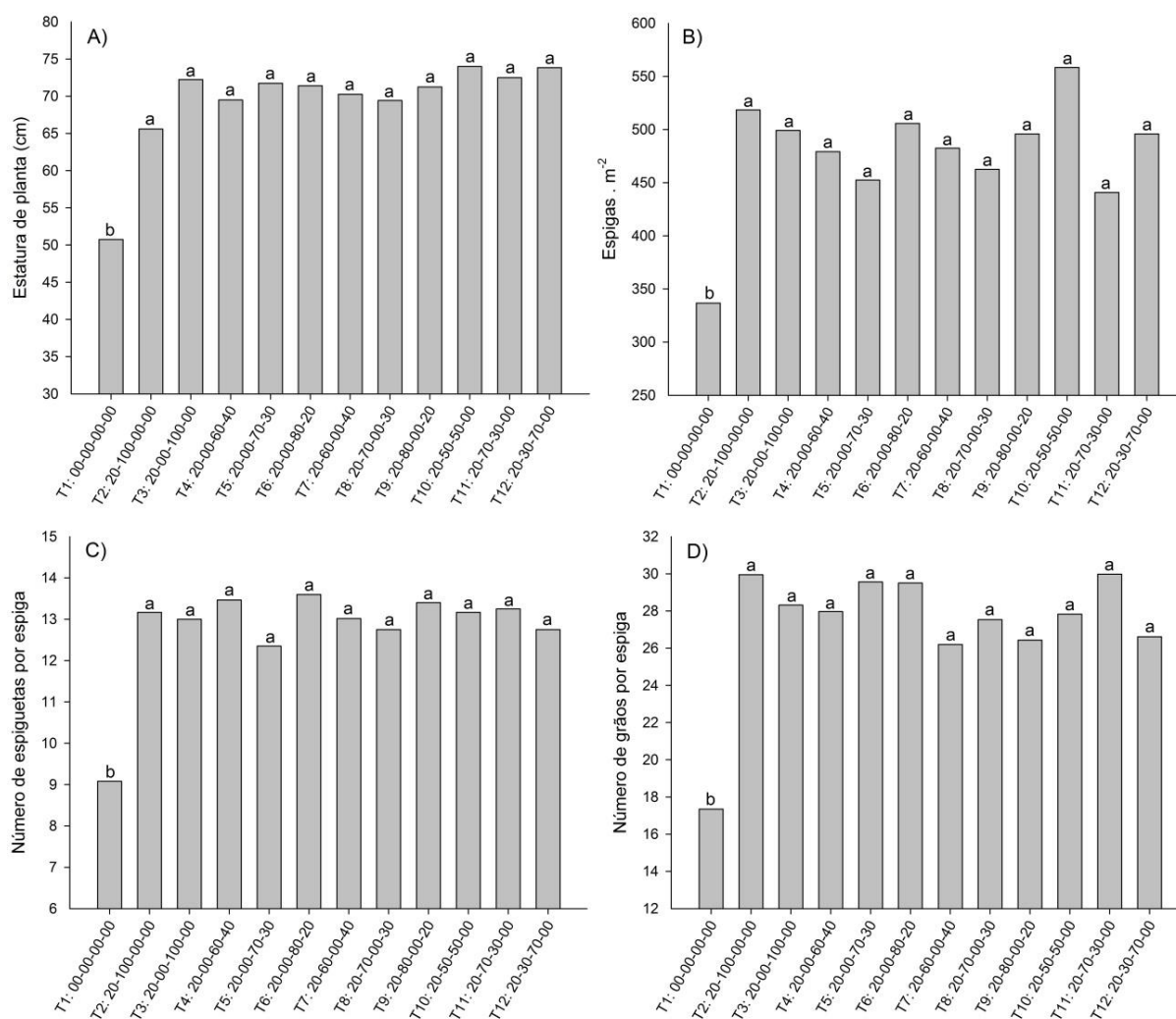


Figura 6 – Estatura de planta (A), espigas por metro quadrado (B), número de espiguetas por espiga (C) e número de grãos por espiga de trigo (D) após parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente no município de Curitiba. Média de dois cultivares. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

O CE apresentou desempenho superior para o cultivar BRS Galha Azul, diferindo significativamente do Quartzo (Tabela 7). Verificou-se CE médio de 7.68 e 7.07 cm para os cultivares BRS Galha Azul e Quartzo, respectivamente. O caractere CE não apresentou significância para as formas de parcelamento da adubação nitrogenada (Tabela 7). Já a resposta para cultivares é devida as diferenças genética dos cultivares, conforme também observaram Noureldin et al. (2013).

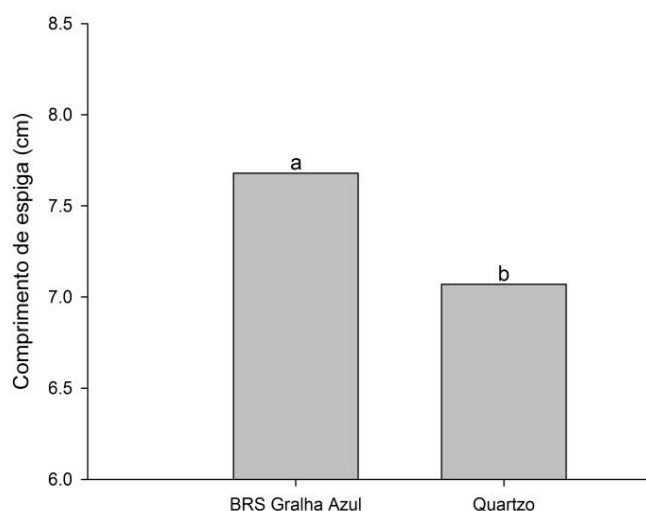


Figura 7 - Comprimento de espiga de dois cultivares de trigo no município de Curitiba. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espigueta terminal e emborrachamento, respectivamente. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Os caracteres EP e NEM apresentaram médias superiores para o cultivar Quartzo, diferindo significativamente do BRS Gralha Azul (Figura 8A e 8B). Isso indica que o cultivar BRS Gralha Azul mesmo em situação de estresse hídrico apresentou incremento no NEM, sendo mais resistente a essa adversidade.

Desempenho superior dos caracteres NEE e NGE foram observados para o cultivar BRS Gralha Azul, diferindo significativamente do Quartzo (Figura 8C e 8D). Essa resposta corrobora o resultado do CE (Figura 7), que foi superior para o cultivar BRS Gralha Azul em relação ao Quartzo. Essa resposta já indicava o aumento dos caracteres NEE e NGE, que segundo Sinclair & Jamieson (2006) são os componentes que mais contribuem para a composição final do RG.

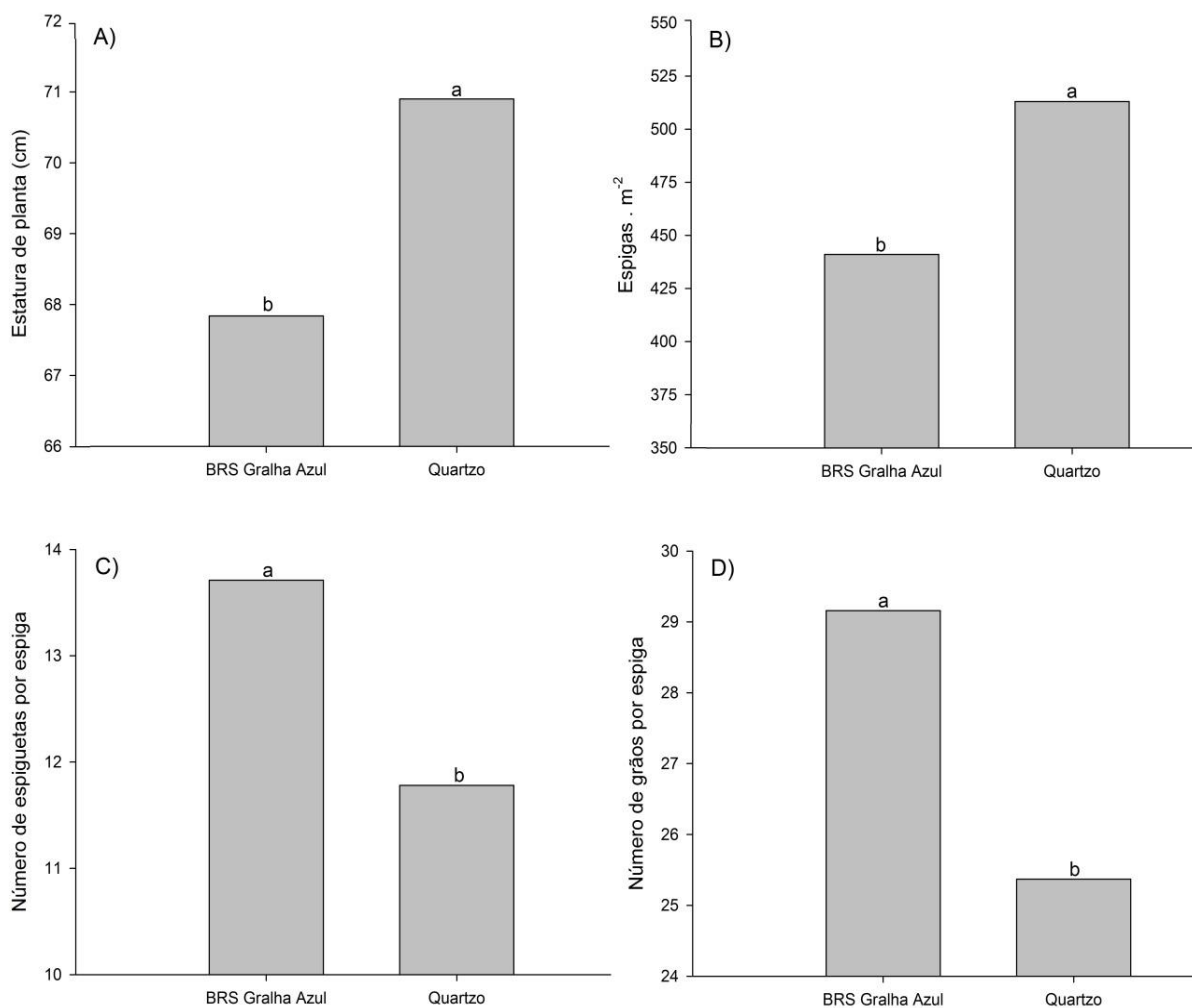


Figura 8 – Estatura de planta (A), número de espigas por metro quadrado (B), número de espiguetas por espiga (C) e número de grãos por espiga (D) de dois cultivares de trigo no município de Curitiba. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada distribuídas na sementeira e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro.

A produção de BTA apresentou desempenho superior para o cultivar BRS Gralha em relação ao Quartzo (Tabela 8), com exceção da testemunha (T1) e dos tratamentos T3, T8 e T11 que não diferiram significativamente entre os cultivares, as demais formas de parcelamento da adubação nitrogenada acumularam maiores médias de BTA para o cultivar BRS Gralha Azul.

A maior produção de BTA pelo cultivar BRS Gralha Azul demonstra sua maior capacidade de suportar o estresse hídrico. Isso fica evidenciado também pela resposta que apresentou no aumento significativo do NEM (Figura 8B). Pandey et al. (2001) não verificaram diferença significativa entre cultivares de trigo submetidos ao estresse hídrico para esse caractere.

Quando todo o N em cobertura foi aplicado no estágio de espiguetas terminal (T3) a produção de BTA, para o cultivar Quartzo, foi significativamente superior às demais formas de parcelamento da adubação nitrogenada, produzindo 3789 kg ha⁻¹ (Tabela 8). Média inferior de BTA foi apresentada pela testemunha (T1), com produtividade de 1.285 kg ha⁻¹, diferindo significativamente dos demais tratamentos havendo resposta a aplicação de N (Tabela 8). Os tratamentos intermediários apresentaram produção de BTA entre 2.506 e 3.309 kg ha⁻¹.

Tabela 8 – Biomassa total de plantas na antese de dois cultivares de trigo em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Curitiba. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Tratamento*	Cultivar	
	BRS Galha Azul	Quartzo
	-----kg ha ⁻¹ -----	
T1: 00-00-00-00	1294 Ad**	1285 Ae
T2: 20-100-00-00	3559 Ab	3141 Bb
T3: 20-00-100-00	3709 Ab	3789 Aa
T4: 20-00-60-40	4141 Aa	2270 Bd
T5: 20-00-70-30	3464 Ab	3173 Bb
T6: 20-00-80-20	3239 Ac	2890 Bc
T7: 20-60-00-40	3504 Ab	3040 Bc
T8: 20-70-00-30	3088 Ac	3309 Ab
T9: 20-80-00-20	3640 Ab	3278 Bb
T10: 20-50-50-00	3951 Aa	2506 Bd
T11: 20-70-30-00	3181 Ac	3146 Ab
T12: 20-30-70-00	4230 Aa	2977 Bc

*Quantidade de nitrogênio distribuídos na sementeira e nos estágios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. **Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

O caractere BTM apresentou desempenho superior para o cultivar BRS Galha Azul em relação ao Quartzo nos tratamentos T2, T8 e T10, e inferior somente no parcelamento T9, diferindo significativamente (Tabela 9). Apesar de haver maior diferença entre as médias observadas comparando-se os cultivares para o caractere BTA (Tabela 8), essa diferença se diluiu até a maturação fisiológica (Tabela 9). Essa resposta se deve possivelmente a variação climática na condução do experimento, uma vez que em condições de estresse a planta acumula o mínimo de biomassa a fim de perpetuar a espécie, não expressando todo seu potencial genético.

O acúmulo de BTM foi maior para os tratamentos T3 e T10 para o cultivar BRS Galha Azul, com médias de 9.449 e 9.426 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 9). A menor média de BTM foi apresentada pela testemunha (T1), que produziu 2.682 kg ha⁻¹, diferindo significativamente das demais formas de

parcelamento. Resposta similar foi encontrada por Salvagiotti & Miralles (2008) trabalhando com adubação nitrogenada e avaliando a produção de BTM e RG.

O cultivar Quartzo, além da forma de parcelamento T3, apresentou maiores medias para o caractere BTM nos parcelamentos T6, T7, T9 e T11 (Tabela 9). A testemunha apresentou média inferior e significativamente diferente das formas de parcelamento da adubação nitrogenada. Os demais tratamentos apresentaram resposta intermediária.

Tabela 9 – Biomassa total de plantas na maturação fisiológica de dois cultivares de trigo em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Curitiba. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Tratamento*	Cultivar	
	BRS Galha Azul	Quartzo
	-----kg ha ⁻¹ -----	
T1: 00-00-00-00	2682 Ad**	2329 Ac
T2: 20-100-00-00	8338 Ab	6663 Bb
T3: 20-00-100-00	9449 Aa	8597 Aa
T4: 20-00-60-40	7255 Ac	6025 Ab
T5: 20-00-70-30	8049 Ab	6900 Ab
T6: 20-00-80-20	7908 Ab	8918 Aa
T7: 20-60-00-40	8347 Ab	9178 Aa
T8: 20-70-00-30	8073 Ab	5813 Bb
T9: 20-80-00-20	7088 Bc	8630 Aa
T10: 20-50-50-00	9426 Aa	7073 Bb
T11: 20-70-30-00	8114 Ab	8228 Aa
T12: 20-30-70-00	6520 Ac	7345 Ab

*Quantidade de nitrogênio distribuídos na sementeira e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. ** Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

O PH foi maior no cultivar BRS Galha Azul em relação ao Quartzo (Figura 9A). Para o IC ocorreu o inverso, onde o cultivar Quartzo apresentou maior média em relação ao BRS Galha Azul, diferindo significativamente pelo teste F a 5%.

Os cultivares BRS Galha Azul e Quartzo apresentaram médias de PH de 74 e 73, respectivamente. Essas médias situam-se abaixo dos valores exigidos pelo mercado para comercialização do produto, que é no mínimo 78.

Apesar do RG não apresentar significância entre os cultivares testados (Tabela 7), o cultivar BRS Galha Azul apresentou maior eficiência na produção de grãos em relação à produção de BTM, com IC de 0.27 (Tabela 9). Porém esse valor é baixo comparado aos valores encontrados neste trabalho para o município de Pato

Branco, variando de 0.31 a 0.43 (Figura 5) e por outros autores, variando de 0.35 a 0.44 (KARAM et al., 2009; ERCOLI et al., 2013).

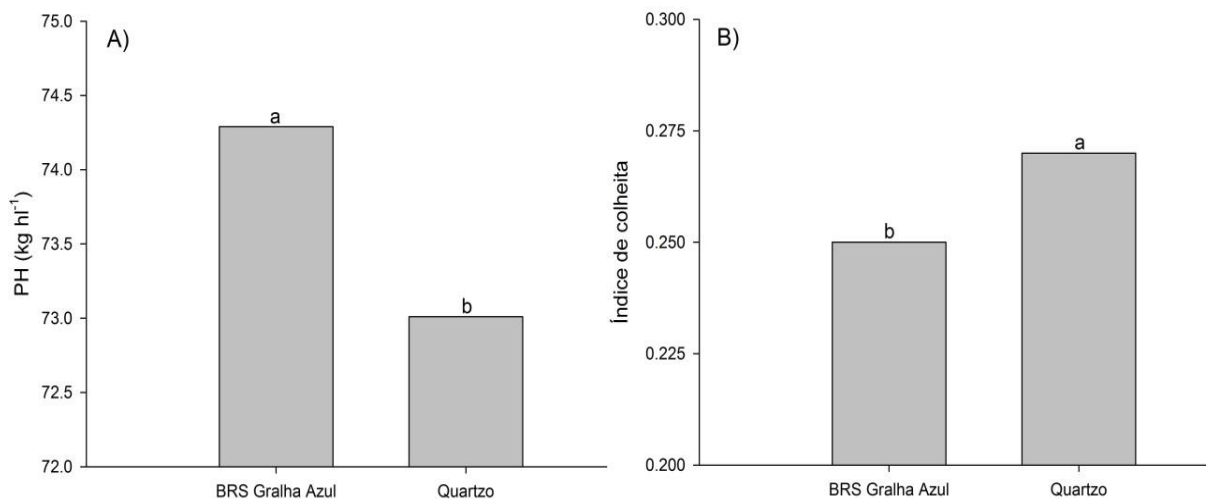


Figura 9 – Peso hectolitro (A) e índice de colheita (B) de dois cultivares de trigo no município de Curitiba. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro.

As maiores médias de RG no município de Curitiba foram observadas para os tratamentos T3, T6 e T12 (Figura 10A). Estes tratamentos priorizaram a aplicação de N no estágio de espiguetas terminal, com 100, 80 e 70 kg N ha⁻¹ para os tratamentos T3, T6 e T12, respectivamente nesta fase. Isso indica que em Curitiba essa forma de manejo de N promove o melhor RG.

A média geral de RG (1.880 kg ha⁻¹) se deve a baixa precipitação que ocorreu em todo período de desenvolvimento da cultura (Figura 1B). Santo et al. (2012) trabalhando com déficit hídrico de 10 dias, iniciando no estágio de antese, observaram perda de mais de 50% de produtividade de grãos quando ocorreu a falta de água.

Houve efeito positivo para aplicação de N, pois a testemunha (T1) apresentou média inferior e significativamente diferente às demais formas de parcelamento, atingindo RG de 771 kg ha⁻¹ (Figura 10A). Pandey et al. (2001) trabalhando com doses de N em trigo, com e sem irrigação, encontraram drástica redução de produtividade e resposta a adubação nitrogenada quando houve falta de água.

Desempenho superior do caractere IC foi observado para a testemunha (T1) e o tratamento T12, diferindo dos demais pelo teste de Scott e Knott a 5% (Figura 10B). Isso indica que apesar da testemunha ter baixo RG, a produção de BTM também foi baixa, elevando o IC. Ao contrário da testemunha, o tratamento T12 teve satisfatório RG, aumentando o IC (Figura 10A).

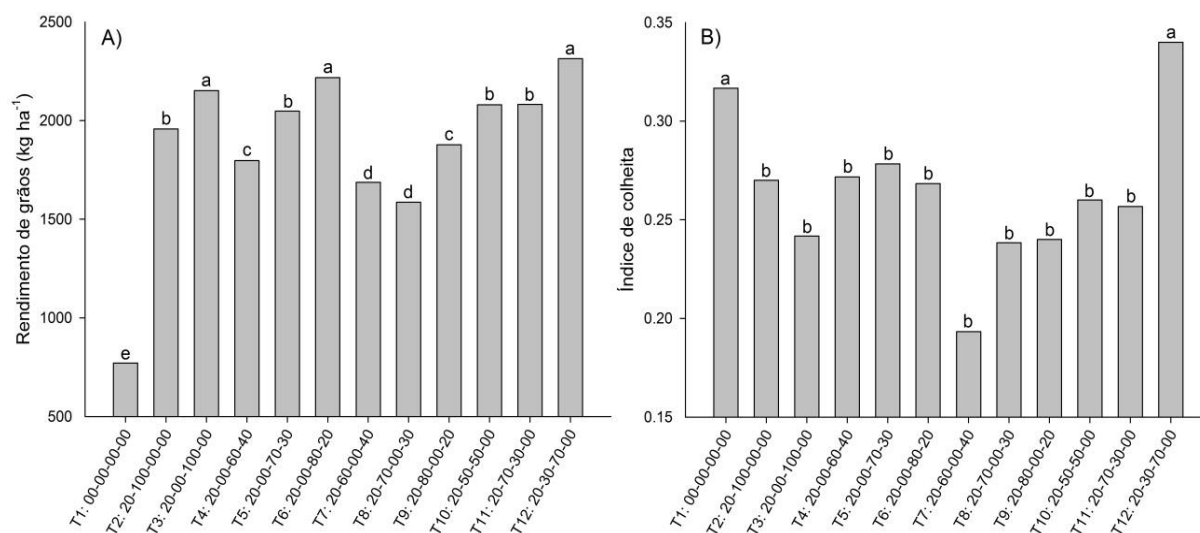


Figura 10 – Rendimento de grãos de trigo (A) e índice de colheita (B) após parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Curitiba. Média de dois cultivares. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

De forma geral, para as condições que o experimento foi conduzido, foi possível observar o cultivar BRS Gralha Azul com desempenho superior ao Quartz. Houve resposta positiva à aplicação de N para os caracteres morfológicos, componentes de rendimento e RG.

4.2 ÍNDICE DE CLOROFILA FALKER (ICF)

4.2.1 Pato Branco

No município de Pato Branco – PR os índices de clorofila Falker (ICF) A, B e A+B não apresentaram significância pelo teste F a 5% para interação entre os cultivares e as formas de parcelamento da adubação nitrogenada nos estádios de emborrachamento e antese (Tabela 10). No emborrachamento o ICF A apresentou

significância somente para os cultivares, já o ICF B e A+B foram significativos para os dois fatores.

Na antese, os ICF A, B e A+B foram significativos somente para cultivares (Tabela 10). Esta resposta contraria a hipótese de que algumas formas de parcelamento poderiam incrementar esse caractere na antese, já que este estágio é considerado o de maior acúmulo de N na planta.

Argenta et al. (2001a) avaliaram o status nutricional de N em cereais, e para a cultura do trigo observaram que as estimativas geradas do índice de clorofila são melhores para recomendar a adubação nitrogenada do que como forma de quantificar o teor de N na planta, já que este pode estar compondo outras estruturas na planta além da clorofila.

Tabela 10 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) da análise de variância para o índice de clorofila Falker A, B e A+B nos estádios fenológicos de emborrachamento e antese em dois cultivares de trigo submetidos a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura no município de Pato Branco. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2014.

Caractere	Bloco	Parcelamentos de N (A)	Cultivares (D)	A x D	ERRO	Média Geral	CV%
GL	2	11	1	11	46	-	-
Emborrachamento							
A	1.96	1.73 ^{ns}	14.05*	2.78 ^{ns}	1.46	26.00	4.65
B	0.62	1.43*	42.48*	0.23 ^{ns}	0.47	12.43	5.54
A+B	4.58	4.03*	105.41*	3.44 ^{ns}	1.98	38.44	3.66
Antese							
A	7.31	0.89 ^{ns}	25.86*	2.66 ^{ns}	2.55	28.59	5.58
B	0.13	0.72 ^{ns}	52.08*	0.64 ^{ns}	0.66	13.08	6.21
A+B	5.81	1.55 ^{ns}	151.35*	3.05 ^{ns}	2.73	41.68	3.96

* Significativo a 5% ($p < 0,05$) de probabilidade de erro pelo teste F; ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

O ICF B apresentou melhor desempenho no estágio de emborrachamento, para os tratamentos T2, T7, T8, T9, T10 e T11, diferindo significativamente dos demais (Figura 11A). Verifica-se que entre os tratamentos significativamente inferiores, todos, com exceção da testemunha, receberam entre 60 e 80 kg N ha⁻¹ no estágio fenológico de espiguetas terminal. Essa resposta não era esperada, já que a avaliação do ICF foi realizada imediatamente antes à aplicação de N no estágio fenológico de emborrachamento, onde o N aplicado nos estádios fenológicos de duplo anel e espiguetas terminal seriam responsáveis pelo suprimento desse nutriente neste estágio da planta.

O ICF A+B, no estágio fenológico de emborrachamento, apesar de ter mostrado significância pelo teste F a 5%, na análise da variância, quando testado pelo teste de Scott e Knott a 5% não apresentou diferença significativa (Figura 11B), sendo esse caractere pouco afetado pelas formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Pato Branco – PR em condições climáticas de estresse hídrico (Figura 1A).

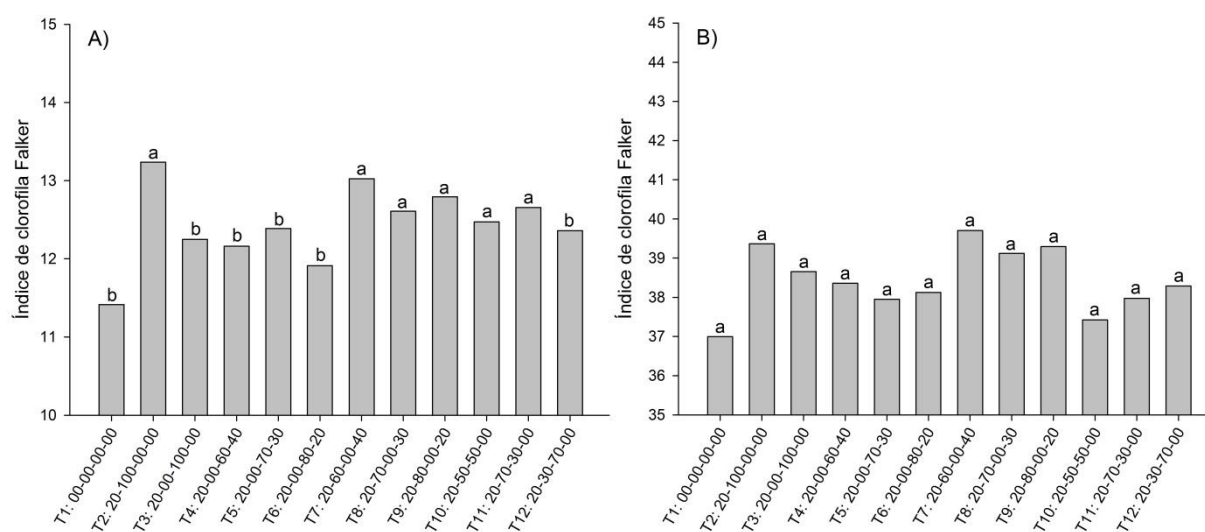


Figura 11 – Índice de clorofila B (A) e clorofila A+B (B) no estágio fenológico de emborrachamento após o parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na sementeira e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. Média de dois cultivares. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

No estágio fenológico de emborrachamento o cultivar BRS Galha Azul apresentou médias de ICF A, B e A+B maiores ao cultivar Quartzão, sendo significativamente diferente pelo teste F a 5% (Figura 12). Essa resposta está, possivelmente, ligada às características genéticas dos cultivares, que independente da forma de manejo de adubação, mesmo a nitrogenada, teria essa resposta (Gaju et al., 2014).

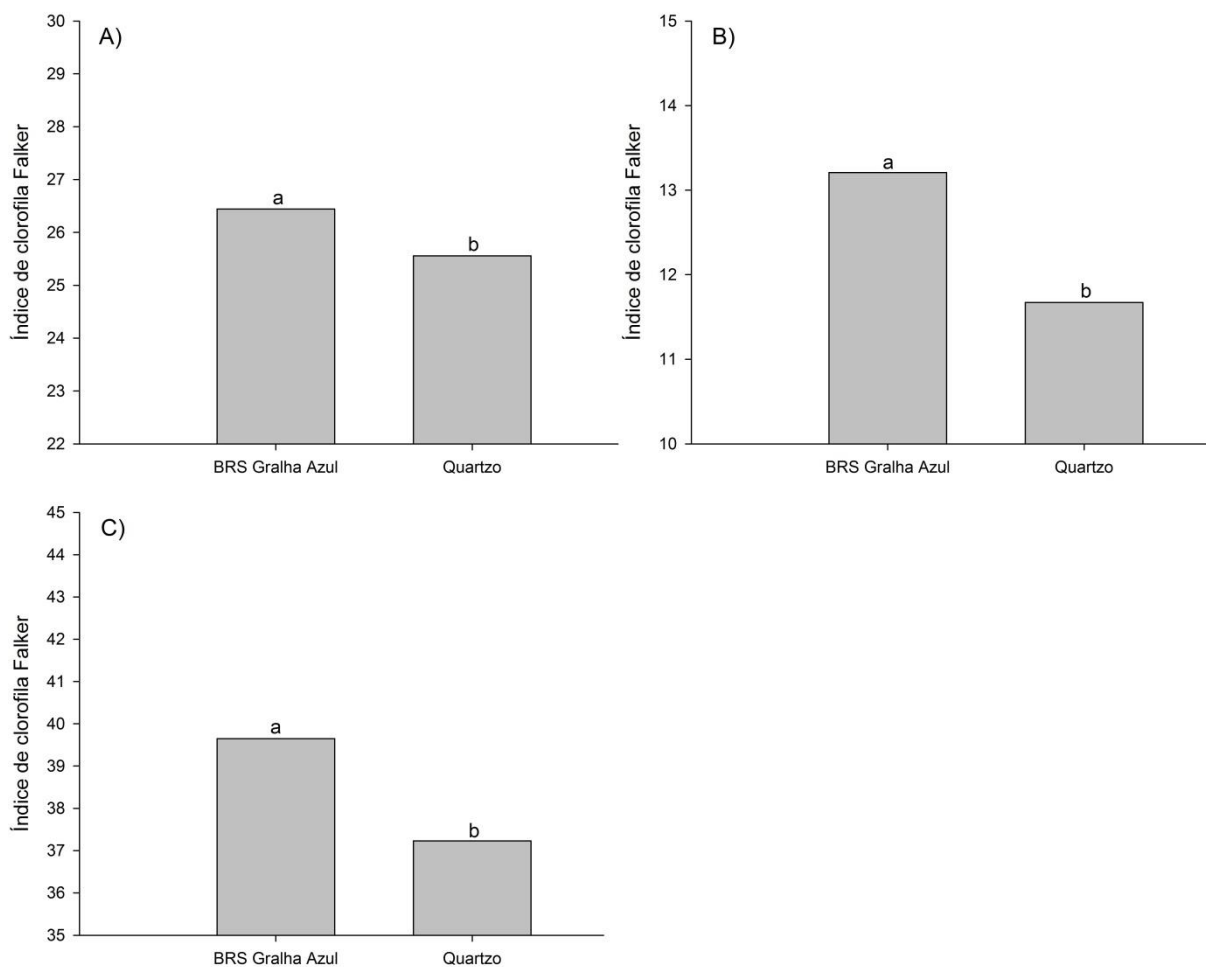


Figura 12 – Índice de clorofila A (A), clorofila B (B) e clorofila A+B (C) de dois cultivares de trigo, no estágio fenológico de emborrachamento, no município de Pato Branco. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

No estágio fenológico de antese o cultivar BRS Gralha Azul apresentou os maiores ICF A, B e A+B em comparação a Quartzo (Figura 13). Isso indica maior capacidade fotossintética deste cultivar.

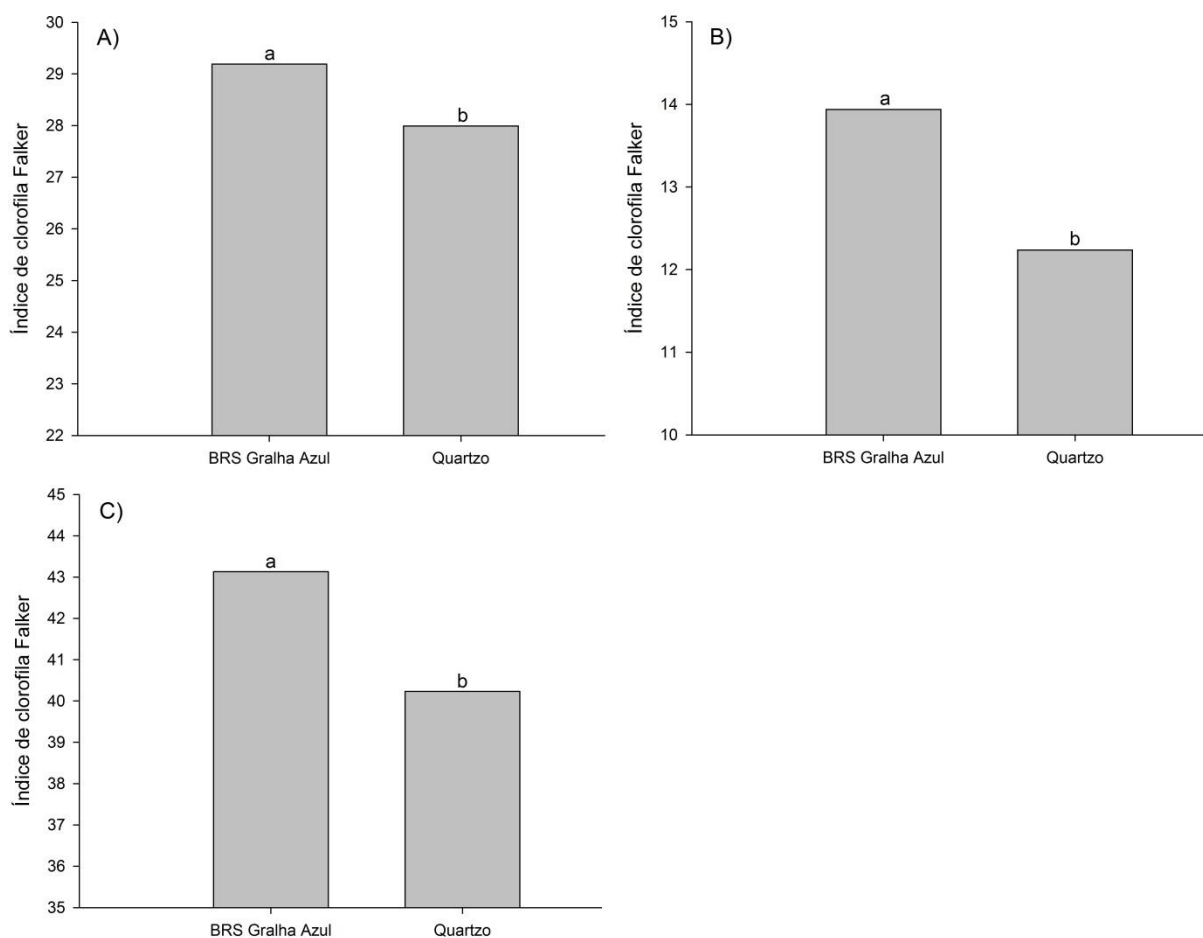


Figura 13 - Índice de clorofila A (A), clorofila B (B) e clorofila A+B (C) de dois cultivares de trigo, no estágio fenológico de antese, no município de Pato Branco. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Ainda em Pato Branco, no estágio de emborrachamento somente clorofila B correlacionou-se significativamente com o RG (Figura 14). As demais estimativas apesar de serem positivas, não foram significativas. Isso indica que este tipo de clorofila está mais diretamente ligada a produção de fotoassimilados que serão translocados aos grãos para compor o RG.

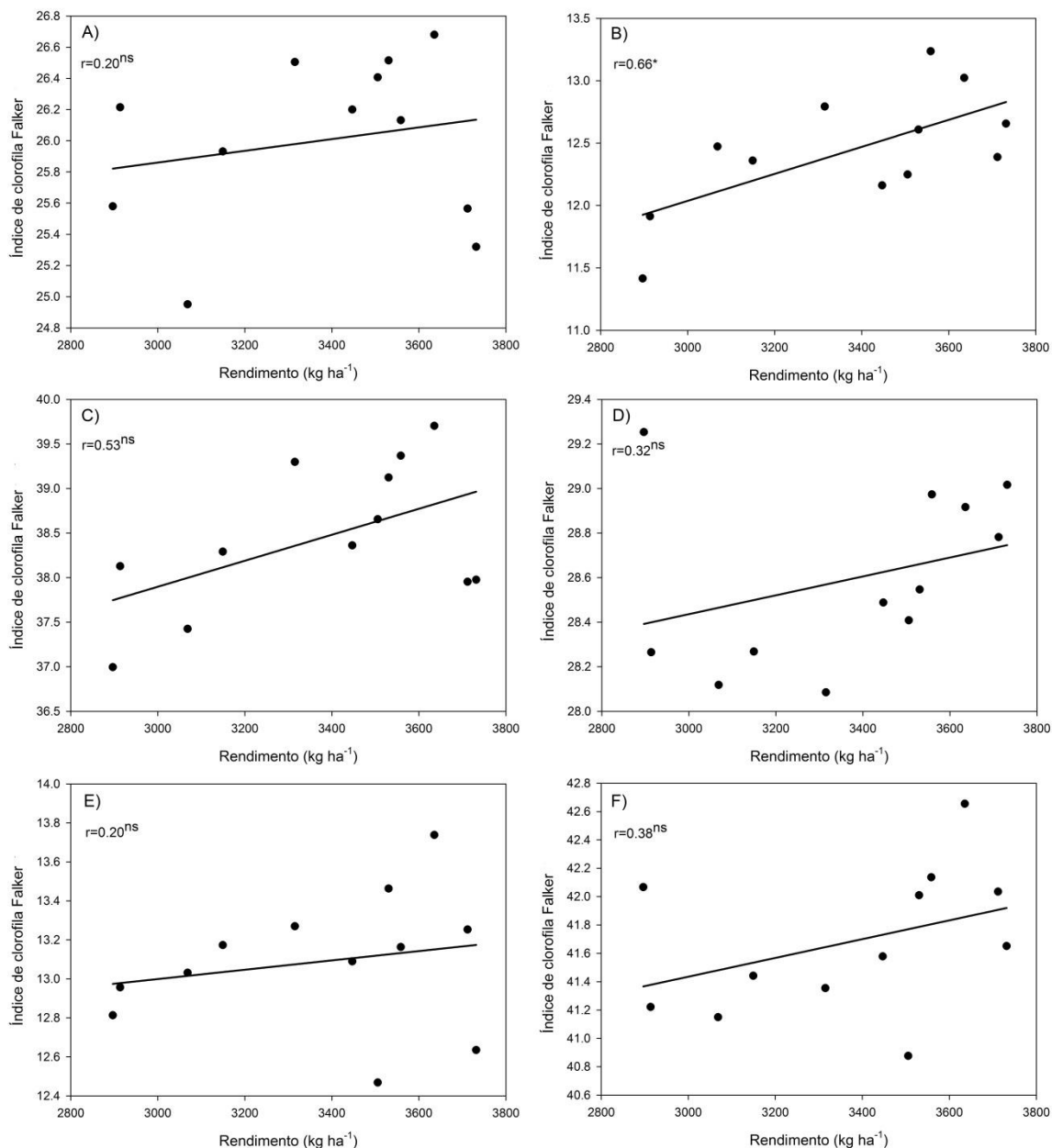


Figura 14 – Estimativas de correlação de Pearson entre o rendimento de grãos de trigo e o índice de clorofila Falker A (A), B (B) e A+B (C) no estágio de emborrachamento e índice de clorofila Falker A (D), B (E) e A+B (F) no estágio de antese no município de Pato Branco.* Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo.

4.2.2 Curitibaanos

A análise de variância para os ICF A, B e A+B no município de Curitibaanos – SC, no estágio de antese, apresentaram significância para os cultivares e formas de parcelamento da adubação nitrogenada, não havendo

significância para a interação entre os fatores, apesar de apresentarem CV% abaixo de 8% (Tabela 11).

Tabela 11 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) da análise de variância para o índice de clorofila Falker A, B e A+B no estágio fenológico de antese em dois cultivares de trigo submetidos a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada de cobertura no município de Curitiba. UTFPR Câmpus Pato Branco, 2014.

Caractere	Bloco	Parcelamentos de N (A)	Cultivares (D)	A x D	ERRO	Média Geral	CV%
GL	2	11	1	11	46	-	-
A	8.12	9.32*	3.82 ^{ns}	1.41 ^{ns}	3.21	27.07	6.61
B	6.85	4.84*	18.48*	0.88 ^{ns}	0.80	12.53	7.16
A+B	12.33	25.78*	39.11*	2.57 ^{ns}	4.60	39.30	5.41

* Significativo a 5% ($p < 0,05$) de probabilidade de erro pelo teste F; ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

Somente a testemunha diferenciou-se, significativamente, dos demais tratamentos, tendo menor média de ICF A, B e A+B (Figura 15). Verifica-se que há a resposta a dose de N, que na testemunha foi 0 kg N ha⁻¹ e nos demais tratamentos foi de 120 kg N ha⁻¹, evidenciando o aumento do índice de clorofila com o aumento da dose de N (Rambo et al., 2011).

No município de Curitiba – SC também ocorreu estresse hídrico no desenvolvimento da cultura, que se estendeu do início do mês de agosto até a colheita (Figura 1B), havendo precipitações insuficientes para o desenvolvimento da cultura e para o manejo da adubação nitrogenada, mostrando que nestas condições qualquer uma das formas de parcelamento da adubação nitrogenada testadas na cultura do trigo proporciona mesmos ICF.

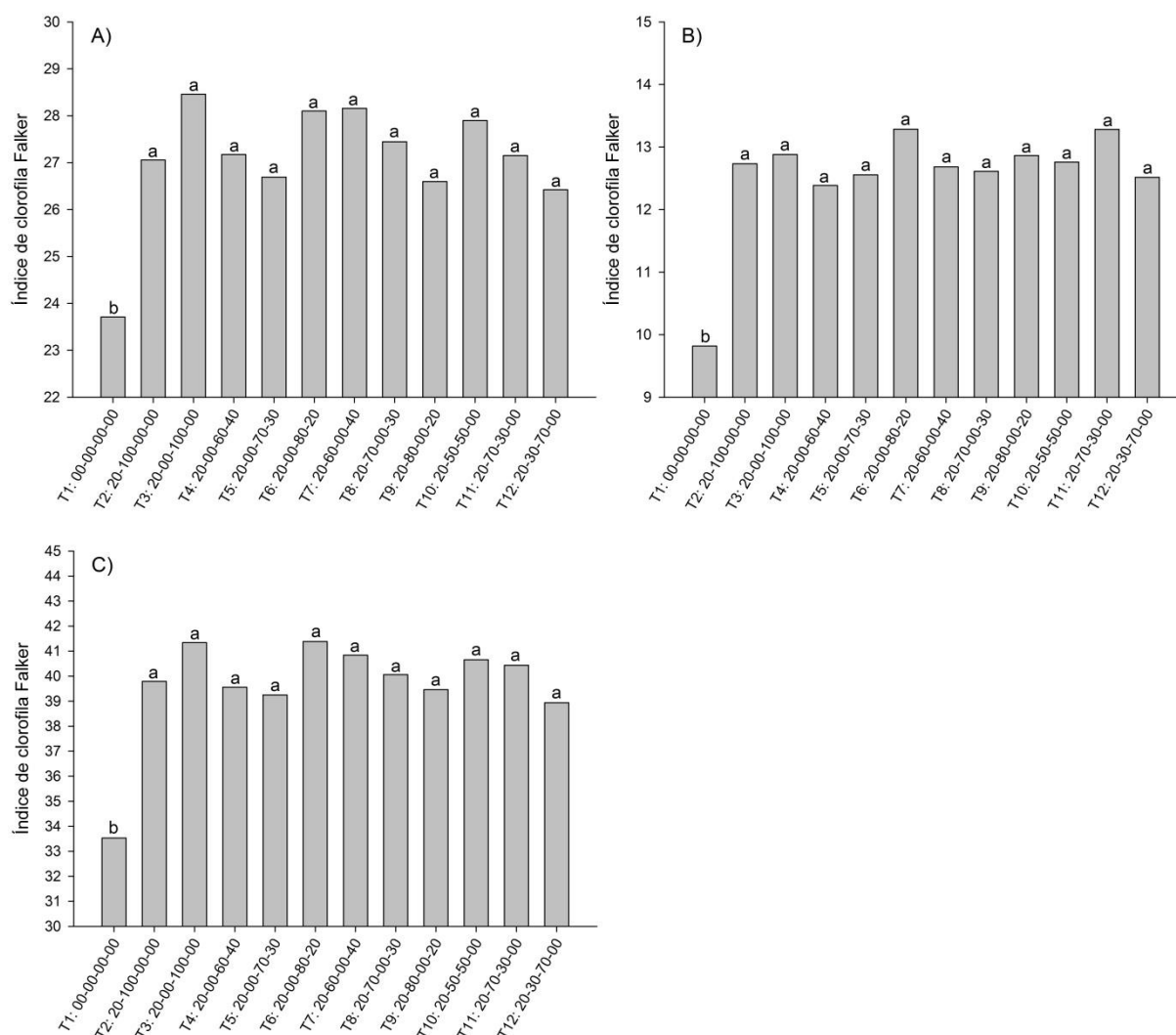


Figura 15 – Índice de clorofila A (A), clorofila B (B) e clorofila A+B (C) no estágio fenológico de antese após o parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semente e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Curitiba. Média de dois cultivares. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Os ICF B e A+B para os dois cultivares podem ser observados na Figura 16. O cultivar BRS Galha Azul apresentou desempenho superior ao cultivar Quartz, o que já havia sido observado no município de Pato Branco – PR.

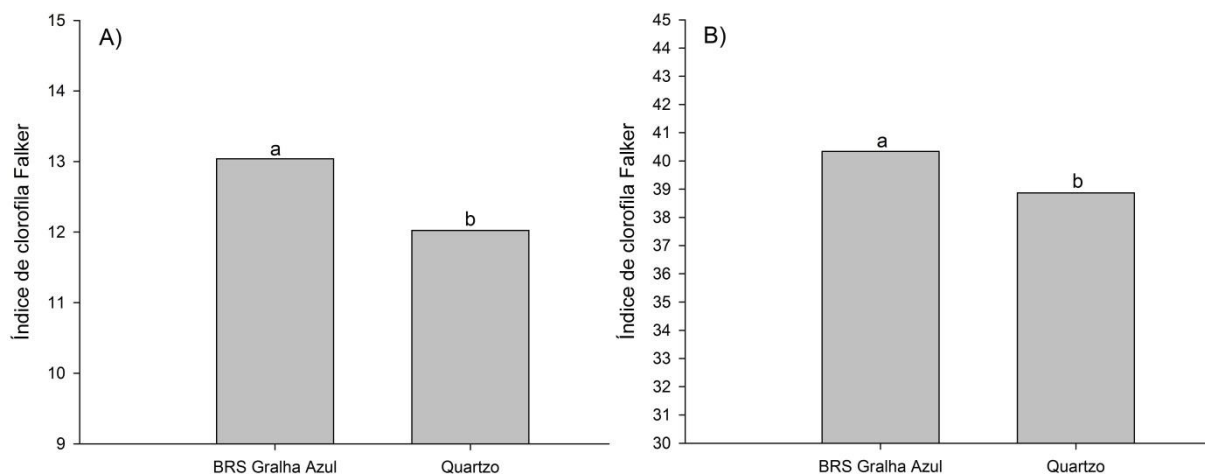


Figura 16 – Índice clorofila B (A) e clorofila A+B (B) de dois cultivares de trigo, no estágio fenológico de antese, no município de Curitiba. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

As estimativas de correlação de Pearson entre o RG e o ICF A, B e A+B, no estágio fenológico de antese em Curitiba – SC, tiveram correlação positiva (Figura 17). Rambo et al. (2011) trabalhando com milho em três anos de avaliação e níveis de manejo de N altos também encontraram correlação positiva e significativa entre o RG e o índice de clorofila.

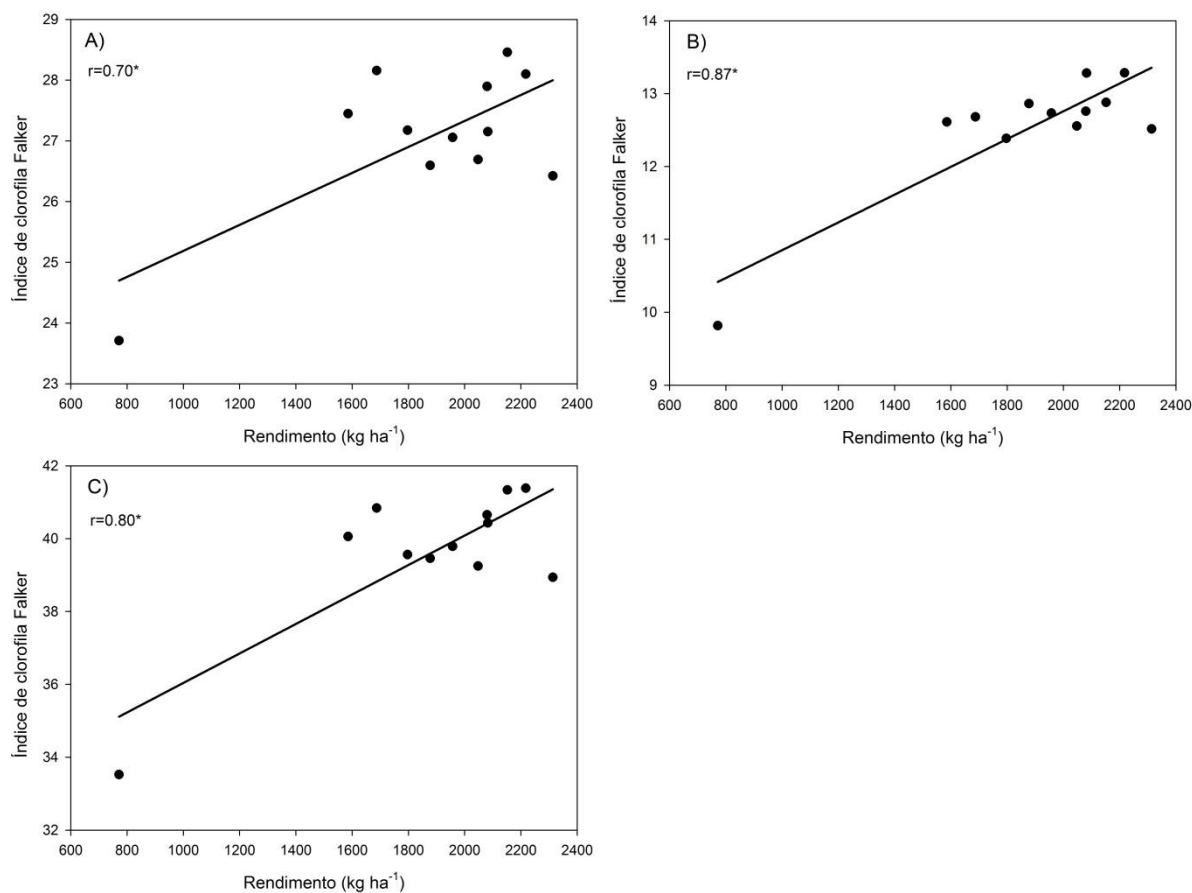


Figura 17 – Estimativas de correlação de Pearson entre o rendimento de grãos de trigo e o índice de clorofila Falker A (A), B (B) e A+B (C) no estágio fenológico de antese no município de Curitiba.^{*} Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo.

4.3 TEOR DE NITROGÊNIO NO TECIDO VEGETAL

4.3.1 Pato Branco

O teor de nitrogênio (%N) em tecido vegetal de plantas, no estágio de antese, e no grão apresentaram interação entre os cultivares testados e as formas de parcelamento da adubação nitrogenada (Tabela 12). O %N na palha, na maturação fisiológica, apresentou significância somente para cultivar. O CV%, para todos os caracteres, teve valores abaixo de 15%, considerado aceitável para boa precisão experimental.

Tabela 12 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) da análise de variância para o teor de nitrogênio (% N) na plantas, na antese, na palha e no grão, na maturação fisiológica, de dois cultivares de trigo submetidos a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Caractere	Bloco	Parcelamentos de N (A)	Cultivares (D)	A x D	ERRO	Média Geral	CV%
GL	2	11	1	11	46	-	-
Antese							
Planta %N	0.015	0.404*	0.137ns	0.213*	0.046	1.75	12.28
Maturação fisiológica							
Palha %N	0.009	0.075*	0.012ns	0.010ns	0.005	0.67	11.24
Grão %N	0.037	0.372*	0.041ns	0.194*	0.075	2.59	10.59

* Significativo a 5% ($p < 0,05$) de probabilidade de erro pelo teste F; ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

Dentre os cultivares testados, o BRS Gralha Azul mostrou-se com melhor desempenho em relação ao Quartzo quando todo N de cobertura foi aplicado no estágio de duplo anel (100 kg N ha^{-1} - T2) ou 70 kg N ha^{-1} em duplo anel e 30 kg N ha^{-1} no emborrachamento (T8) (Tabela 13).

Tabela 13 – Teor de nitrogênio em plantas de dois cultivares de trigo em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no estágio fenológico de antese no município de Pato Branco. UTFPR, Campus Pato Branco, 2014.

Tratamento*	%N	
	BRS Gralha Azul	Quartzo
T1: 00-00-00-00	1.75 Ab	1.63 Ab
T2: 20-100-00-00	2.57 Aa	1.98 Ba
T3: 20-00-100-00	1.81 Ab	1.46 Ab
T4: 20-00-60-40	1.63 Ab	1.46 Ab
T5: 20-00-70-30	1.57 Ab	1.40 Ab
T6: 20-00-80-20	1.51 Ab	1.46 Ab
T7: 20-60-00-40	1.63 Bb	2.22 Aa
T8: 20-70-00-30	2.33 Aa	1.63 Bb
T9: 20-80-00-20	1.87 Ab	2.16 Aa
T10: 20-50-50-00	1.63 Ab	1.46 Ab
T11: 20-70-30-00	1.34 Bb	1.75 Ab
T12: 20-30-70-00	1.92 Ab	1.92 Aa

*Quantidade de nitrogênio, em kg ha^{-1} , distribuídos na sementeira e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. **Médias seguidas letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

Maiores médias de %N na antese para o cultivar Quartzo, em comparação ao BRS Gralha Azul, foram observadas quando se parcelou o N em cobertura $60 + 40 \text{ kg N ha}^{-1}$ e $70 + 30 \text{ kg N ha}^{-1}$ em duplo anel + emborrachamento e duplo anel + espiguetas terminal (T7 e T11), respectivamente. Já o BRS Gralha Azul foi superior nos tratamentos T2 e T8.

Os tratamentos T2 e T8 apresentaram desempenho superior às demais formas de parcelamento para o cultivar BRS Gralha Azul (Tabela 13). O cultivar

Quartzo também apresentou o tratamento T2 como um dos superiores, porém também os tratamentos T7, T9 e T12 apresentaram médias significativamente superiores aos demais tratamentos.

A utilização da adubação nitrogenada aplicada em sua totalidade no estádio de duplo anel, que promoveu as maiores médias dentre as formas de parcelamento, pode ser devido às condições climáticas no momento desta aplicação, que diferentemente das demais, ocorreu em condições adequadas de umidade (Figura 1A), havendo maior solubilização da ureia aplicada e posterior maior capacidade de utilização do N pela cultura (DUARTE, 2006).

Na maturação fisiológica, a %N na palha foi inferior a 0.4%N, sendo esta a menor porcentagem, dentre os tratamentos avaliados (Figura 18). Os tratamentos T2, T9 e T11 apresentaram o segundo conjunto de maiores médias, seguidos pelo tratamento T10.

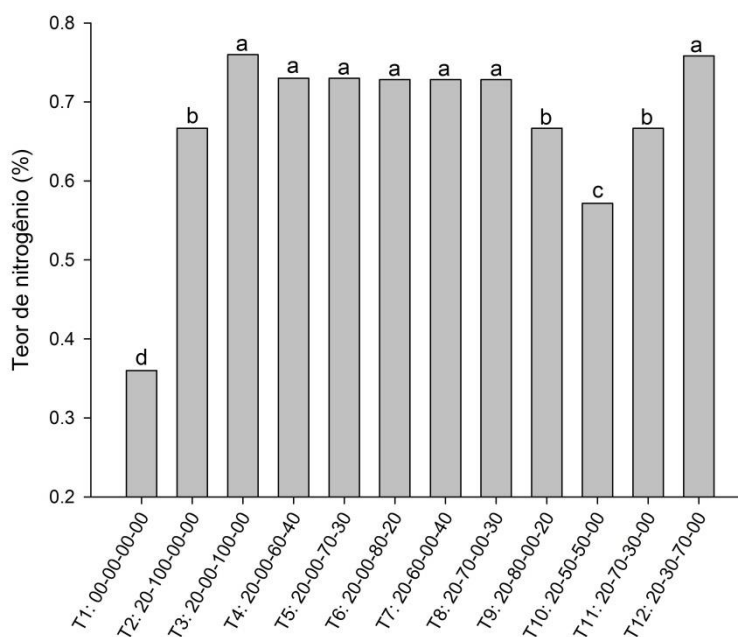


Figura 18 – Teor de nitrogênio (%N) na palha de plantas de trigo no estágio fenológico de maturação fisiológica após o parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. Média de dois cultivares. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Observou-se maior %N no grão parcelando-se 100 kg N ha⁻¹ em espiguetas terminal (T3) ou 80 kg N ha⁻¹ em duplo anel + 20 kg N ha⁻¹ no emborrachamento (T9) para o cultivar BRS Gralha Azul em relação ao Quartzo

(Tabela 14). Este caractere foi superior para o cultivar Quartzo somente quanto todo N em cobertura (100 kg ha^{-1}) foi aplicado no estádio de duplo anel (T2) (Tabela 14).

Tabela 14 – Teste de comparação de médias para o teor de nitrogênio (%N) no grão de trigo de dois cultivares em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no estádio fenológico de maturação fisiológica no município de Pato Branco. UTFPR, Campus Pato Branco, 2014.

Tratamento*	BRS Galha Azul	Quartzo
	----- %N -----	
T1: 00-00-00-00	2.06 Ab	1.99 Ab
T2: 20-100-00-00	2.05 Bb	2.72 Aa
T3: 20-00-100-00	2.78 Aa	2.24 Bb
T4: 20-00-60-40	2.84 Aa	2.66 Aa
T5: 20-00-70-30	2.90 Aa	2.84 Aa
T6: 20-00-80-20	2.84 Aa	2.78 Aa
T7: 20-60-00-40	2.66 Aa	3.02 Aa
T8: 20-70-00-30	2.54 Aa	2.72 Aa
T9: 20-80-00-20	2.62 Aa	1.99 Bb
T10: 20-50-50-00	2.84 Aa	2.60 Aa
T11: 20-70-30-00	2.54 Aa	2.72 Aa
T12: 20-30-70-00	2.72 Aa	2.54 Aa

*Quantidade de nitrogênio, em kg ha^{-1} , distribuídos na sementeira e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. **Médias seguidas letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

A resposta entre os cultivares para o teor de N no grão não acompanhou a encontrada na avaliação do teor de N nas plantas no estádio de antese (Tabela 13). Isso comprova a hipótese de que essas respostas, para os cultivares, tiveram mais efeito das adversidades climáticas do que das formas de parcelamento da adubação nitrogenada utilizada para o teor de N no tecido vegetal. Gaju et al. (2014) não encontraram resposta para incrementos no teor de N no grão nos 16 cultivares de trigo testados sob níveis alto e baixo de adubação nitrogenada, atribuindo essa resposta a características genéticas.

Para o cultivar BRS Galha Azul, todas as formas de parcelamento da adubação nitrogenada que receberam N em cobertura em mais de um estádio fenológico apresentaram pelo menos 2.5% de N no grão, 0.5% de N a mais que o tratamento T2, que recebeu todo N no estádio de duplo anel, e testemunha. Isso indica que houve disponibilidade de N no decorrer do desenvolvimento da cultura.

A testemunha apresentou 1.99% de N no grão e não diferiu significativamente do tratamento T3 e T9, que tiveram 100 kg N ha^{-1} no estádio de espiguetas terminal e 80 kg N ha^{-1} no estádio de duplo anel + 20 kg N ha^{-1} no estádio de emborrachamento, respectivamente, para o cultivar Quartzo (Tabela 14).

As estimativas de correlação de Pearson entre o teor de N em plantas de trigo e ICF A, B e A+B, ambos no estágio fenológico de antese, apresentaram correlação positiva, porém não significativa (Figura 19). Isso indica que apesar do manejo de N afetar os dois, nas condições desse experimento no município de Pato Branco – PR, não apresentaram correlação. Argenta et al. (2001b), trabalhando com adubação nitrogenada em milho também não verificaram correlação entre o índice de clorofila e o teor de N foliar.

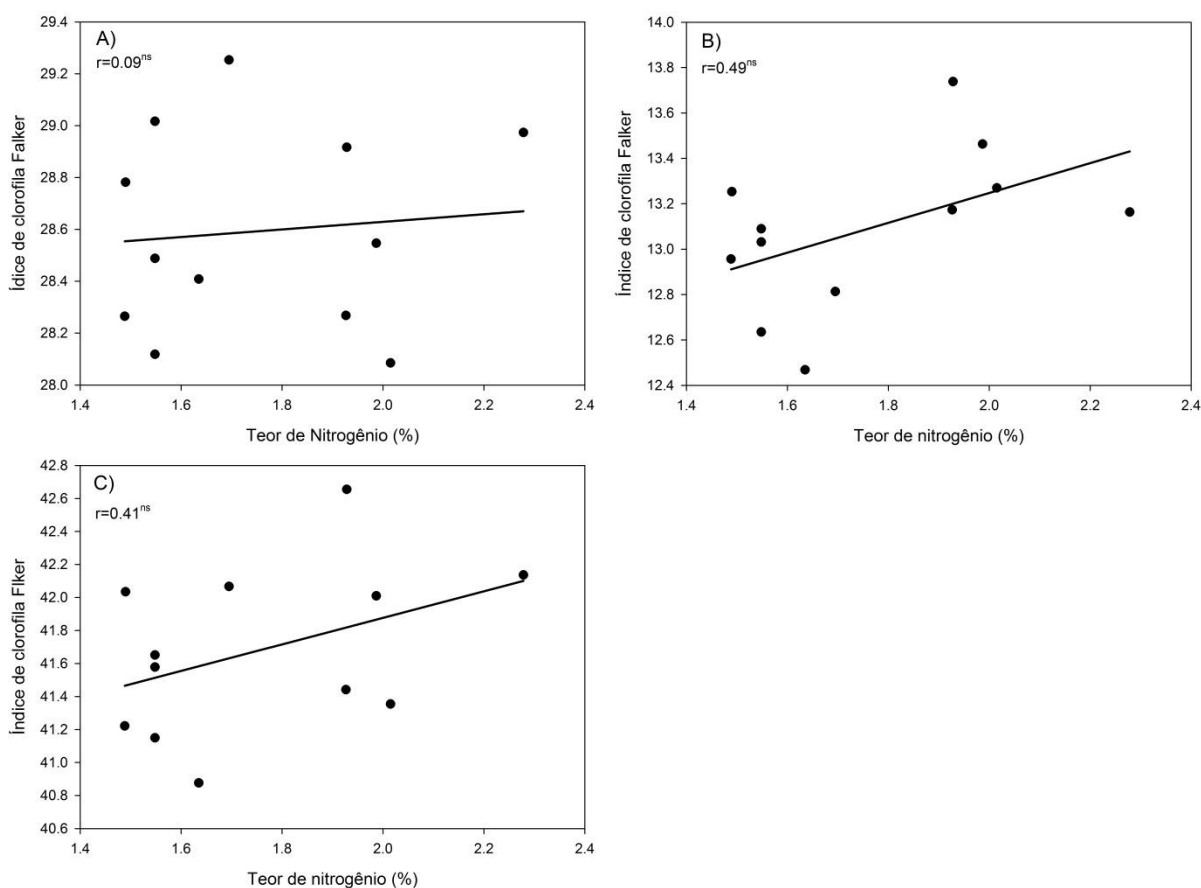


Figura 19 – Estimativas de correlação de Pearson entre o teor de nitrogênio (%N) em plantas de trigo no estágio de antese e o índice de clorofila Falker A (A), B (B) e A+B (C) em folha bandeira na antese e no município de Pato Branco.* Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo.

A ausência de correlação entre ICF e teor de N na antese, no município de Pato Branco, pode estar relacionada com eficiência de absorção do N aplicado. A probabilidade do N estar contido em outras estruturas da planta também pode alterar a correlação entre estes caracteres.

4.3.2 Curitibaanos

No município de Curitibaanos – SC o %N apresentou significância para interação entre os cultivares de trigo e as formas de parcelamento da adubação nitrogenada somente na maturação fisiológica (Tabela 15). O %N na antese apresentou significância para os dois fatores, já %N no grão foi significativa somente para os cultivares.

Tabela 15 – Quadrados médios, média geral e coeficiente de variação (CV%) da análise de variância para o teor de nitrogênio (% N) na plantas, na antese, na palha e no grão, na maturação fisiológica, de dois cultivares de trigo submetidos a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Curitibaanos. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Caractere	Bloco	Parcelamentos de N (A)	Cultivares (D)	A x D	ERRO	Média Geral	CV%
GL	2	11	1	11	46	-	-
Antese							
Planta %N	0.108	0.158*	0.530*	0.047ns	0.050	2.63	8.57
Maturação fisiológica							
Palha %N	0.029	0.024*	0.067*	0.031*	0.009	0.66	14.96
Grão %N	0.063	0.052ns	1.391*	0.049ns	0.043	2.08	9.97

* Significativo a 5% ($p < 0,05$) de probabilidade de erro pelo teste F; ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

No estágio fenológico de antese somente o tratamento testemunha teve média significativamente diferente dos demais tratamentos (Figura 20A). Essa resposta mostra que em anos de estresse hídrico, independente da forma de parcelamento, a cultura respondeu à presença da adubação nitrogenada.

Alguns autores trabalhando com doses de N em café (GODOY et al., 2008), milho (RAMBO et al., 2011) e trigo (ZHOU et al. 2013; GAJU et al., 2014) encontraram resposta linear em incrementos do teor de N foliar com o aumento das doses da adubação nitrogenada.

O %N apresentou desempenho superior para o cultivar Quartzo, diferindo significativamente do cultivar BRS Gralha Azul pelo teste F 5% (Figura 20B). Porém as duas médias situaram-se muito próximas, com 2.5 e 2.7%N para os cultivares BRS Gralha Azul e Quartzo, respectivamente.

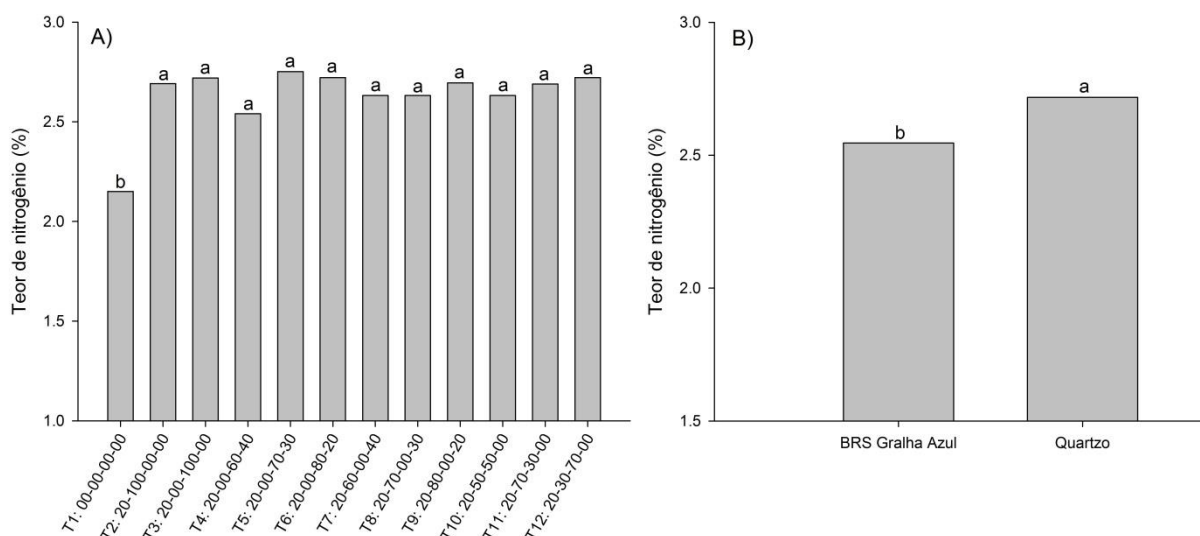


Figura 20 – Teor de nitrogênio (%N) em plantas de trigo no estágio fenológico de antese após o parcelamento (A) da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, em dois cultivares (B) no município de Curitiba. Médias, para formas de parcelamento e cultivares, seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Scott e Knott e pelo teste F, respectivamente, a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Apesar dos restos culturais do trigo ser fontes de outros nutrientes, após a colheita, o teor de N nesse material é determinante para indicar o potencial de suprimento desse nutriente para os microrganismos do solo e assim definir o potencial de imobilização de N para a cultura subsequente (LARA CABEZAS & COUTO, 2007).

Verificou-se pouca variação no %N na palha para os cultivares testados neste experimento (Tabela 16). O cultivar Quartzo teve médias maiores, significativas pelo teste F 5%, quando testou-se as formas de parcelamentos T2, T6 e T10, já o cultivar BRS Gralha Azul teve média significativamente maior ao Quartzo somente para a forma de parcelamento T12.

Melhor desempenho de %N na palha foi observado nos tratamentos T3, T4, T6, T7, T8, T11 e T12 para o cultivar BRS Gralha Azul e T2, T4, T6, T7 e T10 para o cultivar Quartzo, que diferiram das demais formas de parcelamento da adubação nitrogenada pelo teste de Scott e Knott a 5%.

A variação entre os cultivares testados para %N na palha do trigo na maturação fisiológica, não indica regularidade de resposta entre os tratamentos, uma vez que o tratamento T5 pouco diferenciou seu manejo de N em comparação ao tratamento T6, por exemplo (Tabela 16), porém suas respostas foram diferentes,

havendo pouca resposta em manejo de nitrogênio em cultivares de trigo em condições de estresse hídrico, como ocorreu neste experimento (Figura 1A).

Tabela 16 – Teste de comparação de médias para o teor de nitrogênio (%N) na palha de trigo de dois cultivares em interação com doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no estágio fenológico de maturação fisiológica no município de Curitiba. UTFPR, Campus Pato Branco, 2014.

Tratamento*	BRS Galha Azul	Quartzo
	----- %N -----	
T1: 00-00-00-00	0.54 Ab	0.66 Ab
T2: 20-100-00-00	0.42 Bb	0.79 Aa
T3: 20-00-100-00	0.73 Aa	0.66 Ab
T4: 20-00-60-40	0.73 Aa	0.73 Aa
T5: 20-00-70-30	0.54 Ab	0.54 Ab
T6: 20-00-80-20	0.66 Ba	0.85 Aa
T7: 20-60-00-40	0.66 Aa	0.79 Aa
T8: 20-70-00-30	0.66 Aa	0.66 Ab
T9: 20-80-00-20	0.60 Ab	0.66 Ab
T10: 20-50-50-00	0.54 Bb	0.72 Aa
T11: 20-70-30-00	0.66 Aa	0.60 Ab
T12: 20-30-70-00	0.79 Aa	0.60 Bb

*Quantidade de nitrogênio, em kg ha⁻¹, distribuídos na semente e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. **Médias seguidas letras distintas, maiúsculas na linha e minúscula na coluna, diferem pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro.

O %N no grão apresentou melhor desempenho para o cultivar BRS Galha Azul em relação ao cultivar Quartzo (Figura 21). A resposta a esses cultivares já era esperada, uma vez que o cultivar BRS Galha Azul, segundo empresa obtentora, apresenta qualidade de panificação superior a Quartzo.

O manejo de N na cultura pode alterar o teor de N no grão (YANO, et al., 2005; GAO et al., 2012), porém neste experimento essa característica não foi observada, pois as condições climáticas podem ter interferido na absorção de N.

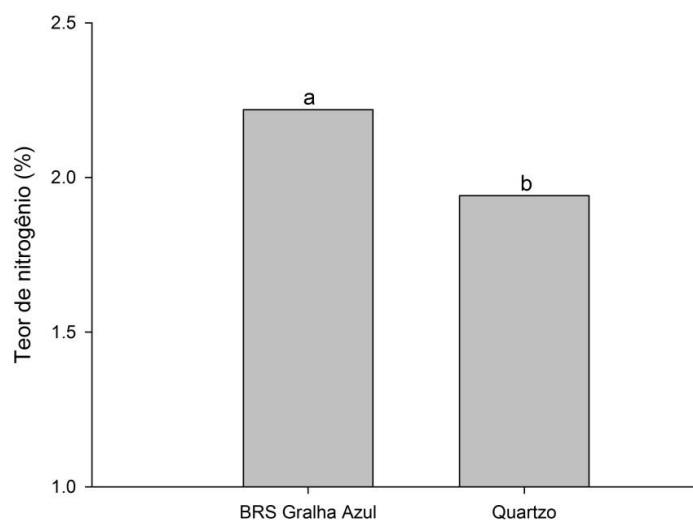


Figura 21 – Teor de nitrogênio (%N) em grãos de trigo no estágio fenológico de maturação fisiológica no município de Curitiba. Média de doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, distribuídas na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

No município de Curitiba – SC, apesar de o estresse hídrico observado (Figura 1B), as estimativas de correlação de Pearson foram positivas e significativas pelo teste t a 5% entre ICF e o teor de N foliar no estágio fenológico de antese (Figura 22). Esse resultado corrobora aos encontrados por Carvalho et al. (2003) e Rambo et al. (2011), que correlacionando o teor de N foliar com o índice de clorofila em plantas de feijoeiro e milho, respectivamente, tiveram resposta positiva e significativa. No município de Pato Branco – PR isto não foi evidenciado.

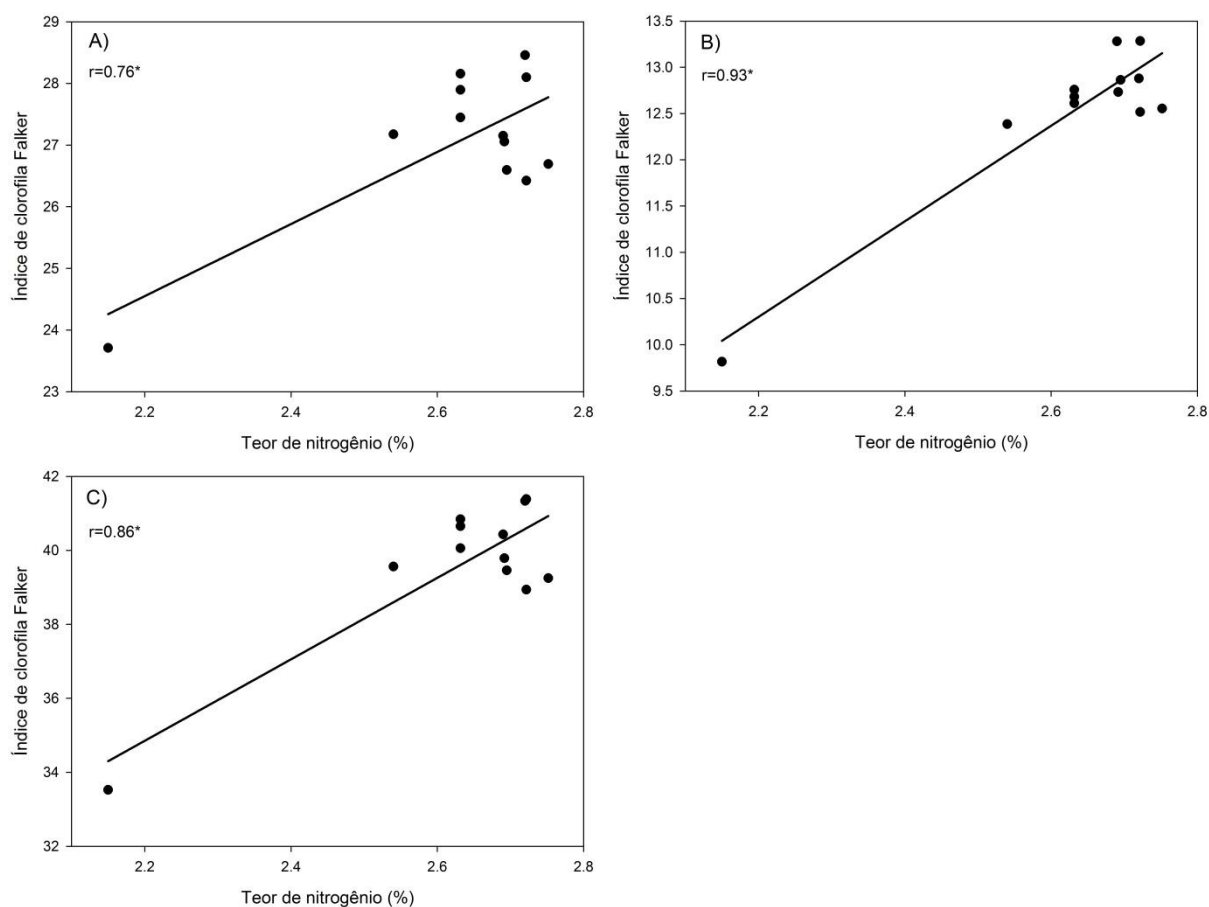


Figura 22 – Estimativas de correlação de Pearson entre o teor de nitrogênio (%N) em plantas de trigo no estágio de antese e o índice de clorofila Falker A (A), B (B) e A+B (C) em folha bandeira na antese e no município de Curitiba.^{*} Significativo pelo teste t em nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo.

4.4 QUALIDADE INDUSTRIAL DE PANIFICAÇÃO

4.4.1 Pato Branco

Na Tabela 17 pode ser observado a média e amplitude de variação dos parâmetros proteína, número de queda (NQG), força de glúten (W), relação tenacidade (P) / extensibilidade (L) (P/L) e estabilidade (E) relacionados à qualidade de panificação. É possível observar que o cultivar BRS Galha Azul apresenta maiores valores médios dos parâmetros W, NQG e E, sendo um indicativo de sua qualidade de panificação superior (Anexo A).

A amplitude de variação observada para todos os caracteres é um indicativo que a dose e as formas de parcelamento de nitrogênio afetaram o

desempenho dos parâmetros avaliados. Entretanto, Boschini et al. (2011) trabalhando com doses de N e níveis de água no solo concluíram que a qualidade de panificação só foi afetada com estresse hídrico, sem resposta para doses de N.

Tabela 17 – Valores médios e amplitude de variação de caracteres indicativos de qualidade de panificação de dois genótipos de trigo em resposta a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

Cultivar	Estatística	Proteína (%)	NQG (min)	W ($J \times 10^{-4}$)	P/L	E (Min)
BRS Gralha Azul	Média	13.86	334	469	2.05	21
	Amplitude	12.1 – 14.8	204 – 403	362 – 584	1.55 – 2.55	14 – 27
Quartzo	Média	13.33	354	348	1.28	19
	Amplitude	12.1 – 14.2	271 – 391	283 – 378	0.89 – 1.52	12 – 26

NQG = Número de queda; W = Força de glúten; P/L = Relação tenacidade (P)/ extensibilidade (L); E = Estabilidade.

Na figura 23A pôde-se constatar valores de W acima de 300×10^{-4} Joules para o cultivar BRS Gralha Azul, independente da forma de parcelamento ou na ausência de N (T1) (Anexo A). Isso indica que o trigo enquadrou-se como trigo tipo melhorador, levando em consideração somente este parâmetro. O rendimento de grãos deste cultivar foi de 3.371 kg ha^{-1} (Tabela 5).

Somente a testemunha (T1) apresentou valor de W abaixo de 300×10^{-4} Joules para o cultivar Quartzo (Figura 23B), o que o caracterizaria como tipo pão (Anexo A). Essa resposta indica que este cultivar, apesar das condições atípicas de clima, respondeu positivamente a aplicação de N elevando sua classe de pão para melhorador quando N foi aplicado. Penckowski et al. (2010) trabalhando com formas de parcelamento e doses da adubação nitrogenada, que variaram de 90 a 225 kg N ha^{-1} em dois cultivares de trigo, não observaram incrementos de W para as formas de parcelamentos e doses aplicadas, observando valores de W próximos a 200×10^{-4} Joules.

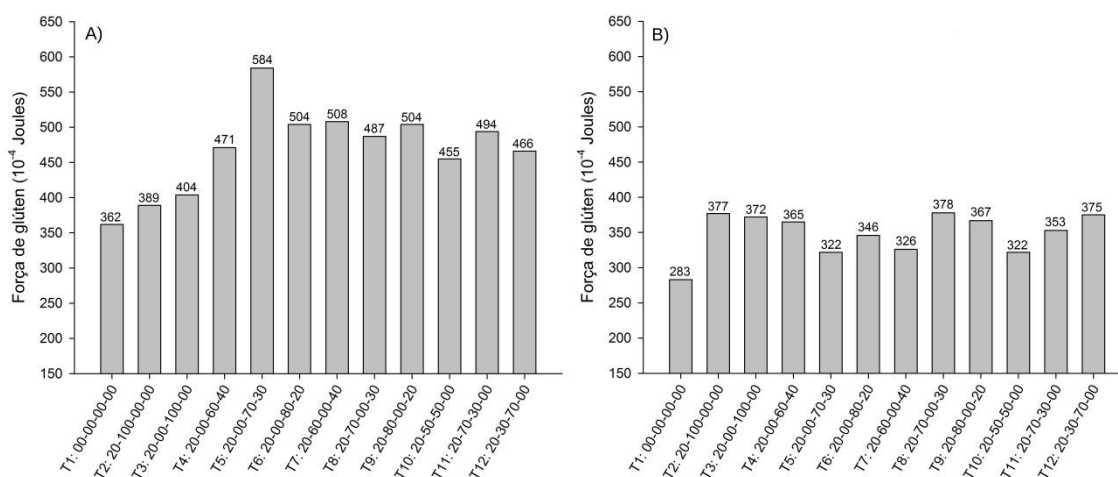


Figura 23 – Força de glúten (W) para os cultivares BRS Gralha Azul (A) e Quartzo (B) em resposta a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

As informações contidas na Figura 13 são apresentadas graficamente pelo método biplot AMMI1 (Figura 24), em que é possível fazer inferências quanto ao desempenho dos cultivares e formas de parcelamento de N, com facilidade na visualização dos dados e confiabilidade de representação de 100%. Para os parâmetros W e P/L o efeito de genótipo explicou 63 e 71%, respectivamente, da variação total destes caracteres. Para os demais parâmetros, o efeito das formas de parcelamento foi mais preponderante para a variabilidade do conjunto de dados.

Para todos os parâmetros, o cultivar Gralha Azul está localizado acima da média produtiva geral, indicado pelo centro das linhas perpendiculares. Ao contrário, Quartzo está localizado abaixo da média produtiva geral (Figura 24). O W mostrou as formas de parcelamento da adubação nitrogenada T4, T5, T6, T7, T8, T9, T11 e T12 com valores acima da média geral do experimento (Figura 24A).

Somente a relação P/L apresentou o tratamento testemunha (T1) acima da média geral (Figura 24D). Isso indica que a maioria dos caracteres de qualidade apresentam resposta à aplicação de N (ABAD et al., 2004; SÍP et al., 2013).

O teor de proteína apresentou 50% de explicação pela variação das formas de parcelamento da adubação nitrogenada (Figura 24B). Dos tratamentos que apresentaram valores acima da média, T7, T8, T9 e T10 tiveram maior parte do N aplicado no estágio de duplo anel, não corroborando Rawluk et al. (1999) que encontraram melhor desempenho no acúmulo de proteína no grão com adubação nitrogenada no estágio de antese.

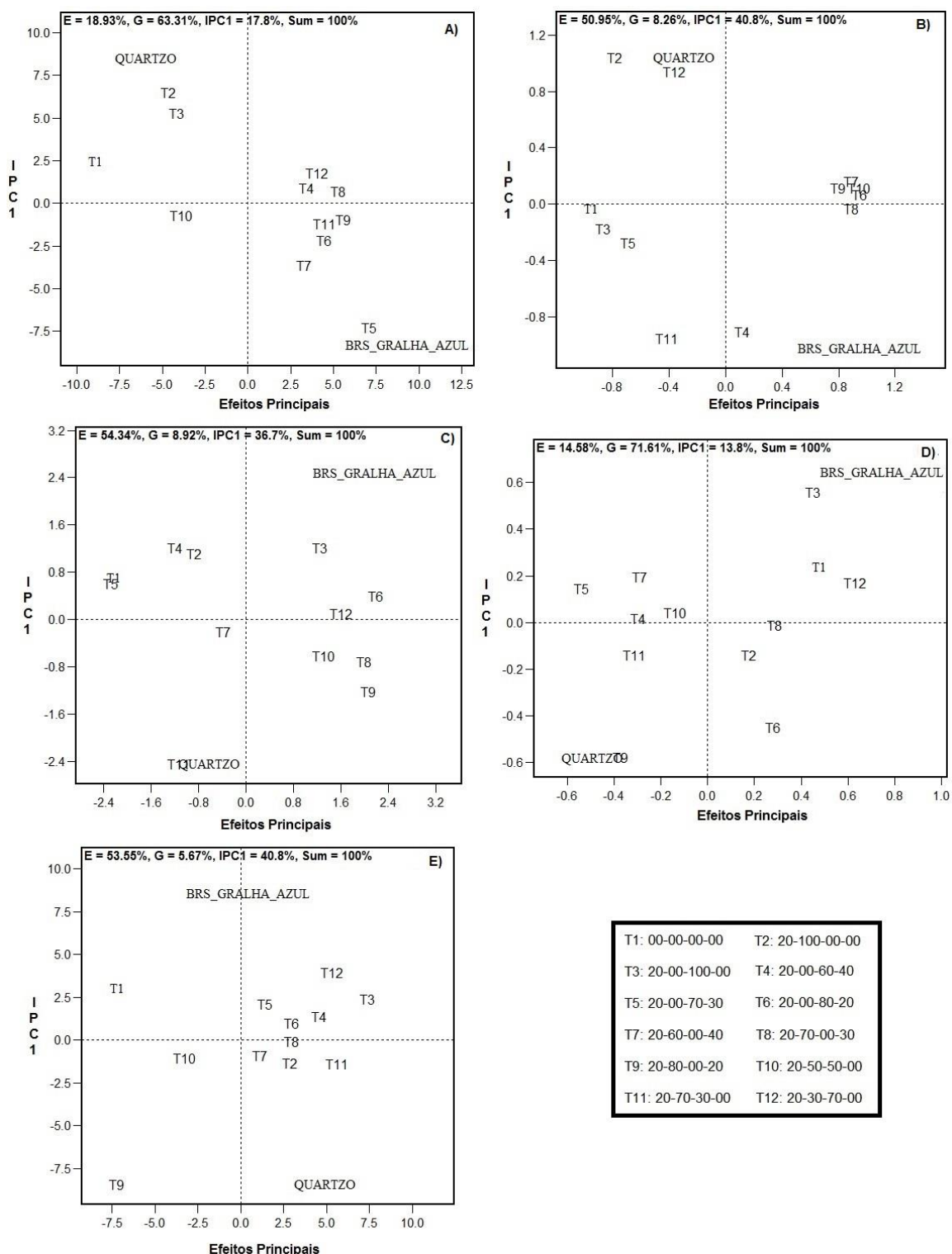


Figura 24 – Plotagem dos escores da análise AMMI 1 para interação entre dois cultivares de trigo e doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente para os caracteres força de glúten (A), teor de proteína (B), estabilidade (C), relação tenacidade/extensibilidade (D) e número de queda (E) no município de Pato Branco. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

4.4.2 Curitibaanos

No município de Curitibaanos os caracteres NQG, W e E enquadraram os cultivares BRS Gralha Azul e Quartzo como tipo melhorador e pão, respectivamente (Tabela 18 e Anexo A). Os valores médios e a amplitude dos demais caracteres encontram-se na Tabela 18.

A amplitude dos valores para os caracteres de qualidade mostram variação entre as formas de parcelamento da adubação nitrogenada (Tabela 18). Não foi verificada resposta no incremento destes caracteres aplicando o N em estádios mais tardios de desenvolvimento da culturas, onde estes caracteres responderiam de forma positiva a aplicação de N (YANO, et al., 2005; GAO et al., 2012).

Tabela 18 – Valores médios e amplitude de variação de caracteres indicativos de qualidade de panificação de dois genótipos de trigo em resposta a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada no município de Curitibaanos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2014.

Cultivar	Estatística	Proteína (%)	NQG (min)	W (J x 10 ⁻⁴)	P/L	E (Min)
BRS Gralha Azul	Média	11.58	480	370	2.95	27
	Amplitude	9.6 – 13.9	394 – 518	346 – 409	2.19 – 4.5	19 – 31
Quartzo	Média	9.08	334	259	12.51	15
	Amplitude	8.0 – 11.1	277 – 369	227 – 280	1.07 – 2.21	12 – 18

NQG = Número de queda; W = Força de glúten; P/L = Relação tenacidade (P)/ extensibilidade (L); E = Estabilidade.

O caractere W não variou em função da aplicação de N para os cultivares (Figura 25), corroborando resultado encontrado por Boschini et al. (2011). Maiores valores de W foram observados para o cultivar BRS Gralha Azul. A testemunha (T1), que não recebeu N, teve valor de 346×10^{-4} Joules, mesmo valor encontrado para a forma de parcelamento T8 que recebeu 120 kg N ha^{-1} .

Verificou-se que todos os valores de W para o cultivar Quartzo situaram-se entre 220 e 300×10^{-4} Joules, intervalo que confere classificação pela indústria de panificação como trigo tipo pão (Anexo A).

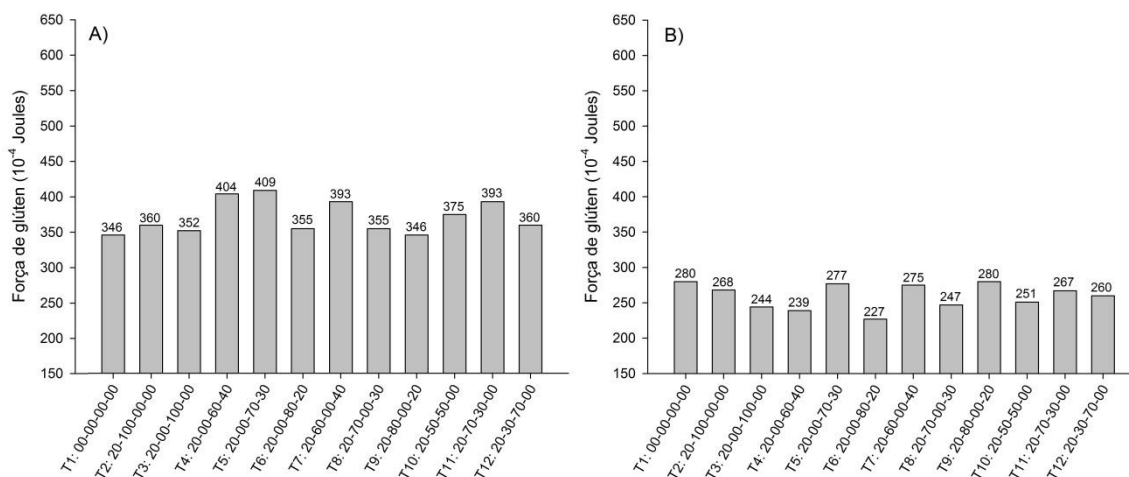


Figura 25 – Força de glúten (W) para os cultivares BRS Gralha Azul (A) e Quartzo (B) em resposta a doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada, aplicada na semeadura e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente, no município de Curitiba. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

A plotagem da análise AMMI 1 para os caracteres de qualidade de panificação no município de Curitiba estão expressos na Figura 26.

Os caracteres de qualidade apresentaram melhor desempenho para o cultivar BRS Gralha Azul, com valores acima da média geral (Figura 26). Cazetta et al. (2008) trabalhando com cultivares de trigo e tritcale em resposta a doses de N também observaram resposta para cultivares. Para todos os caracteres o efeito de cultivar explicou 49 a 88% da variação. As formas de parcelamento da adubação nitrogenada não apresentaram explicação da variação dos caracteres avaliados.

Os caracteres W, proteína e E tiveram desempenho acima da média para os tratamentos T4 e T5 (Figura 26A, 26B e 26C). Isso indica que a adubação nitrogenada, em estádios mais avançados de desenvolvimento da cultura, favorecem o aumento de caracteres de qualidade (RAWLUK et al., 1999; YANO, et al., 2005; GAO et al., 2012), porém não corroborando Varga & Svecnjak (2006).

Os caracteres W, proteína, E e relação P/L apresentaram a testemunha abaixo da média geral, indicando resposta a dose de N (Figura 28A, 28B, 28C e 28D), corroborando dados de Haile et al. (2012) que verificaram variação no teor de proteína entre 12 e 13% com a utilização de doses de N.

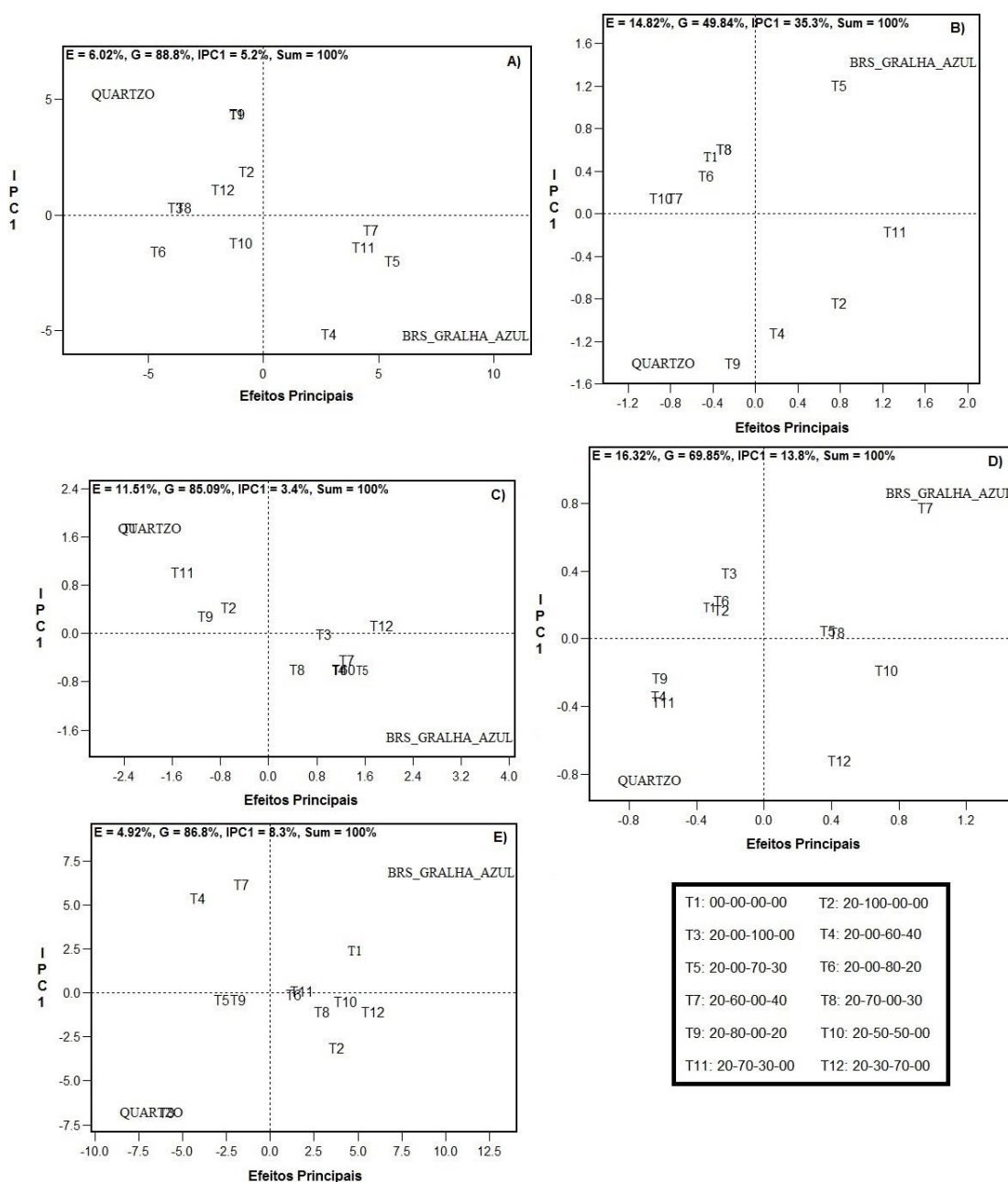


Figura 26 – Plotagem dos escores da análise AMMI 1 para interação entre dois cultivares de trigo e doze formas de parcelamento da adubação nitrogenada aplicada na semente e nos estádios fenológicos de duplo anel, espiguetas terminal e emborrachamento, respectivamente para os caracteres força de glúten (A), teor de proteína (B), estabilidade (C), relação tenacidade/extensibilidade (D) e número de queda (E) no município de Curitiba. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2014.

5 CONCLUSÕES

O rendimento de grãos e a qualidade de panificação são pouco influenciados pelas formas de parcelamento da adubação nitrogenada, especialmente em áreas que apresentam níveis elevados de matéria orgânica no solo.

O cultivar BRS Galha Azul produziu um trigo de alta qualidade de panificação.

A utilização de N na cultura do trigo aumenta o rendimento de grãos e a qualidade de panificação, porém sem resposta suficiente para indicar a melhor forma de parcelamento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhos que envolvam um maior número de cultivares, anos e locais de avaliação são necessários para se estabelecer formas de parcelamento que otimizem a produtividade de grãos e a qualidade de panificação.

REFERÊNCIAS

AACC–AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 9 ed, Saint Paul, 1995.

ABAD, A.; LLOVERAS, J.; MICHELENA, A. Nitrogen fertilization and foliar urea effects on durum wheat yield and quality and on residual soil nitrate in irrigated Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, v. 87, n. 2-3, p. 257–269, 2004.

ABRIL, A.; BALEANI, D.; CASADO-MURILO, N.; NOE, L. Effect of wheat crop fertilization on nitrogen dynamics and balance in the Humid Pampas, Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.119, p.171-176, 2007.

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, n. 4, p. 309–318, 2006.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. da; BORTOLONI, C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. *Ciência Rural*, v.31, n.4, p.715-722, 2001a.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. v.13, n.2, p.158-167, 2001b.

BENIN, G.; BORNHOFEN, E.; BECHE, E.; PAGLIOSA, E. S.; SILVA, C. L. da; PINNOW, C. Agronomic performance of wheat cultivars in response to nitrogen fertilization levels. *Acta Scientiarum*, v.34, n.3, p.275-283, 2012.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J. Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas. 2a Edição, Porto Alegre, 2008. 344 p.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. dos; BOGNOLA, I. A.; CÚRCIO, G. R.; MANZATTO, C. V.; CARVALHO JUNIOR, W. de; CHAGAS, C. da S.; ÁGLIO, M. L. D.; SOUZA, J. S. de. Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada, Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR, 2008, 74p.

BRADY N. C.; WEIL, R. R. *The nature and properties of soils*. 14th Edition, 2007. 975 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010, 2010.

BRASIL. (2011). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC no. 7, de 18 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. *Diário Oficial da União*, 22 de fevereiro de 2011.

CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JUNIOR, E.; ARF, O.; SÁ, M. E.; PAULINO, H. B.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.445-450, 2003.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; ARF, O.; GERMANI, R. Qualidade industrial de cultivares de trigo e triticales submetidos à adubação nitrogenada no sistema de plantio direto. *Bragantia*, v.67, n.3, p.741-750, 2008.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento, Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2011/2012, Junho de 2012.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Conjuntura semanal: 10 a 14/06/2013. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_06_18_08_55_32_trigo10a14062013.pdf. Acesso em 15/12/2013.

COSTA, L.; ZUCARELI, C.; RIEDE, C. R. Parcelamento da adubação nitrogenada no desempenho produtivo de genótipos de trigo. *Revista Ciência Agronômica*. v.44, n.2, p.215-224, 2013.

CQFS – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Comissão de Química e Fertilidade do Solo: 10 ed., 2004, 400p.

DUARTE, F. M. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia e eficiência da adubação nitrogenada na cultura do arroz irrigado. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006, 85p.

DYNIA, J. F.; SOUZA, M. D. de; BOEIRA R. C. Lixiviação de nitrato em Latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.5, p.855-862, 2006.

ERCOLI, L.; MASONI, A.; PAMPANA, S.; MARIOTTI, M.; ARDUINI, I. As durum wheat productivity is affected by nitrogen fertilisation management in Central Italy. *European Journal of Agronomy*, v. 44, n. 3, p. 38–45, 2013.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A. de; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. de. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. *Ciência e agrotecnologia*, v.34, n.6, p.1404-1411, 2010.

FAVARATO, L. F.; ROCHA, V. S.; ESPINDULA, M. C.; SOUZA, M. A. de; PAULA, G. de S. Adubação nitrogenada e qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Bragantia*, v.71, n.1, 2012.

GAJU, O.; ALLARD, V.; MARTRE, P.; GOUIS, J.L.; MOREAU, D.; 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*, Minitoba, Canada, 2012,

GAUDIN, A. C. M.; JANOVICEK, K.; MARTIN, R. C.; DEEN, W. Approaches to optimizing nitrogen fertilization in a winter wheat – red clover (*Trifolium pratense* L.) relay cropping system. *Field Crops Research*, v.155, p.192–201, 2014.

GODOY, L. J. G. DE; SANTOS, T. DA S.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEITE JÚNIOR, J. B. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.217-226, 2008.

HAILE, D.; NIGUSSIE, D.; AYANA, A. Nitrogen use efficiency of bread wheat : Effects of nitrogen rate and time of application. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v.12, n.3, p.389–409, 2012.

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

KARAM, F.; KABALAN, R.; BREIDI, J.; ROUPHAEL, Y.; OWEIS, T. Yield and water-production functions of two durum wheat cultivars grown under different irrigation and nitrogen regimes. *Agricultural Water Management*, v.96, n.4, p.603–615, 2009.

KIRBY, E.J.M.; SPINK, J.H.; FROST, D.L.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; SCOTT, R.K., FOULKES, M.J.; CLARE, R.W.; EVANS, E.J. A study of wheat development in the field: analysis by phases. *European Journal of Agronomy*, v. 11, p. 63–82, 1999.

LARA CABEZAS, W. A. R. & COUTO, P. A. Imobilização de nitrogênio da uréia e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura na cultura de milho, no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, n.4, p.739-752, 2007.

LIMON-ORTEGA, A.; GOVAERTS, B.; SAYRE, K. D. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. *European Journal of Agronomy*, v. 29, n. 1, p. 21–28, 2008.

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.

MEGDA, M. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. M. C.; VIEIRA, M. X. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, p.1055-1060, 2009.

MÓDENES, A.N.; SILVA, A.M.; TRIGUEROS, D.E.G. Avaliação das propriedades reológicas do trigo armazenado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.29, p.508-512, 2009.

NERSON, H.; SIBONY, M.; PINTHUS, J. M. A scale for the assessment of the developmental stages of the wheat (*Triticum aestivum* L.) spike, *Annals of Botany*, v.45, p.203-204, 1980.

NOURELDIN, N. A.; SAUDY, H. S.; ASHMAWY, F.; SAED, H. M. Grain yield response index of bread wheat cultivars as influenced by nitrogen levels. *Annals of Agricultural Sciences*, v.58, n.2, p.147–152, 2013.

OLIVEIRA, E. L. de. Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná, Londrina: IAPAR, 2003, 30p.

PANDEY, R.; MARANVILLE, J.; ADMOU, A. Tropical wheat response to irrigation and nitrogen in a Sahelian environment. I. Grain yield, yield components and water use efficiency. *European Journal of Agronomy*, v.15, n.2, p.93–105, 2001.

PAULA, R. A. de; CORRÊA, R. S.; COTTA, T. P. Lixiviação de nitrato de um substrato minerado tratado com lodo de esgoto doméstico. *Bragantia*, v.70, n.1, p.104-112, 2011.

PAVINATO, P. S. & CERETTA, C. A. Fósforo e potássio na sucessão trigo/milho: épocas e formas de aplicação. *Ciencia Rural*, v.34, n.6, p.1779-1784, 2004.

PENCKOWSKI, L. H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Qualidade industrial do trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. *Ciência e agrotecnologia*, v.34, n.6, p.1492-1499, 2010.

PÖTTKER, D.; & WIETHÖLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, v.34, n.4, p.1015-1020, 2004.

RAMBO, L.; SILVA, P. R. F. da; STRIEDER, M. L.; SILVA, A. A. da; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M. Índices nutricionais de N e produtividade de milho em diferentes níveis de manejo e de adubação nitrogenada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n.4, p.390-397, 2011.

RAWLUK, C. D. L.; RACZ, G. J.; GRANT, C. A. Uptake of foliar or soil application of ¹⁵N-labelled urea solution at anthesis and its affect on wheat grain yield and protein. *Canadian journal of plant science*, Minitoba, Canada, 1999.

RODRIGUES, O.; HAAS, J. C.; COSTENARO, E. R. Manejo de trigo para alta produtividade II: caracterização ontogenética. *Revista Plantio Direto*, v. 125, 2011.

RODRIGUES, O.; LHAMBY, J. C. B.; DIDONET, A. D.; MARCHESE, J. A. Fifty years of wheat breeding in Southern Brazil: yield improvement and associated changes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p. 817-825, 2007.

ROS, C. O. da; SALET, R. L.; PORN, R. L.; MACHADO, J. N. C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, v.33, n.5, p.799-804. 2003.

ROSOLEM, C. A.; FOLONI, J. S. S.; OLIVEIRA, R. H. de. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. *Pesquisa agropecuária brasileira*. Brasília, v.38, n.2, p.301-309, 2003.

SALVAGIOTTI, F. & MIRALLES, D. J. Radiation interception, biomass production and grain yield as affected by the interaction of nitrogen and sulfur fertilization in wheat. *European Journal of Agronomy*, v.28, n.3, p.282–290, 2008.

SANGOI, L.; BERNS, A. C.; ALMEIDA, M. L. de; ZANIN, C. G.; SCHWEITZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época de adubação nitrogenada de cobertura. *Ciencia rural*, v.37, n.6, p.1564-1570, 2007.

SCHEEREN, P.L. Instruções para utilização de descritores de trigo (*Triticum* sp.) e triticale (*Triticum* sp.). EMBRAPA-CNPT, (EMBRAPA-CNPT, Documentos, 9), Passo Fundo, 1984, 32p.

SERRAGO, R.A.; MIRALLES, D.J.; SLAFER, G.A. Floret fertility in wheat as affected by photoperiod during stem elongation and removal of spikelets at booting. *Eur. J. Agron.*, v. 28, p. 301–308, 2008.

SINCLAIR, T. R.; JAMIESON, P. D. Grain number, wheat yield, and bottling beer: An analysis. *Field Crops Research*, v.98, n.1, p.60–67, 2006.

SILVA, S. A. da; ARF, O.; BUZETTI, S.; SILVA, M. G. da. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo em sistema plantio direto no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.2717-2722, 2008a.

SILVA, E. P da; CUNHA, G. R. da; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G. A.; PASINATO, A. Fatores abióticos envolvidos na tolerância de trigo à geadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.10, p.1257-1265, 2008b.

SILVA NETO, B.; OLIVEIRA, A. de; LORENZONI, J. Modelos de ajuda à decisão para a definição da época de semeadura e do padrão tecnológico da cultura do trigo. *Ciência Rural*, v.39, n.4, p.1005-1011, 2009.

SÍP, V.; VAVERA, R.; CHRPOVA, J.; KUSA, H.; RUZUK, P. Winter wheat yield and quality related to tillage practice , input level and environmental conditions. *Soil & Tillage Research*, v.132, p.77–85, 2013.

SLAFER G.A. Wheat development: its role in phenotyping and improving crop adaptation. In *WHEAT Physiological Breeding I: Interdisciplinary Approaches to Improve Crop Adaptation* (eds M. Reynolds, A. Pask & D. Mullan), pp. 107–121. CIMMYT, Mexico, 2012.

TASCA, F. A. Volatilização de amônia a partir da aplicação de duas fontes de nitrogênio, em laboratório. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Lages, 2009, 50p,

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEIS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2ª ed, Porto Alegre, Departamento de Solos, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, 1995, 174p, (Boletim Técnico 5).

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M. E. de; ARF, O.; MEGDA, M. M. Response of irrigated wheat cultivars to diferente nitrogen rates and sources. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.1303-1310, 2009.

TEIXEIRA FILHO, M. C.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E. de. Application times, sources and doses of nitrogen on wheat cultivars under no till in the Cerrado region. *Ciência rural*, v.14, n.8, p.1375-1382, 2011.

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

USDA, United States Department of Agriculture. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>, Acessado em 03/07/2012.

VARGA, B.; SVECNJAK, Z. The effect of late-season urea spraying on grain yield and quality of winter wheat cultivars under low and high basal nitrogen fertilization. *Field Crops Research*, v.96, n.1, p.125-132, 2006.

WENDLING, A.; ELTZ, F. L. F.; CUBILLA, M. M.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; LOVATO, T. Recomendação de adubação nitrogenada para trigo em sucessão ao milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, n.5, p.985-994, 2007.

YAN, W. GGEbiplot- A Windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. *Agronomy Journal*, v.93, n.5, p.1111-1118, 2001.

YANO, G. T.; TAKAHASHI, H. W.; WATANABE, T. S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. *Semina: Ciências Agrárias*, v.26, n.2, p.141-148, 2005.

YUE, H.; JIANG, D.; DAI, T.; QIN, X.; JING, Q.; CAO, W. Effect of nitrogen application rate on content of gluteninmacropolymer and high molecular weight glutenin subunits in grains of two winter wheat cultivars. *Journal of Cereal Science*, v.45, n.3, p.248-256, 2007.

ZHANG, J.-H.; LIU, J.-L.; ZHANG, J.-B.; ZHAO, F.-T.; CHENG, Y.-N.; WANG, W.-P. Effects of Nitrogen Application Rates on Translocation of Dry Matter and Nitrogen Utilization in Rice and Wheat. *Acta Agronomica Sinica*, v.36, n.10, p.1736–1742, 2010.

ZHOU, Q.-P.; KUMAR BISWAS, D.; MA, B.-L. Comparisons among cultivars of wheat, hulless and hulled oats: Dry matter, N and P accumulation and partitioning as affected by N supply. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v.176, n.6, p.929–941, 2013.

ZOBEL, R. W.; WRIGHT, M. J.; GAUCH, H. G. Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal*, v.80, p.388-393, 1988.

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A - Classificação para a comercialização do trigo brasileiro de acordo com a Instrução Normativa no. 38, aprovada em 30 de novembro de 2010 e valida a partir de 01 de junho de 2011. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2014.....	68
---	----

ANEXOS

ANEXO A – Classificação para a comercialização do trigo brasileiro de acordo com a Instrução Normativa no. 38, aprovada em 30 de novembro de 2010 e válida a partir de 01 de junho de 2011. UTFPR, Câmpus Pato Branco - PR, 2014.

Classes	W (10^4 Joules)		E (min.)	NQG (min.)
Melhorador	300	e	14	250
Pão	220	ou	10	220
Domestico	160	ou	6	220
Básico	100	ou	3	220
Outros Usos	qualquer	ou	qualquer	qualquer

W = Força de Glúten; E = Estabilidade; NQG = Número de Queda.